

## EFEITO DA APLICAÇÃO DE MICRORGANISMOS PROMOTORES DO CRESCIMENTO DE PLANTAS EM *Zea mays* CRESCENDO SOB DÉFICIT HÍDRICO: MECANISMOS BIOQUÍMICOS

BRUNA MACEDO SIMÕES SERGIO<sup>1,2</sup>, EYKO NATHAN SILVA DO PRADO<sup>3</sup>,  
ALFREDO CASTAMANN<sup>4</sup>, DENISE CARGNELUTTI<sup>5</sup>

### 1 Introdução

A água é essencial para a vida. A água compõe até 95% do conteúdo celular de plantas herbáceas e desempenha um papel crucial no crescimento e desenvolvimento vegetativo. Sua capacidade de solubilizar minerais e solutos permite o transporte desses elementos dentro das plantas, sendo vital para sua sobrevivência (RAMOS, 2022).

A busca por estratégias que mitiguem esses estresses inclui o uso de microrganismos benéficos, que podem melhorar o desenvolvimento das plantas em condições adversas, aumentando a produção de hormônios vegetais e enzimas que promovem o crescimento e a resiliência das plantas (BUENO, 2023). Bactérias do gênero *Bacillus* e *Azospirillum* são conhecidas como rizobactérias (Meena et al., 2017) e comercializadas como inoculantes para culturas agrícolas, como milho, feijão e cana-de-açúcar (Vejan et al., 2016), atuando como bioinsumos altamente eficientes.

### 2 Objetivos

O objetivo desta pesquisa foi avaliar o efeito da aplicação de microrganismos promotores do crescimento de plantas e fósforo natural em plantas de milho sob condições de déficit hídrico utilizando indicadores de estresse oxidativo e osmótico.

### 3 Metodologia

<sup>1</sup>Graduanda em Ciências Biológicas, Universidade Federal da Fronteira Sul, *campus Erechim*, Bolsista UFFS, contato: bruna.macedo2009@hotmail.com.

<sup>2</sup>Grupo de Pesquisa: Agricultura Familiar e Transição Agroecológica.

<sup>3</sup>Discente de Biologia Bacharelado, Universidade Federal da Fronteira Sul, *Campus Erechim*,

<sup>4</sup>Professor Doutor, Universidade Federal da Fronteira Sul, *campus Erechim*,

<sup>5</sup>Professora Doutora, Universidade Federal da Fronteira Sul, *campus Erechim*, **Orientadora**.

Os ensaios realizados na Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), campus Erechim, envolveram experimentos com milho (obtido pelo Centro de Apoio e Promoção da Agroecologia: CAPA – Erechim, RS) utilizando um delineamento inteiramente casualizado, com cinco repetições por tratamento. As sementes, oriundas de variedades crioulas, foram tratadas com os microrganismos e cultivadas em vasos com uma mistura de solo, composto orgânico e areia. O fosfato natural reativo (na dose de 75 g por vaso) foi incorporado ao substrato no momento da preparação do mesmo para o cultivo das plantas. A dose de fosfato natural foi calculada com base na análise de solo. Após 15 dias, foi realizado o raleio, mantendo-se uma planta por vaso. A capacidade de pote (CP) foi determinada para os vasos, sendo que metade deles foi submetida a um regime de déficit hídrico de 50% da CP, enquanto os outros foram mantidos com irrigação completa (100% da CP).

Os microrganismos utilizados, incluindo *Azospirillum* (*Az*), BiomaPhos (*BsBm*) e microrganismos eficientes (EM), foram aplicados tanto como tratamento de sementes quanto semanalmente nas plantas e no solo em uma solução diluída, com a aplicação se estendendo até 35 dias após a semeadura (DAS). O tratamento controle recebeu apenas água, enquanto fosfato natural foi incorporado ao substrato no início do experimento. Aos 35 dias, as plantas foram coletadas para análises bioquímicas.

#### 4 Resultados e Discussão

O estudo analisou a interação entre o déficit hídrico e a aplicação de bioinsumos em *Zea mays L.* (milho), avaliando variáveis como a concentração de proteínas, atividade enzimática, peroxidação lipídica (TBARS) e concentração de prolina.

**Tabela 1.** Efeito de interação entre as médias da variável concentração de quantificação de proteínas de folhas e raízes de *Zea mays* tratado com bioinsumos (*Az*, *Azospirillum*; ME, microrganismos eficientes; *BsBm*, *Bacillus subtilis* e *Bacillus megaterium*; FNR + *Az*, Fosfato natural reativo e *Az*; FNR + *BsBm*, Fosfato natural reativo e *BsBm*; FNR + ME, Fosfato natural reativo e ME) ou não (TC, tratamento controle) e cultivado na presença (Capacidade de pote 50%) ou não (CP 100%) de restrição hídrica.

Bioinsumos	Proteína (mg mL <sup>-1</sup> )				$\bar{x}$
	Folhas		Raízes		
	100%	50%	100%	50%	

TC	0.657	a	A	0.610	a	A	0.70	9.36	5.03	g
Az	0.477	ab	A	0.653	a	A	1.80	10.17	5.98	f
ME	0.310	b	B	0.637	a	A	3.78	12.59	8.19	e
BsBm	0.467	ab	A	0.580	a	A	4.88	14.13	9.51	d
FNR + Az	0.580	ab	A	0.687	a	A	6.57	15.45	11.01	c
FNR + BsBm	0.637	ab	A	0.120	b	B	7.32	16.19	11.75	b
FNR + ME	0.653	a	A	0.610	a	A	8.19	17.21	12.70	a
Média	0.580			0.610			4.75 B	13.59 A		
CV (%)	24.056						3.554			

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na horizontal dentro de cada condição/capacidade de pote, e minúscula na vertical dentro de cada condição Bioinsumos não diferem entre si pelo teste Tukey a 95% de confiança ( $p \leq 0.05$ ).

**Tabela 2.** Efeito de interação entre as médias da variável concentração de quantificação de GPOD de folhas e raízes de *Zea mays* tratado com os bioinsumos.

Bioinsumos	GPOD											
	(μmol de tetraguaiacol min <sup>-1</sup> mg <sup>-1</sup> proteína)											
	Folhas				Raízes							
	100%			50%			100%	50%				
TC	618.13	ab	A	117.12	c	B	766.72	a	A	70.67	a	B
Az <sup>1</sup>	846.12	a	A	606.43	b	A	355.97	b	A	60.37	a	B
ME	928.19	a	A	592.67	b	B	183.42	c	A	53.04	a	B
BsBm	176.43	c	B	784.99	b	A	145.02	cd	A	43.66	a	B
FNR + Az	214.02	c	B	610.27	b	A	112.73	cd	A	41.40	a	B
FNR + BsBm	174.57	c	B	3372.78	a	A	109.31	cd	A	39.93	a	B
FNR + ME	240.18	bc	B	687.96	b	A	86.45	d	A	38.34	a	A
CV (%)	21.81						30.64					

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na horizontal dentro de cada condição/capacidade de pote, e minúscula na vertical dentro de cada condição Bioinsumos não diferem entre si pelo teste Tukey a 95% de confiança ( $p \leq 0.05$ ).

Como pode-se observar na tabela 1, as plantas expostas ao estresse hídrico (50% CP), apresentaram redução significativa na concentração de proteínas solúveis nas folhas, enquanto nas raízes a concentração de proteínas aumentou com o uso de bioinsumos. Esse aumento é atribuído à intensificação da síntese proteica, possivelmente para estabilizar as membranas celulares e facilitar a resposta ao estresse

Já na tabela 2, a guaiacol peroxidase (GPOD), uma enzima antioxidante, teve sua atividade reduzida em condições de irrigação ideal (100% CP) com bioinsumos, mas foi significativamente aumentada sob déficit hídrico, indicando uma adaptação para remover oxidantes gerados durante o estresse.

**Tabela 3.** Efeito de interação entre as médias da variável concentração de quantificação da peroxidação lipídica (TBARS) de folhas e raízes e prolina livre de folhas de *Zea mays* tratado com os bioinsumos.

Bioinsumos	TBARS (nmol MDA g <sup>-1</sup> MF)				Prolina (mmol g <sup>-1</sup> MF)							
	Folhas 100%		50%		Raízes 100%		50%		Folhas 100%		50%	
TC	7.80	abA	6.16	abB	2.23	1.54	3.46	bA	3.45	bA		
Az	9.67	aA	5.93	abB	1.83	1.71	4.45	bA	5.88	bA		
ME	7.23	bA	7.88	aA	1.95	1.66	6.12	abA	4.83	bA		
BsBm	8.49	abA	6.93	abB	2.24	1.38	5.48	abB	12.68	aA		
FNR + Az	7.50	bA	7.91	aA	1.85	1.09	5.07	bA	3.57	bA		
FNR + BsBm	7.76	abA	5.22	bB	1.89	1.22	9.74	aA	2.78	bB		
FNR + ME	6.70	bA	6.12	abA	2.09	1.66	2.75	bA	2.86	bA		
Média	7.76		6.16		2.01	1.46	B					
CV (%)	11.15				12.75				33.06			

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na horizontal dentro de cada condição/capacidade de pote, e minúscula na vertical dentro de cada condição Bioinsumos não diferem entre si pelo teste Tukey a 95% de confiança ( $p \leq 0.05$ ).

Como pode-se observar na tabela 2, a prolina, um antioxidante e osmólito, apresentou um acúmulo significativo em plantas tratadas com bioinsumos, particularmente sob déficit hídrico, sugerindo seu papel crucial na osmoproteção e estabilização de estruturas celulares.

A peroxidação lipídica, medida pelos níveis de TBARS, foi maior em folhas sob condições de irrigação ideal em comparação com as expostas ao déficit hídrico, evidenciando o impacto do estresse oxidativo. A aplicação de bioinsumos demonstrou ser uma estratégia

eficaz para melhorar a tolerância ao estresse hídrico em *Zea mays*.

## 5 Conclusão

O uso do fosfato natural reativo associado com os microrganismos promotores do crescimento de plantas aumenta a resistência de plantas cultivadas sob déficit hídrico através da síntese de proteínas de resposta ao estresse, logo tais proteínas atuaram de maneira eficiente na remoção dos oxidantes, dado que não foram observadas mudanças expressivas nos níveis de TBARS.

## Referências Bibliográficas

BUENO, D. O que fazem os microrganismos Bacillus? Agrotécnico. **Disponível em:** <<https://www.agrotecnico.com.br/o-que-fazem-os-microrganismos>

[bacillus/#:~:text=Esses%20microrganismos%20s%C3%A3o%20conhecidos%20por>](#)

Acesso em: 11 dez. 2023.

Meena K.K., Sorty A.M., Bitla U.M., Choudhary K., Gupta P., Pareek A., Singh D.P., Prabha R., Sahu P.K., Gupta V.K., Singh H.B., Krishanani K.K., Minhas P.S. (2017) Abiotic Stress Responses and Microbe-Mediated Mitigation in Plants: The Omics Strategies. **Frontiers in Plant Science**, 8, <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.00172>.

RAMOS. Avaliação de estratégias de imobilização e estabilização de  $\beta$ -galactosidase de *Bacillus licheniformis*. **Repositorio.ufu.br**, 2022.

Vejan, P., Abdullah, R., Khadiran, T., Ismail, S., & Nasrullaq Boyce, A. (2016). Role of plant growth promoting rhizobacteria in agricultural sustainability-A review. **Molecules**, 21, 1–17.

**Palavras-chave:** milho crioulo, bioinsumos, síntese de proteínas, ERO.

**Nº de Registro no sistema Prisma:** PES-2023-0056

**Financiamento:** UFFS