

ALTERAÇÃO NOS COMPONENTES FISIOLÓGICOS NA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO PELA APLICAÇÃO DE HERBICIDAS PÓS-EMERGENTES

LANGARO, A. C. (FAEM – UFPel, Pelotas/RS – namelia.langaro@gmail.com), OLIVEIRA, C. (FAEM – UFPel, Pelotas/RS – oliveirac.agro@gmail.com), DUARTE, T. V. (FAEM – UFPel, Pelotas/RS – duartevieira.thiago@gmail.com), RUCHEL, Q. (FAEM – UFPel, Pelotas/RS – queli.ruchel@yahoo.com.br), SILVA, B. M. (FAEM – UFPel, Pelotas/RS – brunomoncks@gmail.com), AGOSTINETTO, D. (FAEM – UFPel, Pelotas/RS – dirceu.agostinetto@pq.cnpq.br)

RESUMO: Dentre os fatores que interferem no processo de produção de arroz destaca-se a presença de plantas daninhas, principalmente as liliopsidas, em função da competição com a cultura por recursos. Para controle de plantas daninhas o método mais utilizado é o químico, em função do custo, praticidade e eficiência. Dessa forma, o presente estudo objetivou avaliar a seletividade dos herbicidas imazapic + imazapir, quincloraque, bentazona, cialofope-butílico, penoxsulam, bispiribaque-sódico e carfentrazona-etílica sobre a cultura do arroz irrigado, bem como os efeitos nos processos de fotossíntese. O experimento foi realizado em casa de vegetação e os tratamentos aplicados na maior dose de registro, em estágio V4. Avaliou-se a fitotoxicidade, estatura de plantas, fotossíntese líquida (A), taxa de transpiração (E), concentração de CO₂ subestomático (Ci) e condutância estomática (Gs), a partir das quais foi possível calcular a eficiência da carboxilação (CE) e do uso da água (EUA). A aplicação de carfentrazona-etílica aumenta a fitotoxicidade e a concentração subestomática de CO₂, reduzindo a estatura, a fotossíntese líquida, condutância estomática, eficiência da carboxilação e do uso da água em plantas de arroz. Os herbicidas quincloraque e bispiribaque-sódico reduzem a estatura de plantas e não alteram outras variáveis, de modo semelhante aos demais herbicidas.

Palavras-chave: Fitotoxicidade, controle químico, fisiologia

INTRODUÇÃO

A cultura do arroz ocupa papel importante na economia mundial, sendo considerada fonte proteica e calórica para mais da metade da população (FAO, 2014). Dentre os principais produtores, o Brasil ocupa a décima terceira posição, com produção de 13 milhões de toneladas (FAO, 2014). No entanto, esta produção está aquém do esperado em função de diversos fatores, destacando-se a presença de plantas daninhas que competem com a cultura por recursos como água, luz e nutrientes.

O principal método utilizado no manejo de plantas daninhas é o controle químico,

através do uso de herbicidas. O sucesso deste método se deve a diversos fatores, entre eles a menor dependência de mão de obra, amplo espectro de ação, baixo custo e maior eficiência de controle mesmo em épocas chuvosas (SILVA et al., 2007).

Mesmo sendo seletivos para a cultura, alterações fisiológicas e bioquímicas podem ocorrer como efeito secundário de herbicidas, ocasionando distúrbios no metabolismo das plantas (SONG et al., 2007). Além disso, herbicidas podem interferir na fotossíntese inibindo a síntese de carotenoides, o que resulta na degradação fotooxidativa e destruição de membranas fotossintéticas (WAKABAYASHI; BÖGER, 2004). A tolerância das plantas a herbicidas é função de variações nos processos de absorção, translocação, metabolização e sensibilidade da planta. Dessa forma, o presente estudo objetivou avaliar a seletividade dos herbicidas imazapic + imazapir, quincloraque, bentazona, cialofope-butílico, penoxsulam, bispiribaque-sódico e carfentrazona-etílica sobre a cultura do arroz irrigado, bem como os efeitos nos processos de fotossíntese.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel – Universidade Federal de Pelotas, em delineamento experimental completamente casualizado, com quatro repetições. Os tratamentos foram compostos por diferentes herbicidas pós-emergentes: imazapic + imazapir (Kifix[®], 140 g ha⁻¹), quincloraque (Facet[®], 750 g ha⁻¹), bentazona (Basagran[®], 1,6 l ha⁻¹), cialofope-butílico (Clincher[®], 1,75 l ha⁻¹), penoxsulam (Ricer[®], 0,25 l ha⁻¹), bispiribaque-sódico (Nominee[®], 0,125 l ha⁻¹) e carfentrazona-etílica (Aurora[®], 0,5 l ha⁻¹), além de uma testemunha sem aplicação de herbicidas. Para a definição das doses, adotou-se como critério a maior dose recomendada para a cultura do arroz (AGROFIT, 2013).

A semeadura da cultivar Puitá Intá CL foi realizada em vasos com capacidade volumétrica de 3 L, preenchido com solo oriundo de área de várzea, com população superior a recomendada, realizando-se desbaste após a emergência a fim de manter seis plantas por vaso. A aplicação dos herbicidas foi realizada em estágio de desenvolvimento V4 com o auxílio de pulverizador costal pressurizado com CO₂, barra com quatro bicos Teejet 110.015 tipo leque, espaçados em 0,5 m e com vazão de 120 L ha⁻¹.

As variáveis analisadas foram estatura e fitotoxicidade aos cinco dias após a pulverização (DAP). A estatura foi mensurada com auxílio de régua graduada, medindo-se todas as plantas da unidade experimental, de onde foi obtida a média. A avaliação de fitotoxicidade se deu através de notas visuais seguindo escala de zero a 100%, onde zero significou a ausência de sintomas e 100 a morte das plantas.

Avaliações fisiológicas relacionadas à fotossíntese líquida (A), taxa de transpiração (E), concentração de CO₂ subestomática (Ci) e condutância estomática (Gs) foram

realizadas aos cinco DAP. Para isso foi utilizado o terço médio da última folha completamente expandida e a avaliação realizada com a utilização do analisador de gases no infravermelho (IRGA), marca LI-COR, modelo LI-6400. Calculou-se a eficiência do uso da água (EUA) e da carboxilação (CE) pela relação A/E e A/Ci, respectivamente.

Os dados foram analisados quanto à normalidade e homocedasticidade e posteriormente submetidos à análise de variância ($p \leq 0,05$). Em sendo constatada significância estatística, os efeitos dos herbicidas foram avaliados pelo teste de Duncan ($p \leq 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificou-se significância estatística dos tratamentos para as variáveis fitotoxicidade, estatura, fotossíntese líquida (A), concentração de CO₂ subestomática (Ci), condutância estomática (Gs), eficiência do uso da água (EUA) e da carboxilação (CE). Para a variável taxa de transpiração (E) não se observou significância.

Em relação à fitotoxicidade todos os herbicidas diferiram da testemunha, observando-se maiores sintomas nas plantas tratadas com carfentrazona-etílica (Tabela 1). As plantas submetidas à aplicação deste produto também apresentaram redução na estatura, corroborando com estudo realizado por ROMAN et al. (2010), no qual plantas de soja tratadas com carfentrazona-etílica apresentaram redução média de sua estatura em 25% em relação às plantas não tratadas. Os herbicidas quincloraque e bispiribaque-sódico também reduziram a estatura das plantas de arroz.

Tabela 1. Fitotoxicidade (%) e estatura (cm) de plantas de arroz submetidas à aplicação de herbicidas pós-emergentes. Capão do Leão, 2014.

| Herbicida | Fitotoxicidade (%) | Estatura (cm) |
|-----------------------|--------------------|---------------|
| Testemunha | 0 c ¹ | 24,9 ab |
| Imazapic + imazapir | 3,0 b | 21,8 bc |
| Quincloraque | 2,5 bc | 18,9 cde |
| Bentazona | 2,25 bc | 22,8 ab |
| Cialofope-butilico | 2,75 bc | 21,4 bcd |
| Penoxsulam | 2,5 bc | 26,2 a |
| Bispiribaque-sódico | 2,75 bc | 18,2 de |
| Carfentrazona-etílica | 78,0 a | 17,8 e |
| CV (%) | | |

¹ Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem pelo teste de Duncan ($p \leq 0,05$).

Em relação às variáveis fotossintéticas, verificou-se menor fotossíntese líquida e maior concentração de CO₂ subestomática nas plantas tratadas com carfentrazona-etílica (Tabela 2). Maiores concentrações de CO₂ na cavidade subestomática sugere que as plantas não estão sendo capazes de assimilar o CO₂ disponível e converter em produtos mais energéticos. O maior acúmulo de CO₂ resulta em bloqueio da cadeia transportadora de

elétrons e, conseqüentemente, na interrupção da produção de ATP e NADPH que são usados para a fixação do CO₂ (WELLER, 2003). Acredita-se que, a maior concentração de CO₂ subestomática se dá em função do possível fechamento estomático em resposta a aplicação do herbicida. Além disso, os resultados apresentados podem estar atrelados ao mecanismo de ação do herbicida carfentrazone, que atua inibindo a síntese de clorofila, podendo comprometer a fotossíntese, o que resulta na redução da capacidade da planta em aproveitar os recursos do ambiente, corroborando com dados relatados por PIESANTI et al. (2012).

Tabela 2. Fotossíntese líquida (A) ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), concentração de CO₂ subestomática (Ci) ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ mol}^{-1}$), condutância estomática (Gs) ($\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), eficiência do uso da água (EUA) ($\text{mol CO}_2 \text{ mol H}_2\text{O}^{-1}$) e eficiência da carboxilação (CE) ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) em plantas de arroz submetidas à aplicação de herbicidas pós-emergentes. Capão do Leão, 2014.

| Herbicida | A | Ci | Gs | EUA | CE |
|-----------------------|--------------------|-------|---------|--------|---------|
| Testemunha | 9,9 a ² | 331 b | 0,42 a | 1,35 a | 0,029 a |
| Imazapic + imazapir | 12,4 a | 332 b | 0,44 a | 1,32 a | 0,037 a |
| Quincloraque | 12,3 a | 334 b | 0,44 a | 1,28 a | 0,036 a |
| Bentazona | 11,1 a | 341 b | 0,41 ab | 1,08 a | 0,032 a |
| Cialofope-butílico | 11,1 a | 342 b | 0,40 ab | 1,43 a | 0,033 a |
| Penoxsulam | 10,1 a | 336 b | 0,38 ab | 1,20 a | 0,030 a |
| Bispiribaque-sódico | 9,6 a | 335 b | 0,36 ab | 1,16 a | 0,028 a |
| Carfentrazone-etílica | 1,7 b | 378 a | 0,27 b | 0,13 b | 0,002 b |
| CV (%) | 3,5 | 1,8 | 19,0 | 34,2 | 25,7 |

² Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem pelo teste de Duncan ($p \leq 0,05$).

A condutância estomática também foi reduzida em função da aplicação de carfentrazone-etílica (Tabela 2). O controle estomático é importante propriedade fisiológica por meio da qual as plantas limitam a perda de água, ocasionando modificações na condutância estomática e, geralmente, afetando as trocas gasosas como forma de resposta das plantas a diversos fatores, incluindo o estresse (PAIVA et al., 2005).

A eficiência do uso da água e da carboxilação foram reduzidas nas plantas submetidas a aplicação de carfentrazone-etílica, de modo semelhante ao verificado nas demais variáveis (Tabela 2). Tais resultados são decorrentes das alterações na fotossíntese líquida e na concentração de CO₂ subestomático. Isso indica que, a cultura quando submetida ao estresse pelo herbicida apresentou menor eficiência na absorção e fluxo de água pela corrente transpiratória, além da menor transpiração durante os períodos de abertura estomática, resultando na redução dos valores da variável.

O uso mais eficiente da água está diretamente relacionado ao tempo de abertura estomática, pois, enquanto a planta absorve CO₂ para fotossíntese, perde água pela transpiração com intensidade variável, dependendo do gradiente de potencial entre a superfície foliar e a atmosfera, seguindo a corrente de potenciais hídricos (CONCENÇO et

al., 2007). Além disso, menores valores de eficiência da carboxilação sugerem que o CO₂ disponível não está sendo eficientemente convertido em açúcares.

A aplicação de carfentrazone reduziu a fotossíntese líquida, condutância estomática, eficiência da carboxilação e do uso da água em 83, 38, 93 e 91%, respectivamente, em relação às plantas não tratadas com herbicida, enquanto que, a concentração de CO₂ subestomática aumentou 14%. Os demais herbicidas não provocaram alterações nas variáveis relacionadas ao aparato fotossintético, sugerindo assim maior seletividade em relação a cultura do arroz irrigado.

CONCLUSÕES

A aplicação de carfentrazone-etílica aumenta a fitotoxicidade e a concentração subestomática de CO₂, reduzindo a estatura, a fotossíntese líquida, condutância estomática, eficiência da carboxilação e do uso da água em plantas de arroz.

Os herbicidas quincloraque e bispiribaque reduzem a estatura de plantas e não alteram outras variáveis, de modo semelhante aos demais herbicidas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGROFIT. Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários. Disponível em: http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. Acesso em: 22 mai. 2013.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Production of cereals and share in world. 2014. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>>. Acesso em: 28 abr. 2014.

PAIVA, A.S. et al. Condutância estomática em folhas de feijoeiro submetido a diferentes regimes de irrigação. **Engenharia Agrícola**, v.25, p.161-169, 2005.

PIESANTI, S.R. et al. Fisiologia de plantas de arroz submetidas à aplicação de herbicidas. In: Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas, 28, 2012, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: SBCPD, 2012, p.133-137.

ROMAN, E.S. et al. Efeito do teor de umidade do solo na seletividade e na eficiência de carfentrazone-ethyl no controle de plantas daninhas na cultura de soja. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.4, p.114-122, 2010.

SILVA, A.A. et al. Classificação e mecanismo de ação. IN: SILVA, A.A; SILVA, J.F. (Eds.). Tópicos em manejo de plantas daninhas., 1^a. ed. Editora UFV, p.83-148, 2007.

SONG, N.H. et al. Biological responses of wheat (*Triticum aestivum*) plants to the herbicide chlorotoluron in soils. **Chemosphere**, v.68, n.9, p.1779-1787, 2007.

WAKABAYASHI, K.; BÖGER, P. Phytotoxic sites of action for molecular design of modern herbicides (Part 1): the photosynthetic electron transport system. **Weed Biology and Management**, v.4, p.8-18, 2004.

WELLER, S. **Photosystem II inhibitors**. In: Herbicide action course. West Lafayette: Purdue University, 2003. p.131-184.