

CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DE MORANGUEIRO ATRAVÉS DO USO DE PROMOTORES DE CRESCIMENTO E DA INCORPORAÇÃO DE SILÍCIO

RODRIGO FERRAZ RAMOS^{1,2*}, ESTÉFANY PAWLOWSKI³, DÉBORA LEITZKE BETEMPS^{2,4}

1 Introdução/Justificativa

Tecnologias baseadas em substâncias e organismos promotores de crescimento vegetal, como os extratos minerais à base de silício (Si) e os microrganismos promotores de crescimento de plantas (MPCP) são empregadas em diversas culturas com o intuito de obter uma maior produtividade e rentabilidade (Etesami, 2018).

Diversos microrganismos são reconhecidos por estimularem o desenvolvimento vegetal, apresentando capacidade de colonização radicular, produção de fitormônios e aumento na eficiência no uso do nitrogênio (N) e do fósforo (P) no solo pelas plantas hospedeiras (Abhilash et al. 2016; Meena et al. 2017). O uso de Si pode estimular o crescimento de plantas e aliviar uma série de estresses bióticos e abióticos (Etesami & Jeong, 2018).

Nesse contexto, os estudos e aplicações dos promotores de crescimento vegetal destacam-se enquanto uma alternativa sustentável, podendo melhorar o desenvolvimento, produção e qualidade de frutos, maximizando a rentabilidade das culturas (Abhilash et al. 2016)

2 Objetivos

Avaliar o crescimento vegetal e atributos físico-químico de frutos do morangueiro submetido a aplicação de Si, inoculação individual de *Azospirillum brasilense*, *Bacillus amyloliquefaciens* e *Trichoderma asperellum*, e a inoculação desses MPCPs em associação à aplicação de Si.

3 Material e Métodos/Metodologia

¹ Graduando em Agronomia, Universidade Federal da Fronteira Sul, *campus Cerro Largo*, **Bolsista** contato: rodrigoferrazramos@gmail.com

² Biociências

³ Graduanda em Agronomia, Universidade Federal da Fronteira Sul, *campus Cerro Largo*.

⁴ Dra. em Agronomia, Universidade Federal da Fronteira Sul, **Orientador**.



O experimento foi conduzido com a cultivar Camarosa, cultivada em vasos (1.000 cm³) sobre bancadas em casa de vegetação. O delineamento experimental foi de blocos casualizados (DBC), com oito tratamentos em quatro blocos, uma repetição por tratamento para cada bloco, onde cada repetição correspondeu a duas plantas. Os diferentes tratamentos referem-se à inoculação individual de *A.* (Ab-V5 e Ab-B6, SimbioseMaiz[®]) *B. amyloliquefaciens* (NemaControl[®]) e *T. asperellum* SF 04 (URM-5911, Quality WG[®]); aplicação de Si (50% de SiO₂, Gigamix[®]); e a inoculação desses MPCPs associados a aplicação de Si (Tabela 1).

As avaliações de crescimento e desenvolvimento das mudas ocorreram aos 45 dias após o transplântio (DAT). Determinou-se o teor de clorofila *a* (*Chl a*), clorofila *b* (*Chl b*) e clorofila total (*Chl a + b*), por meio do medidor indireto de clorofila SPAD-502 (Soil Plant Analysis Development, Minolta). Realizou-se a contagem do número de trifólios (NT) e mensuração da altura da parte aérea (APA) para cada tratamento.

Nas avaliações físico-químicas, realizou-se a análise da coloração externa dos frutos por meio do Colorímetro CR-400 (Minolta), onde os valores foram expressos em Ângulo Hue, obtido através da fórmula: $hue = \tan^{-1} b^*/a^*$. Determinou-se a massa total dos frutos por planta (MFP); sólidos solúveis (SS), através do refratômetro digital portátil RTD-95 (Instrutherm), expressos em °Brix; pH através do uso de pHmetro digital Portátil mPA-210P (MS Tecnopon). Aos 130 DAT determinou-se a massa seca da parte aérea (MSPA).

Os dados obtidos foram submetidos à análise estatística, onde as médias dos tratamentos foram comparadas entre si pelo Teste *t* de Student a 5% de probabilidade. Os resultados obtidos foram submetidos a análise de correlação, determinando-se o coeficiente de correlação de Pearson, através do Software R Studio.

4 Resultados e Discussão

O tratamento com inoculação de *B. amyloliquefaciens* (T2) promoveu uma diminuição significativa dos teores de *Chl a* (29,4), *Chl b* (10,4) e *Chl a + b* (39,8) em comparação aos demais tratamentos. Esses resultados podem ser consequência de um potencial estresse provocado pelo microrganismo nas condições testadas.

Todos os MPCPs, inoculados individualmente, ou associados a aplicação de Si, aumentaram significativamente a altura de planta (AP) e número de trifólios (NT). Embora os mecanismos de ação dos MPCPs e o do Si sejam diferentes, o uso dos MPCP em associação à aplicação de

silício pode aumentar o crescimento das plantas, principalmente pelo fato que ambos aliviam um conjunto similar de estresses abióticos e bióticos (Etesami, 2018).

As variáveis MFP, pH e ângulo Hue não apresentaram diferença estatística significativa entre os diferentes tratamentos, enquanto que a variável SS foi influenciada pelos tratamentos com inoculação de *A. brasilense* (T1), *B. amyloliquefaciens* (T2), aplicação de silício (T4), e a inoculação desses microrganismos em associação a aplicação de Si (T6 e T7), que proporcionaram um incremento significativo nos SST dos frutos de morangueiro. Para o tratamento com inoculação de *B. amyloliquefaciens* (T2) as plantas apresentaram significativamente uma menor massa seca da parte aérea (MSPA).

O teor de clorofila *a* (Chl *a*) correlacionou-se positivamente com Chl *b* (0,94; $p < 0,01$) e Chl $a + b$ (0,98; $p < 0,01$), enquanto que a variável Chl *b* correlacionou-se positivamente com Chl $a + b$ (0,99; $p < 0,01$) e com a variável AP (0,37; $p < 0,05$) (Tabela 2). Esses resultados são esperados, pois em geral a síntese de clorofila *a* e *b* apresentam correlações positivas, enquanto teores maiores de clorofila podem influenciar em um maior desenvolvimento vegetal (Taiz et al. 2017).

A variável número de trifólios (NT) correlacionou-se positivamente com a MFP (0,48; $p < 0,05$) e apresentou correlação negativa com a variável pH do fruto (-0,36; $p < 0,05$), indicando que um número maior de trifólios potencialmente proporcionaria uma maior produtividade por planta, provavelmente devido uma maior área fotossinteticamente ativa.

5 Conclusão

A inoculação de *B. amyloliquefaciens*, *A. brasilense*, *T. asperellum*, aplicação de silício e, inoculação desses MPCPs em associação ao Si, influenciaram o crescimento e aspectos produtivos do morangueiro, apresentando respostas variáveis.

Tabela 1. Composição e concentração dos tratamentos biológicos com e sem associação ao silício.

Tratamentos	Composição	Concentração na calda ^{***}
T1	<i>A. brasilense</i> [*]	25 mL L ⁻¹
T2	<i>B. amyloliquefaciens</i> [*]	25 mL L ⁻¹
T3	<i>T. asperellum</i> ^{**}	20 g L ⁻¹
T4	Si ^{**}	5,0 g L ⁻¹
T5	<i>T. asperellum</i> + Si	20 g L ⁻¹ + 5,0 g L ⁻¹

T6	<i>B. amyloliquefaciens</i> + Si	25 mL L ⁻¹ + 5,0 g L ⁻¹
T7	<i>A. brasilense</i> + Si	25 mL L ⁻¹ + 5,0 g L ⁻¹
T8	Controle (H ₂ O)	100%

- * Formulação comercial líquida.
 ** Extrato mineral (50% SiO₂). Formulação comercial pó molhável.
 *** Concentração equivalente para 1000 mL de água destilada.

Tabela 2. Análise do coeficiente de correlação de Pearson entre as variáveis: teor de clorofila a (Chl a), teor de clorofila b (Chl b), teor de clorofila total (Chl a + b), altura de planta (AP), número de trifólios (NT), massa total de frutos por planta (MFP), coloração externa de frutos (Hue), pH dos frutos (pH), sólidos solúveis totais (SST) e massa seca da parte aérea (MSPA).

	Chl a	Chl b	Chl a + b	AP	NT	MFP	Hue	pH	SS
Chl b	0,9390 **								
Chl a + b	0,9773 **	0,9905 **							
AP	0,3399	0,3628 *	0,3591 *						
NT	-0,0992	-0,0345	-0,0609	0,2079					
MFP	0,0189	0,0910	0,0636	-0,0765	0,4765 **				
Hue	0,0862	0,0981	0,0948	-0,2801	-0,1003	0,2244			
pH	0,1499	0,1064	0,1254	0,0236	-0,3627 *	0,0353	0,0160		
SS	0,1148	-0,0068	0,0416	0,0320	-0,3242	-0,2110	-0,0666	0,0374	
MSPA	0,3417	0,2851	0,3119	0,0583	-0,2965	-0,2847	0,1251	0,058	0,0584

Valores seguidos com “**” apresentam correlação significativa ($p < 0,05$), enquanto que valores seguidos de “***” apresentam correlação altamente significativa.

Referências

- ABHILASH, P. C.; DUBEY, R. K.; TRIPATHI, V.; GUPTA, V. K.; SINGH, H. B. Plant growth-promoting microorganisms for environmental sustainability. **Trends in Biotechnology**, v. 34, p. 11, 847-850, 2016.
- ETESAMI, H.; JEONG, B. R. Silicon (Si): Review and future prospects on the action mechanisms in alleviating biotic and abiotic stresses in plants. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 147, p. 881-896, 2018.
- ETESAMI, H. Can interaction between silicon and plant growth promoting rhizobacteria benefit in alleviating abiotic and biotic stresses in crop plants? *Agriculture, Ecosystems & Environment*, v. 253, p. 98-112, 2018.
- MENNA, V. S. *et al.* Plant beneficial rhizospheric microorganism (PBRM) strategies to improve nutrients use efficiency: A review. *Ecological Engineering*, v. 107, p. 8-32, 2017.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6^a ed. Porto Alegre: Artmed, 2017, 858 p.

Palavras-chave: *Azospirillum brasilense*, *Bacillus amyloliquefaciens*, *Fragaria x ananassa* Duch, *Trichoderma asperellum*, promoção de crescimento.

Financiamento

PROBITI - FAPERGS