

## AVALIAÇÃO DAS TROCAS GASOSAS NO MILHO CRIOULO CRESCENDO SOB REGIME DE DÉFICIT HÍDRICO E APLICAÇÃO DE BIOINSUMOS

**Giulia Gentilini**

Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS  
giuliadgentilini@gmail.com

**Denise Cargnelutti**

Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS  
denise.cargnelutti@uffs.edu.br

**Eixo 09: Multidisciplinar**

### RESUMO

O objetivo do presente estudo foi avaliar as trocas gasosas do milho (*Zea mays*) crioulo Pixurum 05 cultivado em regime de déficit hídrico, com adubação orgânica Bokashi e/ou aplicação de microrganismos eficientes (ME). O experimento foi conduzido em casa de vegetação, de fevereiro a abril de 2023, utilizando-se o delineamento inteiramente casualizado em esquema de parcelas subdivididas 2x6, com duas lâminas de irrigação e seis variáveis de análise. Os parâmetros avaliados foram a taxa fotossintética, a transpiração, a condutância estomática e a concentração interna de CO<sub>2</sub> na folha. Observou-se resultados significativos quanto aos tratamentos aplicados com ME e adubação Bokashi, evidenciando a necessidade de aprofundamento nas pesquisas acerca da temática.

**Palavras-chave:** Bokashi. Fotossíntese. Microrganismos eficientes.

### INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.), é uma cultura agrícola importante tanto para a segurança alimentar global quanto para a economia agrícola (SILVEIRA et al., 2015). O cultivo de milho enfrenta inúmeros desafios, como o déficit hídrico causado pelas mudanças climáticas e a necessidade de práticas agrícolas mais sustentáveis. A adoção de práticas sustentáveis tem se destacado como uma abordagem promissora para atenuar os efeitos adversos do estresse hídrico, promover a resiliência dos cultivos e contribuir na mitigação das mudanças climáticas. As trocas gasosas, desempenham um papel crucial na resposta das plantas ao estresse hídrico e podem fornecer informações sobre sua capacidade de adaptação e desempenho fisiológico. Este estudo busca contribuir para a compreensão dos mecanismos fisiológicos envolvidos na resposta adaptativa dessas plantas, nesse contexto, este estudo teve como objetivo avaliar as trocas gasosas do milho crioulo quando cultivado sob condições de déficit hídrico e submetido a aplicação de microrganismos eficientes associados a adubação orgânica Bokashi.

## MATERIAIS E MÉTODOS

A condução do experimento ocorreu na área experimental da Universidade Federal da Fronteira Sul – UFFS, em casa de vegetação, durante o período de fevereiro a abril de 2023, localizada na RS-135, 200 - Zona Rural, Erechim/RS. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado (DIC) em esquema fatorial 2x6, em dois níveis de irrigação (100 e 70% da Capacidade de Pote - CP), três doses de Microrganismos Eficientes - ME (0, 1:500 e 1:100) com adubação orgânica Bokashi e três doses de ME (0, 1:500 e 1:100) sem adubação orgânica Bokashi, com quatro repetições para cada tratamento. O TC é o tratamento controle representado por 100% da CP, sem nenhuma utilização de ME ou Bokashi. O TC/BK - Sem ME e com Bokashi, o tratamento 1:100/TC representa a dose ME 1:100 sem Bokashi, o tratamento 1:500/TC com utilização de ME 1:500 e sem Bokashi. Já o tratamento 1:100/BK utiliza a dosagem de ME 1:100 com aplicação de Bokashi e o tratamento 1:500/BK utiliza ME 1:500 com uso do Bokashi. A cultura escolhida foi o milho crioulo, variedade Pixurum 05. As sementes foram provenientes da Cooperfumos, localizada em Santa Cruz do Sul/RS. Os vasos (capacidade para 8 L) foram preparados com 6 kg de substrato na proporção 1:1:1, contendo solo, composto orgânico, areia. Na sequência, foi realizada a aplicação da adubação orgânica Bokashi, na dose de 10 t ha<sup>-1</sup>, totalizando 60 g do composto por pote. Para a semeadura, as sementes foram inoculadas com os microrganismos eficientes (ME) nas dosagens de 1:100 (1 mL da solução de ME para 100 mL de água destilada) e 1:500 (1 mL da solução de ME para 500 mL de água destilada) (LEITE; MEIRA, 2016). Os ME foram obtidos em mata nativa localizada na UFFS - Campus Erechim (Nº SISGEN A5A4971) e preparados conforme norma técnica da EMBRAPA (LEITE; MEIRA, 2016). Foram semeadas 05 sementes por vaso, que emergiram em cerca de 06 dias e, aos 15 dias após a emergência, foi realizado o desbaste mantendo uma planta por vaso. Nos tratamentos em que ocorreu a inoculação de ME, foram aplicados semanalmente nas plantas e no solo 4 mL de cada diluição (1:100 e 1:500), seguindo a metodologia de Santiago et al. (2022); as aplicações foram realizadas borrifando no solo e na planta os respectivos tratamentos. Para a imposição do regime de déficit hídrico (DH) foi determinada a capacidade de pote (CP), de acordo com Souza et al., (2000), a partir da massa do solo saturado com água e o peso do pote, que iniciou a partir de 25 dias após a semeadura. Aos 40 dias foram avaliados parâmetros fisiológicos, sendo realizadas análises de trocas gasosas, *in loco*, durante o período entre oito e dez horas da manhã, sob iluminação natural, condições de céu limpo (SILVA et al., 2017) e temperatura entre 15 °C e 20 °C, ao longo das avaliações. O equipamento utilizado foi o analisador de gases no infravermelho (IRGA), modelo ADC BioScientific, com fluxo de dióxido de carbono

(CO<sub>2</sub>) de 400 μmol m<sup>2</sup> s<sup>-1</sup> e fonte de luz acoplada de 1000 μmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>, as avaliações foram realizadas em cada folha índice das plantas. As variáveis analisadas foram: a taxa de fotossíntese, transpiração, concentração interna de CO<sub>2</sub>, condutância estomática e a eficiência do uso de água. Os dados obtidos foram analisados fazendo-se o uso do *software* SISVAR (FERREIRA, 2006), os quais foram submetidos à análise de variância ANOVA pelo teste F e, quando significativo, aplicou-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade. Foram avaliadas as interações entre os fatores: CP e as diferentes dosagens de EM com e sem Bokashi.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

A análise de variância (ANOVA; Tabela 01) para as trocas gasosas (Tabela 01) demonstrou diferença significativa (p<0,05) entre as variáveis: Taxa de Transpiração (E), Condutância estomática (Gs), Taxa fotossintética (A) e Eficiência do uso de água (A/E); não houve diferença estatística para concentração interna de CO<sub>2</sub> (Ci).

Tabela 01: Resumo da análise de variância ANOVA para as variáveis: **Ci** - Concentração interna de CO<sub>2</sub>, **E** - taxa de transpiração, **Gs** - condutância estomática, **A** - taxa de assimilação de CO<sub>2</sub>, **EUA** - Eficiência do uso de água.

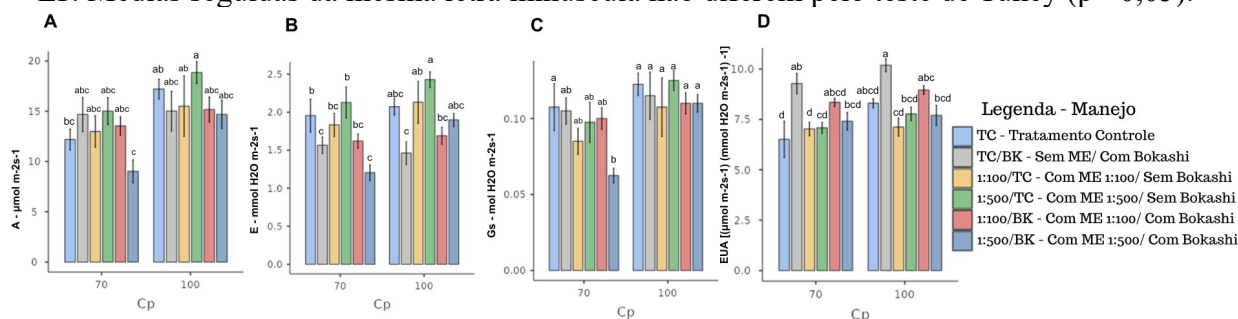
Fonte de Variação	Quadrados médios				
	Ci - μmol CO <sub>2</sub> mol ar <sup>-1</sup>	E - mmol H <sub>2</sub> O m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup>	Gs - mol H <sub>2</sub> O m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup>	A - μmol m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup>	EUA[(μmol m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> ) (mmol H <sub>2</sub> O m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> ) <sup>-1</sup> ]
Capacidade de Pote	165,02 <sup>ns</sup>	0,63*	0,005*	120,55*	6,43*
Erro 1	996,30	0,07	0,0003	6,51	0,58
Manejo (EM/BK)	1.685,11 <sup>ns</sup>	0,46*	0,0011*	24,33*	4,66*
Média	138,86	1,83	0,10	14,5	7,98
CV (%)	22,73	15,41	17,30	17,61	9,6

\* e <sup>ns</sup>: Significativo ao nível de 5% pelo teste de t e não significativo, respectivamente.

Pode-se verificar um incremento nas taxas de G<sub>s</sub> (Figura 01 - C) sob regime hídrico de CP 100%, indicando que em condições hídricas favoráveis ocorre menor resistência estomática. Sob regime de CP 70% foi observada redução em todas as médias com exceção do tratamento controle, indicando o fechamento dos estômatos nas plantas em que foram utilizados tratamentos com ME e Bokashi. O tratamento 1:500/BK apresentou a resposta mais próxima do zero para a G<sub>s</sub>. Em situações de estresse como o DH, o mecanismo fisiológico é o fechamento dos estômatos para evitar a perda de água por transpiração (OLIVEIRA et al., 2005; TAIZ et al., 2021). O DH pode prejudicar a absorção de CO<sub>2</sub> devido ao fechamento dos estômatos, como resultado, muitas plantas apresentam uma diminuição na taxa fotossintética (TAIZ et al., 2021). A taxa fotossintética teve redução em suas médias de acordo com a disponibilidade hídrica em CP 70% (Figura 01 - A) nos tratamentos TC, 1:100/TC, 1:500/TC, 1:500/BK, já os tratamentos TC/BK e 1:100/BK não diferiram estatisticamente, quando submetidos ao DH. Pode-se indicar que, apesar do mecanismo de fechamento estomático nos

tratamentos TC/BK 1:100/BK a taxa fotossintética não foi alterada nestes tratamentos, pois permaneceu realizando a incorporação de CO<sub>2</sub> da atmosfera e produzindo de fotoassimilados pelas plantas. A redução da taxa fotossintética deve-se ao ajustamento osmótico que a planta realiza como mecanismo de resistência para continuar seus processos metabólicos quando em situação de DH (KERBAUY, 2019). Outro importante parâmetro é a Taxa de Transpiração (E) (Figura 01 - B), que segundo Nunes e Ceccon (2011), tende a diminuir como uma resposta adaptativa para conservar a água disponível, visto que, a transpiração é o processo pelo qual a água é evaporada dos estômatos das folhas para a atmosfera. Observa-se a redução nas médias em todos os tratamentos, quando submetidos a CP 70%, exceto nos tratamentos TC/BK e 1:100/TC. Além disso, denota-se com os resultados do presente estudo uma redução de 38% na E de plantas de milho tratadas com ME 1:500 e bokashi (1:500/BK) e, expostas a CP 70%, quando comparado com o controle CP 70% (Figura 01 - B). No entanto, apesar de não diferir estatisticamente de um regime hídrico para o outro, no 1:100/BK ocorreu um aumento na E quando submetido ao regime de CP 70% que pode indicar um aumento de perda de água sob este manejo, em situações de DH.

Figura 01: **A** - taxa fotossintética, **E** - taxa de transpiração, **Gs** - condutância estomática, **EUA** - Eficiência do uso de água de folhas de *Zea mays*. As barras representam as médias (n = 4) ± EP. Médias seguidas da mesma letra minúscula não diferem pelo teste de Tukey (p < 0,05).



Fonte: Elaborado pelas autoras (2023).

Na Eficiência do Uso da Água (EUA) (Figura 01 - D), todos os tratamentos apresentaram redução nas médias sob regime de CP 70% com exceção de 1:500/BK, que não diferiu estatisticamente de um regime hídrico para o outro. Apesar de não ocorrer aumento da EUA, esse indicador mostra que mesmo com DH a planta manteve uma taxa estável de fotossíntese, mesmo com redução da condutância estomática. A EUA é considerada um parâmetro para adaptação a condições de DH, nas pesquisas de Hossain et al. (2012) o fechamento dos estômatos resultou no aumento do EUA nas plantas consideradas tolerantes, e esta permaneceu elevada durante todo o período de DH; em plantas não tolerantes, manteve-se abaixo ao das plantas bem irrigadas.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados destacam as respostas das plantas de milho às diferentes dosagens de ME e Bokashi sob diferentes condições hídricas, indicando respostas adaptativas das plantas ao estresse hídrico, influências nos processos fotossintéticos e nas trocas gasosas, além de possíveis mecanismos de regulação estomática em situações de DH. Esses contribuem para compreensão dos efeitos desses tratamentos no contexto da fisiologia vegetal, no entanto é necessário aprofundamento e pesquisas para compreender o perfil fisiológico desta cultura quando exposta ao DH e aplicações destes bioinsumos.

## REFERÊNCIAS

- FERREIRA, Daniel Furtado. Sisvar – Sistema de Análise de Variância. **Revista Científica Symposium**, 2006.
- HUSSAIN, Syed et al., Physiological analysis of salt stress behavior of citrus species and genera. **South African Journal of Botany**, 2012.
- KERBAUY, G. B. **Fisiologia Vegetal**. São Paulo/SP: Guanabara Koogan, 2019.
- LEITE, Carla Daiane; MEIRA, A. L. Preparo de Microrganismos Eficientes. **Fichas Agroecológicas: Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas**. 2016.
- NUNES, Anísio da S.; CECCON, G. Eficiência fotossintética de plantas de milho safrinha solteiro e consorciado com *Brachiaria ruziziensis*. In: **Sem. Nac. de milho safrinha**, 2011.
- OLIVEIRA, Alexandra et al. Condutância estomática como indicador de estresse hídrico em feijão. **Science**, 2005.
- SANTIAGO, Gabriela, et al. Efficient microorganisms: An alternative tool for drought management in bean plants?. **Rev. Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, 2022.
- SILVA, Carlos B. da. Trocas gasosas do milho verde submetido a diferentes lâminas de irrigação e doses de nitrogênio. **Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem**, 2017.
- SILVEIRA, Diógenes Cecchin et al. Caracterização agromorfológica de variedades de milho crioulo (*Zea mays* l.) na região noroeste do Rio Grande do Sul. **Revista Ciência e Tecnologia**, 2015.
- SOUZA, Carlos et al. Avaliação de métodos de determinação de água disponível e manejo da irrigação em terra roxa sob cultivo de algodoeiro herbáceo. **Rev. Bras. de Eng.ia Agrícola e Amb.**, 2000.
- TAÍZ, Lincoln et al. **Fundamentos de Fisiologia Vegetal**. 5ª ed. Artmed: Porto Alegre, 2021.