



AUMENTO DA CONCENTRAÇÃO DE CO₂ ATMOSFÉRICO AFETA AS RESPOSTAS BIOQUÍMICAS DO ARROZ CONTRA *Bipolaris oryzae*

EMANUELI BIZARRO FURTADO¹; KEILOR DA ROSA DORNELES²; THOMAS NATALI MORELLO²; IHAN GONÇALVES REBHAHN²; PAULO CESAR PAZDIORA²; LEANDRO JOSÉ DALLAGNOL³

¹Universidade Federal de Pelotas, Curso de Agronomia – emanuelifurtado@gmail.com

²Universidade Federal de Pelotas, Doutorando em Fitossanidade – keilor.rd@hotmail.com

³Universidade Federal de Pelotas, Departamento de Fitossanidade – leandro.dallagnol@ufpel.edu.br

1. INTRODUÇÃO

A concentração de dióxido de carbono (CO₂) tem aumentando gradativamente nos últimos tempos e é amplamente aceito que as principais causas deste aumento estão associadas às atividades antrópicas, além dos eventos naturais (IPCC, 2014). O Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas-IPCC estima que até o fim do século XXI as alterações climáticas globais, causadas pela constante emissão de gases de efeito estufa, levarão a um aumento da concentração do CO₂ atmosférico para mais de 800 ppm (IPCC, 2014).

Do ponto de vista fisiológico, para inúmeras culturas agrícolas incluindo o arroz, a elevação da concentração de CO₂ atmosférico promove benefícios através de alterações no metabolismo, crescimento e processos fisiológicos (LIU et al., 2017). No entanto estas alterações podem modificar o equilíbrio biológico na ocorrência de doenças por interferir na relação patógeno-hospedeiro, podendo deixar as plantas mais suscetíveis ao ataque de patógenos (CHAKRABORTY et al., 2008).

Dentre as doenças que acometem o arroz, a mancha parda causada pelo fungo *Bipolaris oryzae* Breda de Haan, é considerada uma das principais, devido aos danos causados no rendimento e na qualidade dos grãos (SUNDER et al., 2014). Diante disso, um dos pilares do manejo integrado da mancha parda é baseado na utilização de cultivares que apresentam níveis de resistência ao patógeno. Entretanto, essa resistência é fundamentada principalmente da produção e acúmulo de compostos oriundos do metabolismo primário e secundário da planta (SUNDER et al., 2014).

Com base no exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar variáveis epidemiológicas e bioquímicas, conhecidas como resposta de defesa de plantas a patógenos, em plantas de arroz contra *B. oryzae* em duas concentrações de CO₂.

2. METODOLOGIA

O experimento foi realizado no Laboratório de Interação Planta Patógeno (LIPP) pertencente ao Departamento de Fitossanidade da Faculdade de Agronomia “Eliseu Maciel” da Universidade Federal de Pelotas. Os tratamentos foram organizados em delineamento inteiramente casualizado.

Para a quantificação dos componentes epidemiológicos foi considerado o esquema fatorial 2 x 2 onde os fatores consistiam de duas cultivares (BRS Querência e Inov CL) e duas concentrações de CO₂ (400 e 700 ppm CO₂), com seis repetições cada uma consistindo de uma planta. Para as análises bioquímicas foi considerado um esquema fatorial 2 x 2 x 2 x 5 onde os fatores consistiam de duas cultivares (BRS Querência e Inov CL), duas concentrações de CO₂ (400 e 700 ppm CO₂), inoculação (com ou sem inoculação com *B. oryzae*) e tempos de amostragem

(12, 24, 48, 72 e 96 horas após inoculação - hai) com quatro repetições cada uma consistindo de uma planta.

As cultivares BRS Querência e Inov CL foram utilizadas no experimento por apresentarem respectivamente suscetibilidade e resistência à mancha parda (SOSBAI, 2016). A semeadura foi realizada em vasos com capacidade de dois litros, contendo solo, o qual teve sua fertilidade corrigida conforme indicações para a cultura do arroz irrigado (SOSBAI, 2016).

Para avaliar o efeito da mudança na concentração do CO₂ sobre plantas de arroz, os vasos foram alocados em estufas de topo aberto ("open-top chambers", OTC). As OTCs tinham formato quadrangular e estrutura de madeira (4 m² e 2 m de altura) com as laterais protegidas por um filme plástico transparente de polietileno, equipadas com um redutor de abertura do topo para deflexionar o ar e, assim, prevenir a diluição da concentração desejada de CO₂ dentro da estufa. A transferência do CO₂ puro contido no cilindro para os OTCs, ocorreu através de uma tubulação até atingir o controlador de fluxo, que faz a regulação a quantidade de CO₂ distribuído em cada OTC. As concentrações utilizadas foram 400 ppm CO₂ [considerada como atual no ambiente (teste controle)] e 700 ppm CO₂ [concentração prevista para no ano de 2050 (IPCC, 2014)]. As OTCs estão situadas na área experimental do campus Capão do Leão da Universidade Federal de Pelotas, localizada na cidade de Capão do Leão/RS (latitude 31° 81' sul, longitude 52° 41' W. Gr.).

A inoculação das plantas de arroz foi realizada no estágio fenológico V₇-V₈, segundo escala de Counce et al. (2000), por meio da pulverização da suspensão de 1×10⁴ conídios por mL⁻¹ com auxílio de atomizador manual. As plantas controle, não inoculadas, foram pulverizadas com água destilada.

As análises bioquímicas foram realizadas utilizando todas as folhas do colmo principal de cada planta. As folhas foram coletadas nos diferentes tempos após a inoculação, e imediatamente após coleta foram congeladas usando nitrogênio líquido e armazenadas a -70°C. Tanto as plantas não inoculadas quanto as inoculadas foram coletas de maneira semelhante. As variáveis bioquímicas quantificadas foram: a atividade da enzima quitinase (QUI, EC 3.2.1.14) e a concentração dos compostos fenólicos solúveis totais (CFST) e dos derivados de lignina-ácido tioglicólico (DLATG) conforme descrito por Dallagnol et al. (2015).

Aos dez (10) dias após a inoculação, duas plantas por repetição de cada tratamento, foram utilizadas para avaliação dos componentes epidemiológicos: comprimento final de lesão (CFL) e a severidade final (SF), conforme a metodologia adaptada de Dallagnol et al. (2009).

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias dos tratamentos comparadas pelo teste de Student (*teste-t*). As análises foram realizadas no software SAS (SAS Institute, 1989, Cary, NC).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para os componentes epidemiológicos não houve interação significativa entre os fatores cultivar e concentração de CO₂. O fator cultivar foi significativo para todos os componentes epidemiológicos. Para a cv. BRS Querência ocorreu um aumento de 77 e 61% para CFL e SF respectivamente, quando comparado com a cv. Inov CL (Tabela 1).

O fator concentração de CO₂ foi significativo para todos os componentes de resistência. Nas plantas a 700 ppm, o CFL e a SF foram reduzidos em 14 e 32% respectivamente, quando comparadas com plantas cultivadas a 400 ppm (Tabela 1).

Tabela 1. Comprimento final de lesão (CFL) e a severidade final (SF) da mancha parda em plantas de arroz das cultivares BRS Querência e Inov CL cultivadas em ambiente enriquecido (700 ppm) ou não (400 ppm) com gás carbônico (CO₂) aos dez dias após a inoculação com *Bipolaris oryzae*.

Fatores	CFL (mm)	SF(%)
BRS Querência	2,50 a	16,98 a
Inov CL	2,18 b	10,50 b
400 ppm	2,55 a	15,20 a
700 ppm	2,20 b	10,28 b
CV%	8,30	10,09

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, para cultivares ou concentrações de CO₂, pelo teste-t ($p \leq 0,05$).

Para as análises bioquímicas ocorreram algumas interações entre os fatores cultivar, CO₂, inoculação e tempos de amostragem. Na presença do patógeno, plantas da cv. BRS Querência a 400 ppm, apresentaram um aumento significativo na atividade da enzima QUI as 48 hai e dos DLATG as 98 hai quando comparado com plantas sem o patógeno (Figura 1). Já para cv. Inov CL a 400 ppm, aumento significativo na atividade da QUI ocorreu as 24 e 72 hai, dos CFST as 48 e 72 hai e para os DLATG as 12 hai quando comparado com plantas sem o patógeno (Figura 1).

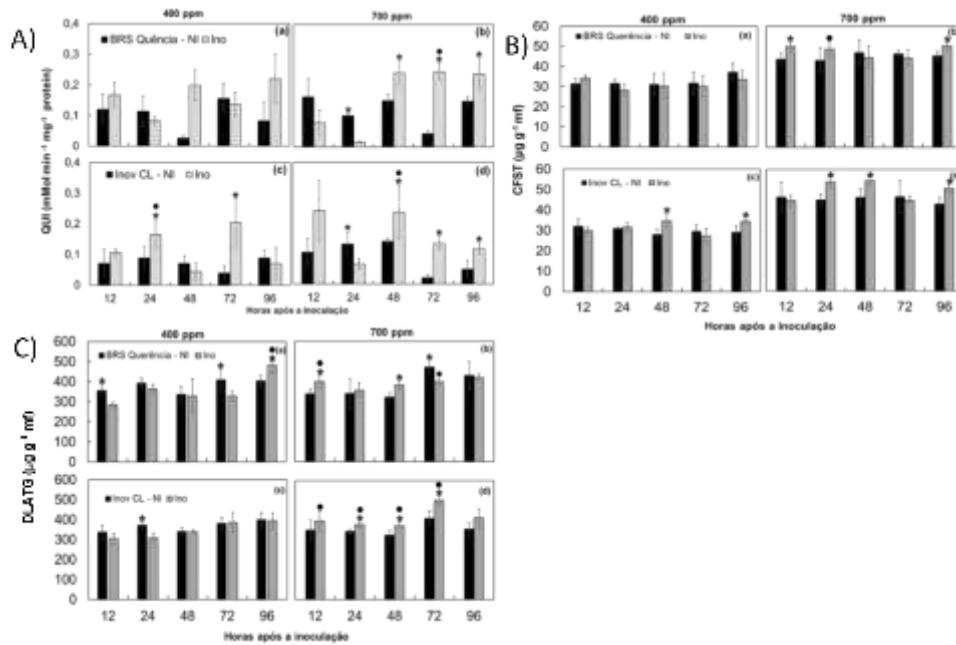


Figura 1. Atividade da enzima quitinase (QUI - A), concentração de compostos fenólicos solúveis totais (CFSTs - B) e concentração de derivados lignina-ácido tioglicolíco (DLATG - C), no tecido foliar de plantas de arroz das cultivares BRS Querência (a-b) e Inov CL (c-d) cultivadas em ambiente sem elevação (400 ppm) ou com elevação do CO₂ atmosférico (700ppm) e submetidas (I) ou não (NI) a inoculação com *Bipolaris oryzae*. Barras representam o desvio padrão da média. (*) Representa diferença significativa ($p \leq 0,05$) pelo teste t, quando comparado plantas não inoculadas e inoculadas para o mesmo tratamento. (●) Representa diferença significativa ($p \leq 0,05$) pelo teste t entre plantas inoculadas cultivadas em 400 e 700 ppm de CO₂. UFPel, Capão do Leão, RS, 2017.

Na concentração de 700 ppm, na presença do patógeno, plantas da cv. Inov CL apresentaram aumento significativo nos DLATG das 24 até 72 hai, e dos CFST as 24, 48 e 96 hai quando comparado com as plantas sem o patógeno (Figura 1). Já para a cv. BRS Querência aumento na concentração dos DLATG, ocorreu as 12 e 48 hai e dos CFST as 12 e 48 hai quando comparado com plantas sem o patógeno (Figura 1). A 700 ppm, atividade da enzima quitinase, apresentou aumento significativo das 48 até 96 hai em ambas as cultivares de arroz, quando comparado com plantas sem o patógeno (Figura 1).

4. CONCLUSÃO

Conclui-se que a elevação do CO₂ atmosférico até 700 ppm causa redução na severidade da mancha parda fato que esta relacionado a antecipação e incremento no período de produção e acúmulo de compostos fenólicos e lignina, bem como na atividade da enzima quitinase em plantas de arroz contra o *B. oryzae*.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CHAKRABORTY, S. et al. Impacts of global change on diseases of agricultural crops and forest trees. **CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources**, v. 3, p. 1-15, 2008.
- COUNCE, P.A. et al. A uniform, objective, and adaptative system for expressing rice development. **Crop Science**, v.40, n.2, p.436-443, 2000.
- DALLAGNOL, L. J. et al. Comparison of root versus foliar applied potassium silicate in potentiating postinfectiondefences of melon against powdery mildew. **Plant Pathology**, v. 64, n. 65, p. 1085-1093, 2015.
- DALLAGNOL, L. J. et al. Defective active silicon uptake affects some components of rice resistance to brown spot. **Phytopathology**, v. 99, n. 1, p. 116-121, 2009.
- INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE-IPCC. **Climate Change 2014: Synthesis Report**. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, p.151, 2014.
- LIU, S. et al. Effects of increased levels of atmospheric CO₂ and high temperatures on rice growth and quality. **PLoS ONE**, v. 12, p. 11, 2017.
- SOSBAI. **Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil**. Pelotas: SOSBAI, 2016. 200 p.
- SUNDER, S. et al. Brown spot of rice: an overview. **Indian Phytopathology**, v. 67, n. 3, p. 201-215, 2014.