

ACÚMULO DE COMPOSTOS FENÓLICOS E SEVERIDADE DA MANCHA PARDA EM PLANTAS DE ARROZ À 700 PPM DE CO₂ ATMOSFÉRICO

TAILINE MANSKE HOLZ¹; GIOVANA PAULA ZANDONÁ²; FABIO CLASEN
CHAVES²; KEILOR DA ROSA DORNELES²; LEANDRO JOSÉ DALLAGNOL³

¹ UFPel/Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel – tailine_holz@hotmail.com

² UFPel/Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel –

³ UFPel/Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel – leandro.dallagnol@ufpel.edu.br

1. INTRODUÇÃO

A concentração de dióxido de carbono (CO₂) na atmosfera vêm aumentando consideravelmente nos últimos anos, e, acredita-se que tais mudanças estão associadas principalmente as atividades antrópicas, além de causas naturais (IPCC, 2014).

A previsão é que as alterações climáticas globais, ocasionadas pela sucessiva emissão de gases de efeito estufa, levarão a um acréscimo da concentração de CO₂ atmosférico para valores entre 750 a 1020 ppm até o ano de 2100 (IPCC, 2014; LÜTHI et al., 2008).

Em relação à fisiologia de plantas, para inúmeras espécies agrícolas, incluindo o arroz, a elevação da concentração de CO₂ atmosférico proporciona benefícios através de alterações no metabolismo, crescimento e processos fisiológicos (LIU et al., 2017). Entretanto, 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 prejudicam 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 resistência parcial ao patógeno. Essa resistência é fundamentada principalmente da produção e acúmulo de compostos oriundos do metabolismo primário e secundário da planta como os compostos fenólicos (SUNDER et al., 2014).

Com base no exposto, o objetivo com esse trabalho foi avaliar a concentração de compostos fenólicos específicos como resposta de defesa da planta de arroz contra *B. oryzae* em ambiente com 700 ppm de CO₂.

2. METODOLOGIA

O experimento foi realizado no Laboratório de Interação Planta Patógeno (LIPP) pertencente ao Departamento de Fitossanidade, na Faculdade de Agronomia “Eliseu Maciel” da Universidade Federal de Pelotas.

O experimento foi organizado em esquema fatorial 2 × 2, consistindo de uma cultivar de arroz sob duas concentrações de CO₂ atmosférico (400 e 700 ppm), com ou sem inoculação de *B. oryzae*, com quatro repetições cada uma consistindo de uma planta. Os tratamentos foram organizados em delineamento inteiramente casualizado.

Para avaliar o efeito da mudança na concentração do CO₂ sobre plantas de arroz, foram utilizadas estufas de topo aberto (“open-top chambers”, OTC). As

OTCs com formato quadrangular e estrutura de madeira (4 m² e 2 m de altura) contavam 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 foram divididas em: 400 ppm CO₂, pois é considerada como atual no ambiente (teste controle) e em 700 ppm CO₂, já que a mesma é prevista para no ano de 2050 (IPCC, 2014). As OTCs estão situadas na área experimental da Universidade Federal de Pelotas, localizada na cidade de Capão do Leão/RS (latitude 31° 81' S, longitude 52° 41' W).

Sementes de arroz da cultivar BRS Querência (Embrapa) foram semeadas em vasos plásticos com capacidade 2 litros, contendo solo, que teve sua fertilidade química corrigida conforme as indicações técnicas para a cultura do arroz (SOSBAI, 2016), sendo na sequência, alocados em suas respectivas OTCs.

A inoculação das plantas de arroz com *B. oryzae* foi realizada no estágio fenológico V7-V8, segundo escala de Counce et al. (2000), por meio da pulverização da suspensão de 1×10^4 conídios por mL⁻¹ com auxílio de atomizador manual. As plantas controle, não inoculadas, foram pulverizadas com água destilada. As plantas permaneceram dentro das respectivas OTCs durante as 48 horas de câmara úmida.

A coleta do material para análise foi realizada as 48 horas após a inoculação (hai), utilizando as folhas do colmo principal, imediatamente após a coleta, as folhas foram congeladas usando nitrogênio líquido e armazenadas a -70°C até a realização da extração.

A extração dos compostos fenólicos solúveis totais, para posterior quantificação dos específicos, foi realizado conforme descrito por Dallagnol et al. (2015), utilizando 0,1 g de amostra foliar e quantificados em espectrofotômetro. Quanto a separação e quantificação dos compostos fenólicos específicos foi de acordo com a metodologia descrita por Dorneles et al. (2018) utilizando o equipamento de cromatografia líquida de alta eficiência (UFLC, Shimadzu, Japão) acoplada a espectrômetro de massas de alta resolução do tipo quadrupolo-tempo de voo (Maxis Impact, BrukerDaltonics, Bremen, Alemanha).

O ácido gálico, luteolina e rutina foram caracterizados pelo espectro de UV/Vis (210-800 nm) e a massa exata, caracterizada por padrões de fragmentação MSn em comparação com os dados da biblioteca do equipamento e em comparação com padrão isotópico. Quanto a quantificação dos compostos, foi realizada através da curva de calibração externa com os padrões de cada composto (Sigma-Aldrich, São Paulo, Brasil) e os resultados expressos em mg g⁻¹ de massa fresca.

As 312 hai foi determinada a severidade da mancha parda em porcentagem (%), estimada através do software para quantificação de doenças de plantas QUANT® (UFV, Brasil).

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

As plantas de arroz não inoculadas à 700 ppm de CO₂ apresentaram acréscimo de 10, 67 e 25%, respectivamente, para o ácido gálico, luteolina e rutina, quando comparado a plantas cultivadas à 400 ppm. Na presença do patógeno, nas

plantas à 700 ppm de CO₂, a concentração do ácido gálico e rutina aumentaram, respectivamente em 23, e 39% comparado a plantas cultivadas à 400 ppm de CO₂.

Em relação a resposta da planta pela presença do patógeno, as plantas cultivadas à 400 ppm apresentaram um aumento de 8 e 53%, respectivamente, para o ácido gálico e luteolina. Nas plantas cultivadas à 700 ppm ocorreu redução na concentração da luteolina de 20% e aumento na do ácido gálico e da rutina em 20% e 9%, respectivamente (Figura 1).

Tabela 1. Concentração dos compostos fenólicos solúveis totais, e dos específicos ácido gálico, luteolina e rutina e a severidade da mancha parda no tecido foliar de plantas de arroz da cultivar BRS Querência cultivada em ambiente sem elevação (400 ppm) ou com elevação do CO₂ atmosférico (700 ppm) e submetidas (I) ou não (NI) a inoculação com *Bipolaris oryzae*.

Concentração de CO ₂	CFST mg g ⁻¹		Ácido Gálico mg g ⁻¹		Luteolina mg g ⁻¹		Rutina mg g ⁻¹		Severidade (%)
	NI	I	NI	I	NI	I	NI	I	
400 ppm	31,1 ^{ns} a	28,3 ^a	0,49 ^b	0,53 ^a	0,15 ^b	0,23 ^{ns} a	30,4 ^a	29,8 ^a	11,97 [*]
700 ppm	31,3 a	34,5 a	0,54 b	0,65 a	0,25 a	0,20 b	38,0 b	41,5 a	7,93
CV%	15,0		10,0		10,0		7,52		8,50

* Diferença significativa pelo teste - *t* ($p \leq 0,05$), para cada variável, entre plantas a 400 e 700 ppm de CO₂. ^{ns} não significativo. Médias de cada variável seguidas pela mesma letra, na linha, não diferem entre si pelo teste - *t* ($p \leq 0,05$). Capão do Leão, 2018.

A severidade da mancha parda reduziu 33% em plantas à 700 ppm, quando comparadas as plantas cultivadas à 400 ppm de CO₂ (Tabela 1).

Os compostos fenólicos são originados do metabolismo secundário das plantas, via que já demonstrou ser potencializada pela elevação na concentração do CO₂ tanto em *Arabidopsis* sp., quanto no arroz (GOUFO et al., 2014; NOCTOR; MHAMDI, 2017). A forma como o CO₂ atua nas vias de defesa da planta está relacionada a sua influência positiva no metabolismo primário, que consequentemente origina o acúmulo de substâncias ricas em energias, como carboidratos e aminoácidos, que são utilizados nos mais variados processos celulares da planta, incluindo a síntese de compostos oriundos do metabolismo secundário, que apresentam ação direta ou indireta contra patógenos (NOCTOR; MHAMDI, 2017; WILLIAMS et al., 2018).

O ácido gálico, luteolina e rutina são considerados antifúngicos e estão envolvidos no reforço da parede celular quando acumulados de forma rápida em sítios de infecção, o que é de suma importância para restringir a infecção pelo patógeno (DORNELES et al., 2018). Além disso, vale ressaltar que além da ação isolada de cada um deles, vários desses compostos geralmente se acumulam simultaneamente no tecido infectado, e é possível que seu efeito tóxico combinado, ao invés do impacto fungitóxico de cada um separadamente, seja responsável pela inibição da infecção em cultivares resistentes.

4. CONCLUSÕES

A elevação da concentração de CO₂ atmosférico à 700 ppm causa incremento na concentração ácido gálico, luteolina e rutina em plantas de arroz contra o *B. oryzae*.

Plantas de arroz à 700 ppm de CO₂ apresentam redução da severidade da mancha parda.

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.; MARTINS, S.C.V.; DAMATTA, F.M.; RODRIGUES, F.Á. Brown spot negatively affects gas exchange and chlorophyll a fluorescence in rice leaves. **Tropical Plant Pathology**, v. 40, p. 275-278, 2015.

DORNELES, K.R.; DALLAGNOL, L.J.; PAZDIORA, P.C.; HOFFMANN, J.F.; CHAVES, F.C.; MONTE, L.G.; RODRIGUES, F.A. Wheat leaf resistance to *Pyrenophora tritici-repentis* induced by silicon activation of phenylpropanoid metabolism. **Plant Pathology**. v. 67, n. 8, p. 1713-1724, 2018.

GOUFO, P. et al. Rice (*Oryza sativa* L.) phenolic compounds under elevated carbon dioxide (CO₂) concentration. **Environmental and Experimental Botany**, v. 99, p. 28-37, 2014.

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, 2014, p.151.

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.

LÜTHI, D.; FLOCH, M. L.; BEREITER, B.; BLUNIER, T.; BARNOLA, J.-M.; SIEGENTHALER, U.; RAYNAUD, D.; JOUZEL, J.; FISCHER, H.; KAWAMURA, K.; STOCKER, T. F. High-resolution carbon dioxide concentration record 650,000–800,000 years before present. **Nature**, v. 453, p. 379-382, 2008.

NOCTOR, G.; MHAMDI, A. Climate change, CO₂, and defense: The Metabolic, redox, and signaling perspectives. **Trends in Plant Science**, v. 22, n. 10, p. 857-870, 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.

WILLIAMS, A.; PÉTRIACQ, P.; SCHWARZENBACHER, R. E.; BEERLING, D. J.; TON, J. Mechanisms of glacial-to-future atmospheric CO₂ effects on plant immunity. **New Phytologist**, v.2, p. 752-761, 2018.