

## TEOR DE CLOROFILAS E CAROTENOIDES EM FOLHAS DE ARROZ APÓS APLICAÇÃO DE HERBICIDAS

SANDRO ROBERTO PIESANTI<sup>1</sup>; MARCOS ANDRÉ NOHATTO<sup>2</sup>;  
ANA CLAUDIA LANGARO<sup>2</sup>; ROBERTA MANICA-BERTO<sup>2</sup>;  
ANDRÉ DA ROSA ULGUIM<sup>2</sup>; DIRCEU AGOSTINETTO<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas – sandropiesanti@yahoo.com.br

<sup>2</sup>Universidade Federal de Pelotas – marcosnohatto@hotmail.com; namelia.langaro@gmail.com;  
robertamanica@yahoo.com.br; andre\_ulguim@yahoo.com.br

<sup>3</sup>Universidade Federal de Pelotas – Orientador – agostinnetto@ig.com.br

### INTRODUÇÃO

No manejo químico, principal ferramenta adotada pelos agricultores para o controle de plantas daninhas na cultura do arroz irrigado, destaca-se o uso intensivo dos herbicidas pós-emergentes penoxsulam, bentazona e cialofope-butílico. O herbicida penoxsulam atua na inibição da enzima acetolactato sintase (ALS); a bentazona inibe a fotossíntese pela competição com o sítio de ligação da quinona B (Q<sub>b</sub>), na proteína D1 do fotossistema II; e, o cialofope-butílico apresenta sua ação inibindo a enzima acetil-coenzima A carboxilase (ACCase) (SENSEMAN, 2007). Os herbicidas penoxsulam e cialofope-butílico caracterizam-se por serem sistêmicos, sendo translocados via floema, enquanto o bentazona apresenta efeito de contato.

No que diz respeito à tolerância do arroz aos herbicidas, vários fatores podem estar envolvidos na resposta da cultura. Estudo demonstrou que a tolerância ao bentazona deve-se principalmente ao aumento da taxa de metabolismo do herbicida e parcialmente à menor translocação para as folhas mais jovens (Han & Wang, 2002). Para o cialofope-butílico, a perda da funcionalidade da enzima esterase, a absorção reduzida pela cutícula e o incremento do metabolismo explicam a tolerância (RUIZ-SANTAELLA et al., 2006). Já, para o penoxsulam, apesar da ausência de estudos aprofundados dos mecanismos de tolerância para a cultura do arroz, sabe-se que fatores como a escolha da cultivar, dose e o manejo de irrigação pode influenciar no aumento da ocorrência de danos na planta (WILLINGHAM et al., 2008).

Estes herbicidas, embora recomendados para o arroz, podem causar fitotoxicidade a cultura, o que impulsiona a investigação mais aprofundada dos efeitos de tais compostos. Diante disso, o objetivo foi avaliar o efeito dos herbicidas penoxsulam, bentazona e cialofope-butílico no teor de clorofilas e carotenoides em folhas de arroz.

### METODOLOGIA

O experimento foi conduzido em casa de vegetação da Universidade Federal de Pelotas (UFPe), na estação de cultivo 2011/12, em delineamento experimental completamente casualizado, com seis repetições. As unidades experimentais foram compostas por vasos plásticos com capacidade volumétrica de 8 L.

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

A população de arroz por unidade experimental foi de 16 plantas, com intuito de evitar a competição e obter quantidade de material suficiente para as análises. A aplicação dos herbicidas foi realizada 15 dias após a emergência (DAE) com o auxílio de pulverizador costal pressurizado com CO<sub>2</sub> munido de pontas leque 110.02, com vazão de 150 L ha<sup>-1</sup>. A irrigação por inundação iniciou um dia após a aplicação dos tratamentos.

Nas épocas descritas pelo fator B, foram realizadas coletas da parte aérea do arroz, sendo armazenadas a -80°C até o momento da avaliação do teor de clorofilas e carotenoides. As variáveis foram determinadas com amostras de 0,1 g, maceradas em almofariz em presença de 5 mL de acetona a 80 % (v/v). O material foi centrifugado a 12.000 rpm por 10 minutos e o sobrenadante foi transferido para balão volumétrico de 20 mL, completando-se esse volume com acetona a 80 % (v/v). Calculou-se os teores de clorofila *a*, *b* e carotenoides pelas fórmulas de Lichtenthaler (1987), a partir da absorbância da solução obtida por espectrofotometria a 647, 663 e 470 nm, expressando-se os resultados em mg g<sup>-1</sup> de MF.

Os dados obtidos foram analisados quanto a sua normalidade (teste de Shapiro Wilk) e, posteriormente submetidos à análise de variância (p≤0,05). Os efeitos dos herbicidas em relação à testemunha foram avaliados pelo teste de Dunnett (p≤0,05) e para as épocas de coleta foi utilizado análise de regressão, ajustando-se os dados dos herbicidas cialofope-butílico (1), penoxsulam (2) e bentazona (3) às equações de regressão linear, quadrática e exponencial, respectivamente, conforme segue:

$$y = y_0 + ax \text{ (1); } \quad y = y_0 + ax + bx^2 \text{ (2); } \quad y = a (1 - e^{-bx}) \text{ (3)}$$

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foram observadas diferenças significativas entre as variáveis clorofila *b* e carotenoides, em função dos tratamentos (dados não apresentados), ou seja, apesar das diferenças entre os herbicidas quanto ao mecanismo de ação, as plantas de arroz possuem comportamento semelhante após a aplicação dos herbicidas.

Para a variável clorofila *a*, verificou-se interação entre os fatores herbicida e época de coleta (Tabela 1 e Figura 1). Cialofope-butílico não apresentou diferenças em relação à testemunha, que comprova sua alta seletividade, mesmo utilizando maior dose de registro para cultura (AGROFIT, 2013). Bentazona apresentou os menores valores de clorofila *a* em relação à testemunha as 12 e 24 HAP, enquanto que o penoxsulam causou maior redução na variável as 48 e 96 HAP (Tabela 1), demonstrando que mesmo em plantas tolerantes como o arroz, esses herbicidas podem gerar condição de estresse oxidativo, que pode afetar sobre o teor de clorofila *a*.

Tabela 1. Teores de clorofila *a* extraídos de folhas de arroz em resposta ao uso de diferentes herbicidas, avaliado as 12, 24, 48 e 96 horas após a aplicação (HAP). FAEM/UFPel, Capão do Leão/RS, 2011/12.

Tratamento	12 HAP	24 HAP	48 HAP	96 HAP
Testemunha (T)	1,61	1,60	1,59	1,61
Penoxsulam	1,71 <sup>ns</sup>	1,59 <sup>ns</sup>	1,21*	1,27*
Bentazona	0,94*	1,26*	1,53 <sup>ns</sup>	1,63 <sup>ns</sup>
Cialofope-butílico	1,67 <sup>ns</sup>	1,63 <sup>ns</sup>	1,60 <sup>ns</sup>	1,55 <sup>ns</sup>

\* ou <sup>ns</sup> média difere ou não da testemunha (T), na coluna, pelo teste Dunnett (p≤0,05).

As moléculas de clorofilas *a* são os principais pigmentos responsáveis pela captura de luz para as reações fotoquímicas, presentes nos centros de reação dos fotossistemas. Assim, o declínio desses compostos pode comprometer a atividade fotossintética, prejudicando o desenvolvimento das plantas (RAMESH et al., 2002).

Os dados dos herbicidas cialofope-butílico, penoxsulam e bentazona ajustaram-se às equações de regressão linear, quadrática e exponencial, respectivamente, demonstrando bom ajuste dos dados às equações, enquanto que para a testemunha não verificou-se ajuste (Figura 1). Para o herbicida cialofope-butílico ocorreu comportamento linear com o avanço das épocas de coleta. Este resultado, corrobora com os observados por PIESANTI et al. (2012), onde não se observou alterações no teor de clorofila após a utilização desse herbicida, além de variáveis como taxa fotossintética, eficiência do uso da água e matéria seca, em relação a testemunha.

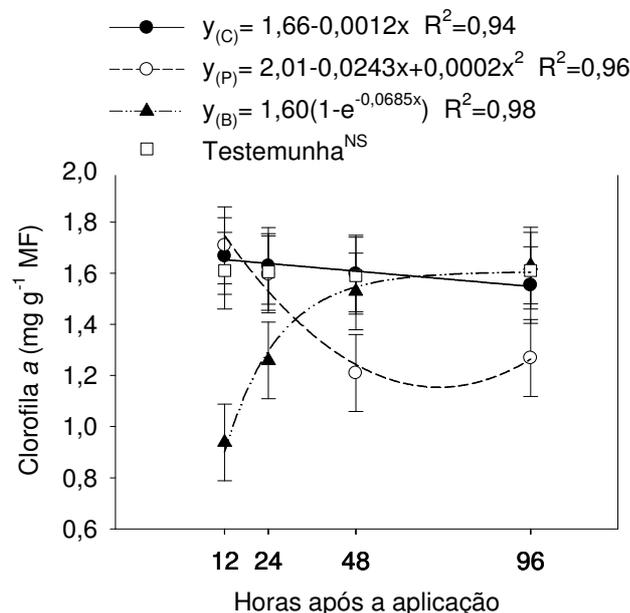


Figura 1. Efeito dos herbicidas cialofope-butílico (C), penoxsulam (P) e bentazona (B) no teor de clorofila *a* de plantas de arroz, avaliado em diferentes épocas de coleta das plantas. FAEM/UFPel, Capão do Leão/RS, 2011/12. Os pontos representam os valores médios das repetições e as barras, os respectivos intervalos de confiança da média.

Para o herbicida bentazona, observou-se incremento gradual no teor de clorofila *a* até as 48 HAP, quando atingiu teor constante, indicando que as plantas de arroz recuperam-se rapidamente do efeito negativo (Figura 1). A explicação pode estar relacionada com a capacidade do herbicida não alterar substancialmente os tilacóides, diferentemente de outros herbicidas inibidores do fotossistema II (MACEDO et al., 2008).

Para o penoxsulam, o teor de clorofila *a* decresceu as 48 e 96 HAP (Figura 1), constatando a atividade mais tardia do herbicida sobre a variável em estudo, decorrente de sua ação sistêmica. Trabalho conduzido mostrou que esse herbicida pode afetar sobre o crescimento de plântulas e plantas adultas de arroz mesmo usando doses abaixo da avaliada nesse estudo (CONCENÇO et al., 2006). Também, há relatos de danos radiculares em plantas de arroz, pela redução na massa das raízes, contudo, tais injúrias não comprometeram a produtividade de grãos (BOND et al., 2007).

## CONCLUSÕES

O herbicida cialofope-butílico não altera os pigmentos fotossintéticos na cultura do arroz, enquanto penoxsulam ou bentazona reduzem o teor de clorofila *a*.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**AGROFIT**. Sistema de agrotóxicos fitossanitários. Acessado em 05 out. 2013. Online. Disponível em: [http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons)

BOND, J.A. et al. Rice cultivar response to penoxsulam. **Weed Technology**, v.21, n.4, p.961-965, 2007.

CONCENÇO, G. et al. Rice seedling and plant development as affected by increasing rates of penoxsulam under controlled environments. **Planta Daninha**, v.24, n.1, p.131-139, 2006.

HAN, Y.C.; WANG, C.Y. Physiological basis of bentazon tolerance in rice (*Oryza sativa* L.) lines. **Weed Biology and Management**, v.2, n.4, p.186-193, 2002.

LICHTENTHALER, H.K. Chlorophyll and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. In: COLOWICK, S.P.; KAPLAN, N.O. **Methods in enzymology**. San Diego: Academic Press, 1987. p.350-382.

MACEDO, R.S. et al. Effects of the herbicide bentazon on growth and photosystem II maximum quantum yield of the marine diatom *Skeletonema costatum*. **Toxicology in Vitro**, v.22, n.3, p.716-722, 2008.

PIESANTI, S.R. et al. Fisiologia de plantas de arroz submetidas à aplicação de herbicidas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 28, Campo Grande, MS. **Anais...** Campo Grande, 2012. p.133-137.

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, n.2, p.102-105, 2002.

RUIZ-SANTAELLA, J.P. et al. Basis of selectivity of cyhalofop-butyl in *Oryza sativa* L. **Planta**, v.223, n.2, p.191-199, 2006.

SENSEMAN, S.A. **Herbicide Handbook**, 9th ed., Weed Science Society of America: Lawrence, 2007.

WILLINGHAM, S.D. et al. Influence of flood interval and cultivar on rice tolerance to penoxsulam. **Weed Technology**, v.22, n.1, p.114-118, 2008.