

AUMENTO NA CONCENTRAÇÃO DO CO₂ ATMOSFÉRICO E APLICAÇÃO DE FUNGICIDA EM PLANTAS DE ARROZ MELHORA A PRODUTIVIDADE E QUALIDADE INDUSTRIAL DE GRÃOS

Keilor da Rosa Dorneles¹; Emanuelli Bizarro Furtado²; Tailine Manske Holz³; Leandro José Dallagnol⁴

Palavras-chave: controle químico, doenças foliares, mudanças climáticas, orizicultura, segurança alimentar

INTRODUÇÃO

Consumido e cultivado em todos os continentes, exceto Antártida, o arroz (*Oryza sativa* L.) é um cereal indispensável para a nutrição humana, sendo a base alimentar de mais de três bilhões de pessoas (SOSBAI, 2016). No Brasil, a cultura do arroz irrigado ocupa a terceira posição, em volume produzido, ficando atrás apenas das culturas da soja e do milho (CONAB, 2018). Porém, a produção não é capaz de suprir a demanda nacional e intitular o país como exportador desse cereal.

Uma parte desse déficit de produção, está relacionado a redução das áreas de cultivos ou de troca de atividades pelos produtores rurais, devido à baixa rentabilidade da cultura em consequência do seu alto custo de implantação e baixo valor de venda do produto final (CONAB, 2018). Um dos fatores, que influenciam no preço da comercialização do arroz é a sua qualidade industrial. A qual, é determinada pela relação entre as quantidades de grãos inteiros e quebrados após o beneficiamento dos grãos em casca. Como o valor econômico do grão inteiro é maior, o aumento no rendimento de grãos inteiros é de grande interesse, pois aumenta o valor do produto, proporcionando maior lucratividade ao orizicultor (BRASIL, 2009).

Atualmente, graças aos programas de melhoramento genético, cada vez mais estão disponíveis ao produtor, cultivares de arroz com alta produtividade, mas que também apresentam qualidade de grãos e melhor rendimento industrial. Porém, há fatores que ainda limitam a ascensão desse potencial genético no campo, como as condições climáticas e a ocorrência de doenças (CONAB, 2018).

As doenças, causadoras de manchas foliares [destacando-se a brusone (*Pyricularia oryzae* Cav.) e a mancha parda (*Bipolaris oryzae* Breda de Haan)] são responsáveis por ocasionar reduções na qualidade do arroz pela sua ação direta causando manchas-nos-grãos ou indiretamente por comprometer o enchimento e maturação das espiguetas e acelerar a secagem dos grãos de plantas infectadas, predispondo-os à maior incidência de rachaduras quando ainda no campo e, conseqüentemente, à maior quebra de grãos no beneficiamento (SOSBAI, 2016). Comumente, o controle dessas doenças está fundamentado na utilização de fungicidas aplicados tanto via tratamento de sementes quanto pulverização foliar, sendo a alternativa eficiente, economicamente viável e capaz de garantir maior produtividade e qualidade de grãos (BORDIN et al., 2016).

Entre as variações climáticas, o dióxido de carbono (CO₂) tem despertado cada vez mais a atenção da comunidade científica. A concentração atmosférica de CO₂ tem aumentado nos últimos anos. Estima-se que se esse padrão de incremento persistir, no ano 2100 a concentração atmosférica de CO₂ estará em torno de 750 a 1020 ppm (IPCC, 2014). Sabe-se que o CO₂ apresenta

¹ Doutor, Universidade Federal de Pelotas, Departamento de Fitossanidade, Capão do Leão, RS. E-mail: keilor.rd@hotmail.com.

² Graduanda em Agronomia, Universidade Federal de Pelotas, Escola de Agronomia Eliseul Maciel, Capão do Leão, RS.

³ Mestranda, Universidade Federal de Pelotas, Departamento de Fitossanidade, Capão do Leão, RS.

⁴ Prof. Dr., Universidade Federal de Pelotas, Departamento de Fitossanidade, Capão do Leão, RS. E-mail: leandro.dallagnol@ufpel.edu.br

inúmeros papéis biológicos, sendo o de maior relevância a sua utilização para a formação de compostos orgânicos através da sua absorção pelas plantas clorofiladas e bactérias quimiossintetizantes (LIU et al., 2017).

Porém, com a elevação do teor de CO₂ atmosférico, as práticas atualmente empregadas no manejo das doenças, podem se tornar insatisfatórias, especialmente as que afetam a taxa de progresso da doença, já que as mesmas estão estritamente relacionadas com aspectos fisiológicos e metabólicos da planta.

Nesse contexto, o objetivo do estudo foi avaliar os efeitos da elevação na concentração do CO₂ atmosférico e aplicação de fungicida sobre a produção e rendimento de grãos de plantas de arroz.]

MATERIAL E MÉTODOS

[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.

O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado e organizado em esquema fatorial 2 × 2, consistindo de uma cultivar de arroz sob duas concentrações de CO₂ atmosférico (400 e 700 ppm), com e sem aplicação de fungicida, com cinco repetições.

Para avaliar o efeito da mudança na concentração do CO₂ sobre plantas de arroz, foram utilizadas estufas de topo aberto (“open-top chambers”, OTC) com formato quadrangular e estrutura de madeira (2 × 2 × 2 m) que 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’ sul, longitude 52° 41’ W. Gr.) (Figura 1).

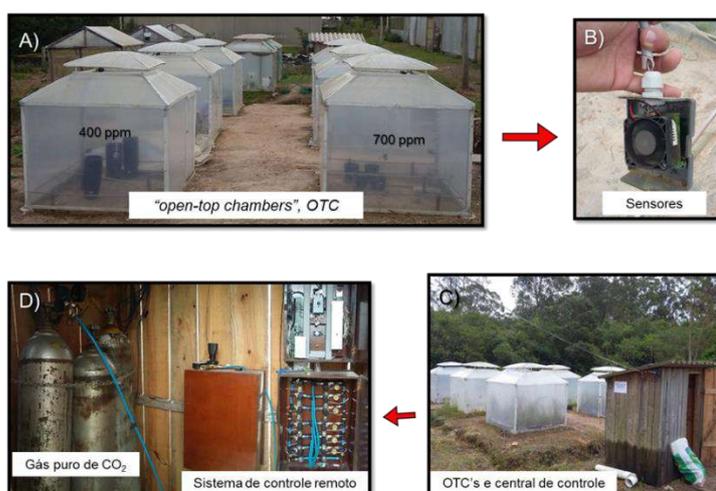


Figura 1. Área experimental com estufas de topo aberto (“open-top chambers”, OTC) (A), sensores de monitoramento da concentração da CO₂ (B) e a central de controle e armazenamento dos cilindros de CO₂ (C e D). Capão do Leão, 2018.

Sementes de arroz da cultivar Inov CL (Ricetec®) 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.

Cinquenta (50) dias após a semeadura, no estágio fenológico V₉-V₁₀ (segundo escala de COUNCE, 2000), foi aplicado fungicida trifloxistrobina + tebuconazol (Nativo®, 0,75 L ha⁻¹) com auxílio de pulverizador costal pressurizado por CO₂, equipado com barra com 4 bicos de jato plano em leque, série 110.02, espaçadas em 50 cm, calibrado para aplicar volume de calda de 200 L ha⁻¹.

O componente de rendimento, produção por planta foi determinado quando a cultura atingiu a fase de maturação fisiológica. Em relação, aos componentes de rendimento de industrial, foram determinados de acordo com a Instrução Normativa 06, de 2009 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento do Brasil, que determina os padrões oficiais de classificação de grãos de arroz (BRASIL, 2009), os quais foram: porcentagem de grãos inteiros, quebrados e incidência de defeitos (somatório das porcentagens de grãos gessados, ardidos e picados).

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

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As plantas de arroz sem fungicida à 700 ppm de CO₂ apresentaram acréscimo de 21% na produção de grãos, quando comparado a plantas cultivadas a 400 ppm (Tabela 1). Para plantas de arroz com fungicida à 700 ppm de CO₂, a produção aumentou 30% quando comparado a plantas cultivadas à 400 ppm de CO₂.

Tabela 1. Produção, rendimento, e incidência de defeitos nos grãos de arroz da cultivar Inov CL cultivada em ambiente com 400 ou 700 ppm de gás carbônico (CO₂) e sem (-F) ou com (+F) aplicação de fungicida trifloxistrobina + tebuconazol. Capão do Leão, 2018.

Concentração de CO ₂	Produção (g planta ⁻¹)		Rendimento de grãos (%)				Incidência de defeitos (%)	
			Inteiros		Quebrados			
	-F	+F	-F	+F	-F	+F	-F	+F
400 ppm	4,11 bB	4,46 bA	67,36 aA	67,67 aA	3,24 aA	2,90 aB	1,80 aA	0,66 aB
700 ppm	4,98 aB	5,78 aA	67,03 aA	67,78 aA	2,90 aA	2,88 aA	1,33 aA	0,58 aB
CV%	15,0		10,0		7,52		12,0	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste - *t* ($P \leq 0,05$) comparando as concentrações de CO₂. Letras maiúsculas na linha, compara as médias da aplicação ou não do fungicida trifloxistrobina + tebuconazol, dentro de cada concentração de CO₂ pelo teste - *t* ($P \leq 0,05$).

A aplicação do fungicida nas plantas de arroz a 400 ppm aumentou a produção em 9% e reduziu a porcentagem de grãos quebrados e com defeitos em 11 e 63%, respectivamente. Nas plantas cultivadas à 700 ppm o aumento na produção foi de 16% e a redução na incidência de grãos com defeitos foi de 56%.

Neste estudo foi demonstrado que a cultivar de arroz Inov CL, quando cultivada sob condições de elevação da concentração de CO₂ atmosférico, independente da associação ou não com fungicida, apresenta, acréscimos na sua produção de grãos. O CO₂ atmosférico é substrato para a fotossíntese, processo no qual as plantas transformam a energia luminosa em energia química, sintetizando compostos carbonados, incluindo a produção de grãos (RAZZAQUE et al., 2011).

Além disso, os dados demonstram que aplicação do fungicida, mesmo em estágio onde a planta se encontra na transição do vegetativo/ reprodutivo, influência em aspectos que compõem

a qualidade industrial do grão.

A aplicação do fungicida de maneira preventiva ou curativa, evita ou retarda a ocorrência das doenças, assim, preservando a sanidade do tecido vegetal e proporcionando a maior capacidade de captação de substância elaboradas que irão formar e compor o grão (BORDIN, 2016). Outrossim, embora as informações sobre as interações entre pesticidas e o aumento do CO₂ ainda sejam escassas na literatura, algumas evidências indicam melhora na eficiência de fungicidas, conforme relatado para a eficácia do mancozebe e da azoxistrobina, no controle de *Phoma betae* em beterraba, indicando incremento no controle em 15,3% e 20,6%, respectivamente, sob 800-850 ppm de CO₂ e 22-26°C, em comparação com a eficácia observada sob condições atual de CO₂ (GILARDI et al., 2017).

Nesse estudo, a aplicação do fungicida em condições de elevada concentração de CO₂, proporcionou maiores incrementos na produção, demonstrando uma possível potencialização da eficácia do fungicida em manter a sanidade do tecido vegetal, responsáveis pela obtenção de energia que serão utilizadas nos demais processos e estágios da planta.]

CONCLUSÃO

[O aumento na concentração do CO₂ atmosférico de 400 ppm para 700 ppm aumenta em 21% a produção de grãos da cultivar Inov CL.

Plantas de arroz a 700 ppm de CO₂ e tratadas com fungicida apresentam maior produção de grãos, por manter a sanidade do tecido vegetal responsável pela captação de fotoassimilados.

A aplicação do fungicida, mesmo em estágio vegetativo, aumenta a produção grãos independente do tratamento em 13% e reduz a porcentagem de grãos quebrados em 7% e com defeitos em 60%.]

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [BEDENDO, I.P.; PRABHU, A. S. **Doenças do arroz**. In: Manual de Fitopatologia.4.ed. São Paulo: Agronômica Ceres, v.2, 2005. p. 79-90.
- BORDIN, L. C. et al. Efeito da aplicação de fungicidas no controle de doenças foliares de arroz irrigado e sua relação com o rendimento industrial. **Summa Phytopathologica**, v. 42, n. 1, p. 85-88. 2016.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Comissão Técnica de Normal e Padrões. **Instrução Normativa nº 06, de 16 de fevereiro de 2009. Aprova o Regulamento Técnico do Arroz, definindo o seu padrão oficial de classificação, com os requisitos de identidade e qualidade, a amostragem**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, DF, 17 fev. 2009. Seção 1, p. 3.
- CONAB-Companhia Nacional de Abastecimento. **A cultura do arroz**. Brasília: Conab, 2018, 218 p.
- GILARDI, G.; GISI, U.; GARIBALDI, A.; GULLINO, G.M. Effect of elevated atmospheric CO₂ and temperature on the chemical and biological control of powdery mildew of zucchini and the phoma leaf spot of leaf beet. **European Journal of Plant Pathology**. London, v.148, p.229-236, 2017.
- INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE-IPCC. **Climate Change 2014. 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.
- IRGA-Instituto Rio Grandense do Arroz. **Serviços e informações**. Disponível em: <http://www.irga.rs.gov.br/inicial>. Acessado em 18 de maio de 2019.
- 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.
- RAZZAQUE, M. A et al. Effect of CO₂ and nitrogen levels on yield and yield attributes of rice cultivars. **Journal of Agricultural Research**, v. 36, p. 213-221, 2011.
- 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.]