



# I WORKSHOP DE HORTICULTURA NO SEMIÁRIDO & VIII SEMANA DE AGRONOMIA 02 a 06 de setembro de 2024

## Crescimento de milho AG 1051 sob lâminas de irrigação e aplicação de silício em ambiente semiárido

Samuel Saldanha RODRIGUES<sup>1</sup>; Samuel Barbosa ALVES<sup>1</sup>; Rennan Fernandes PEREIRA<sup>1</sup>; José Paulo Costa DINIZ<sup>2</sup>; Irinaldo Pereira da SILVA FILHO<sup>1</sup>; Irton Miranda dos ANJOS<sup>1</sup>

I Workshop de Horticultura no semiárido & VIII Semana de Agronomia

<sup>1</sup>Universidade Estadual da Paraíba, Catolé do Rocha, Paraíba, Brasil; <sup>2</sup>Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, Paraíba, Brasil.

samuelsaldanha90@gmail.com

**RESUMO:** O milho é uma cultura vital para a agricultura do semiárido brasileiro. No entanto, as condições climáticas da região tornam necessário o uso de irrigação e de substâncias como o silício para mitigar os frequentes problemas de deficiência hídrica. Neste contexto, este estudo foi conduzido, em condições de campo, com o objetivo de avaliar o crescimento de milho AG 1051 sob diferentes lâminas de irrigação e adubação com silício. O delineamento utilizado foi em blocos ao acaso, em esquema de parcelas subdivididas, com quatro repetições. As parcelas principais consistiram em cinco lâminas de irrigação (60, 70, 80, 90 e 100% da Evapotranspiração da cultura - ETC), enquanto as subparcelas foram compostas por duas doses de adubo silicatado (0 e 600 mg L<sup>-1</sup> de ácido silícico). Foram avaliados a altura de planta, o diâmetro caulinar, o número de folhas e a área foliar das plantas. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e à análise de regressão. Verificou-se que o crescimento do milho AG 1051 foi beneficiado com o aumento da lâmina de irrigação. A aplicação de silício promoveu um crescimento mais robusto nas plantas, tanto em condições de plena irrigação quanto em condições de déficit hídrico.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Zea mays* L.; deficiência hídrica; mitigação de estresse hídrico.

### INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.), além de ser uma importante commodity, é uma cultura de grande relevância comercial e social no Nordeste do Brasil, sendo amplamente cultivado tanto para subsistência quanto para comercialização na agricultura familiar. No entanto, as condições climáticas da região resultam em grandes perdas no rendimento da cultura (DANTAS JÚNIOR e CHAVES, 2014).

Apesar de sua adaptabilidade às regiões tropicais e subtropicais, o milho enfrenta desafios significativos nas regiões semiáridas, onde o balanço hídrico negativo e a baixa disponibilidade de água no solo causam déficit hídrico. Este fator afeta negativamente funções fisiológicas e o crescimento dessa espécie em todas as suas fases fenológicas (ALORI et al., 2020; SANTOS et al., 2020).

A irrigação surge como uma solução para mitigar os efeitos do déficit hídrico, fornecendo água de forma controlada para suprir as necessidades das plantas. Contudo, nas regiões semiáridas, a baixa disponibilidade de água exige estratégias de irrigação que maximizem a eficiência do uso da água e minimizem os impactos negativos no metabolismo das plantas. Além disso, a nutrição vegetal pode desempenhar um papel crucial na tolerância ao estresse hídrico. O silício (Si), por exemplo, pode aumentar a tolerância do milho ao estresse, promover crescimento e reduzir a transpiração vegetal (ÖZDEMİR, 2021).

De acordo com Dantas Júnior e Chaves (2014), há uma falta de estudos sobre manejo de irrigação no semiárido brasileiro. Diante disso, foi realizado este trabalho, visando avaliar o crescimento do milho AG 1051 sob diferentes lâminas de irrigação e aplicação de silício em condições semiáridas.

### MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em condições de campo, entre os meses de setembro e novembro de 2023, no Centro de Ciências Humanas e Agrárias, pertencente à Universidade Estadual da Paraíba, localizado no município de Catolé do Rocha/PB (6° 20' 38" S, 37° 44' 48" O, altitude de 275 m). O clima da

região, conforme Köopen (ALVARES et al., 2013), é do tipo BSh, semiárido, quente com chuvas de verão. O solo da área experimental foi classificado como Neossolo Flúvico Eutrófico (EMBRAPA, 2018).

O delineamento utilizado foi em blocos ao acaso, no esquema de parcelas subdivididas, com quatro repetições. As parcelas principais consistiram em cinco lâminas de irrigação (60, 70, 80, 90 e 100% da Evapotranspiração da cultura - ETc), enquanto as subparcelas foram compostas por duas doses de adubo silicatado (0 e 600 mg L<sup>-1</sup> de ácido silícico). A parcela foi constituída por 24 plantas, com espaçamentos entre linhas e covas de 0,9 e 0,3 m, respectivamente. Foi avaliado o milho híbrido (*Zea mays* L.), AG 1051, da Agroceres (Monsanto). A semeadura foi realizada manualmente, utilizando-se de duas a três sementes por cova, em uma profundidade de 2 cm. Aos 10 dias após a semeadura (DAS), foi feito o desbaste, deixando-se duas plantas por cova, resultando em uma densidade 74 mil plantas ha<sup>-1</sup>.

A evapotranspiração da cultura (ETc) foi obtida pelo produto entre a evapotranspiração de referência (ET<sub>0</sub>, mm dia<sup>-1</sup>), estimada a partir dos dados de evaporação do tanque Classe "A" e corrigida pelo Kt do tanque (0,75); e o coeficiente de cultura (Kc), adaptado de Doorenbos e Pruitt (1977). Os valores de Kc foram 0,7 no estágio I e 1,1 no estágio III. No estágio II, utilizou-se uma ponderação linear entre o final do estágio I e o início do estágio IV. Para obter o uso consuntivo das plantas (Uc), foi considerado o percentual de área molhada (P) = 100%. Assim, a lâmina de irrigação líquida diária (LLD = ETc) foi calculada pela seguinte equação: LLD = Uc × P/100 (mm d<sup>-1</sup>). A diferenciação das lâminas foi iniciada aos 10 DAS.

O fornecimento do silício foi realizado por meio de pulverizações foliares, entre 17h00 e 18h00, fracionadas em três aplicações (15, 30 e 45 DAS), aplicando-se solução com concentração 600 mg L<sup>-1</sup> de ácido silícico até o ponto de escorrimento nas folhas. Para quebrar a tensão superficial da água, foi utilizado o espalhante adesivo não iônico Haiten®. A deriva do ar entre as plantas foi controlada com uma cortina de lona plástica que envolveu toda a subparcela durante a aplicação da solução.

Aos 45 DAS, foram avaliadas as variáveis: altura da planta (AP), medida do nível do solo até a ponta da última folha; diâmetro do caule (DC), com paquímetro digital modelo Stainlees Steel; número de folhas (NF); e área foliar (AF), estimada pela multiplicação do comprimento da folha pela largura e pelo fator de correção de 0,70 (SANDINI e FANCELLI, 2000).

Os dados foram submetidos ao teste de normalidade dos erros de Shapiro-Wilk e ao teste de homogeneidade das variâncias de Bartlett. Em seguida, foi aplicada a análise de variância pelo teste F (p ≤ 0,05). Conforme a significância dos fatores, foi aplicada a regressão linear (R<sup>2</sup> > 0,6). Para a realização das análises foi utilizado o software estatístico R (TEAM, 2020).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 contém o resumo das análises de variância das características de crescimento do milho AG 1051 submetido a diferentes lâminas de irrigação e doses de adubação com silício. Verificou-se que a altura da planta, o diâmetro do caule e a área foliar foram afetados de maneira significativa pela interação entre lâminas e silício (p ≤ 0,01). O número de folhas, por sua vez, foi influenciado significativamente apenas pelas lâminas de irrigação (p ≤ 0,01).

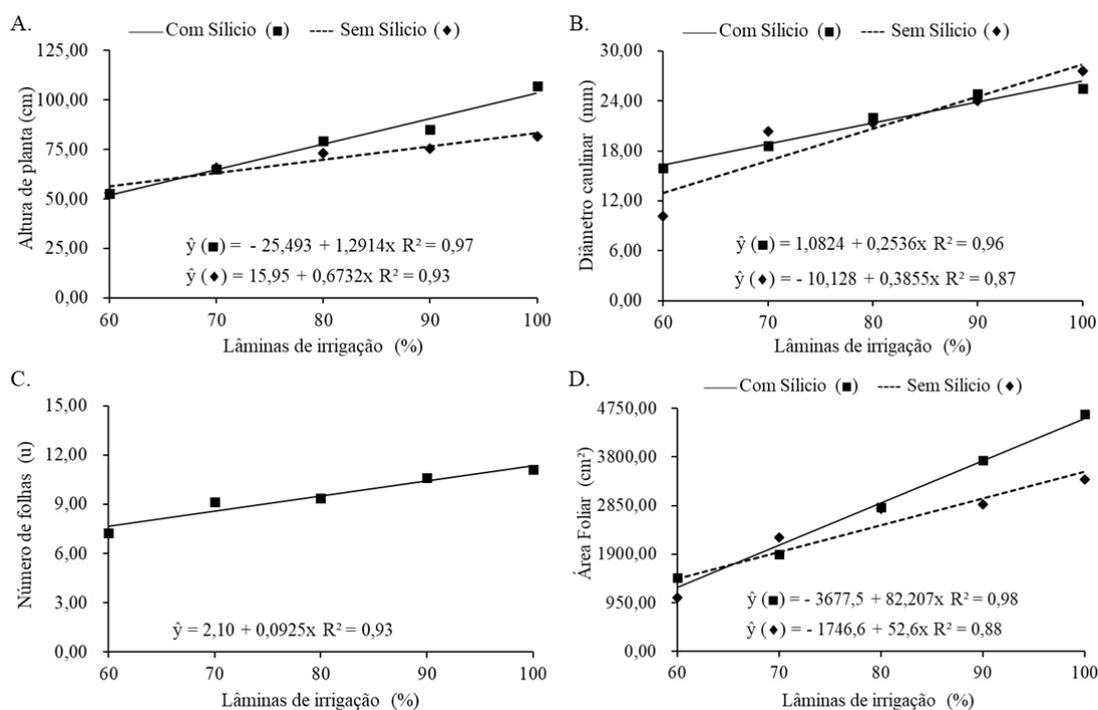
**Tabela 1.** Resumo das análises de variância para as variáveis altura de planta (AP), diâmetro caulinar (DC), número de folhas (NF) e área foliar, em milho forrageiro (AG 1051) submetido a diferentes lâminas de irrigação e adubação com silício.

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios			
		AP	DC	NF	AF
Bloco	3	44,24*	5,69*	0,06 <sup>ns</sup>	477819,59**
Lâmina (LM)	4	1974,08**	214,33**	18,25**	9142498,49**
Erro A	12	11,95	1,42	0,40	15207,76
Silício (Si)	1	641,36**	2,12 <sup>ns</sup>	1,60 <sup>ns</sup>	1915375,22**
LM x Si	4	227,26**	22,43**	1,10 <sup>ns</sup>	819543,76**
Erro B	15	1,76	1,30	0,80	1726,85
CV (A) (%)	-	4,68	5,65	6,66	4,60
CV (B) (%)	-	1,80	5,41	9,42	1,55

<sup>ns</sup> - não significativo; \*, \*\* - significativo a p ≤ 0,05 e p ≤ 0,01, pelo Teste F; GL - graus de liberdade; CV - coeficiente de variação.

Os dados de altura das plantas, tanto com quanto sem silício, ajustaram-se ao modelo linear crescente em função das lâminas de irrigação (Figura 1A). Quando houve adubação com silício, a AP teve aumento de 1,29 cm por incremento unitário da lâmina de irrigação, alcançando um total de 103,65 cm na lâmina correspondente a 100% da ETc. Nas plantas sem aplicação de Si, também houve aumento da AP em função das lâminas, embora de forma menos acentuada. Nestas plantas, a AP aumentou 0,67 cm por incremento unitário da lâmina, resultando em uma altura de 83,27 cm na lâmina de 100% da ETc. Esses resultados destacam os benefícios do uso de silício no cultivo de milho, que promove o desenvolvimento de plantas mais robustas e, conseqüentemente, uma maior produção de biomassa.

Em relação ao diâmetro do caule, também foi observada tendência linear crescente dos dados em função das lâminas de irrigação, tanto nas plantas adubadas com silício quanto nas sem adubação (Figura 1B). Houve aumentos de 0,25 e 0,38 mm no diâmetro caulinar, por cada incremento unitário da lâmina, nas plantas com e sem silício, respectivamente. Os pontos máximos dessa variável, registrados na lâmina de 100% da ETc, foram de 26,44 mm nas plantas com silício e 28,42 mm nas plantas sem silício. É importante ressaltar que, na lâmina de 60% da ETc, considerada como déficit hídrico, o diâmetro caulinar das plantas suplementadas com silício foi 60% superior ao das plantas sem silício. Isso evidencia a importância do Si como elemento atenuador de estresse, reduzindo os efeitos negativos da deficiência hídrica e proporcionando plantas com caule mais robusto. No trabalho de Idrees et al. (2024), também foram observados benefícios do silício no crescimento e em outras características de milho sob condições de deficiência hídrica. Younas et al. (2022) explicam que o alívio dos efeitos do estresse hídrico em milho ocorre devido a melhorias na atividade de enzimas antioxidantes, no status hídrico e na fotossíntese das plantas, proporcionadas pela aplicação de silício.



**Figura 1.** Altura de planta (A), diâmetro caulinar (B), número de folhas (C) e área foliar (D) de milho forrageiro (AG 1051) submetido a diferentes lâminas de irrigação e adubação com silício.

O número de folhas das plantas não foi influenciado pela aplicação de silício. Apenas os níveis de irrigação causaram alterações nesta variável. Observou-se um efeito linear crescente (Figura 1C), com o número de folhas aumentando em 0,09 por cada incremento unitário da lâmina de irrigação. As plantas alcançaram um valor máximo de 11,35 folhas na lâmina correspondente a 100% da evapotranspiração da cultura. Na menor lâmina estudada (60% da ETc), a média foi de 7,65 folhas, uma redução de 32,6% em comparação com a maior lâmina. Em condições de deficiência hídrica, essa redução no número de folhas e/ou na área foliar é um processo comum nas plantas para diminuir a superfície transpirante e evitar perdas excessivas de água por transpiração (TAIZ et al., 2017).

Os benefícios da aplicação de silício também foram notáveis na área foliar das plantas (Figura 1D). Com a suplementação de silício, essa característica aumentou em 82,20 cm<sup>2</sup> por incremento unitário na lâmina de irrigação, alcançando um máximo de 4543,2 cm<sup>2</sup> com irrigação a 100% da ETc. Por outro lado, sem aplicação de silício, a área foliar também aumentou, mas de forma menos acentuada. Sem a suplementação com Si, as plantas tiveram um aumento de 52,6 cm<sup>2</sup> na AF por cada aumento unitário da lâmina, chegando a 3513,4 cm<sup>2</sup> na lâmina máxima avaliada.

## CONCLUSÕES

O crescimento do milho AG 1051 foi beneficiado com o aumento da lâmina de irrigação. A aplicação de silício promoveu um crescimento mais robusto nas plantas, tanto em condições de plena irrigação quanto em condições de déficit hídrico. Esses achados reforçam a importância do silício como elemento benéfico na mitigação do estresse hídrico e na otimização do crescimento das plantas de milho.

## REFERÊNCIAS

ALORI, E. T.; EMMANUEL, O. C.; GLICK, B. R.; BABALOLA, O. O. Plant-archaea relationships: a potential means to improve crop production in arid and semi-arid regions. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, v. 36, n. 9, p. 133, 2020.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C. GONÇALVES, J. L. M.; G. SPAROVEK. Köppen's climate classification map for Brasil. *Meteorologisch*, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

DANTAS JUNIOR, E. E.; CHAVES, L. H. G. Yield and water use efficiency of green maize planted in conditions Brazilian semiarid. *Agricultural Sciences*, v. 5, n. 6, p. 498-503, 2014.

DOORENBOS, J.; PRUITT, W. O. Guidelines for predicting crop water requirements. 2. ed. Roma: FAO, 1977.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília: Embrapa Solos. v. 3, p. 353, 2018.

IDREES, K.; AZIZ, A.; NAEEM, M.; AZHAR, M. F.; FAROOQ, S.; HUSSAIN, M. Combined Application of Zinc and Silicon Improved Growth, Gas Exchange Traits, and Productivity of Maize (*Zea mays* L.) Under Water Stress. *Silicon*, v. 16, p. 831-841, 2024.

ÖZDEMİR, E. Silicon stimulated bioactive and physiological metabolisms of purple corn (*Zea mays* indentata l.) under deficit and well-watered conditions. *Biotech*, v. 11, n. 7, p. 319, 2021.

SANDINI, I.; FANCELLI, A. L. Milho: estratégias de manejo para a Região Sul. Guarapuava: Cooperativa Agrária/FAPA/ESALQ/USP, 2000.

SANTOS, R. L. V.; BARBOSA, J. P. F.; SOUZA, W. C. L.; SILVA, L. E. B.; BRITO, D. R.; BRITO, D. B. Yield of hybrid corn (*Zea mays* L.) AG 1051 under different plant populations under drip irrigation in Agreste Alagoano. *Revista Ambientale*, v. 12, n. 1, p. 1-9, 2020.

TEAM, R. C. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2020.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I.; MURPHY, A. Fisiologia e desenvolvimento vegetal. 6.ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 888p.

YOUNAS, H. S.; ABID, M.; ASHRAF, M.; SHAABAN, M. Seed priming with silicon and chitosan for alleviating water stress effects in maize (*Zea Mays* L.) by improving antioxidant enzyme activities, water status and photosynthesis. *Journal of Plant Nutrition*, v. 45, p. 2263-2276, 2022.