[**DEPLEÇÃO DE ÁGUA E ADUBAÇÃO SILICATADA EM BATATA-DOCE NO SEMIÁRIDO PARAIBANO**]

*Mikaelle Fernandes Suassuna1, Caio da Silva Sousa1, Fernando Nóbrega Targino1, José Paulo Costa Diniz1, Evandro Franklin de Mesquita\*1, Lourival Ferreira Cavalcante\*2*

1Universida de Estadual da Paraíba, [mikaellefernandes94@gmail.com](mailto:mikaellefernandes94@gmail.com), [caio\_silvacr@hotmail.com](mailto:caio_silvacr@hotmail.com), [fernando.nt20@gmail.com](mailto:fernando.nt20@gmail.com), [josepaulo.rc06@gmail.com](mailto:josepaulo.rc06@gmail.com), [elmesquita4@uepb.edu.br](mailto:elmesquita4@uepb.edu.br); 2Universidade Federal da Paraíba, [lofeca@cca.ufpb.br](mailto:lofeca@cca.ufpb.br).

**RESUMO**: objetivou-se avaliar a produção de raiz, ramas e a qualidade de batata-doce (*Ipomoea batatas* (L.) Lam) sob lâminas de irrigação e diferentes doses de silício no solo. Os tratamentos foram em parcelas subdivididas distribuídas em blocos casualizados com três repetições usando o esquema fatorial 2A × 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 (PILON, 2011), 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, via solo, à cultura da batata doce, na forma de dióxido de silício, atenua os efeitos negativos do estresse hídrico, aumentando o crescimento, produção de massa verde e 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 cultura da batata-doce (*Ipomoea batatas* (L.) Lam), não tem origem exata, aceitando-se a possibilidade de origem americana, onde, entre o México e o norte da América do Sul é a faixa provável de surgimento (SILVA et al., 2015).

No ano de 2014 a produção de batata - doce no país chegou a 2.461.727 t. Das regiões do país o Nordeste é a segunda maior produtora com 420.837 t atrás apenas da região Norte que alcança produções de 1.671.433 t. No Nordeste o estado que mais produziu essa cultura no ano de 2014 foi a Piauí com 285 t, seguido de Sergipe com 40.271 t e logo depois a Paraíba com 28.121 t. (IBGE, 2018). (A batada doce é uma cultivar a qual possui um eficiente sistema de absorção de nutriente e essa eficiencia se dar devido aos seus sistema raicular que é muito amplo favorecendo assim a absorção, 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 estádio 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 desequilibrio nutricional, interferindo intrinsecamente na produtividade.

Devido ao acelerado crescimento populacional no mundo, há necessidade de maior produção alimentícia , dessa forma as áreas agricultáveis se expandiram em todo o mundo, com o uso da irrigação para suprimento da carência hídrica em regiões semiáridas (MEDEIROS et al., 2012). Para Cavalcante et al. (2012) a irrigação é de extrema importância para agricultura contribuindo com mais de 40% da produção de alimentos consumidos mundialmente, no entanto, são adicionados sais no solo independente da qualidade da água utilizada.

As condições do solo influenciam diretamente a resposta da batata-doce em relação a adubação. Em solos com fertilidade Baixa, ao usar fertilizantes minerais e orgânicos, percebe-se significativo incremento na produtvidade (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 pantas o clima é de extema 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 de raiz e de ramas e a qualidade de batata-doce sob lâminas de irrigação e doses de silício no solo.

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, pertencente a Universidade estadual da Paraíba, localizada na cidade de Catolé do Rocha, situado na Mesorregião do Alto Sertão paraibano, Microrregião de Catolé do Rocha-PB. O município está inserido na região semiárida do Alto sertão paraibano, situado pelos pontos das coordenadas geográficas: latitude 6º 20’38” Sul, longitude 37044’48” a Oeste do Meridiano de Greenwich e a uma 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 | | C | | MO |
|  | ...mg dm-3...... | | | | .....................cmloc dm-3.......................... | | | | | | | | | | .....g kg-1.... | | |
| 6,7 | 16,19 | | 458 | | 1,49 | | 0,54 | | 0,10 | | 0,0 | | 0,0 | | 6,72 | | 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), como 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 de janeiro a julho, sendo que nesta época as chuvas caem mais nos meses de fevereiro, março e maio o que chamamos de inverno. Os tratamentos foram em parcelas subdivididas distribuídas em blocos casualizados com três repetições usando o esquema fatorial 2A × 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 (PILON, 2011), encontrando as doses de 0,0; 0,5; 1; 1,5 e 2 g planta. Cada tratamento ou subparcela foi constituído (a) 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. Cada 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 1,1% para 2,5%, conforme a expressão sugestão de Bertino et al. (2015).

QEB (g) = (25 g kg-1- TMOSP) x VL x ds x UE/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-1................................. | | | | | | ...............mg kg-1................. | | | | .......g. 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 foi fornecido, conforme os tratamentos em três aplicações de 1/3 no preparo dos leirões, aos 30 e 60 dias após o plantio das ramas sementes de batata doce (*Ipomea batatas*), variedade Campina (casca rosa) de maior aceitação no mercado local. As plantas foram submetidos a uma mesma adubação mineral com NPK oriunda de ureia, super fosfato simples e cloreto de potássio 20 de kg por hectare de N-P2O5 e K2O, sendo o fósforo aplicado todo em fundação e nitrogênio e potássio aos 45 dias após o plantios das ramas de batata doce, conforme sugestão do Instituto Agronômico de Pernambuco (IPA, 2008). A irrigação das plantas foi realizada com água de 0,84 dS m-1(Tabela 03) diariamente pelo método de irrigação localizada, adotando o sistema por gotejamento com vazão do 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 ecorrigida 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 por 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 & Kassam, 1994; Doorenbos & Pruit, 1997). A diferenciação das lâminas iniciou-se aos 15 dias após o plantio (DAP). No local do experimento foram registrados os dados de pluviosidade, valores diários de evaporação do tanque classe ‘A’, temperatura e umidade relativa do ar e teor de orvalho. 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. A colheita foi realizada ao final do ciclo da cultura aos 124 após o transplantio, onde foram coletadas as raízes, acondicionadas em recipientes devidamente identificados, dispostos em caixas, posteriormente foram contadas, pesadas e medidas longitudinal e equatorialmente. Foram avaliadas 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. Os resultados foram submetidos à análise de variância para 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 (Tabela 03) houve efeito significativo,à 1 a 5% de probabilidade, para a interação lâminas versus silício, indicando que o diâmetro caulinar, número de ramos de batata doce (NR), massa verde da parte aérea (MVPA- g) e produtividade comercial de raízes de batata doce depende das lâminas de irrigação e adubação silicatada, que os fatores são dependentes. O resumo da análise de variância (Tabela 3) mostra que houve diferença significativa entre as lâminas de irrigação e adubação com silício, a 5% de probabilidade, para massa média de raízes batata doce, e não houve efeito da interação, indicando que as lâminas de irrigação independe da adubação com silício. O coeficiente de variação variou entre 6,48 a 26,72, indicando boa precisão experimental, conforme Ferreira (2011).

**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 | 2,92ns | 4,63ns | 0,003ns | 3924,10ns | 2414069,45 24 ns |
| Lâminas (L) | 1 | 13,80ns | 158,0 0ns | 0,083ns | 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 A (%) | - | 14,06 | 15,16 | 10,82 | 14,80 | 26,72 |
| CV B (%) | - | 6,48 | 9,09 | 5,55 | 16,21 | 23,50 |

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

Na Tabela 03, visualiza-se que o diâmetro caulinar da batata doce foi afetada pelas lâminas de irrigação e adubação silicatada. Observa-se na (Figura 01 A), que na dose 1,37 g/planta de dióxido de silício, utilizando como fonte de silício, o diâmetro caulinar das plantas irrigadas com a lâmina de 100% ETc atingiu valor de 23,76 mm e com o aumento das doses de silícico até 2 g/planta, o diâmetro caulinar permaneceu praticamente constante. Com a aplicação de 1,2 g/planta de silicio, o diâmetro caulinar atingiu o valor de 23,24 mm, também apresentando um decréscimo com o aumento das doses de silício. A similaridade entre os diâmetros caulinares de batata doce submetidas a 50% e 100% ETc pode estar relacionado à aplicação de sílicio, 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 observaram que o silício melherou a eficiência do uso da água em plantas de milho.

Pelos dados da (Figura 01 B), verifica-se maiores valores de 25 e 32 ramos por planta, alcançadas teoricamente nas doses estimadas de 1,02 e 0,91 g/planta de silicio, quando às plantas foram irrigadas com as lâminas de 50 e 100% ETc, respectivamente, com uma superioridade de 28% nas plantas cultuadas sem estresse hídrico. Esta superioridade no número de ramos de batata doce cultivada sem estresse 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 1/400ou 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. Analogicamente, 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 submetidos a estresse hídrico. No mesmo raciocínio, Camargo (2016) afirma que a absorção de silício pelas as plantas reduziu o efeito do estresse hídrico por evitar a compressão dos vasos quando há altas de transpiração.



B

A

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

Pelos dados da (Figura 02), verifica-se maiores valores de 1,42 e 1,24 kg/planta de massa verde da parte aérea de rama por de batata doce Granfina, quando às plantas foram irrigadas com as lâminas de 100 e 50% ETc com uma superioridade de 14,51% na massa verde total da parte aérea das cultivas sem estresse hídrico em comparação àquelas formadas com déficit hídrico. Esta superioridade da massa verde total da parte aérea pode estar relacionada maior conteúdo de água no solo, que favorece a 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, conseguintemente, 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 monstra 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 reduz o teor de prolina do arroz de sequeiro plantas nas fases vegetativa e reprodutiva, e aumentou a atividade da peroxidase no sistema na fase reprodutiva, indicando que o silício melhorou a tolerância ao estresse hídrico.



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

As doses de silício proporcionaram um comportamento quadrático, constatando-se que a dose máxima eficiência física de 0,97 g/planta proporcionou maior massa média de 294,80 g/raiz, decrescendo a partir daí até a dose máxima aplicada de 2 g/planta (Figura 03 A), 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 consequentemente, na produtividade, mas é refletida somente nas concentrações aumentadas nos tecidos, fato confirmado na pesquisa, e ainda, do ponto de vista nutricional, os estudos relacionados com a interação de Si com outros nutrientes ainda são escassas 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 03 B), observa-se um superioridade de 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).

|  |
| --- |
| A  B |
|  |

**Figura 03**. Massa verde total da parte aérea por planta (g/raiz) de batata doce sob adubação silicatada (A) e lâminas irrigação (B).

As doses de silício influenciaram de forma polinomial quadrática com produtividades comerciais máximas de 23.628,32 e 13.263,52 kg ha-1, quando foram adubadas com 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, cuja 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 comerial de raizes (Kg ha-1) de batata doce sob adubação silicatada (A) e lâminas irrigação (B).

ConclusÕES

A aplicação de Si, via solo, à cultura da batata doce, na forma de dióxido de silício, 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 jornal 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.

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 gás 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 agronômicas, 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-CNPH. 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/estadosattemas.php?sigla=pb&tema=lavoutemporária2014> 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 Agricola, 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), Uiversidade 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.

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. Desemprenho de cultivares de batata-doce para caracteres relacionados com o rendimento de raíz. 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](https://www.sciencedirect.com/science/journal/20953119), v. 17, p. 2182-2195, 2018.