



MICRORGANISMOS EFICIENTES NO MANEJO DE FEIJOEIRO (*Phaseolus vulgaris* L.) SOB DÉFICIT HÍDRICO⁶

GABRIELA M. SANTIAGO^{1,2*}, CARINE L. ENGEL³, CAROLINE MÜLLER⁴,
DENISE CARGNELUTTI^{2,5}

1 Introdução

O feijão é uma das leguminosas de maior importância nutricional no mundo. Além disso, é geralmente cultivada por pequenos produtores, promovendo a sustentabilidade social e econômica. No Rio Grande do Sul, a seca tem afetado drasticamente o cultivo da cultura. Na safra/2019 obteve-se uma produção de 18 mil toneladas, 33,3% menor em relação à safra anterior. O déficit hídrico afeta diretamente a abertura estomática e capacidade fotossintética das plantas de feijão, além de causar estresse oxidativo e redução na produtividade (ARRUDA et al., 2018). Os microrganismos eficientes (ME) atuam na modulação da síntese de proteínas e ativam enzimas relacionadas com a remoção de peróxidos tóxicos, produzidos em plantas expostas a condições de estresse (JOSHI et al., 2019). Dessa forma, a aplicação de EM pode ser uma abordagem promissora e ambientalmente amigável para obter maior rendimento das culturas expostas a períodos de déficit hídrico.

2 Objetivos

Avaliar o efeito da aplicação de microrganismos eficientes nas trocas gasosas e fluorescência da clorofila *a* de plantas de feijão cultivadas sob déficit hídrico.

3 Metodologia

Quatro sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) foram cultivadas em potes (5 L) contendo areia, terra/argila e composto orgânico (1:1:1). O delineamento experimental foi inteiramente

1 Acadêmica do curso de Agronomia, Universidade Federal da Fronteira Sul, *campus* Erechim, contato: gabrielademelosantiago@outlook.com

2 Agricultura Familiar e Transição Agroecológica, Universidade Federal da Fronteira Sul,

3 Acadêmica do curso de Agronomia, Universidade Federal da Fronteira Sul, *campus* Erechim,

4 Pós-doutoranda no Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental, Universidade Federal da Fronteira Sul, *campus* Erechim

5 Docente, Universidade Federal da Fronteira Sul, **Orientador.**

6 Microrganismos promotores do crescimento de plantas no manejo de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) sob déficit hídrico.



casualizado, em esquema fatorial 3x3, com três tratamentos hídricos e tratamentos com ME, com quatro repetições. Para imposição do déficit hídrico, determinou-se a capacidade de pote (CP) a partir do peso do solo saturado com água e o peso do vaso, definindo-se como níveis de irrigação 100% (controle), 75% e 50% da CP. Os microrganismos eficientes foram preparados de acordo com Norma Técnica (MAPA, 2017) e diluídas em água nas proporções 1:100 e 1:20. Em paralelo foi conduzido um tratamento sem o uso de ME. O tratamento hídrico foi imposto 10 dias após emergência e as soluções de ME, aplicadas (4 mL por pote) no momento da semeadura e, posteriormente, a cada 7 dias. Aos 30 dias após imposição dos tratamentos, foram avaliadas as variáveis de trocas gasosas com auxílio de um analisador de gases ao infravermelho (IRGA, LCA PRO, Analytical Development Co. Ltd, Hoddesdon, UK), o índice de clorofilas com o clorofilômetro portátil (SPAD 502-Plus, Konica Minolta Inc., Osaka, Japão) e a fluorescência da clorofila *a* com um fluorômetro modulado (OS5p, Opti-Sciences Inc., Hudson, EUA). Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($p > 0,10$) utilizando o software RStudio pacote ExpDes.pt.

4 Resultados e Discussão

A exposição das plantas de feijão, em diferentes níveis de irrigação, ocasionou redução significativa na taxa fotossintética (*A*), em média, 64% (75% CP) e 77% (50% CP), independente dos tratamentos com ME (Figura 1A). A redução em *A*, foi acompanhada pela diminuição nos valores de g_s , *E* e *A*/*C_i* (Figura 1B-D). Sabe-se que plantas sob estresse hídrico tentam a reduzir a transpiração para diminuir a perda de água, o que é associado à limitação estomática da fotossíntese. No entanto, foi possível observar que as plantas submetidas a estresse severo (50% CP) tratadas com EM 1:100 transpiraram 2,84 vezes mais em relação às plantas na mesma condição hídrica, sem tratamento com EM. Além disso, observa-se a manutenção de *C_i*/*C_a*, em todas as plantas tratadas com EM independentemente do nível de irrigação (Figura 1E). Isso demonstra que as reduções na fotossíntese se devem a uma limitação não-estomática, possivelmente pela restrição da síntese da ribulose biscofosfato (RuBP), causada pela inibição da síntese de ATP (LAWLOR, 2002).

Por outro lado, observa-se que a adição de ME, principalmente na proporção 1:100, contribuiu para manter uma maior eficiência no uso da água, nas plantas expostas a 75% e 50% CP (Figura 1). De forma similar, os tratamentos com EM (1:20 e 1:100), mitigaram



parcialmente os danos causados em A , A/C_i , g_s e E , nas plantas de feijoeiro, sendo que a aplicação de EM 1:100, sob déficit hídrico severo (50% CP), permitiu que os valores de A/C_i fossem 3,7 vezes maiores do que as plantas expostas ao mesmo nível de irrigação, sem a presença de EM. A aplicação de ME 1:100, nas plantas sob déficit hídrico moderado, permitiu a manutenção dos valores de EUA semelhantes às plantas bem irrigadas (100% CP) e sem EM. Sob estresse hídrico severo, o ME (1:20 e 1:100) apresentaram uma tendência na mitigação do estresse hídrico em plantas de feijoeiro. O índice de clorofilas não foi alterado nas plantas de feijoeiro, independente do nível de irrigação e EM (Figura 1G).

A análise da fluorescência da clorofila a permitiu verificarmos que, para minimizar os danos da etapa fotoquímica da fotossíntese, as plantas de feijoeiro tratadas com ME 1:100, sob estresse hídrico moderado (75% CP), aumentaram a dissipação não fotoquímica regulada de energia (Y_{NO}), em relação as plantas sem incorporação de EM (11,8%), ou com EM 1:20 (35,6%) (Figura 1H). O aumento do Y_{NO} mesmo que utilizado como mecanismo de defesas fotoquímicas em plantas sob estresse, confirma a ocorrência de fotodanos na transferência de energia para a Q_a (Huang et al., 2010). De forma mais expressiva, a dissipação não-fotoquímica regulada de energia (NPQ) nas plantas expostas aos estresses hídricos aumentou com a aplicação de EM 1:20 (75,4% sob estresse moderado e 36,1% sob estresse hídrico severo) e EM 1:100 (37,1% sob estresse moderado e 50,9% sob estresse hídrico severo), em relação ao valor médio das plantas cultivadas sob 100% CP, independente da adição de EM (Figura 1I). O aumento em NPQ representa a ativação da via de dissipação térmica relacionada ao ciclo das xantolifas (Niyogi et al., 1997), como mecanismo de proteger o fotossistema II do excesso de energia causado pelo déficit hídrico.

5 Conclusão

O déficit hídrico causou danos na taxa fotossintética e eficiência fotoquímica decorrente limitação não-estomática. A aplicação de microrganismos eficientes, principalmente 1:100, aliviou parcialmente os sintomas severos do estresse imposto nos parâmetros de A , g_s , E , A/C_i e EUA. O aumento no NPQ contribuiu para o efeito mitigador do estresse hídrico devido sua atuação na dissipação não-fotoquímica do excesso de energia. Assim podemos concluir que os ME são importantes ferramentas sustentáveis para minimizar danos, principalmente do déficit hídrico moderado, em plantas cultivadas.

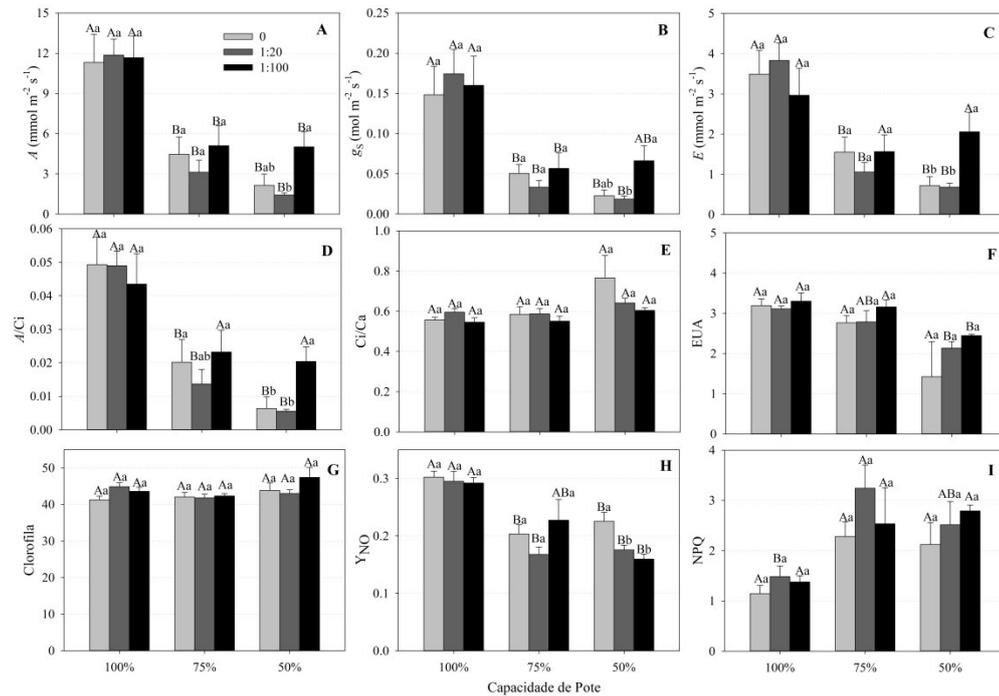


Figura 1. Taxa fotossintética (A) (A), condutância estomática (g_s) (B), transpiração (E) (C), eficiência carboxilativa (A/C_i) (D), relação entre a concentração interna e externa de CO_2 (C_i/C_a) (E), eficiência do uso da água (EUA) (F), clorofila (G), dissipação de energia não-regulada (Y_{NO}) (H) e regulada (NPQ) (I) em plantas de feijoeiro tratadas com diferentes diluições de microrganismos eficientes (ME; 0, 1:20 e 1:200) submetidas a diferentes níveis de irrigação (100%, 75% e 50% da capacidade de pote). Barras representam médias ($n=4$) \pm EP. Médias seguidas pela mesma letra maiúscula, entre os tratamentos com ME, e minúscula, dentro de cada nível de irrigação, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p>0,05$).

Referências

- Arruda, I. M. et al., Physiological, biochemical and morphoagronomic characterization of drought-tolerant and drought-sensitive bean genotypes under water stress. **Physiology and Molecular Biology of Plants**, 2018. doi:10.1007/s12298-018-0555-y
- Huang, W., Zhang, S.-B., Cao, K.-F., Stimulation of cyclic electron flow during recovery after chilling-induced photoinhibition of PSII. **Plant Cell and Physiology**, v.51, p.1922-1928, 2010.
- Joshi, H. et al., Role of effective microorganisms (EM) in sustainable agriculture. **International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences**, v. 8, n. 03, p. 172-181, 2019.
- Lawlor, D.W., Limitation to photosynthesis in water-stressed leaves: stomata vs metabolism and the role of ATP. **Annals of Botany**, v. 89, p. 871-885, 2002.
- Niyogi, K.K., Björkman, O., Grossman, A.R., The roles of specific xanthophylls in photoprotection. **PNAS**, v. 94, p. 14162-14167, 1997.

Palavras-chave: agroecologia; déficit hídrico; feijão; microrganismos eficientes.

Financiamento: UFFS