

Depleção de água e adubação silicatada em batata-doce no semiárido paraibano

Mikaelle Fernandes Suassuna de Lima¹, Caio da Silva Sousa¹, Fernando Nóbrega Targino¹, José Paulo Costa Diniz¹,
Evandro Franklin de Mesquita^{*1}, Lourival Ferreira Cavalcante^{*2}

¹Universidade Estadual da Paraíba, mikaellefernandes94@gmail.com; caio_silvacr@hotmail.com;
Fernando.nt20@gmail.com; josepaulo.rc06@gmail.com; elmesquita4@uepb.edu.br; ²Universidade Federal da Paraíba,
lofeca@cca.ufpb.br.

RESUMO: Objetivou-se avaliar a produção de raiz, ramos e a qualidade de batata-doce sob lâminas de irrigação e doses de silício no solo. Os tratamentos foram em parcelas subdivididas distribuídas em blocos casualizados com três repetições usando o esquema fatorial 2×5 , totalizando 30 unidades experimentais. As parcelas foram as duas lâminas de irrigação 100 e 50% da Evapotranspiração da cultura - ETc e as subparcelas foram as cinco doses de silício correspondentes a 25, 50, 75 e 100% da dose padrão 1,75 g planta, encontrando as doses de 0,0; 0,5; 1; 1,5 e 2 g planta. Os tratamentos foram submetidos a uma mesma adubação mineral com NPK oriunda de ureia, superfosfato simples e cloreto de potássio. As variáveis analisadas foram diâmetro caulinar, número de ramos, massa verde da parte aérea, massa média de raízes comerciais e produtividade comercial. Pelos resultados, A aplicação de Si até 1,4 g por planta de batata doce atenua os efeitos negativos do estresse hídrico, e aumenta o crescimento, a produção de massa verde e a produtividade dos tubérculos. A redução de 100% para 50% da ETc proporcionou redução de crescimento, massa verde da parte aérea e produtividade dos tubérculos.

PALAVRAS-CHAVE: *Ipomoea batatas* (L.) Lam; Produtividade; Dióxido de silício.

INTRODUÇÃO

A produção brasileira de batata-doce no ano de 2014 chegou a 2.461.727 t, sendo as regiões de maior produção a Norte (1.671.433 t.) e Nordeste (420.837 t.). Entre os estados do Nordeste, as maiores produções são encontradas no Piauí, Sergipe e Paraíba (IBGE, 2018). A batata-doce por ter um sistema radicular de crescimento rápido favorece a absorção de nutrientes de forma eficiente, no entanto as condições do solo influenciam diretamente na sua resposta a adubação (BRITO et al., 2006). De acordo com Araújo et al. (2012), desde o estágio inicial até a colheita, o fornecimento adequado de nutrientes é fundamental para a produção de hortaliças. A carência ou excessividade de nutrientes pode causar estresse as plantas devido ao desequilíbrio nutricional, interferindo intrinsecamente na produtividade.

As condições do solo influenciam diretamente a resposta da batata-doce em relação à adubação. Em solos com fertilidade Baixa, ao usar fertilizantes minerais e orgânicos, percebe-se significativo incremento na produtividade (MONTEIRO et al., 1997). De acordo com Santos et al. (2006), ao estudarem a adubação com esterco bovino em batata-doce, constatam produção elevada de raízes ao utilizarem 32 t ha⁻¹ de esterco bovino para a produção total, representando incremento de 112% comparado a produção sem o respectivo insumo orgânico. Para Pilon (2011), a aplicação de Si favorece o crescimento das plantas em condição de disponibilidade hídrica adequada.

Para Silva et al. (2015), essa cultura tem grande importância econômica e social, devido a rusticidade da batata, a facilidade de adaptação ao clima e grande capacidade produtiva de energia em tempo curto. Para o desenvolvimento das plantas o clima é de extrema importância, elas são influenciadas de forma benéfica ou maléfica pelos fatores climáticos como temperatura e luminosidade (SANTOS et al., 2010). As características de solo, relevo, umidade de ar e solo influenciam no desenvolvimento e produtividade de culturas agrícolas.

Diante disso, Objetivou-se avaliar a produção e qualidade da batata-doce adubada com silício em condição de déficit hídrico no semiárido paraibano.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido entre 10 de outubro de 2018 a 12 de fevereiro de 2019, nas dependências do Centro de Ciências Humanas e Agrárias, na Universidade estadual da Paraíba, em Catolé do Rocha-PB.. O município está inserido na região semiárida do Alto sertão paraibano (6° 20'38" S, 37°44'48" O e altitude de 275 m).

O solo da área, conforme os critérios do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos - SiBCS (EMBRAPA, 2018), é classificado como NEOSSOLO FULVICO Eutrófico não salino quanto aos aspectos da salinidade. Na camada de 0-20 cm apresentam os atributos químicos e físicos (Tabela 01), conforme as metodologias sugeridas pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA (DONAGEMA et al., 2011).

Tabela 1. Caracterização química e física do solo utilizado no experimento. Catolé do Rocha-PB, 2018.

Características químicas									
pH	P	K	Ca	Mg	Na	Al	Al+H	Si	MO
	...mg dm ⁻³cmloc dm ⁻³					mg dm ⁻³	g kg ⁻¹
6,7	16,19	458	1,49	0,54	0,10	0,0	0,0	10	11,59
Características físicas									
Areia	Silte	Argila	DS	DP	P	CC	PM	ADS	
.....g kg ⁻¹ g cm ⁻³%.....				
661	213	126	1,51	2,76	45	23,52	7,35	16,71	

Ds= Densidade do solo; DP= Densidade de partículas; P= Porosidade do solo; CC= Capacidade de campo; PM = ponto de murcha; ADS= Água disponível no solo.

O clima da região segundo a classificação de Köopen (ALVARES, et al., 2014) BSh semiárido, quente com chuvas de verão e, segundo a divisão do Estado da Paraíba em regiões bioclimáticas, possui bioclima 4bTh de seca média com 5 a 7 meses secos. A estação chuvosa ocorre entre os meses de janeiro a julho (SILVA, 2019). Os tratamentos foram em parcelas subdivididas distribuídas em blocos casualizados com três repetições usando o esquema fatorial 2A x 5S, totalizando 30 unidades experimentais. As parcelas foram as duas lâminas de irrigação 100 e 50% da Evapotranspiração da cultura - ETc e as subparcelas foram as cinco doses de silício correspondentes a 25, 50, 75 e 100% da dose padrão 1,75 g planta, encontrando as doses de 0,0; 0,5; 1; 1,5 e 2 g, conforme Pilon (2011).

As parcelas foram constituídas por três leiras preparadas manualmente com 4 m de comprimento, 0,40 m de largura e 0,35 m de altura, com volume de 0,84 m³ (560 dm³), espaçadas de 1 m, para estudo da parcela central. A subparcela foi separada da outra na mesma linha de 0,5 m. Dessa forma cada parcela deve ter comprimento de 20 m, e aplicado 47 kg de esterco bovino (Tabela 02) para elevar o teor de matéria orgânica do solo de 1,1% para 2,5%, conforme a expressão sugestão de Bertino et al. (2015).

$$QEB (g) = (25 \text{ g kg}^{-1} - \text{TMOSP}) \times \text{VL} \times \text{ds} \times \text{UE} / \text{TMOEB}$$

Em que:

QEB = Massa de esterco bovino descontada a umidade (g);

TMOSP = Teor de matéria orgânica que o solo possui;

VL = Volume do leirão (dm³);

ds = Densidade do solo (g dm⁻³);

UE = Umidade do esterco bovino (%);

TMOEB = Teor de matéria orgânica existente no esterco bovino.

Tabela 02. Caracterização química do esterco bovino utilizado como fonte de matéria orgânica.

N	P	K	Ca	Mg	Na	Zn	Cu	Fe	Mn	M.O	CO	C/N
.....g kg ⁻¹mg kg ⁻¹g kg ⁻¹		
14,29	2,57	16,79	15,55	4,02	5,59	60	22	8550	325	396,0	229,7	16:1

M.O= Matéria orgânica do solo; CO= Carbono orgânico.

O Silício fornecido foi dióxido de silício amorfo (910g/kg), sintético, composto de nanopartículas de SiO₂ com uma elevada atividade superficial devido à elevada densidade radical silanol (SiO₂.nH₂O), adquirido na Empresa Diatom, sendo fornecido em três aplicações de 1/3 no preparo dos leirões, aos 30 e 60 dias após o plantio das ramas sementes de batata-doce, variedade Campina (casca rosa) de maior aceitação no mercado local. As plantas foram submetidas a uma mesma adubação mineral com NPK oriunda de ureia, super fosfato simples e cloreto de potássio, 20 kg por hectare de N-P₂O₅ e K₂O, sendo o fósforo aplicado todo em fundação e nitrogênio e potássio aos 45 dias após o plantio das ramas de batata doce, conforme sugestão do Instituto Agrônômico de Pernambuco (IPA, 2008). A irrigação foi realizada diariamente utilizando o método localizado por gotejamento com vazão de gotejador (q) = 1,6 L h⁻¹, de acordo com a evapotranspiração da cultura-ETc (mm d⁻¹). O cálculo foi feito com base na *evapotranspiração de referência (ETo, mm d⁻¹)*, estimada pelo *tanque Classe A* e corrigida pelo Kc do tanque (0,75), posteriormente, foi determinado a evapotranspiração da cultura (ETc) = ET₀ versus o Kc da cultura de acordo com o estágio de desenvolvimento da planta, obtendo o uso consultivo (Uc), considerando o percentual de área molhada (P) = 100%. Com isso, para fins do cálculo da lâmina de irrigação líquida diária (LLD = ETc), incluindo a fração 6/7 de irrigação do domingo, teve-se LLD = Uc x P/100 (mm d⁻¹); a partir deste valor, determinou as lâminas aplicadas correspondentes a 50 e 100% LLD que foram aplicadas diariamente, exceto no domingo, isto é, na lâmina de 100% ETc foi duas fitas e na lâmina 50% ETc foi uma fita por canteiro. As variáveis atribuídas no experimento foram: coeficiente do tanque classe A (Kp) = 0,75; coeficiente de cultivo variável de acordo com o estágio da cultura (Kc) = serão 0,4; 0,8 e 1,0 e 1,4 nos primeiros 30 dias após o plantio (DAP), dos 30 aos 60 DAP, dos 60 aos 90 DAP e dos 90 até 130 DAP (Doorenbos e Kassam, 1994; Doorenbos e Pruit, 1997). A diferenciação das lâminas iniciou-se aos 15 dias após o plantio (DAP).

Antes de serem transplantadas às ramas de bata-doce foram padronizadas com tamanho em média de 35 centímetros, objetivando manter a homogeneidade em comprimento, diâmetro e número de entrenós de 8 a 12. As raízes foram colhidas aos 124 dias após o transplante, acondicionadas em recipientes devidamente identificados, dispostos em caixas, posteriormente foram contadas, pesadas e medidas longitudinal e equatorialmente. Foram avaliadas o diâmetro caulinar (DC - mm), número de ramos de batata doce (NR), massa verde da parte aérea (MVPA- g), massa média de raízes comerciais de batata doce (MMRC - g) e produtividade comercial de raízes de batata doce (kg ha^{-1}). Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F. Após analisar a significância dos fatores, aplicou-se o teste Tukey e regressão linear ou polinomial, usando o software SISVAR (FERREIRA, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com o teste F houve efeito significativo da interação lâminas e silício para o diâmetro caulinar (DC - mm), número de ramos de batata doce (NR), massa verde da parte aérea (MVPA - g) e produtividade comercial de raízes de batata doce (kg ha^{-1}) (Tabela 03). Para massa média de raízes batata doce houve efeito significativo apenas dos fatores isolados, lâminas de irrigação e doses de silício.

Tabela 03. Resumo da análise de variância para as variáveis de diâmetro caulinar (DC - mm), número de ramos de batata doce (NR), massa verde da parte aérea (MVPA- g), massa média de raízes comerciais de batata doce (MMRC - g) e produtividade comercial de raízes de batata doce (kg ha^{-1}) sob regime hídrico e adubação silicatada. Catolé do Rocha-PB, 2019.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios				
		DC	NR	MVPA	MMRC	Prod.
Bloco	3	2,92 ^{ns}	4,63 ^{ns}	0,003 ^{ns}	3924,10 ^{ns}	2414069,45 24 ^{ns}
Lâminas (L)	1	13,80 ^{ns}	158,0 0 ^{ns}	0,083 ^{ns}	26223,10*	583890759,84**
Erro A	3	23,94	16,17	0,017	1574,86	15134113,51
Silício (Si)	4	511,09**	120,50**	0,166**	7327,43*	117890216,96**
Interação L x Si	4	43,09**	21,50*	0,034**	3569,40 ^{ns}	23402017,84*
Erro B	36	40,72	5,23	0,04	1890,12	11705487,49
CV parcela (%)	-	14,06	15,16	10,82	14,80	26,72
CV subparcela (%)	-	6,48	9,09	5,55	16,21	23,50

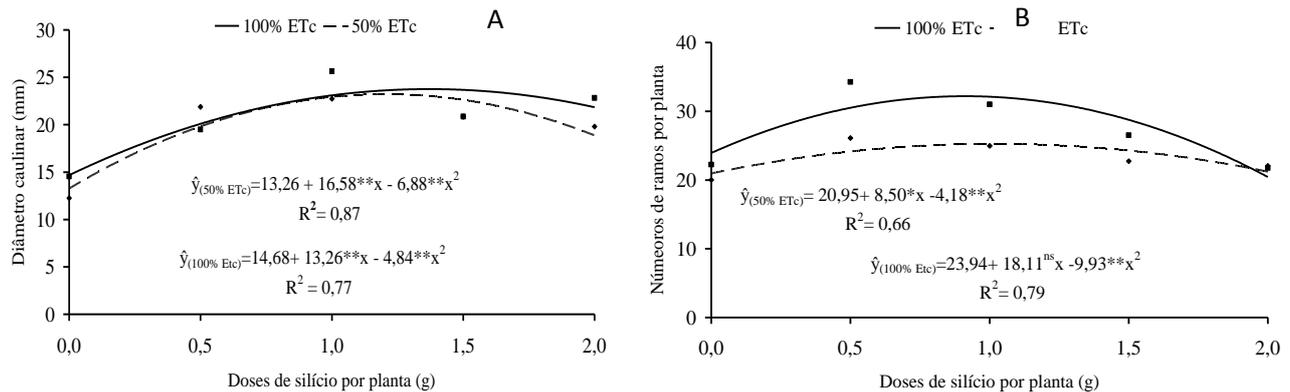
CV: coeficiente de variação; *, ** efeito significativo ao nível de 5% e 1% pelo teste F, respectivamente.

A aplicação de silício na dose de 1,37 g/planta promoveu maior diâmetro caulinar das plantas (23,76 mm) irrigadas com 100% ETc (Figura 01A). Já para 50% ETC, a aplicação de 1,2 g/planta de silício proporcionou maior diâmetro caulinar de 23,24 mm, e acima da dose estimada houve decréscimo. A similaridade entre os diâmetros caulinares de batata doce submetidas a 50% e 100% ETc pode estar relacionado à aplicação de silício, uma vez que o elemento causa redução na taxa de transpiração através dos estômatos, indicando que o silício influencia o movimento dos estômatos, fato confirmado por Gao et al. (2006) ao observarem que o silício melhorou a eficiência do uso da água em plantas de milho.

Verifica-se, na Figura 01B, maiores valores de 25 e 32 ramos por planta com aplicação de silício alcançadas teoricamente nas doses estimadas de 1,02 e 0,91 g/planta, quando às plantas foram irrigadas com as lâminas de 50 e 100% ETc, respectivamente, com uma superioridade de 28% nas plantas cultivadas sem estresse hídrico. Esta superioridade é devido a cultura ser C₃, com isso, conforme, Taiz et al. (2017), são necessários cerca 400 moléculas de água perdida para cada molécula de CO₂ fixada na fotossíntese, dando uma razão de transpiração de 400 e tem uma eficiência no uso da água de 1/400 ou 0,0025. Portanto, é uma cultura com via fotossintética C₃, que necessita de condições ideais de umidade de solo para absorver água e manter o processo de transpiração, e expressar todo seu potencial genético.

Mesmo as plantas irrigadas com 50% da ETc, o número de ramos de batata doce foi compatível aos cultivos convencionais, haja vista, que a presença de silício disponível no solo às plantas parece trazer benefícios à cultura em relação ao déficit hídrico devido ao acúmulo de sílica na parede celular reduz a perda de água por transpiração, podendo ser um fator de adaptação ao estresse hídrico. Ahmed et al. (2013) afirmam que à adubação com silício está ligado ao ajustamento do potencial hídrico, com aumento no teor de água nas plantas, melhorando a eficiência fotossintética quando as plantas são submetidas a estresse hídrico. No mesmo raciocínio, Camargo (2016) afirma que a absorção de silício pelas plantas reduziu o efeito do estresse hídrico por evitar a compressão dos vasos quando há altas de transpiração.

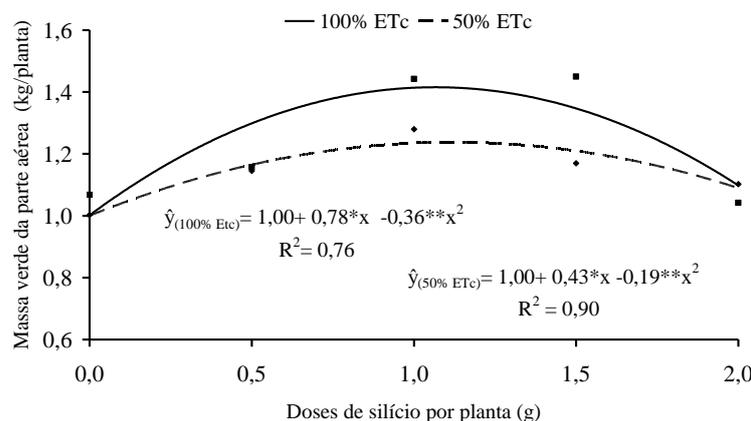
Figura 01. Diâmetro caulinar (A), número de ramos por planta (B) da batata doce sob lâminas de irrigação e adubação silicatada.



Verifica-se maiores valores de 1,42 e 1,24 kg/planta de massa verde da parte aérea da batata doce quando às plantas foram irrigadas com as lâminas de 100 e 50% ETC com superioridade de 14,51% nas plantas cultivadas sem estresse hídrico em comparação àquelas com déficit hídrico (Figura 02). Esta superioridade da massa verde total da parte aérea pode estar relacionada maior conteúdo de água no solo, que favorece ao maior potencial (Ψ) foliar e de turgor das células guardas, e em consequência, abre os estômatos, e inverso, quando o solo está sob déficit hídrico, a transferência de solutos para das células-guarda para as células subsidiárias aumenta o tamanho e a pressão de turgor das células subsidiárias empurram as células guardas, causando o fechamento estomático (TAIZ et al. 2017), afetando todos os processos fisiológicas das plantas, e, conseqüentemente, menor crescimento e produção de fitomassa das plantas, inclusive da batata doce.

A produção de massa verde total das plantas submetidas ao estresse hídrico foi superior aos da média de 590 g/planta de clones de batata doce obtidos por Andrade Júnior et al. (2012). Isto mostra o efeito benéfico do silício para atenuar os efeitos deletérios do estresse hídrico às plantas, fato confirmado por Mauad et al. (2012), que observaram sob condições de estresse hídrico, que o silício melhorou a tolerância ao estresse hídrico para a cultura do arroz.

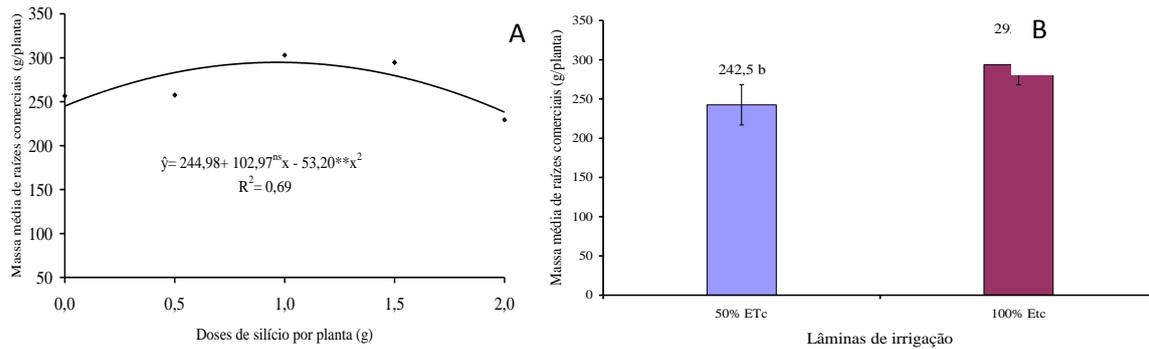
Figura 02. Massa verde total da parte aérea por planta (kg/planta) de batata doce sob lâminas de irrigação e adubação silicatada.



A aplicação de silício proporcionou tendência quadrática na massa média de raiz comercial, constatando-se na dose máxima de 0,97 g/planta maior massa média de 294,80 g/raiz, decrescendo a partir daí até a dose de 2 g/planta (Figura 03A). conforme relatam Taiz et al. (2017), a medida que a disponibilidade e a absorção de um nutriente continua a aumentar, é alcançada um ponto no qual a adição posterior de nutriente não é mais relacionada a aumento no crescimento, e conseqüentemente, na produtividade, mas é refletida somente nas concentrações aumentadas nos tecidos, e ainda, do ponto de vista nutricional, os estudos relacionados com a interação de Si com outros nutrientes ainda são escassos para a cultura da batata doce, conforme Zi-chuan et al. (2018), que aplicação de silício pode aumentar a absorção de nutrientes.

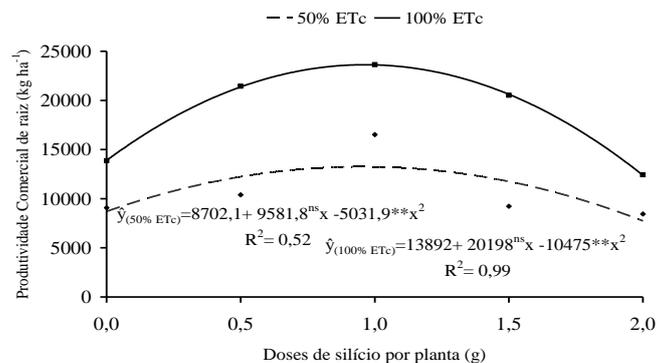
Em relação às lâminas de irrigação (Figura 03B), observa-se superioridade da lâmina de 100% ETC na ordem de 21,11% em comparação às plantas irrigadas com 50% ETC, cujo valores foram de 293,7 e 242,5 g/raiz, respectivamente, mas, ambas, estão superior a 80 g, que considerados raízes comerciais de acordo com a Emepa (2003).

Figura 03. Massa média de raízes comerciais de batata doce (g/raiz) de batata doce sob adubação silicatada (A) e lâminas irrigação (B).



As doses de silício influenciaram de forma polinomial quadrática a produtividade comercial das plantas, com valores máximos de 23.628,32 e 13.263,52 kg ha⁻¹ quando aplicou 0,96 e 0,95 g/planta de silício, irrigadas com 100% e 50 ETc, respectivamente, decrescente a produtividade comercial de batata-doce com aumento das doses acima das estimadas, e observa-se um decréscimo de 78,14% das plantas cultivadas com estresse hídrico em comparação àqueles tratamentos sem déficit hídrico (Figura 04). , conforme Taiz et al. (2017), este decréscimo ocorreu devido a diminuição do potencial hidráulica do solo em virtude do menor teor de água no solo irrigado com 50% ETc, com isso, o fluxo de água é limitado aos canais menos numerosos e mais estreito, dificultando a absorção pelas às plantas. Os resultados obtidos foram superiores as médias da Paraíba e Brasil, cujas valores são de 7,8 t ha⁻¹ e 14,5 t ha⁻¹, respectivamente (IBGE, 2018). Também foram superiores aos 14.748 e 20.590 kg/ha, obtidos por Sorrato et al. (2012), adubando as plantas sem e com silício, respectivamente.

Figura 04. Produtividade comercial de raízes (Kg ha⁻¹) de batata doce sob adubação silicatada (A) e lâminas irrigação (B).



CONCLUSÕES

A aplicação de Si até 1,4 g por planta de batata doce atenua os efeitos negativos do estresse hídrico, e aumenta o crescimento, a produção de massa verde e a produtividade dos tubérculos.

A redução de 100% para 50% da ETc, proporcionou redução de crescimento, massa verde da parte aérea e produtividade dos tubérculos.

REFERÊNCIAS

AHMED, M.; KAMARAN, A.; ASIF, M.; QADEER, U.; AHMED, Z. I.; GOYAL, A. Silicon priming: a potential source to impart abiotic stress tolerance in wheat. Australian journal of crop Science. v. 4, p. 484-491, 2013.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; MORAES, J. L.; GONÇALVES, J. L. M.; Gerd Sparovek. Köppen's climate classification map for Brazil. Meteorologische Zeitschrift, v. 22, n. 6, p.711-728, 2014.

ANDRADE JÚNIOR, V. C.; VIANA, D. J. S.; PINTO, N. A.; RIBEIRO, K. G.; PEREIRA, R. C.; NEIVA, I. P.; AZEVEDO, A. M.; ANDRADE, P. C. R. Características produtivas e qualitativas de ramas e raízes de batata-doce Valter C de Andrade Júnior. Horticultura brasileira, v. 30, n. 4, 2012.

LIMA, M. F. S. et al. Depleção de água e adubação silicatada em batata-doce no semiárido paraibano. In: II Congresso Paraibano de Agroecologia & IV Exposição Tecnológica, 2019. Anais... Caderno Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, Pombal, v. 9, n.7, e-7043, 2019.

ARAÚJO, H. S.; QUADROS, B. R. DE; CARDOSO, A. I. I.; CORRÊA, C. V. Doses de potássio em cobertura na cultura da abóbora. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v.42, p.469-475, 2012.

BERTINO, A. M. P.; MESQUITA, E. F.; SÁ, F. V. S.; CAVALCANTE, L. F.; FERREIRA, N. M.; PAIVA, E. P.; BRITO, M. E. B.; BERTINO, A. M. P. Growth and gas Exchange of okra under irrigation, organic fertilization and cover of soil. *African Journal of Agricultural Research*. v. 10 (40). PP. 3832-3839, 1, 2015.

BRITO, C. H.; OLIVEIRA, A. P.; ALVES, A. U.; DORNELLES C. S. M.; SANTOS, J. F.; NOBREGA, J. P. R. Produtividade da batata-doce em função de doses de K₂O em solo arenoso. *Horticultura brasileira*, v. 24, n. 3, p. 320-323, 2006.

CAMARGO, M. S. Efeito do silício na tolerância das plantas aos estresses bióticos e abióticos. Piracicaba: IPNI, *Informações agrônômicas*, n. 155, p. 1-15, 2016.

CAVALCANTE, L. F.; OLIVEIRA, F. A.; GHEYI, H. R.; CAVALCANTE, I. H. L.; SANTOS, P. D. Água para agricultura: irrigação com água de boa qualidade e água salina. In: Cavalcante, L. F (ed). *O maracujazeiro amarelo e a salinidade da água*. 1 ed. João Pessoa: Sal da Terra. Cap. 1, p. 17-65, 2012.

DONAGEMA G. K.; CAMPOS, D.V. B.; CALDERANO, S. B.; TEIXEIRA, W. G.; VIANA J. H. M. *Manual de Métodos de Análise de Solos*, 2. Ed, Embrapa Solos, 230p. (Embrapa Solos. Documentos, 132). 2011.

DOORENBOS, J.; KASSAM, A. H. Efeito da água no rendimento das culturas. Campina Grande: UFPB, (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 33). P. 306, 1994.

DOORENBOS, J.; PRUITT, J. Necessidades hídricas das culturas. Tradução de GHEYI, H. R.; METRI, J. E. C.; DAMASCENO, F. A. V. Campina Grande: UFPB. 1997. 204 p (Estudos FAO - Irrigação e Drenagem, 24).

EMBRAPA. Cultivo da batata-doce (*Ipomoea batatas* (L.) Lam). Brasília: 3. ed. Ministério da Agricultura, do Abastecimento e Reforma Agrária, (EMBRAPA-CNPQ. Instruções Técnicas, 7).2003.

EMBRAPA. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Brasília: Embrapa Solos, 5 ed. 2018. 356 p.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência & Agrotecnologia*, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, nov./dez., 2011.

GAO, X.; ZOU, C.; WANG, L.; ZHANG. Silicon Improves Water Use Efficiency in Maize Plants. *Journal of plant nutrition*. v.27, p. 1457-1470, 2006.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Produção Agrícola Municipal 2015. Rio de Janeiro: IBGE 2015. Encontrado em: <www.ibge.gov.br/estadosatemas.php?sigla=pb&tema=lavoutemporaria2014> Acesso em: 23 de junho de 2018.

MAUAD, M.; CRUSCIOL, C. A. C.; GRASSI FILHO, H.; CORRÊA, J. C. Nitrogen and silicon fertilization of upland rice. *Scientia Agrícola*, Piracicaba, v. 60, n. 4, p. 761-765, 2003.

MEDEIROS, J. F.; GHEYI, H. R.; NASCIMENTO, I. B. Salinidade de solo e da água e seus efeitos na produção agrícola. In: Recursos hídricos em regiões semiáridas. Instituto nacional do semiárido (INSA), Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), p. 190-222, 2012.

MONTEIRO F. A.; DECHEN, A. R.; CARMELO Q. C. A. Nutrição mineral e qualidade de produtos agrícolas. In: ABEAS. Curso de nutrição mineral de plantas. Piracicaba: ABEASESALQ, p. 27, 1997.

PILON, C. Aplicação de silício solúvel via solo e foliar na cultura da batata (*Solanum tuberosum* L.) sob deficiência hídrica. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Agricultura). Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”. Botucatu, São Paulo, 2011.

SANTOS, L. L.; SEABRA JÚNIOR, S.; NUNES, M. C. M. Luminosidade, temperatura do ar e do solo em ambientes de cultivo protegido. *Revista de Ciências Agro-Ambientais, Alta Floresta*, v.8, n.1, p.83- 93, 2010.

LIMA, M. F. S. et al. Depleção de água e adubação silicatada em batata-doce no semiárido paraibano. In: II Congresso Paraibano de Agroecologia & IV Exposição Tecnológica, 2019. Anais... Caderno Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, Pombal, v. 9, n.7, e-7043, 2019.

SANTOS, U. F.; OLIVEIRA, A. P.; ALVES, A. U.; BRITO, C. H.; DORNELAS, C. S. M.; NÓBREGA, J. P. R. Produção de batata-doce adubada com esterco bovino em solo com baixo teor de matéria orgânica. Horticultura Brasileira.v. 24, n. 1, p. 103-106, 2006.

SILVA, G. O.; SUINAGA, F. A.; PONIJALEKI, R.; AMARO, G. B. Desempenho de cultivares de batata-doce para caracteres relacionados com o rendimento de raiz. Revista Ceres, Viçosa, v. 62, n.4. p.379-383, 2015.

SORATTO, R. P.; FERNANDES, A. M.; CRUSCIOL, C. A. C.; SCHLICK, G. D. S. Produtividade, qualidade de tubérculos e incidência de doenças em batata, influenciados pela aplicação foliar de silício. Pesquisa agropecuária brasileira, v.47, n.7, p.1000-1006, 2012.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; NOLLER, I. M.; MURPHY A. Fisiologia e desenvolvimento vegetal. Porto Alegre:Artemed,6 ed., p.858, 2017.

ZI-CHUAN, L.; SONG, Z.; YANG A.; YU, C.; VSONG, Y.; WANG, T.; XIA, S.; LIANG, C. Impacts of silicon on biogeochemical cycles of carbon and nutrients in croplands. Journal of Integrative Agriculture, v. 17, p. 2182-2195, 2018.

AGRADECIMENTOS

Apoio financeiro: Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado da Paraíba - FAPESQ.