

RESPOSTA DE DIFERENTES BIÓTIPOS DE ARROZ VERMELHO À ELEVAÇÃO DE CO₂ ATMOSFÉRICO

EDUARDO ANCINELLO NOGUEIRA¹; JOÃO PAULO REFATTI²; LUIS ANTONIO
DE AVILA³; EDINALVO RABAIOLI CAMARGO⁴

¹Universidade Federal de Pelotas-UFPEL-FAEM – edu_nogueira@hotmail.com

²Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade-PPGF-UFPEL – joaopaulorefatti@hotmail.com

³Universidade Federal de Pelotas-UFPEL-FAEM – lavilabr@gmail.com

⁴Universidade Federal de Pelotas-UFPEL-FAEM – edinalvo_camargo@yahoo.com.br

1. INTRODUÇÃO

A atividade agrícola é estreitamente relacionada com as condições do clima. Alterações climáticas, como regularidade das chuvas bem como a concentração dos gases atmosféricos podem causar consideráveis mudanças na vegetação e demais organismos vivos em geral. Nesse contexto, pesquisas têm demonstrado que a concentração de CO₂ na atmosfera terrestre está aumentando de forma anormal observando-se, nas últimas décadas, um aumento de cerca de 80%, superando a escala natural dos últimos 800 mil anos (IPCC, 2007).

O aumento da concentração de CO₂ atmosférico pode afetar o metabolismo das plantas, principalmente através de efeitos na condutância estomática e por consequência na fotossíntese. Plantas com metabolismo C₃ expostas a níveis elevados de CO₂ podem aumentar a taxa fotossintética, crescimento e rendimento devido à saturação da enzima RuBisCO e por consequência diminuição da fotorrespiração. Além disso, devido ao fechamento parcial dos estômatos em virtude da melhor captação de CO₂, observa-se melhor eficiência no uso da água (LAMBERS et al., 1998). Aliado a isso, o aumento na temperatura pode afetar direta e indiretamente o desenvolvimento das plantas e seu metabolismo. Mudanças ambientais, como o aumento de CO₂, podem modificar o crescimento das plantas e alterar a habilidade competitiva com os demais indivíduos no ambiente (ALBERTO et al., 1996).

Neste contexto, há crescente demanda no intuito de investigar as respostas fisiológicas das plantas cultivadas e daninhas aos efeitos das mudanças climáticas. Em vista do exposto, o presente trabalho objetivou avaliar os efeitos fisiológicos e morfológicos de diferentes biótipos de arroz vermelho, arroz convencional, papuã e capim-arroz em resposta ao aumento da concentração de CO₂ atmosférico.

2. METODOLOGIA

As espécies escolhidas foram arroz cultivado (*Oryza sativa* L.), arroz-vermelho resistente e suscetível (*Oryza sativa* L.) a herbicidas do grupo das imidazolinonas, capim-arroz (*Echinochloa* spp.) e papuã (*Urochloa plantaginea*). Essas espécies/biótipos foram selecionadas devido a sua importância para a cultura do arroz irrigado. Foram semeadas cinco sementes das espécies em potes com capacidade de 750 mL preenchidos com solo classificado como Planossolo Háplico Eutrófico solódico (Unidade de Mapeamento Pelotas), destorroado e peneirado, proveniente do horizonte A da área experimental da Palma – UFPEL, livre de resíduos de herbicidas.

O experimento foi conduzido em delineamento blocos inteiramente casualizados, arranjos em parcelas subdivididas, com esquema fatorial 2x6, com cinco repetições. O Fator A, alocado nas parcelas principais, constituiu-se de

duas concentrações de CO₂ atmosférico, 400 ppm (ambiente) e 700 ppm (nível estimado para 2100). O Fator B, disposto nas subparcelas, foi constituído pelas seis espécies/biótipos. Os potes foram instalados dentro de estufas de topo aberto (conhecidas com o nome Open Top Chamber – OTCs) com área útil de 4 m² e 2 m de altura, revestidas com plástico filme transparente. As diferentes concentrações de CO₂ atmosféricas foram obtidas com a utilização de um sistema baseado em sensores e um controlador central programável desenvolvido pelo Departamento de Fitossanidade da Universidade Federal de Pelotas. Foram realizadas irrigações diárias com a finalidade de manter o solo próximo à capacidade de campo. As demais práticas culturais foram realizadas conforme as recomendações técnicas da pesquisa para o arroz irrigado na Região Sul do Brasil (SOSBAI, 2014).

As variáveis avaliadas foram a taxa fotossintética (A), condutância estomática (Gs), transpiração (E), eficiência do uso da água (EUA) e estatura. Para isso, foi utilizado um analisador de gases por infravermelho (IRGA) modelo LI-6400XT configurado com concentração de CO₂ de 400 ppm e radiação fotossinteticamente ativa de 1500 µmol m⁻²s⁻¹.

Os dados foram analisados quanto à homocedasticidade e à normalidade. Em seguida, foram submetidos à análise da variância (P≤5%) utilizando-se o software estatístico R 3.1.2 (R CORE TEAM 2014) e, posteriormente, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey (P≤0,05).

3. RESULTADOS E DISCUÇÃO

Não houve interação significativa (P≤0,05) entre espécies e concentrações de CO₂ para todas as variáveis analisadas. Por isso, os fatores foram analisados separadamente considerando-se as diferenças estatísticas obtidas através do teste F (P≤0,05) para as concentrações e Tukey (P≤0,05) para as espécies.

Tabela 1 – Taxa fotossintética (A), condutância estomática (Gs) e transpiração (E) para arroz convencional (AC), arroz-vermelho suscetível (AVS), arroz-vermelho resistente (AVR), arroz Clearfield® (cultivar Puitá INTA CL) (AP), capim-arroz (CA) e papuã (P) cultivados em concentrações de CO₂ de 400 e 700 ppm

Espécies/ Biótipos	A (µmol m ⁻² s ⁻¹)		Gs (mol m ⁻¹ s ⁻¹)		E (mmol H ₂ O m ⁻² s ⁻¹)	
	400 pm	700 ppm	400 pm	700 ppm	400 pm	700 ppm
AC	18,90 ^{ns} b	21,00 ^{ns} b	0,109 ^{ns} a	0,095 ^{ns} a	2,88 ^{ns} a	3,12 ^{ns} a
AVS	21,02 b	18,50 b	0,118 a	0,107 a	3,08 a	2,71 a
AVR	18,28 b	18,84 b	0,104 a	0,119 a	2,43 a	2,65 a
AP	12,10 c	13,36 c	0,049 b	0,064 b	1,78 b	1,63 b
CA	35,20 a	35,12 a	0,059 b	0,043 b	1,59 b	1,67 b
P	12,08 c	12,98 c	0,022 c	0,021 c	0,66 c	0,63 c

*Médias seguidas pela mesma letra maiúscula comparam diferentes concentrações de CO₂ dentro da mesma espécie/biótipo (Teste F, 5%) e as minúsculas comparam as espécie/biótipo dentro da mesma concentração de CO₂ (Tukey, 5 %). ^{ns}: não significativo. Capão do Leão, RS, 2015.

Para as variáveis taxa fotossintética, condutância estomática, transpiração (Tabela 1) e eficiência do uso da água (Tabela 2), não houve diferença estatística significativa entre as duas concentrações de CO₂ atmosféricas utilizadas. Tais resultados podem estar relacionados com a forma com que foram feitas as análises com o IRGA. Durante a análise foram fornecidas as mesmas condições ambientais de radiação (1500 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$), umidade relativa (70%) e concentração de CO₂ (400 ppm). Com isso, apesar das plantas terem sido cultivadas em ambientes com concentrações de CO₂ diferentes, ao fornecermos as mesmas condições ambientais, elas passam a apresentar comportamento semelhante quanto a essas variáveis.

Entre as espécies, a taxa fotossintética foi maior para o capim-arroz e menor para o AP e P. O capim-arroz, por ser espécie de metabolismo C₄, possui maior eficiência fotossintética quando comparado com a cultura do arroz (C₃) (KISSMANN, 1997). Entretanto o P, apesar de ser uma planta C₄, não apresentou o mesmo comportamento.

Quanto à condutância estomática, o P apresentou os menores valores seguido pelo CA e AP. A condutância estomática esta relacionada diretamente com a eficiência da planta em realizar a fotossíntese. Sendo assim, quanto menor a G_s maior a eficiência.

A transpiração foi menor no P e maior para AC, AVS e AVR. A transpiração está associado ao fechamento dos estômatos, e variações na abertura estomática causam alterações no potencial hídrico, por atuarem sobre a mesma (BRODRIBB & HILL, 2000).

Tabela 2 – Eficiência do uso da água (EUA) e diferença de estatura das plantas tratadas com 700 ppm para aquelas com 400 ppm de CO₂ (Dif. Est.) para arroz convencional (AC), arroz-vermelho suscetível (AVS), arroz-vermelho resistente (AVR), arroz Clearfil® (cultivar Puitá INTA CL) (AP), capim-arroz (CA) e papuã (P) cultivados em concentrações de CO₂ de 400 e 700 ppm.

Espécies/ Biótipos	EUA (mol CO ₂ mol H ₂ O ⁻¹)		Dif. Est. (cm)
	400 pm	700 ppm	
AC	6,75 ^{ns} b	6,86 ^{ns} b	4,2 ab
AVS	6,81 b	6,93 b	4,1 ab
AVR	7,68 b	7,81 b	4,8 ab
AP	7,01 b	8,27 b	6,1 a
CA	22,48 a	21,96 a	2,6 b
P	18,35 a	20,82 a	2,7 b

*Médias seguidas pela mesma letra maiúscula comparam diferentes concentrações de CO₂ dentro da mesma espécie/biótipo (Teste F, 5%) e as minúsculas comparam as espécies/biótipos dentro da mesma concentração de CO₂ (Tukey, 5 %). ^{ns}: não significativo (Test F 5%). Capão do Leão, RS, 2015.

4. CONCLUSÕES

Contudo podemos concluir que, as espécies/biótipos testados, apesar de serem cultivados em diferentes concentrações de CO₂, quando submetidas as mesmas concentrações, não apresentam diferenças estatísticas significativas quanto à taxa fotossintética, condutância estomática, transpiração e eficiência do uso da água.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBERTO, A. M.; ZISKA, H. L.; CERVANCIA, C. R.; MANALO, P. A. The influence of increasing carbon dioxide and temperature on competitive interactions between a C3 crop, rice (*Oryza sativa*), and a C4 weed (*Echinochloa glabrescens* **Australian Journal of Plant Physiology**, v.23, p.795-802, 1996.

IPCC. Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental **Panel on Climate Change**. SOLOMON, S.; QIN, D.; MANNING, M.; MANNING, R. B.; CHEN, Z.; MARQUIS, M.; AVERYT, K. B.; TIGNOR, M.; MILLER, H.L. (eds.) Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2007. 996 p.

KISSMANN, K.G. 1997. **Plantas infestantes e nocivas**. São Paulo, BASF, tomo I, 825p.

LAMBERS, H.; CHAPIN, F. S.; PONS, T. L. **Plant physiological ecology**. New York: Springer – Verlag, 1998. 540p.

R CORE TEAM. R: **A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>. 2014.

SOSBAI - Sociedade Sul-Brasileira de Arroz Irrigado. **Recomendações técnicas da pesquisa para o sul do Brasil**. XXX Reunião técnica da cultura do arroz irrigado, 06 a 08 de agosto de 2014, Bento Gonçalves, RS, Brasil. – Santa Maria: Sociedade Brasileira de Arroz Irrigado. Santa Maria, 2014.