



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM HORTICULTURA
TROPICAL**

CESENILDO DE FIGUEIREDO SUASSUNA

**ADUBAÇÃO NITROGENADA ASSOCIADA À APLICAÇÃO
DE SILÍCIO NA CULTURA DA ABOBRINHA**

**POMBAL - PB
2019**

CESENILDO DE FIGUEIREDO SUASSUNA

**ADUBAÇÃO NITROGENADA ASSOCIADA À APLICAÇÃO
DE SILÍCIO NA CULTURA DA ABOBRINHA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Campina Grande, como parte das exigências do programa de Pós-Graduação em Horticultura Tropical, para obtenção do título de mestre.

Orientador: Prof. Dr. Evandro Franklin de Mesquita

**POMBAL - PB
2019**

S939a Suassuna, Cesenildo de Figueiredo.

Adubação nitrogenada associada à aplicação de silício na cultura da abobrinha / Cesenildo de Figueiredo Suassuna. – Pombal, 2019.

52 f. : il. color.

Dissertação (Mestrado em Horticultura Tropical) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, 2019.

"Orientação: Prof. Dr. Evandro Franklin de Mesquita". Referências.

1. Cultura da abobrinha. 2. *Curcubita Pepo* L. 3. Adubação silicatada. 4. Nitrogênio. I. Mesquita, Evandro Franklin de. II. Título.

CDU 635.623(043)

CESENILDO DE FIGUEIREDO SUASSUNA

**ADUBAÇÃO NITROGENADA ASSOCIADA À APLICAÇÃO
DE SILÍCIO NA CULTURA DA ABOBRINHA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Campina Grande, como parte das exigências do programa de Pós-Graduação em Horticultura Tropical, para obtenção do título de mestre.

Aprovada em: 19 / Agosto / 2019

Evandro Franklin de Mesquita

Prof. Dr. Evandro Franklin de Mesquita
CCHA/DAE/UEPB
Orientador

Dalila Regina Mota de Melo

Prof.ª. Dr.ª. Dalila Regina Mota de Melo
CCHA/DAE/UEPB
Examinadora

Jussara Silva Dantas

Prof.ª. Dr.ª. Jussara Silva Dantas
CCTA/UACTA/UFCG
Examinadora

AGRADECIMENTOS

À Deus todo poderoso pela dádiva da vida;

À minha família pelo apoio diário;

Ao professor Evandro Franklin de Mesquita pela atenção prestada de forma humanizada e pelos valiosos conhecimentos transmitidos durante a orientação;

Ao professor João Batista dos Santos pela valiosa contribuição;

À UFCG pelo apoio prestado;

Aos amigos: Albanisa Pereira de Lima Santos, Jakson de Mesquita Alves, Caio da Silva Sousa, Alex Serafim de Lima, Francisca Lacerda da Silva e Lucimara Ferreira de Figueredo pelo apoio;

À UEPB junto ao Centro de Ciências Humanas e Agrárias pelo apoio e pela disponibilização de espaço para realização do experimento;

À Maria Patrícia Bezerra da Silva pelo apoio e incentivo nas horas

RESUMO

SUASSUNA, Cesenildo de Figueiredo. **ADUBAÇÃO NITROGENADA ASSOCIADA À APLICAÇÃO DE SILÍCIO NA CULTURA DA ABOBRINHA**, 2019. 52p. Dissertação (Mestrado em Horticultura Tropical)- Universidade Federal de Campina Grande, Pombal- PB

Sempre que quantidade disponível de um nutriente no solo for inferior à necessidade das plantas, é necessário fornecer este nutriente através da adubação para evitar a deficiência nutricional, dentre as quais a de nitrogênio é uma das mais críticas, sendo portanto de fundamental importância a adubação nitrogenada. Além da falta de nutrientes, a planta pode sofrer diversos tipos de estresse que podem ser minimizados através da adubação silicatada. Objetivou-se com este trabalho, avaliar o efeito da adubação nitrogenada associada a aplicação foliar de silício sobre o crescimento, fitossoma, nutrição, produção e qualidade da abobrinha italiana. O experimento foi conduzido nas instalações da EUPB, Campus – IV, CCHA em delineamento de blocos casualizados (DBC) em esquema fatorial 5 x 2 com 3 repetições. Os tratamentos consistiram em cinco doses de nitrogênio (30; 60; 90; 120 e 150 kg ha⁻¹ de N) e aplicação de silício (sem e com aplicação de 6,0 g planta⁻¹). As variáveis analisadas foram: área foliar; altura de plantas; diâmetro do caule; número de folhas teores foliares de N, P, K, Ca, Mg e S; massa seca das folhas, do caule e da parte aérea; número de frutos por planta; peso de frutos por planta; peso médio de frutos; produtividade; comprimento e diâmetro do fruto; espessura da casca e da polpa; peso da casca e da polpa; pH; sólidos solúveis; acidez titulável; vitamina C; glicose e frutose. A dose de nitrogênio estimada de 114,51 Kg ha⁻¹ promoveu a maior produtividade 54,94 t ha⁻¹. A aplicação de silício proporcionou produtividade 20,2% maior em comparação às plantas que não receberam silício. A dose de N estimada de 98,33 Kg ha⁻¹ proporcionou maiores pesos dos frutos independentemente da aplicação de silício. O maior peso da polpa foi proporcionado pela dose de N estimada de 106,52 Kg ha⁻¹ não sendo afetado pela aplicação de silício. As doses de nitrogênio influenciaram negativamente os teores de glicose e frutose no fruto.

Palavras-chave: *Curcubita Pepo* L., Nitrogênio, Adubação silicatada.

ABSTRACT

SUASSUNA, Cesenildo de Figueiredo. **Nitrogen fertilization associated with silicon application in culture of zucchini**, 2019. 52p. Dissertation (Master Degree in Tropical Horticulture) - Federal University of Campina Grande, Pombal-PB

Whenever available nutrient content in the soil is lower than the need for plants, it is necessary to supply this nutrient through fertilization to avoid nutritional deficiency, among which nitrogen is one of the most critical and therefore nitrogen fertilization is of fundamental importance. In addition to the lack of nutrients the plant can undergo different types of extractions that can be minimized through silicate fertilization. The objective of this study was to evaluate the effect of nitrogen fertilization associated with silicon foliar application on the growth, phytosis, nutrition, yield and quality of the Italian zucchini. The experiment was carried out at the facilities of EUPB, Campus - IV, CCHA in a randomized block design (DBC) in a 5 x 2 factorial scheme with 3 replications. The traces. The experiment was conducted . The experiment was conducted at the facilities of EUPB, Campus - IV, CCHA, in a randomized block design (DBC) in a 5 x 2 factorial scheme with 3 replications. The treatments consisted of five nitrogen doses (30, 60, 90, 120 and 150 kg ha⁻¹ of N) and silicon application (without and with application of 6.0 g plant⁻¹). The variables analyzed were: leaf area; plant height; stem diameter; number of leaves leaf contents of N, P, K, Ca, Mg and S; dry mass of leaves, stem and shoot; number of fruits per plant; fruit weight per plant; average weight of fruits; productivity; fruit length and diameter; peel and pulp thickness; peel and pulp weight; pH; soluble solids; titratable acidity; Vitamin C; glucose and fructose. The estimated nitrogen dose of 114.51 kg ha⁻¹ promoted the highest productivity 54.94 t ha⁻¹. Silicon application yielded 20.2% higher yield compared to plants that did not receive silicon. The estimated N dose of 98.33 Kg ha⁻¹ provided higher fruit weight regardless of silicon application. The highest pulp weight was provided by the estimated N dose of 106.52 Kg ha⁻¹ and was not affected by silicon application. Nitrogen rates negatively influenced fruit glucose and fructose levels.

Keywords: Curcubita Pepo L., Nitrogen, Silicate fertilization.

SUMÁRIO

RESUMO	04
ABSTRACT	05
SUMÁRIO	06
1 INTRODUÇÃO	07
2 REFERENCIAL TEÓRICO	08
2.1 A cultura da abobrinha	08
2.2 Nutrição mineral de plantas	09
2.2.1 Nitrogênio	09
2.2.1 Silício	11
3 MATERIAL E MÉTODOS	13
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	18
4.1 Crescimento	18
4.2 Nutrição	22
4.3 Fitomassa seca	28
4.4 Produção	31
4.5 Qualidade de frutos	35
5 CONCLUSÃO	47
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	48

1 INTRODUÇÃO

A camada de terra arável que compreende aproximadamente quarenta centímetros de profundidade é a porção do solo de maior importância para as plantas. É nesta camada que se encontra a maior parte do húmus no solo além de ser um reservatório de nutrientes para as plantas. Em condições naturais o solo conserva ou, ainda que muito lentamente, aumenta sua fertilidade. Porém, a exploração agrícola tende a reduzir a fertilidade dos solos por motivos diversos, como por exemplo a exportação de nutrientes através da colheita e a maior exposição do solo, o tornando mais susceptível à erosão provocando a perda de camadas de solo fértil. Sempre que a quantidade disponível de um nutriente no solo for inferior à necessidade das plantas é necessário fornecer este nutriente através da adubação, que nos dias atuais é feita predominantemente através de fertilizantes químicos (MALAVOLTA; PIMENTEL-GOMES & ALCARDE, 2002).

Com exceção do estresse hídrico a deficiência de nitrogênio é a que promove os efeitos mais dramáticos nas plantas. A baixa disponibilidade deste nutriente promove estiolamento das plantas e clorose generalizada das folhas, e ocorre retardo no crescimento das plantas que ficam com aparência raquítica. Isso mostra a necessidade da adubação nitrogenada na exploração comercial das culturas agrícolas. Além das deficiências nutricionais, outros fatores podem prejudicar o crescimento e a produtividade das plantas. Durante o ciclo de vida das culturas estas podem ser atacadas por pragas e agentes causadores de doenças além de poderem sofrer os efeitos da toxicidade de metais presentes no solo. Altas temperaturas também podem ser prejudiciais fazendo as plantas transpirem em excesso perdendo grandes quantidades de água. Esses problemas podem ser minimizados através da adubação com silício que proporciona às plantas maior resistência aos estresses bióticos e abióticos (EPSTEIN & BLOOM, 2006), haja vista, que em regiões de clima semi-árido as plantas costumam sofrer com altas temperaturas e baixa disponibilidade de água na estação seca, sendo o regime pluvial da cidade de Catolé do Rocha-PB extremamente irregular, com a estação chuvosa durando cerca de três meses (fevereiro a abril) e chovendo nesta o equivalente a 70 % do total anual, e também o período de alta demanda atmosférica e estiagem, correspondentes aos meses de agosto a novembro, os valores de ETo encontra-se em média de 7 mm dia⁻¹.

A cultura da abobrinha tem ganhado destaque entre as olerícolas por apresentar boa aceitação pelos consumidores e poder ser produzida durante todo o ano configurando assim uma cultura com grande potencial de comércio (AZAMBUJA et al., 2015). Para alcançar a

máxima produtividade é de fundamental importância fazer aplicação de fertilizantes nitrogenados (PÔRTO et al., 2012), que é o terceiro elemento mineral na composição das folhas de abobrinha, conforme (ARAÚJO et al., 2012). Porém, o manejo adequado da adubação da fonte, dose, época e local de aplicação são essenciais para manter a fertilidade do solo e o uso excessivo de fertilizantes, que causa desperdício e contaminação ambiental, pois o excesso pode ser lixiviado para o lençol freático, contaminando águas (AZAMBUJA et al., 2015). Sendo assim, faz-se necessário obter a quantidade ideal de N a ser aplicado via adubação para promover o máximo rendimento das culturas, inclusive a abobrinha. Ainda, vale destacar que os solos do semi-árido paraibano apresentam baixos teores de matéria orgânica, geralmente, inferiores a 1,2%, necessitando da técnica da adubação mineral ou orgânica.

Considerando o que foi exposto, objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito da adubação nitrogenada associada a aplicação foliar de silício sobre o crescimento, fitomassa, nutrição, produção e qualidade da abobrinha italiana.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A cultura da abobrinha

A abobrinha-italiana (*curcubita pepo* L.) pertence à família curcubitaceae e também é conhecida no Brasil como abóbora de moita ou abobrinha de tronco (PÔRTO et al., 2012). A cultura teve se originou na região central do México e as plantas de abobrinha apresentam hábito de crescimento ereto com hastes curtas assumindo uma forma de moita e, portanto, se adequa melhor à espaçamentos menores em comparação à outras cucurbitáceas de ramas longas. As folhas são verdes com manchas de coloração acinzentada. O sistema radicular é superficial apesar de a raiz principal poder atingir profundidades maiores que um metro. A cultura apresenta florescimento monóico com flores amarelas. As flores femininas se apresentam em menor quantidade que as masculinas e apresenta ovários alongados que sugerem o aspecto dos frutos aos quais darão origem. Os frutos apresentam formato quase cilíndrico com cerca de 20 cm de comprimento e devem ser colhidos ainda imaturos (FILGUEIRA, 2007).

A cultura é favorecida por temperatura amenas, porém temperatura excessivamente baixas são prejudiciais. Altas temperatura prejudicam a polinização e também o desenvolvimento dos frutos o que compromete a produção. As plantas de abobrinha são sensíveis ao excesso de água no solo e por isso se adaptam melhor à solos de boa capacidade

de drenagem e são exigentes quanto ao pH se desenvolvendo melhor na faixa entre 5,6 e 6,7. Na estação seca é necessário irrigar para garantir o suprimento de água adequado às plantas (FILGUEIRA, 2007).

Os frutos de abobrinha, principalmente quando consumidos com casca, são uma boa fonte de nutrientes apresentando em sua composição vitaminas A, B₂, B₅ e C além de minerais como cobre, manganês, zinco, cálcio, ferro e fósforo (LUENGO, 2011).

Segundo o instituto brasileiro de geografia e estatística (IBGE) em 2017 o Brasil produziu 228.943 toneladas de abobrinha sendo destas 5.034 toneladas produzidas na região nordeste. A Paraíba produziu 390 toneladas neste mesmo ano sendo o terceiro maior produtor entre os estados do Nordeste ficando atrás da Bahia e do Ceará que produziram, respectivamente, 2.641 e 954 toneladas. A cidade de Catolé do Rocha produziu 2 toneladas.

2.2 Nutrição mineral de plantas

O solo, além de proporcionar sustentação para as plantas, é o reservatório de onde, em condições naturais, as plantas reitam os nutrientes necessários ao seu desenvolvimento (MALAVOLTA, PIMENTEL-GOMES & ALCARDE, 2002). Entre os elementos presentes no solo alguns são chamados de nutrientes essenciais por atenderem certos critérios que os torna indispensáveis às plantas a exemplo de o elemento ser um componente de uma molécula que faz parte da estrutura ou do metabolismo das plantas e a planta sofrer graves anomalias no seu desenvolvimento em função da privação deste elemento com por exemplo o nitrogênio. Além dos elementos essenciais também existem os elementos benéficos que apesar de não serem indispensáveis a sua disponibilidade pode proporcionar melhorias significativas no desenvolvimento das culturas com destaque para o silício que pode ser considerado de forma informal como nutriente “quase essencial” (EPSTEIN & BLOOM, 2006).

2.2.1 Nitrogênio

O nitrogênio (N) é um nutriente mineral de elevada importância para as plantas, sendo geralmente o mineral mais requerido por estas. A quantidade de nitrogênio nas plantas só é inferior as quantidades de oxigênio, carbono e hidrogênio. É um constituinte de diversos componentes das células vegetais como a molécula da clorofila, os aminoácidos e os ácidos

nucleícos. A atmosfera terrestre contém cerca de 78% de nitrogênio na forma molecular N_2 em que 2 átomos de nitrogênio estão ligados entre si por uma ligação covalente tripla ($N\equiv N$) que precisa ser quebrada para converter a molécula de N_2 em amônio (NH_3) ou nitrato (NO_3^-). Este processo é conhecido como fixação do nitrogênio e ocorre naturalmente sendo possível também ser realizado industrialmente (TAIZ et al., 2017).

O amônio, quando no solo, encontra-se adsorvido nas partículas coloidais. Já o nitrato, que possui carga negativa, torna-se um componente da solução do solo e por isso pode ser facilmente lixiviado sendo que as perdas de nitrogênio no solo ocorrem principalmente por lixiviação desnitrificação e volatilização da amônia (KERBAUY, 2008).

O N está presente no solo predominantemente na forma orgânica necessitando passar pelo processo de mineralização para estar disponível para as plantas. Esse processo é realizado por diversos tipos de microrganismos que decompõe a matéria orgânica como forma de obtenção de energia. Ao passo em que o N orgânico é mineralizado, o processo inverso também acontece graças à microrganismos que incorporam o N inorgânico à suas células. Esse processo é denominado imobilização do N e após a morte destes microrganismos o N pode ser novamente mineralizado constituindo assim um subciclo dentro do ciclo do nitrogênio. A maior parte do N absorvido pelas plantas encontra-se na forma de íons NH_4^+ e NO_3^- sendo este último a forma principal em que o N se encontra disponível no solo. A maioria das culturas absorvem N principalmente na forma NO_3^- porém a absorção de NH_4^+ também é significativa e proporciona maior rendimento da planta pois o NH_4^+ é a forma utilizada diretamente na formação de aminoácidos enquanto que o NO_3^- precisa ser reduzido à forma de NH_4^+ para que o N seja assimilado pela planta (NOVAIS et al., 2007).

A pesar de as plantas conseguirem metabolizar quantidades elevadas de NH_4^+ a sua absorção em excesso pode ser prejudicial, provocando redução no fluxo de água das raízes para a parte aérea e assim provocando murcha, além de poder causar clorose, necrose ou morte da planta afetada, sendo o surgimento desses sintomas dependente de fatores como a concentração de amônio, da proporção entre NH_4^+ e NO_3^- além da concentração de outros nutrientes. Após ser absorvido o NO_3^- pode ser reduzido a NH_4^+ pela ação das enzimas nitrato redutase e nitrito redutase. Entretanto, o NO_3^- também pode ser acumulado no vacúolo das células vegetais ou transportado para outras partes da planta como para as folhas via xilema ou das folhas para outras partes, geralmente via floema (FERNANDES, 2006).

Por estar presente em muitos compostos orgânicos e ser intensamente requerido pelas plantas a disponibilidade nitrogênio para as mesmas é um fator limitante à produtividade das culturas, sendo amplamente empregada na agricultura a adição de fertilizantes nitrogenados

ao solo para assim aumentar tal disponibilidade e conseqüentemente a produtividade. A capacidade de uma folha realizar mais ou menos fotossíntese está, além de outros fatores, fortemente relacionada a quantidade de nitrogênio presente na mesma pois a escassez de nitrogênio na folha fará com que esta distribua este nutriente limitado para todas as suas funções vitais enquanto que, havendo abundância de nitrogênio este poderá ser destinado em maior quantidade para as enzimas e outros componentes da fotossíntese (EPSTEIN & BLOOM, 2006).

Vários autores tem pesquisado os efeitos da adubação nitrogenada sobre diversas culturas inclusive em curcubitáceas.

Em experimento realizado por Azambuja et al (2015) estudando doses de nitrogênio (0, 50, 100, 150 e 120 kg ha⁻¹) com e sem aplicação de gel hidrorretentor na cultura da abobrinha Houve aumento linear do comprimento dos frutos, número de frutos por hectare e produtividade em função do aumento das doses de nitrogênio.

E experimento realizado por Cavalcante et al (2017) estudando doses de nitrogênio (0, 60, 90, 120, 150 e 180 Kg ha⁻¹) na cultura da abobrinha o aumento das doses de nitrogênio proporcionou aumento quadrático do peso de frutos até a dose de 180 kg ha⁻¹.

Em experimento realizado por Higuti et al (2010) testando doses de nitrogênio em fertirrigação (0, 40, 80 e 120 mg de N por litro) e doses de potássio (0, 70, 140 e 210 mg de K₂O por litro) na produção de mudas de abóbora houve crescimento linear do número de folhas, altura de plantas, massa fresca da parte aérea e massa fresca da raiz em função do aumento das doses de nitrogênio.

Em ensaio realizado por Silva et al (2014) testando doses de nitrogênio (0, 40, 80, 120 e 160 mg dm⁻³) e doses de potássio (0, 80 160, 240 320 mg dm⁻³) na cultura do melão houve aumento linear da espessura da casca e do brix de frutos em função do aumento das doses de nitrogênio.

2.2.2 Silício

O silício (Si) é um elemento presente em todos os solos e compõe cerca de 28% da crosta terrestre, e só é menos abundante que o oxigênio. Entretanto, a maioria das fontes de silício no solo são aluminossilicatos insolúveis e não estão diretamente disponíveis para serem absorvidos pelas plantas (LIANG et al., 2015).

Embora o silício não seja considerado um nutriente essencial (exceto para algas diatomáceas e plantas do grupo Equisitaceae), pois a maioria das plantas completa seu ciclo de

vida em sua ausência, as plantas podem sofrer severas anormalidades em seu crescimento e desenvolvimento quando privadas desse elemento (EPSTEIN & BLOOM, 2006).

A forma preferencial de absorção do silício pelas plantas é o ácido monossilícico (H_4SiO_4) que resulta principalmente da decomposição de tecidos vegetais. Em solos intemperizados a ciclagem do silício de resíduos vegetais é uma importante fonte desse elemento para as plantas (FERNANDES, 2006).

A capacidade de absorver e acumular silício varia de espécie para espécie e em cultivos intensivos em que há grande exportação de silício, como em cultivos de gramíneas, os teores de Si no solo podem sofrer uma rápida redução, tornando-se necessário a reposição através da adubação (FERNANDES, 2006).

Após ser transportado via xilema o silício é depositado na parede celular tornando-se imóvel e, portanto, não poderá mais ser redistribuído para outras partes da planta. Por ser transportado no sentido do fluxo da água o silício é depositado predominantemente na epiderme foliar onde ocorre grandes perdas de água (FERNANDES, 2006).

A absorção de silício pelas plantas promove maior resistência a toxicidade de certos metais como manganês e alumínio. O silício também proporciona maior rigidez às paredes celulares resultando em resistência ao acamamento e propiciando estatura mais ereta expondo as folhas de forma mais favorável à luz solar. Além disso o silício promove aos tecidos vegetais maior resistência à penetração de pragas e organismos maléficos (EPSTEIN & BLOOM, 2006).

O silício promove ainda, entre outros benefícios, maior resistência ao estresse salino e ao estresse provocado por deficiência de potássio, fósforo e ferro e por excesso de nitrogênio, fósforo e boro. Além disso proporciona redução na transpiração promovendo maior resistência ao estresse hídrico, que provoca diminuição na fotossíntese, e tolerância à altas temperaturas, bem como também maior resistência ao frio e ao congelamento (LIANG et al., 2015).

O silício, por proporcionar melhorias no crescimento e desenvolvimento das plantas, vem sendo pesquisado como uma fonte viável de adubação principalmente em gramíneas, porém ainda são raros trabalhos que testem aplicação de silício em curcubitáceas.

Em experimento realizado por Santos et al (2010) testando fontes e doses de silício sendo: Termofosfato de cálcio e magnésio (0, 250, 500, 1000, 2000 e 3000 kg ha⁻¹), silicato de cálcio e magnésio (0, 25, 50, 100, 200 e 300 kg ha⁻¹) e silicato de potássio (0, 250, 500, 1000, 1500 e 2500 ml ha⁻¹) na cultura da melancia houve aumento da produtividade em função do aumento das doses de silício até a dose de 2000 kg ha⁻¹.

Souza et al (2015) estudando doses de silício (0, 18, 24, 30 e 36 mg dm⁻³) sobre o desenvolvimento inicial de milho observaram aumento linear no diâmetro do colmo e na área foliar das plantas em função do aumento das doses de silício.

Em ensaio realizado por Pasqual et al (2011) testando dois ambientes (luz natural e artificial) e doses de silicato de cálcio (0, 0,5, 1 e 2 mg L⁻¹) em dois genótipos de orquídeas houve crescimento linear de brotos em função do aumento das doses de silicato de cálcio com exposição à luz natural.

Em experimento realizado por Jayawardana, Weerahewa & Saparamadu (2014) testando formas de aplicação de silício (radicular e foliar) por meio de solução nutritiva (75 mg de silicato de potássio por litro) na cultura da pimenta não foi observado efeito significativo da aplicação de silício sobre o número e o tamanho dos frutos.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em condições de campo, no período de dezembro de 2018 a março de 2019 (65 dias), no Setor de Agroecologia do Departamento de Agrárias e Exatas (DAE) da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), Campus IV, no município de Catolé do Rocha, Paraíba, Brasil, tendo as coordenadas geográficas de 6° 20'38" S e 37°44'48' W e 275 m de altitude acima do nível do mar.

Durante a vigência do projeto, os dados meteorológicos de temperatura e umidade relativa do ar e do solo, ponto de orvalho foram obtidos através de um Logger termo higrômetro wireles a cada hora, pluviosidade e evaporação do tanque de Classe A foram obtidas na estação meteorológica da Escola Agrotécnica do Cajueiro/UEPB/Campus IV. As médias de temperatura do ar e umidade relativa do ar, no período de condução do experimento, estão descritas nas Figuras 1 e 2.

Figura 1. Temperatura média do ar e umidade relativa do ar diurno e noturno durante a execução do experimento.

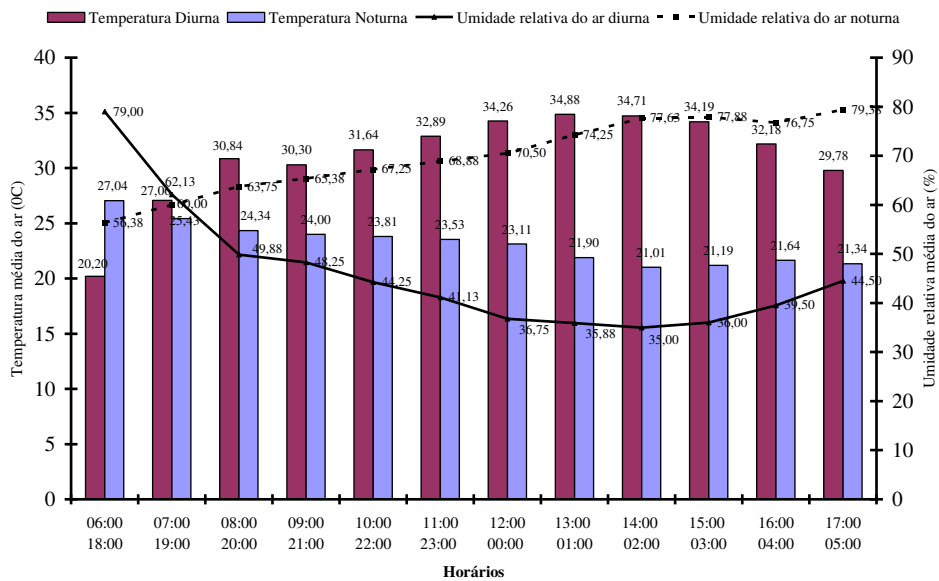
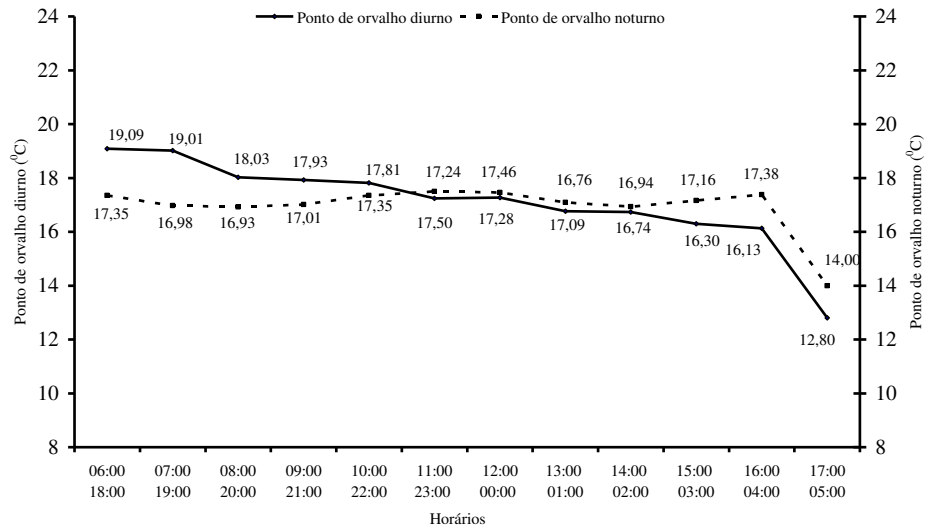


Figura 2. Ponto médio de orvalho diurno e noturno durante a execução do experimento.



A cultivar de abobrinha utilizada foi a Caserta, sendo conduzida em um espaçamento de 1 x 1 m. O plantio foi realizado através de semeadura direta em covas que foram abertas nas dimensões de 30 x 30 x 30 cm, e adicionado 1,43 kg cova⁻¹ de esterco bovino (Tabela 1).

Tabela 1. Características químicas do esterco bovino utilizado.

N	P	K	Ca	Mg	Na	Zn	Cu	Fe	Mn	MOS	CO	C/N
.....g kg ⁻¹mg kg ⁻¹g kg ⁻¹				
12,76	2,57	16,79	15,55	4,02	5,59	60	22	8550	325	396,0	229,7	18:1

EMPARN (20188888); MOS= Matéria orgânica do solo; CO=Carbono orgânico; C/N= Carbone/nitrogenio.

Para elevar o teor de matéria orgânica do solo de 1,2% para 2,0% através da dição de esterco bovino foi utilizada a seguinte formula:

$$M = \frac{[(DMA - DMOEX) * Vc * Dg * UEB]}{TMOEB}$$

Onde, M= quantidade de esterco bovino a ser aplicado por cova (g); DMA= dose de matéria orgânica a ser elevada no solo (g kg⁻¹); Vc= volume da copa (cm³); Dg= densidade do solo; DEMOX= dose de matéria orgânica existente no solo (g kg⁻¹); TMOEB = teor de matéria orgânica existente no esterco bovino (g kg⁻¹); UEB= umidade do esterco bovino seco ao ar.

Em cada cova também foram adicionadas 20 g de superfosfato simples (21% P₂O₅ e 18% de S), utilizada fonte de fósforo e foram semeadas 3 sementes por cova com a emergência completa das plantas finalizando aos 5 dias após a semeadura (DAS). Aos 10 DAS quando as plantas estavam com duas ou três folhas definitivas foi realizando um desbaste, deixando apenas a planta mais vigorosa por cova.

O solo da área experimental é classificado como NEOSSOLO FLÚVICO Eutrófico, de textura franco arenosa (EMBRAPA, 2018). Foram coletadas amostras compostas na camada de 0-20 cm de profundidade, antes da instalação do experimento, para análise de fertilidade e física do solo (Tabela 2) e química do esterco bovino (Tabela 1), conforme metodologia propostas pela EMBRAPA (2011). O solo foi preparado por aração sequenciado por gradagem.

Tabela 2. Características químicas e físicas do Neossolo Flúvico Eutrófico utilizado no experimento.

Características químicas (Fertilidade)												
pH	Ca	Mg	Na	K	S	H+Al	CTC	V	CO	MO	N	FA
.....cmol _c dm ⁻³ %mg dm ⁻³ ..	
6,7	1,49	0,54	0,10	1,72	3,85	0,00	3,85	100%	0,67	1,2	0,07	16,83
Características físicas												
Areia	Silte	Argila	CT	DG	DP	PT	CC	PMP	AD			
.....g Kg ⁻¹g dm ⁻³			(%)	g Kg ⁻¹			

640,0	206,0	154,0	Franco arenoso	1,54	2,68	42,54	146,9	76,60	70,3
-------	-------	-------	----------------	------	------	-------	-------	-------	------

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.

Os tratamentos foram distribuídos em esquema fatorial 5 x 2 com delineamento em blocos casualizados (DBC), com três repetições, perfazendo 30 parcelas. Cada parcela de 5 m de comprimento e 3 metros de largura foi composta por três linhas, sendo cinco plantas por linha, totalizando quinze plantas por parcela, e foram avaliadas as duas plantas centrais da fileira do meio. Os tratamentos corresponderam a cinco doses de nitrogênio (30; 60; 90; 120 e 150 kg ha⁻¹ de N) e aplicação de silício (sem e com aplicação foliar). O nível de silício foi baseado em uma estimativa de 60 kg ha⁻¹ adaptado de (LOZANO et al., 2018). A fonte de nitrogênio utilizada foi ureia CO(NH₂)₂ (45% de N).

O Si foi parcelado igualmente em duas aplicações, sendo a primeira aos 14 DAP e a segunda aos 28 DAP via foliar. Assim sendo, na primeira aplicação diluiu-se 540 g de 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) em 30 L de água. Na segunda aplicação diluiu-se 540 g em 40 L de água aplicando-se uniformemente sobre as plantas, com o auxílio de uma bomba costal com capacidade para 10 L de solução, perfazendo um total de 1,080 kg de dióxido de silício. A dubação de cobertura de potássio foi efetuada com sulfato de potássio (K₂SO₄), contendo 53% K₂O e 18% de S, aos 14 e 28 DAP, colocando 5 g por cova.

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-ET_c (mm d⁻¹). O cálculo foi feito com base na evaporação de referência (ET₀, mm d⁻¹), estimada pelo *tanque Classe A* e corrigida pelo K_c do tanque (0,75), posteriormente, foi determinado a evapotranspiração da cultura (ET_c)= ET₀ versus o K_c da cultura de acordo com o estágio de desenvolvimento da planta (ET_c mm dia⁻¹), obtendo o uso consultivo (U_c), considerando o percentual de área molhada (P) = 50%. Com isso, para fins do cálculo da lâmina de irrigação líquida diária (LLD = ET_c), incluindo a fração 6/7 de irrigação do domingo, teve-se LLD = U_c x P/100 (mm d⁻¹); a partir deste valor, determinou a lâmina aplicada correspondente 100% LLD, que foi aplicada diariamente, exceto no domingo. As variáveis atribuídas no experimento foram: coeficiente do tanque classe A (K_p) = 0,75; coeficiente de cultivo variável de acordo com o estágio da cultura (K_c) = serão 0,7;0,7; 0,75 e 0,80 nas fases Inicial, desenvolvimento do cultivo, intermediário e coberta (Doorenbos & Kassam, 1994; Doorenbos & Pruit, 1997).

Tabela 3. Caracterização química da água utilizada no experimento. Catolé do Rocha-PB, 2018.

pH	CE	SO ₄ ⁻²	Mg ⁺²	Na ⁺	K ⁺	Ca ⁺²	CO ₃ ⁻²	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	RAS	Classificação
.....mmloc L ⁻¹											
6,9	0,84	0,18	1,48	6,45	1,21	2,50	0,00	10,75	7,00	4,57	C ₂ S ₁

CE = dS Laboratório de Análise de Solo e Água da Universidade Federal da Paraíba, campus II, Areia/PB

Ao final do experimento, aos 55 DAP, foram mensuradas as seguintes variáveis de crescimento: altura de plantas (cm) medida do nível do solo até a extremidade das folhas; diâmetro do caule (mm) medido com a utilização de um paquímetro digital, aferido no colo da planta; número de folhas por planta foi avaliado por meio de contagem, desprezando as folhas amarelecidas e/ou secas, partindo-se das folhas basais até a última folha aberta; área foliar foi feita pelo método não destrutivo multiplicando o comprimento versus a largura versus coeficiente de 0,65 obtido pelo método da pesagem da silhueta desenhada em papel conforme metodologia utilizada por (FAGUNDES; STRECK & KRUSE, 2009).

No início do florescimento, aos 28 DAP, foram coletadas 4 folhas por parcela, sendo a quarta o quinta folha a ponta do ápice, posteriormente, lavadas com água destilada, e após a secagem em estufa de circulação forçada de ar a 65°C, até atingirem massa constante, cada amostra passou pela moagem no moinho tipo Wiley. O teor de nitrogênio foi feita com digestão sulfúrica por via seca para a obtenção do extrato. A digestão – nítrico-perclórica foi utilizada para a obtenção dos extratos para as determinações dos demais nutrientes (fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre), conforme metodologias apresentadas por Malavolta et al. (1997). Assim, após estes procedimentos, os teores de macronutrientes na folha, para a avaliação do estado nutricional, foram obtidos de acordo com as recomendações de diagnose foliar propostas por (TRANI & RAIJ, 1997).

Foram coletadas duas plantas por parcela, ao final da colheita (65 DAP), para obter a fitomassa seca das folhas e dos caules que foram secos em estufa de circulação forçada de ar a 65 °C por 48 horas, e posteriormente, pesados em balança de precisão fazendo a soma dos valores de caule e folhas para obtenção da massa seca da parte aérea.

A colheita teve início, aos 55 DAP e para obtenção dos parâmetros de produção (peso médio de frutos, número de frutos por planta, peso de frutos por planta e produtividade) os frutos foram pesados em balança de precisão, sendo separados dois frutos por parcela para análise de qualidade compreendendo as variáveis espessura da casca e da polpa, peso da casca e da polpa, comprimento e diâmetro do fruto, potencial hidrogeniônico (pH), sólidos solúveis (brix), acidez titulável, ácido ascórbico (vitamina C), glicose e frutose.

O peso da casca e da polpa foram obtidos por pesagem em balança de precisão. A espessura da casca e da polpa assim como o diâmetro e o comprimento do fruto foram medidos através de paquímetro digital. Para determinação dos demais parâmetros de qualidade foram seguidas as seguintes metodologias:

- a) pH: Após a trituração dos frutos e a massa devidamente homogeneizada, sendo determinado o pH por leitura direta utilizando-se um potenciômetro (Digital DMPH-2), conforme as normas descritas em Brasil (2005);
- b) Sólidos solúveis (%): foi determinado através de leitura direta com refratômetro manual de acordo com a metodologia recomendada pela AOAC (2002);
- c) Acidez total titulavel (g.ac.citríco.100 g⁻¹ de polpa): foi determinada por titulometria, utilizando solução de NaOH 0,1 N com indicador fenolftaleína conforme o Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008);
- d) Ácido ascórbico (mg 100 g⁻¹ de polpa): determinou-se por titulometria com solução de 2,6 diclo-fenol-indofenol a 0,02% conforme Strohecker e Henning (1967);
- e) Açúcares redutores (glicose e frutose mg/g) determinados de acordo com o método de Miller (1959).

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F a 5% de probabilidade, nos casos de significância foi realizada análise de regressão polinomial para o fator nitrogênio e teste de médias (Tukey) para o fator silício. Para isso, utilizou-se o programa estatístico Sisvar versão 5.6 (FERREIRA, 2014).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foram encontrados muitos trabalhos que estudaram aplicação de silício na cultura da abobrinha italiana pois a maior parte dos experimentos de adubação silicatada são feitos para culturas gramíneas como milho e sorgo. Outra parte dos trabalhos com silício se referem ao seu uso como controlador de pragas e fungos, não avaliando seu efeito sobre o crescimento e produção das plantas. Diante disto, os resultados de algumas variáveis não puderam ser comparadas com resultados de trabalhos anteriores.

4.1 Crescimento

Houve diferença significativa a 1 e 5% de probabilidade, na interação nitrogênio versus silício sobre o crescimento em altura da planta, diâmetro caulinar e número de folhas, indicando que adubação nitrogenada depende da adubação silicatada e vice versa (FERREIRA, 2018). A área foliar sofreu efeito apenas dos fatores isolados: nitrogênio e silício, ambos a 1% de probabilidade (Tabela 4).

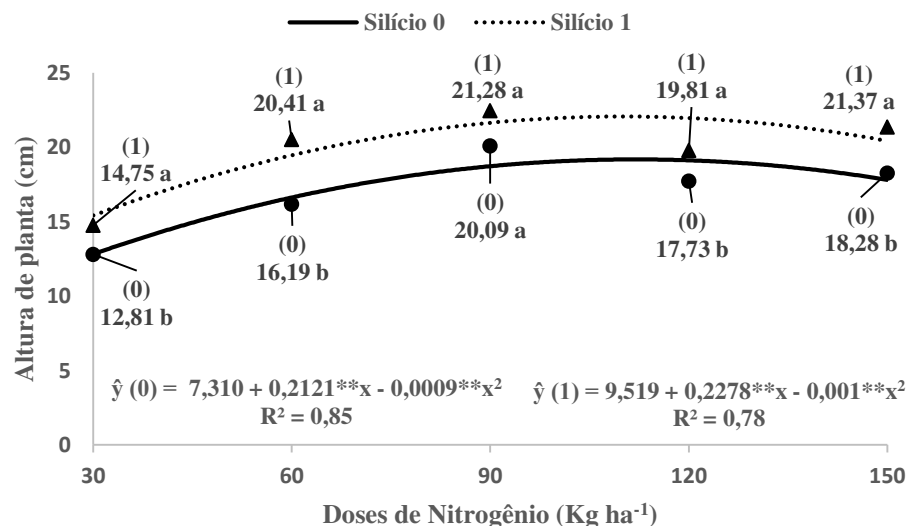
Tabela 4. Resumo da análise de variância para área foliar (AF), altura de planta (AP), diâmetro do caule (DC) e número de folhas (NF).

Fonte de variação	GL	Quadrados médios			
		AP	DC	NF	AF
Bloco	2	1,41 ^{ns}	0,045 ^{ns}	0,13 ^{ns}	386045,10 ^{ns}
Silício (S)	1	47,50 ^{**}	21,36 ^{**}	32,03 ^{**}	9041947,65 ^{**}
Doses (N)	4	42,91 ^{**}	7,618 ^{**}	29,20 ^{**}	1622418,02 ^{**}
S x N	4	2,05 [*]	0,494 ^{**}	1,37 [*]	94702,71 ^{ns}
erro	18	0,67	0,088	0,35	107389,37
CV (%)		4,50	1,55	3,81	5,19

^{ns}, ^{**}, ^{*}, respectivamente não significativo, significativo a 1 e a 5 % de probabilidade pelo teste F.

Os valores de altura das plantas cultivadas sem e com adição de silício se ajustaram ao modelo polinomial quadrático alcançando, as maiores alturas, respectivamente, 19,80 e 22,49 cm nas doses de N estimadas de 117,83 e 113,90 Kg ha⁻¹ representando um aumento de 53,97 e 45,55% em comparação à dose de 30 Kg ha⁻¹ com decréscimos de 4,70 e 5,79% dos pontos de máxima até a maior dose. As médias de silício diferiram estatisticamente entre si pelo teste Tukey nas doses de N de 30, 60 120 e 150 Kg ha⁻¹ com as maiores alturas de plantas observadas no tratamento com aplicação de silício. Na dose de 90 Kg ha⁻¹ as médias de silício foram estatisticamente semelhantes (Figura 3).

Figura 3. Regressão e teste Tukey, ao nível de % de probabilidade, para altura de planta em função de doses de nitrogênio sem (S0) e com aplicação de silício (S1).

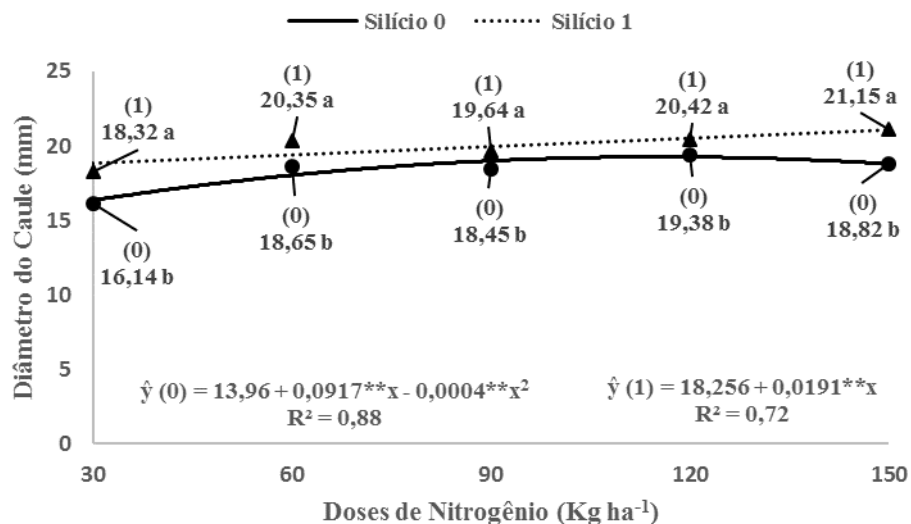


DMS = 1,4. Médias seguidas da mesma letra na vertical não diferem pelo teste Tukey.

Higuti et al (2010) testando doses de nitrogênio em fertirrigação (0, 40, 80 e 120 mg de N por litro) e doses de potássio (0, 70, 140 e 210 mg de K₂O por litro) na produção de mudas de abóbora observaram comportamento diferente dos dados com crescimento linear da altura de plantas em função do aumento das doses de N. Souza et al (2015) estudando doses de silício (0, 18, 24, 30 e 36 mg dm⁻³) sobre o desenvolvimento inicial de milho observaram que a dose estimada 33,75 mg dm⁻³ proporcionou altura de planta 17,25% que a testemunha (sem aplicação de silício) corroborando com os resultados deste trabalho.

Os valores de diâmetro do caule das plantas cultivadas sem aplicação de silício se ajustaram ao modelo polinomial quadrático com o maior diâmetro de 19,21mm alcançado na dose de N estimada de 114,62 Kg ha⁻¹ o que representa um aumento de 17,51% em comparação com a dose de 30 Kg ha⁻¹ havendo um decréscimo de 2,60% do ponto de máxima até a maior dose. Com aplicação de silício os valores de diâmetro do caule cresceram de forma linear com o valor estimado de 21,12mm obtido na dose de 150 Kg ha⁻¹ sendo 12,17% maior que o valor observado na dose de 30 Kg ha⁻¹. Em todas as doses de N as médias de silício diferiram estatisticamente entre si com os maiores diâmetros obtidos com aplicação de silício (Figura 4).

Figura 4. Regressão e teste Tukey, ao nível de % de probabilidade, para diâmetro do caule em função de doses de nitrogênio sem (S0) e com aplicação de silício (S1).



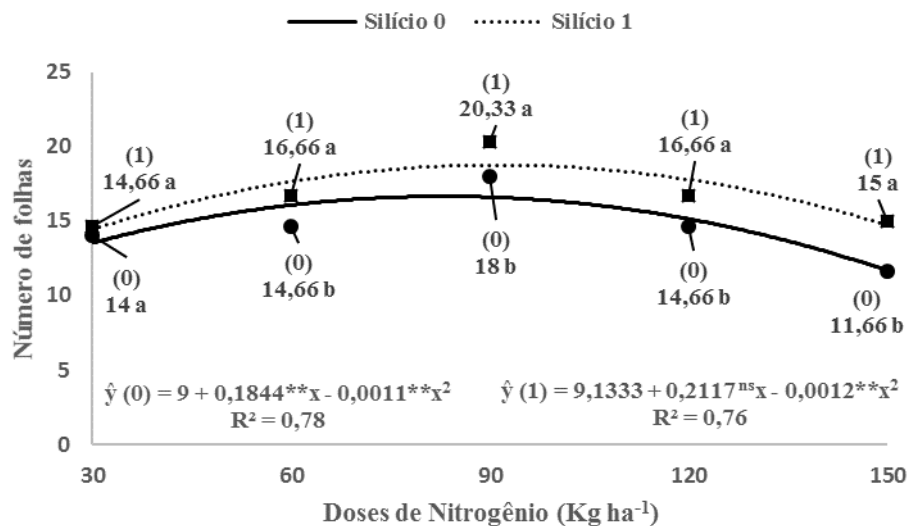
DMS = 0,5. Médias seguidas da mesma letra na vertical não diferem pelo teste Tukey.

Confirmando os dados deste trabalho Medeiros et al (2018) testando doses de nitrogênio (0, 40, 80, 120, 160 e 200 kg ha⁻¹) na cultura do quiabo houve crescimento linear do diâmetro do caule em função do aumento das doses de N com o valor encontrado maior dose sendo 62% maior que o diâmetro de plantas que não receberam adubação nitrogenada. Souza et al (2015) estudando doses de silício (0, 18, 24, 30 e 36 mg dm⁻³) sobre o desenvolvimento

inicial de milho obtiveram crescimento linear do diâmetro do colmo em função do aumento das doses de N.

O número de folhas das plantas cultivadas sem e com aplicação de silício se ajustaram ao modelo polinomial quadrático com os maiores valores de, respectivamente; 16,72 e 18,47 obtidos nas doses de 83,81 e 88,20 Kg ha⁻¹ sendo maiores 23,52 e 28,22% em relação à menor dose e, a partir dos pontos de máxima, os valores decaíram 28,8 e 24,8 % até a dose de 150 Kg ha⁻¹. A exceção da dose 30 Kg ha⁻¹, em todas as doses de N as médias de silício diferiram estatisticamente entre si com os maiores números de folhas obtidos com aplicação de silício (Figura 5).

Figura 5. Regressão e teste Tukey, ao nível de % de probabilidade, para número de folhas em função de doses de nitrogênio sem (S0) e com aplicação de silício (S1).



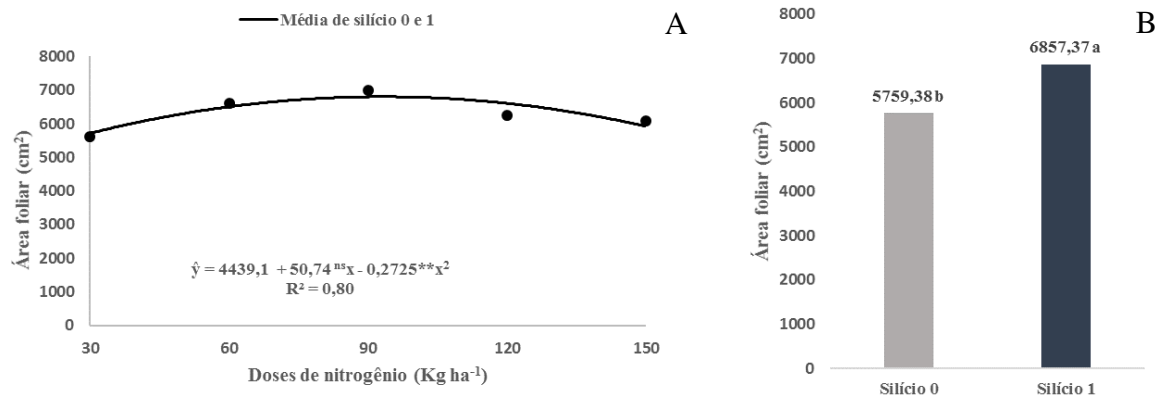
DMS = 1,02. Médias seguidas da mesma letra na vertical não diferem pelo teste Tukey.

Comportamento diferente foi observado por Araújo et al (2011) testando doses de nitrogênio (50, 100, 150, 200 e 250 kg ha⁻¹) na cultura da melancia houve crescimento linear do número de folhas em função do aumento das doses de N. Confirmando os resultados deste trabalho Pasqual et al (2011) testando dois ambientes (luz natural e artificial) e doses de silicato de cálcio (0, 0,5, 1 e 2 mg L⁻¹) em dois genótipos de orquídeas obtiveram dados de número de folhas que se ajustaram ao modelo polinomial quadrático com a espécie nativa alcançando o maior número de folhas (7,72) na dose estimada de 0,7 mg L⁻¹.

Para área foliar, no que se refere às doses de N, os dados se ajustaram ao modelo polinomial quadrático com a dose estimada de 93,1 Kg ha⁻¹ proporcionando o maior resultado de 6801,07 cm² representando um acréscimo de 18,98% em relação à dose de 30 Kg ha⁻¹ havendo um decréscimo de 12,97% do ponto de máxima à dose de 150 Kg ha⁻¹. As médias de

silício diferiram estatisticamente pelo teste Tukey com o silício proporcionando uma área foliar 19,06% maior que a obtida sem aplicação do mesmo (Figura 6).

Figura 6. Regressão (A) e teste Tukey (B), ao nível de % de probabilidade, para área foliar em função de doses de nitrogênio (A), sem (S0) e com (S1) aplicação de silício (B).



DMS = 251,39. Médias seguidas de da mesma letra na horizontal não diferem pelo teste Tukey.

Tomaz et al (2008) testando doses de nitrogênio (0, 91, 140 e 184 kg ha⁻¹) e doses de potássio (0, 174, 260 e 346 kg ha⁻¹) na cultura do melão observaram que a maior dose de N proporcionou índice de área foliar 33,33% maior em comparação à testemunha sem aplicação de N confirmando que a aplicação de N influencia positivamente esta variável. Em experimento realizado por Jayawardana, Weerahewa & Saparamadu (2014) testando formas de aplicação de silício (radicular e foliar) por meio de solução nutritiva (75 mg de silicato de potássio por litro) na cultura da pimenta não houve diferença significativa entre a testemunha (sem aplicação de silício) e as vias de aplicação, divergindo dos resultados obtidos neste trabalho.

O efeito provocado pelo nitrogênio sobre o crescimento das plantas pode ser explicado pelo fato de o mesmo se tratar de um macronutriente primário e constituinte de vários compostos orgânicos como os aminoácidos e proteínas, sendo geralmente a sua quantidade nas plantas inferior pelas quantidades de oxigênio, carbono e hidrogênio (TAIZ, et al., 2017). Em relação ao silício o maior crescimento de plantas pode ser explicado pela maior resistência que este elemento confere contra os estresses bióticos e abióticos favorecendo o crescimento e desenvolvimento das plantas (EPSTEIN & BLOOM, 2006).

4.2 Nutrição

Houve efeito da interação entre os fatores silício e doses de nitrogênio para os teores foliares de nitrogênio, potássio, cálcio, magnésio e enxofre pelo teste F (0,001), indicando

dependência dos fatores, excetuando o teor foliar de fósforo que houve efeito apenas das doses de nitrogênio, a nível 5% de probabilidade (Tabela 5).

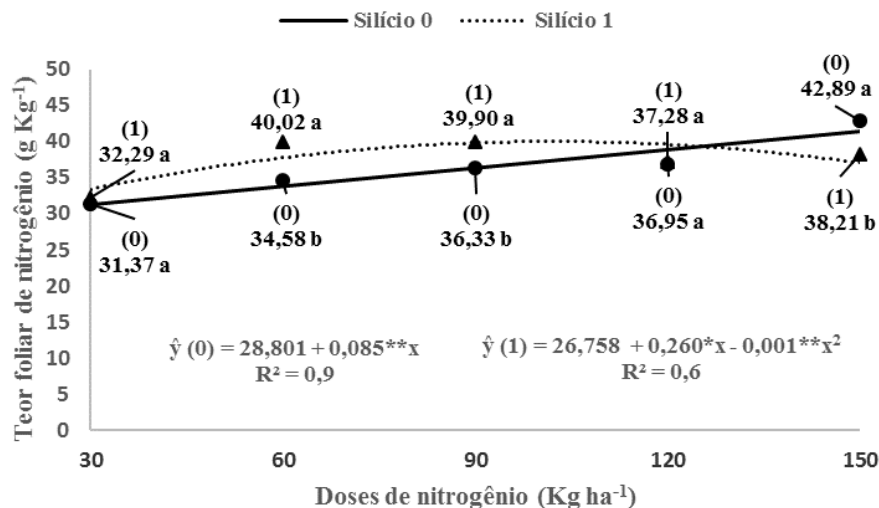
Tabela 5. Resumo da análise de variância para os teores foliares de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S).

Fonte de variação	G	Quadrados médios					
		N	P	K	Ca	Mg	S
Bloco	2	0,42 ^{ns}	0,49**	2,89 ^{ns}	2,81 ^{ns}	0,46 ^{ns}	0,01 ^{ns}
Silício (S)	1	9,32 ^{ns}	0,25 ^{ns}	26,63**	98,53**	0,87 ^{ns}	0,01 ^{ns}
Doses (N)	4	61,05**	0,25*	4,93**	30,94**	4,11**	0,06**
S x N	4	22,12**	0,18 ^{ns}	11,18**	28,91**	2,02**	0,07**
erro	18	3,09	0,07	0,88	2,71	0,42	0,01
CV (%)		4,76	8,17	3,47	3,45	5,89	10,37

^{ns}, **, *, respectivamente não significativo, significativo a 1 e a 5 % de probabilidade pelo teste F.

O teor foliar de nitrogênio cresceu de forma linear nas plantas cultivadas sem aplicação de silício em função das doses de nitrogênio (N), apresentando o maior valor estimado de 41,55 g Kg⁻¹ na dose de 150 Kg ha⁻¹, representando um aumento de 32,53% em comparação à dose de 30 Kg ha⁻¹ (Figura 7). Para as plantas cultivadas com adição de silício, as médias se ajustaram ao modelo polinomial quadrático se elevando 29,71% até o maior teor estimado de 43,65 g kg⁻¹ na dose de 130 Kg ha⁻¹, decrescendo acima da dose ótima, conforme relata Taiz et al. (2017), a medida que a disponibilidade e a absorção do nutriente aumenta, é alcançado um ponto no qual a adição posterior de nutriente é refletida somente nas concentrações aumentadas nos tecidos, confirmado na pesquisa, e ainda, do ponto de vista nutricional, os estudos relacionados com a interação entre o N e o Si ainda são restritos para a cultura da abobrinha. Zi-chuan et al. (2018), afirmam que aplicação de silício pode aumentar a absorção de nutrientes, inclusive o nitrogênio.

Figura 7. Regressão e teste Tukey, a 5% de probabilidade, para o teor foliar de nitrogênio em função de doses de nitrogênio sem (0) e com aplicação de silício (1).

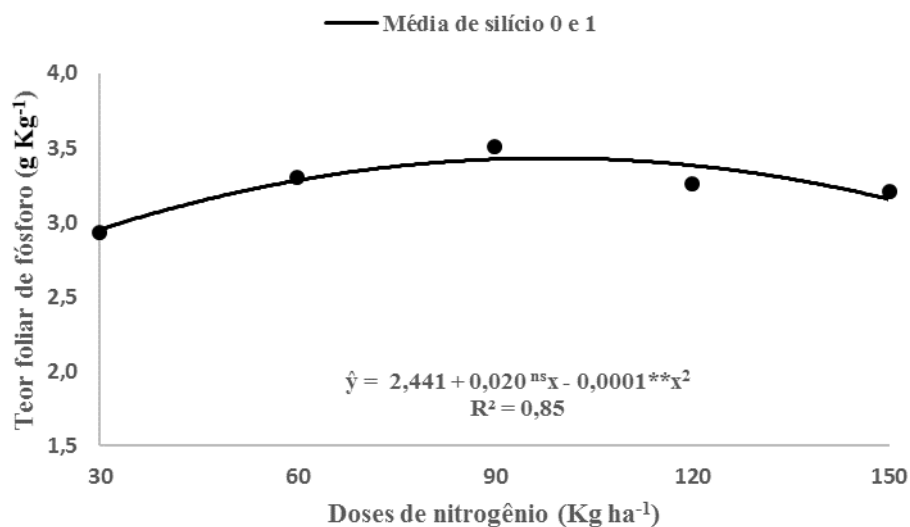


DMS = 3,02; médias seguidas de letras iguais na vertical não diferem entre si.

No desdobramento de silício dentro do nitrogênio (Figura 7), as doses 60, 90 e 150 Kg ha⁻¹, as médias do fator silício diferiram estatisticamente entre si, com o maior valor de 42,89 g Kg⁻¹, observado na dose de 150 Kg ha⁻¹ sem aplicação de silício. Nas doses de 30 e 120 Kg ha⁻¹, o teor de nitrogênio nas folhas foi estatisticamente semelhante (Figura 7). Os teores de nitrogênio encontrados na pesquisa foram inferiores aos 48,02 g kg⁻¹ observado por AZAMBUJA et al. (2015) na abobrinha “caserta”, na dose de 150 kg ha⁻¹ de nitrogênio. Observa-se maior teor de nitrogênio nas folhas de 42,89 g kg⁻¹ nas plantas adubadas com 150 kg ha⁻¹ de nitrogênio na ausência da adubação silicatada em comparação aos mesmos tratamentos que receberam adubação com silício com valor de 38,21 g kg⁻¹, evidenciando que o nitrogênio, possivelmente, diminuiu a concentração de Si nas plantas, sendo a fonte amoniacal (N-amônio) mais prejudicial que a nítrica para a absorção de silício, fato confirmado por Mauad et al. (2013) na cultura do arroz, que o incremento da adubação com ureia reduziu o teor de Si na planta de arroz.

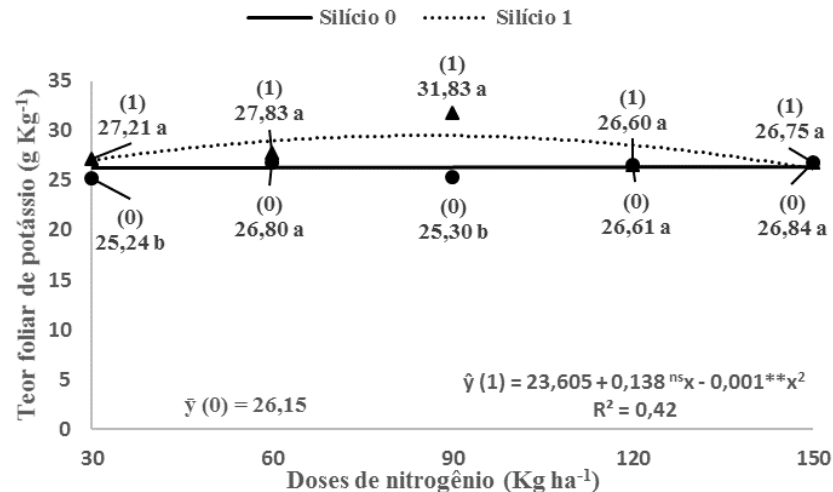
O teor foliar de fósforo se ajustou ao modelo polinomial quadrático com r máximo de 3,44 g Kg⁻¹ obtido na dose estimada de 100 Kg ha⁻¹, e doses acima causou efeito deletérico às plantas (Figura 8), sendo abaixo do considerado adequado por Trani inferiores na ordem de 4 a 6 g kg⁻¹ de fósforo na matéria seca para cultura da abobrinha. O resultado obtido foi semelhantes às constatações de Araújo et al. (2015) e Souza (2019), que observaram 3,55 g kg nas folhas de abobrinha e (3,02 e 3,65 g kg), em plantio na época da primavera e no período de agosto a novembro de 2015 (Época 1) e de julho a setembro de 2016 (época 2), no município de Mossoró, respectivamente.

Figura 8. Regressão, a 5% de probabilidade, para teor foliar de fósforo.



O teor foliar de potássio apresentou comportamento polinomial quadrático nas plantas cultivadas com aplicação de silício, crescendo 5,66% em função do aumento das doses de N até o maior valor de 28,36 g Kg⁻¹, na dose estimada de 69 Kg ha⁻¹, acima do ponto ótimo houve decréscimo no teor de potássio nas folhas de abobrinha. O teor de potássio nas folhas de abobrinha não se ajustou a nenhum modelo matemático com média de 26,15 g Kg⁻¹ (Figura 9). Os resultados obtidos foram inferiores aos valores médio 35,34 g kg⁻¹, obtidos nas folhas + caule de abobrinha-de-moita por Araújo et al. (2015). O desdobramento de silício dentro das doses de nitrogênio, houve efeito significativo para as doses de 30 e 90 Kg ha⁻¹ de N, com superioridade do teor de potássio nas folhas das plantas que receberam silício em comparação aquelas que não a receberam as médias. Essa superioridade pode estar relacionada ao suprimento adequado de silício, que proporcionou melhor crescimento e resistência ao estresse, fato confirmado por Taiz et al. (2017). Concordando com este trabalho, Kaya et al. (2006) observaram que a adição de Si aumentou o nível de potássio em plantas de milho até o nível crítico, posteriormente, com alto teor de silício descreceu o teor de potássio.

Figura 9. Regressão e teste Tukey, a 5% de probabilidade, para teor foliar de potássio em função de doses de nitrogênio sem (0) e com aplicação de silício (1).

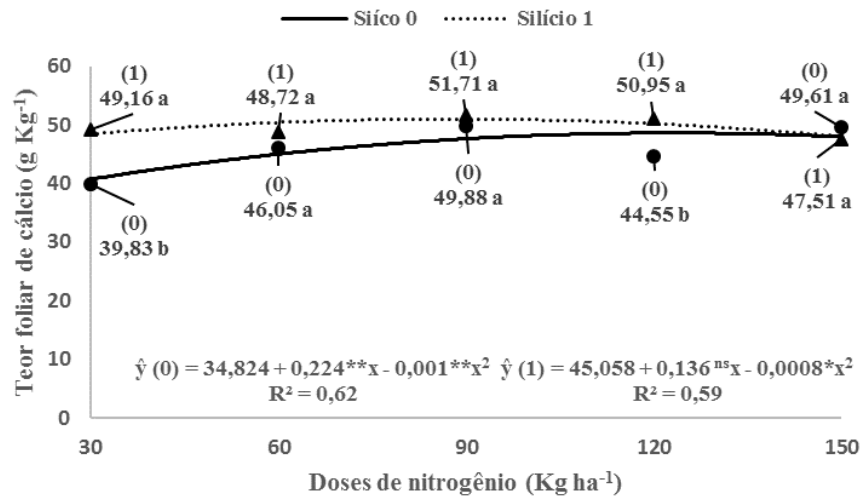


DMS = 1,61; médias seguidas de letras iguais na vertical não diferem entre si.

Os dados do teor foliar de cálcio sem e com aplicação de silício se ajustaram ao modelo polinomial quadrático com aumento de, respectivamente, 16,54 e 4,99%, em função das doses de N, até os valores de 47,36 e 50,83 g Kg⁻¹, nas doses estimadas de 112 e 85 Kg e N ha⁻¹. No desdobramento de silício dentro de nitrogênio, houve efeito significativamente para os teores de cálcio nas folhas, quando às plantas receberam 30 e 120 Kg de N ha⁻¹ com superioridade das plantas adubadas com silício em comparação àquelas que não a receberam, cujas valores foram de (49,16 e 39,83 g kg) e (50,95 e 44,55 g Kg⁻¹) na presença e ausência da

adubação com silício, respectivamente (Figura 10), conforme Liang (1999), o Si está envolvido nas alterações metabólicas ou fisiológicas das plantas. Confirmando os resultados deste trabalho, Kaya et al. (2006) observaram que a adição de Si aumentou esse nível de cálcio em plantas de milho até o nível crítico, posteriormente, com alto teor de silício descreveu o teor de cálcio. Os resultados obtidos foram semelhantes e inferiores as constatações de Araújo et al. (2015), que observaram valores de 43,85 e 59,90 g kg⁻¹ obtidos na parte vegetativa (folhas + caule) de plantas de abobrinha-de-moita, em duas estações primavera e outono, respectivamente.

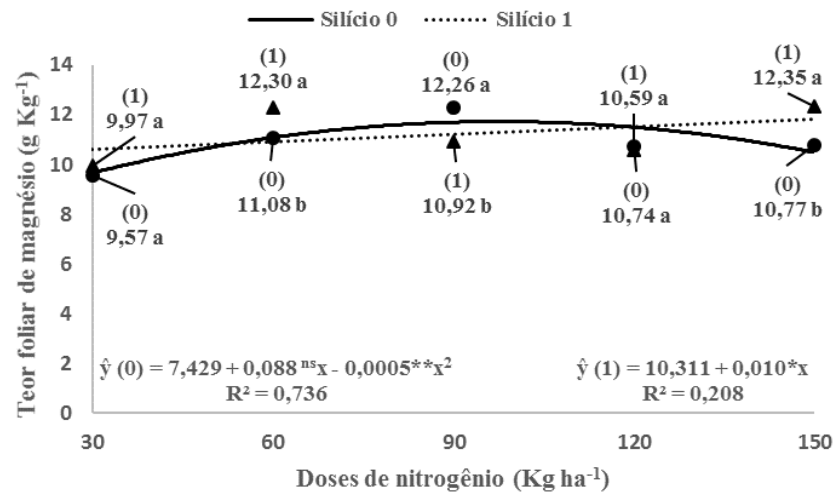
Figura 10. Regressão e teste Tukey, a 5% de probabilidade, para teor foliar de cálcio em função de doses de nitrogênio sem (0) e com aplicação de silício (1).



DMS = 2,82; médias seguidas de letras iguais na vertical não diferem entre si.

As plantas cultivadas sem aplicação de silício apresentaram comportamento quadrático para o teor foliar de magnésio havendo aumento de 17,48%, em função das doses de N, até o valor máximo de 11,30 g Kg de Mg, na dose estimada de 88 Kg ha⁻¹ com decréscimo acima da dose estimada, indicando que o elemento acima do nível crítico causa efeito deletério às plantas (Figura 11), corroborando com Danguhui Xu et.al (2018) ao verificarem que o efeito do silício foi mais eficiente sob baixa adição de nitrogênio (70 kg ha⁻¹ de N) em comparação a alta adição de N (210 kg ha⁻¹ de N), e ainda, constataram que a adubação nitrogenada com adição de Si favorece o crescimento de plantas para maior atividade fotossintética. Com aplicação de silício houve aumento linear em função do aumento das doses de N com o maior teor de 11,81 g Kg⁻¹ de Mg, obtido na dose de 150 Kg ha⁻¹ representando um acréscimo de 11,30% em comparação com a dose de 30 Kg ha⁻¹ de N.

Figura 11. Regressão e teste Tukey, a 5% de probabilidade, para teor foliar de magnésio em função de doses de nitrogênio sem (0) e com aplicação de silício (1).

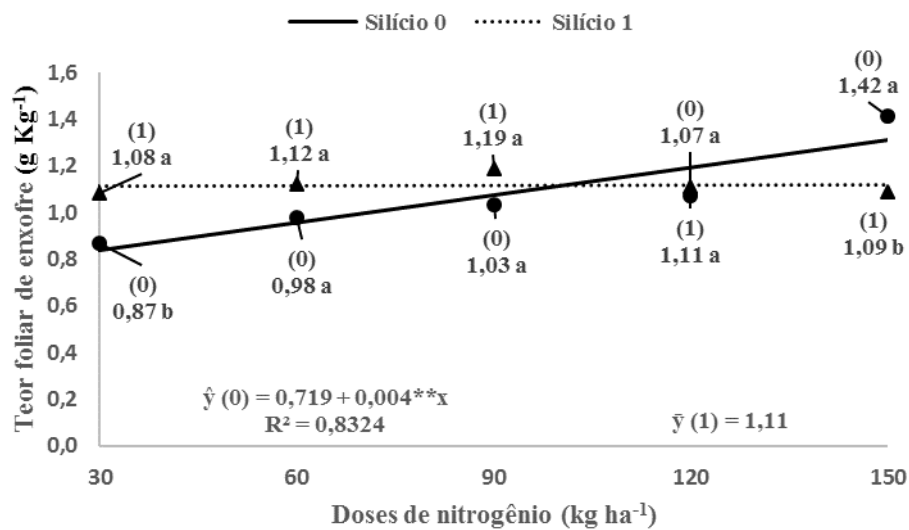


DMS = 1,11; médias seguidas de letras iguais na vertical não diferem entre si.

Para o desdobramento da interação de silício dentro de nitrogênio (Figura 11), houve efeito significativo nas doses 30, 60, 90 e 150 kg ha⁻¹ de N com superioridade do teor de Mg nas plantas adubadas com silício, fato confirmado por Hurtado et al. (2019) ao observarem que o silício aplicado via solo e foliar melhorou nutricionalmente as plantas de sorgo e girassol, favorecendo ganho de peso seco total da planta em 27% e 41%, respectivamente, em comparação ausência da adubação silicatada.

Para o teor foliar de enxofre, nas plantas cultivadas sem aplicação de silício, houve aumento linear em função do aumento das doses de N sendo o maior teor de 1,31 g Kg⁻¹ obtido na dose de 150 Kg ha⁻¹, configurando um acréscimo de 57,21% em comparação à dose de 30 Kg ha⁻¹. Corroborando com este trabalho, Zi-Chuan et al. (2018), que a aplicação de Si melhorar a absorção da maioria dos nutrientes, inclusive enxofre, em condições deficientes, mas, também, causa desequilíbrio nutricional, quando aplicado em excesso. Para as plantas que receberam adubação silicatada, o teor de enxofre não se ajustou a nenhum modelo com uma média de 1,11 g Kg⁻¹. No desdobramento de silício dentro de nitrogênio, verificou-se efeito significativo para as doses 30 e 150 Kg ha⁻¹ de Nde N (Figura 12).

Figura 12. Regressão e teste Tukey, a 5% de probabilidade, para teor foliar de enxofre em função de doses de nitrogênio sem (0) e com aplicação de silício (1).



DMS = 0,19; médias seguidas de letras iguais na vertical não diferem entre si.

A ordem decrescente da extração de macronutrientes nas folhas de abobrinha foi: Ca > K > N > Mg > P > S. Resultados diferentes foram obtidos por Gaitán et al. (2012) e Araújo et al. (2015), dos quais obtiveram a seguinte ordem de extração de macronutrientes na parte vegetativa de abobrinha-de-moita e abobrinha da espécie C. pepo : Ca > K > N > Mg > P > S e Ca > N > Mg > K > P, respectivamente .

Os teores de macronutrientes em folhas diagnose de abobrinha considerada adequada por Trani & Rajj (1997) são: nitrogênio de 30 a 40 g kg⁻¹ de MS, fósforo de 4 a 6 g kg⁻¹ de MS, potássio de 25 a 45 g kg⁻¹ de MS, cálcio de 25 a 45 g kg⁻¹ de MS, magnésio de 5 a 10 g kg⁻¹ de MS e enxofre de 2 a 3 g kg⁻¹ de MS. Assim, nota-se, para este experimento, que nitrogênio, Cálcio e magnésio estão com teor médio nas folhas superior ao recomendado, enquanto que, o fosforo e o enxofre apresentaram médias inferiores ao recomendado. Vale salientar, que esses teores considerados adequados são para o Estado de São Paulo, e o experimento, foi conduzido em condições de semiáridas.

4.3 Fitomassa seca

Houve efeito significativo da interação entre os fatores nitrogênio e silício, pelo teste F, ao nível de 1% de probabilidade, para as ariáveis massa seca do caule e massa seca da parte

aérea, e, ao nível de 5% de probabilidade para massa seca das folhas, indicando dependência dos fatores (Tabela 6).

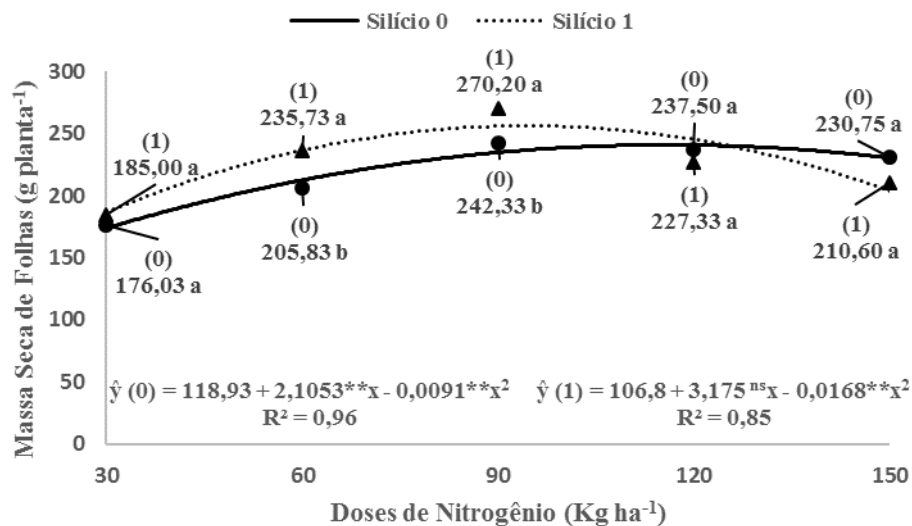
Tabela 6. Resumo da análise de variância para massa seca das folhas (MSF), massa seca do caule (MSC) e massa seca da parte aérea (MSPA).

Fonte de variação	GL	Quadrados médios		
		MSF	MSC	MSPA
Bloco	2	107,26 ^{ns}	0,73 ^{ns}	107,68 ^{ns}
Silício (S)	1	397,99 ^{ns}	12,98 ^{**}	554,78 ^{ns}
Doses (N)	4	4510,50 ^{**}	102,51 ^{**}	5639,99 ^{**}
S x N	4	748,17 [*]	35,90 ^{**}	1077,42 ^{**}
erro	18	186,65	0,97	198,69
CV (%)		6,15	3,91	5,70

^{ns}, ^{**}, ^{*}, respectivamente não significativo, significativo a 1 e a 5 % de probabilidade pelo teste F.

Os dados de massa seca das folhas, em função do aumento das doses de N, sem e com aplicação de silício, ajustaram-se ao modelo polinomial quadrático se elevando até as doses estimadas de, respectivamente, 115,67 e 94,49 Kg ha⁻¹ alcançando as massas de 240,69 e 256,8 g planta⁻¹ o que configura um acréscimo de 38,41 e 37,38% em comparação à dose de 30 Kg ha⁻¹. A partir dos respectivos pontos de máxima houveram decréscimos de 4,45 e 20,15% até a maior dose estudada. O desdobramento de silício dentro de doses de N mostra que apenas das doses de 60 e 90 Kg ha⁻¹ com a maior massa seca de folhas obtida na dose de 90 Kg h⁻¹ com aplicação de silício (Figura 13).

Figura 13. Regressão e teste Tukey, ao nível de % de probabilidade, para massa seca das folhas em função de doses de nitrogênio sem (S0) e com aplicação de silício (S1).



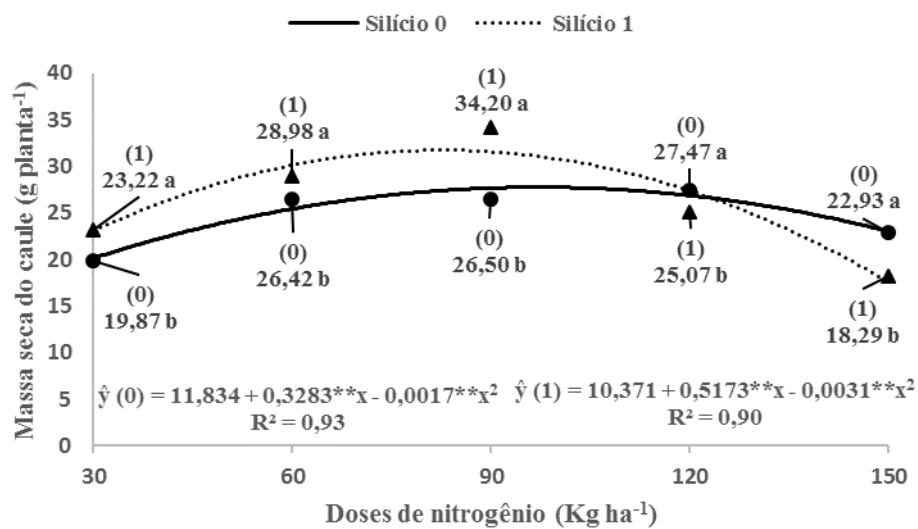
DMS = 23,43. Médias seguidas da mesma letra na vertical não diferem pelo teste Tukey.

Resultados semelhantes foram encontrados por Castellano et al. (2011) testando doses de nitrogênio (30, 85, 112 e 139 kg ha⁻¹) na cultura do melão, aos 53 dias após o transplante, a dose de 139 kg ha⁻¹ proporcionou 66% mais matéria seca de folhas em comparação a menor dose estudada com aumento dos valores desta variável em função do

aumento das doses de nitrogênio. Teodoro et al. (2015) testando aplicação de silício (com e sem aplicação) na cultura da soja obteve com aplicação de silício 36% mais massa seca de folhas em comparação ao tratamento controle nos seus respectivos pontos de máxima confirmando os resultados deste trabalho.

Os dados de massa seca do caule, sem e com aplicação de silício, ajustaram-se melhor ao modelo polinomial quadrático se elevando, em função do aumento das doses de N, até as doses estimadas de, respectivamente, 96,55 e 83,43 Kg ha⁻¹ onde alcançaram as massas de 27,68 e 31,95 g planta⁻¹ representando um acréscimo de 37,36 e 38,31% em comparação à dose de 30 Kg ha⁻¹. Houveram decréscimos de 17,53 e 42,98% dos respectivos pontos de máxima à maior dose estudada. No desdobramento de silício dentro de doses de N houve diferença significativa entre as médias do fator silício em todas as doses estudadas com a maior massa seca do caule obtida na dose de 90 Kg ha⁻¹ com aplicação de silício (Figura 14).

Figura 14. Regressão e teste Tukey, ao nível de % de probabilidade, para massa seca do caule em função de doses de nitrogênio sem (S0) e com aplicação de silício (S1).



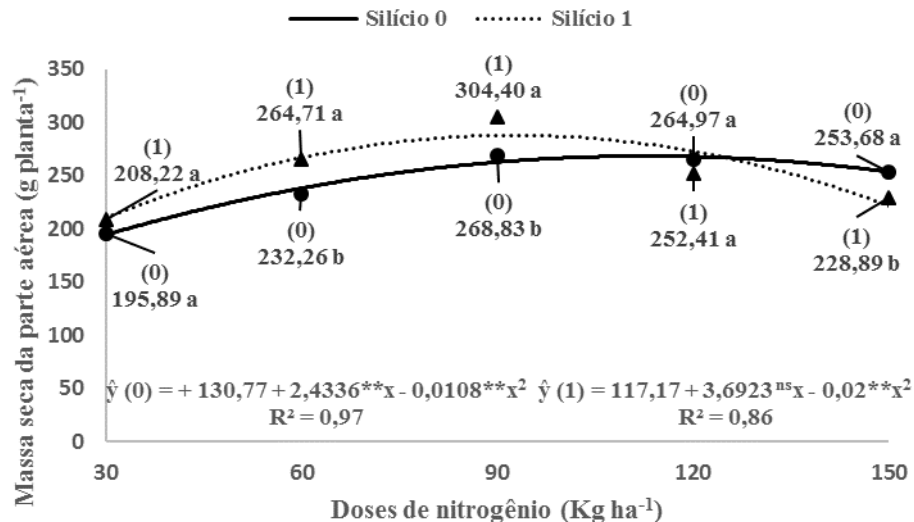
DMS = 1,69. Médias seguidas da mesma letra na vertical não diferem pelo teste Tukey.

Resultados semelhantes foram obtidos por Castellano et al. (2011) testando doses de nitrogênio (30, 85, 112 e 139 kg ha⁻¹) na cultura do melão houve aumento da massa seca do caule em função do aumento das doses de N com a maior massa encontrada na dose de 139 kg ha⁻¹. Corroborando com este trabalho, Teodoro et al. (2015) testando aplicação de silício (com e sem aplicação) na cultura da soja observou que a aplicação de silício proporcionou maior massa seca das hastes em comparação com as plantas que não receberam silício.

Para massa seca da parte aérea, sem e com aplicação de silício, os dados se ajustaram melhor ao modelo polinomial quadrático, em função do aumento das doses de N, elevando-se 38,03 e 36,98% até os respectivos valores de 267,86 e 287,58 g planta⁻¹ alcançados

nas doses estimadas de 112,66 e 92,3 Kg ha⁻¹ e decrescendo 5,61 e 23,14 dos respectivos pontos de máxima até a dose de 150 Kg ha⁻¹. No desdobramento de silício dentro de doses de N houve diferença significativa entre as médias do fator silício nas doses de 60, 90 e 150 Kg ha⁻¹ sendo a maior massa seca total obtida na dose de 90 Kg ha⁻¹ com aplicação de silício (Figura 15).

Figura 15. Regressão e teste Tukey, ao nível de % de probabilidade, para massa seca da parte aérea em função de doses de nitrogênio sem (S0) e com aplicação de silício (S1).



DMS = 24,18. Médias seguidas da mesma letra na vertical não diferem pelo teste Tukey.

Em ensaio realizado por Araújo et al. (2011) testando doses de nitrogênio (50, 100, 150, 200 e 250 kg ha⁻¹) na cultura da melancia os dados de massa seca total se ajustaram ao modelo polinomial quadrático crescendo em função do aumento das doses de N até a maior dose estudada confirmando os resultados deste trabalho. Resultados semelhantes foram obtidos por Teodoro et al (2015) testando aplicação de silício (com e sem aplicação) na cultura da soja a aplicação de silício proporcionou massa seca da parte aérea 12% em comparação às plantas cultivadas sem aplicação de silício.

O aumento da fitomassa seca das plantas pode ser explicado pela influência que o nitrogênio exerce sobre o crescimento das mesmas por se tratar de um nutriente constituinte de moléculas essenciais as plantas como as proteínas e absorvido em grandes quantidades e pelo aumento da resistência das paredes celulares proporcionado pelo silício (EPSTEIN & BLOOM, 2006). Deve-se considerar também que o silício pode atenuar o efeito de condições desfavoráveis às plantas como o estresse hídrico e altas temperaturas (LIANG, et al, 2015).

4.4 Produção

Houve efeito significativo da interação entre os fatores pelo teste F, ao nível de 1% de probabilidade, para a variável número de frutos por planta. Para o peso de frutos por planta e para a produtividade houve efeito apenas dos fatores isolados, ao nível de 1% de probabilidade. Para o peso médio de frutos houve efeito apenas das doses de nitrogênio, ao nível de 5% de probabilidade (Tabela 7).

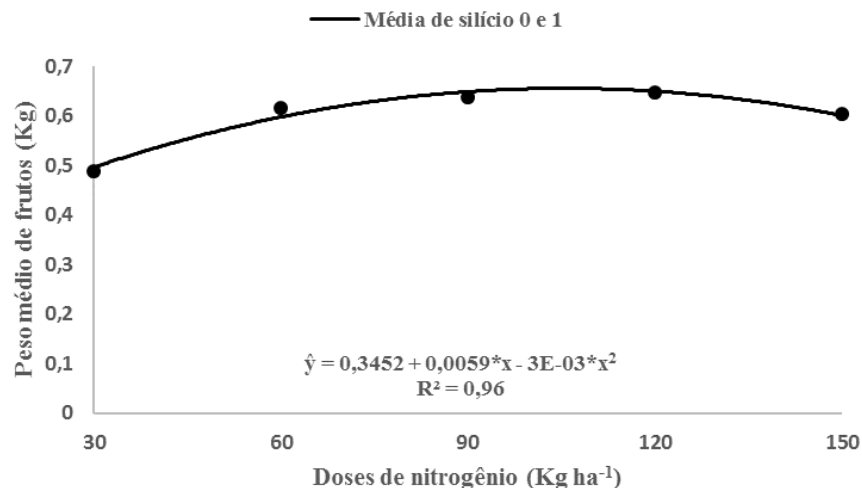
Tabela 7. Resumo da análise de variância para peso médio de frutos (PMF), número de frutos por planta (NFPP), peso de frutos por planta (PFPP) e produtividade.

Fonte de variação	GL	Quadrados médios			
		PMF	NFPP	PFPP	Produtividade
Bloco	2	0,000043 ^{ns}	1,63**	0,62 ^{ns}	62,92 ^{ns}
Silício (S)	1	0,02 ^{ns}	3,33**	5,66**	565,32**
Doses (N)	4	0,02*	5,55**	5,12**	512,61**
S x N	4	0,004 ^{ns}	2,08**	0,38 ^{ns}	38,73 ^{ns}
erro	18	0,007	0,26	0,46	46,76
CV (%)		13,58	6,63	14,45	14,46

^{ns}, **, *, respectivamente não significativo, significativo a 1 e a 5 % de probabilidade pelo teste F.

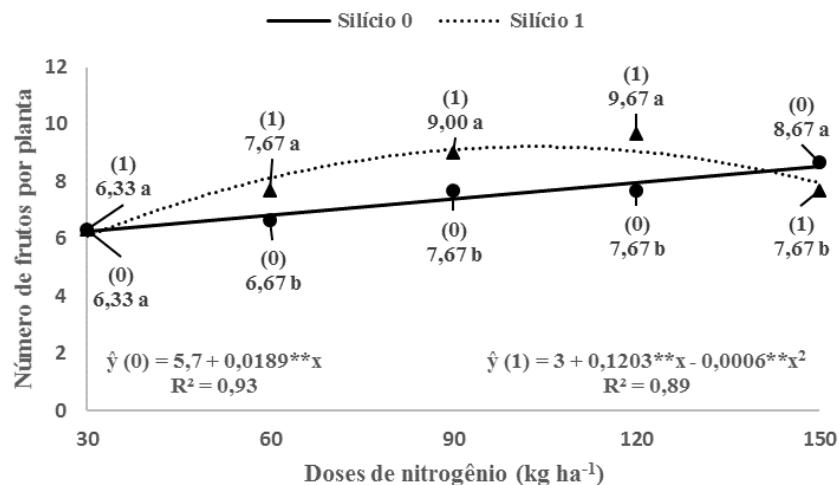
Os dados de peso médio de frutos melhor se ajustaram ao modelo polinomial quadrático crescendo 28,28% com o aumento da dose de N até a dose estimada de 98,33 Kg ha⁻¹ onde alcançou o maior peso de 0,635 Kg e a partir deste ponto decaiu 12,6% até a maior dose (Figura 16). Corroborando com este trabalho, Cavalcante et al. (2017) estudando doses de nitrogênio (0, 60, 90, 120, 150 e 180 Kg ha⁻¹) na cultura da abobrinha encontraram comportamento quadrático com aumento do peso médio de frutos em função do aumento das doses de N até a doses de 180 Kg ha⁻¹. Lozano et al. (2018) estudando doses de silício (0, 50, 100, 150 e 200 Kg ha⁻¹) e lâminas de irrigação (40, 70 e 100% da evapotranspiração da cultura) na cultura do melão observaram que não houve efeito das doses de silício sobre o peso de frutos confirmando os resultados deste trabalho.

Figura 16. Regressão, ao nível de % de probabilidade, para peso médio de frutos.



Para o número de frutos por planta, com aplicação de silício, os dados se ajustaram melhor ao modelo polinomial quadrático aumentando 48,78% em função do aumento da dose de N até a dose estimada de 100,25 Kg ha⁻¹ alcançando valor médio de 9,03 frutos, ponto a partir do qual decaiu 16,44% até a maior dose estudada. Nas plantas cultivadas sem aplicação de silício os valores cresceram de forma linear até a dose de 150 Kg ha⁻¹ alcançando o valor estimado de 8,53 frutos representando um aumento de 36,18% em relação à menor dose estudada (Figura 17). Porto et al (2012) estudando doses de nitrogênio (0, 50, 100, 200 e 400 Kg ha⁻¹) na cultura da abobrinha obtiveram dados que se ajustaram ao modelo polinomial quadrático com o número de frutos por planta crescendo até a dose estimada de 323 Kg ha⁻¹ corroborando com este trabalho.

Figura 17. Regressão e teste Tukey, ao nível de % de probabilidade, para número de frutos por planta.



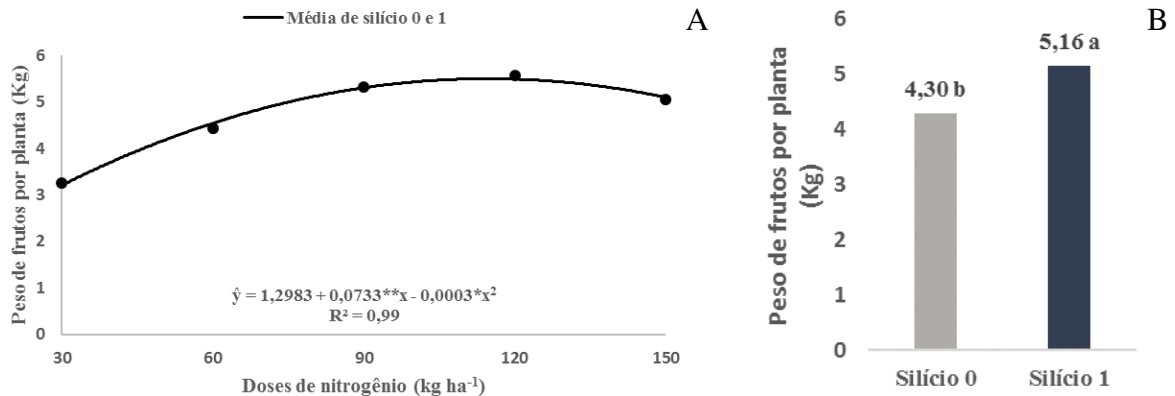
DMS = 0,87. Médias seguidas de da mesma letra na vertical não diferem pelo teste Tukey.

O desdobramento de silício dentro de doses de N mostra que nas doses 60, 90, 120 e 150 Kg ha⁻¹ as médias do fator silício diferiram estatisticamente entre si com a maior média de 9,67 frutos obtida na dose de 120 Kg ha⁻¹. Na dose de 30 Kg ha⁻¹ as médias de silício fora estatisticamente semelhantes (Figura 17). Divergindo deste trabalho, Ludwig et al. (2015) estudando doses de silício (1 e 2 kg ha⁻¹) com e sem tratamento fitossanitário (inseticida e fungicida) na cultura do tomate não obtiveram diferença estatística para número de frutos entre os tratamentos com aplicação de apenas silício e a testemunha apesar de que a aplicação de 1 kg ha⁻¹ silício ter proporcionado 5 frutos a mais. Quando associado aos tratamentos fitossanitários o silício proporcionou aumento significativo do número de frutos.

A análise de regressão para doses de N mostra que os dados de peso de frutos por planta se ajustaram melhor ao modelo polinomial quadrático com aumento de 78,96% até a

dose estimada de 122,16 Kg ha⁻¹ apresentando neste ponto o valor de 5,77 Kg decaindo 4,02% até a maior dose estudada. As médias do fator silício diferiram estatisticamente entre si com o valor de 5,16 Kg alcançado com aplicação de silício sendo 20% maior que o valor alcançado sem aplicação de silício (figura 18).

Figura 18. Regressão (A) e teste Tukey (B), ao nível de % de probabilidade, para peso de frutos por planta em função de doses de nitrogênio (A) sem (S0) e com (S1) aplicação de silício (B).

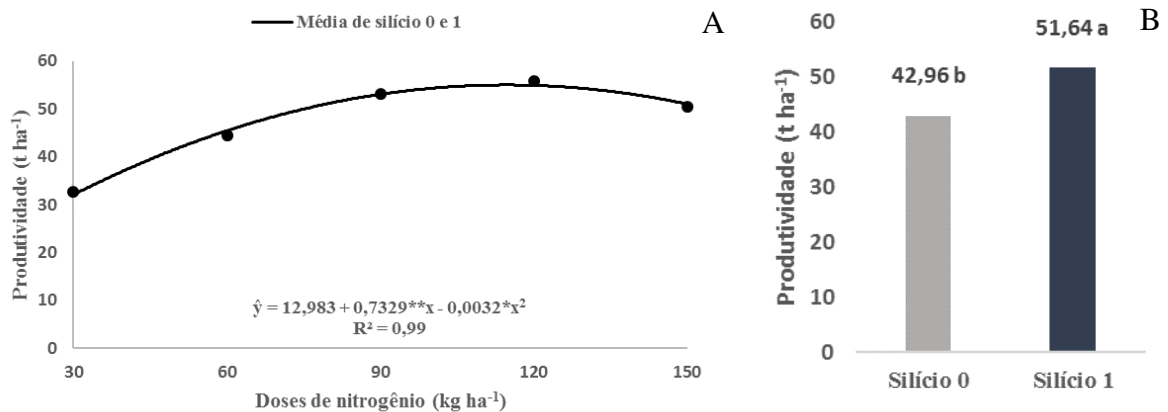


DMS = 0,17. Médias seguidas de da mesma letra na horizontal não diferem pelo teste Tukey.

Silva et al. (2011) estudando doses de nitrogênio (0, 30, 60 e 90 kg ha⁻¹) em duas cultivares de abobrinha obtiveram crescimento linear da massa de frutos por planta em função do aumento das doses de N diferindo dos resultados deste trabalho. Silva et al. (2013) estudando doses de silício (0; 12,5; 25; 50 e 100 mg kg⁻¹ de solo) e duas formas de aplicação (via solo e via foliar) na cultura do morango (3 plantas por vaso) obtiveram aumento da massa de frutos por vaso, respectivamente para via solo e via foliar, em função do aumento das doses de silício até as doses estimadas de 65,5 e 86,3 mg kg⁻¹ que obtiveram valores 34,8 e 25,5% maiores em comparação às plantas que não receberam silício, corroborando com este trabalho.

Os dados de produtividade se ajustaram melhor ao modelo polinomial quadrático se elevando em função do aumento da dose de N até a dose estimada de 114,51 Kg ha⁻¹ onde alcançou o resultado de 54,94 t ha⁻¹ o que representa um aumento de 71,22% em relação à menor dose estudada. A partir do ponto de máxima, houve decréscimo de 7,33% até a maior dose estudada. Com relação ao fator silício as médias diferiram estatisticamente entre si como valor de 51,64 t ha⁻¹ obtido com aplicação de silício sendo 20,2% maior em comparação ao obtido sem aplicação de silício (Figura 19).

Figura 19. Regressão (A) e teste Tukey (B), ao nível de % de probabilidade, para produtividade em função de doses de nitrogênio (A) sem (S0) e com (S1) alicação de sílcio (B).



DMS = 5,24. Médias seguidas de da mesma letra na horizontal não diferem pelo teste Tukey

Azambuja et al. (2015) estudando doses de nitrogênio (0, 50, 100, 150 e 120 kg ha⁻¹) com e sem aplicação de gel hidrorretentor na cultura da abobrinha obtiveram resultados diferentes com aumento linear da produtividade em função do aumento das doses de N. Corroborando com este trabalho, Santos et al. (2010) testando fontes e doses de sílcio sendo: Termofosfato de cálcio e magnésio (0, 250, 500, 1000, 2000 e 3000 kg ha⁻¹), silicato de cálcio e magnésio (0, 25, 50, 10, 200 e 300 kg ha⁻¹) e silicato de potássio (0, 250, 500, 1000, 1500 e 2500 ml ha⁻¹) na cultura da melancia obtiveram aumento linear da produtividade em função do aumento das doses de silicato de cálcio e magnésio enquanto que com termofosfato de cálcio e magnésio e com silicato de potássio houve aumento até a doses de, respectivamente, 2000 kg ha⁻¹ e 2000 ml ha⁻¹.

A maior disponibilidade de nitrogênio para ser absorvido melhora os componentes de produtividade das plantas por se tratar de um macronutriente requerido em grandes quantidades com o seu conteúdo nas folhas influenciando a capacidade fotossintética das mesmas. O aumento nos componentes de produção proporcionado pela aplicação de sílcio se explica pelo fato do mesmo proporcionar um porte mais ereto às plantas melhorando a exposição das folhas à luz solar, além de reduzir o efeito de estresses bióticos e abióticos (EPSTEIN & BLOOM, 2006). Quando há nitrogênio em excesso no solo as plantas podem sofrer desproporção entre raiz e parte aérea prejudicando a produtividade o que explica o efeito deletério do aumento das doses de N a partir dos pontos de máxima (MALAVOLTA, PIMENTEL-GOMES & ALCARDE, 2002).

4.5 Qualidade de frutos

Houve efeito significativo pelo teste F ao nível de 1% de probabilidade, da interação entre os fatores nitrogênio e silício, indicando que um fator depende do outro, para as variáveis espessura da casca, espessura da polpa, acidez titulável, glicose e frutose, e, dos fatores isolados para peso da casca. Para diâmetro do fruto, comprimento do fruto e brix° houve efeito da interação ao nível de 5% de probabilidade. O peso da polpa foi influenciado apenas pelas doses de N. Para o pH e para a vitamina C não houve efeito significativo (Tabela 8).

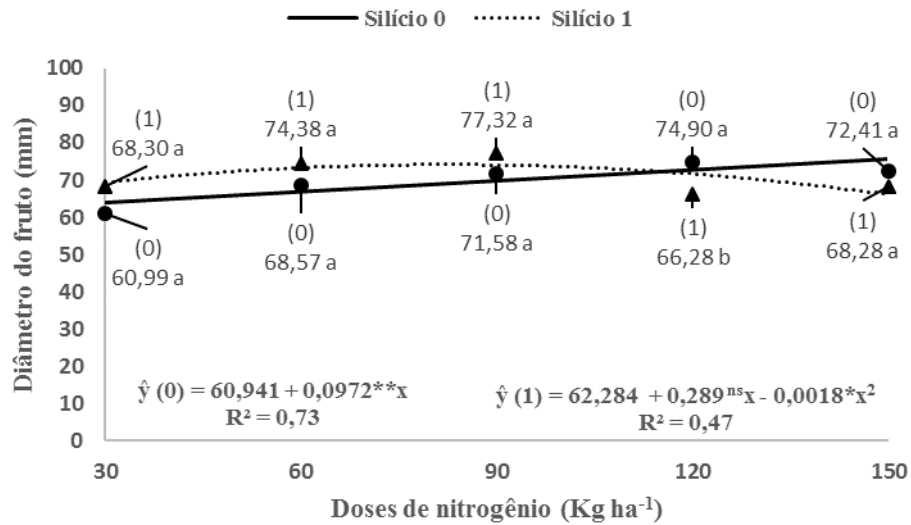
Tabela 8. Resumo da análise de variância para diâmetro do fruto (DF), comprimento do fruto (CF), espessura da casca (EspC), espessura da polpa (EspP), peso da casca (PC), peso da polpa (PP), pH, vitamina C (VC), brix, acidez titulável (AT), glicoses e frutose

Fonte de variação	GL	Quadrados médios					
		DF	CF	EspC	EspP	PC	PP
Bloco	2	17,97 ^{ns}	2,54*	0,03 ^{ns}	0,46 ^{ns}	187,65*	0,0001 ^{ns}
Silício (S)	1	11,18 ^{ns}	1,60 ^{ns}	0,04 ^{ns}	0,02 ^{ns}	565,93**	0,01 ^{ns}
Doses (N)	4	75,99*	7,70 ^{ns}	0,55**	2,43**	767,71**	0,01*
S x N	4	76,47*	3,95*	0,20**	2,05**	75,55 ^{ns}	0,004 ^{ns}
erro	18	22,44	0,51	0,01	0,17	51,61	0,007
CV (%)		6,74	3,23	4,20	5,13	5,64	17,55
Fonte de variação	GL	Quadrados médios					
		pH	VC	Brix	AT	Glicose	Frutose
Bloco	2	0,03 ^{ns}	2,27**	0,11 ^{ns}	0,47 ^{ns}	2,51 ^{ns}	26,06 ^{ns}
Silício (S)	1	0,02 ^{ns}	1,33 ^{ns}	1,58**	18,11**	336,74**	93,63*
Doses (N)	4	0,01 ^{ns}	0,44 ^{ns}	16,57**	17,53**	2527,33**	2478,56**
S x N	4	0,02 ^{ns}	0,55 ^{ns}	0,54*	14,29**	115,92**	319,49**
erro	18	0,02	0,31	0,18	0,46	6,56**	14,01
CV (%)		2,53	11,64	19,50	6,05	3,47	5,34

^{ns}, **, *, respectivamente não significativo, significativo a 1 e a 5 % de probabilidade pelo teste F.

O diâmetro do fruto das plantas cultivadas sem adição de silício aumentou de forma linear em função do aumento das doses de N atingindo na dose de 150 Kg ha⁻¹ o valor estimado de 75,52 mm o que representa um acréscimo de 18,26% em relação à menor dose estudada. Os dados das plantas cultivadas com aplicação de silício se ajustaram melhor ao modelo polinomial quadrático com aumento dos diâmetros em função do aumento das doses de N até a dose estimada de 80,27 Kg ha⁻¹ representando um acréscimo de 6,56% em comparação com a menor dose estudada. A partir do ponto de máxima houve decréscimo de 11,84% até a dose de 150 Kg ha⁻¹. No desdobramento de silício dentro das doses de N apenas na dose de 120 Kg ha⁻¹ houve diferença estatística entre as médias do fator silício sendo estas estatisticamente semelhantes dentro das demais doses (Figura 20).

Figura 20. Regressão e teste Tukey, ao nível de % de probabilidade, para diâmetro do fruto.

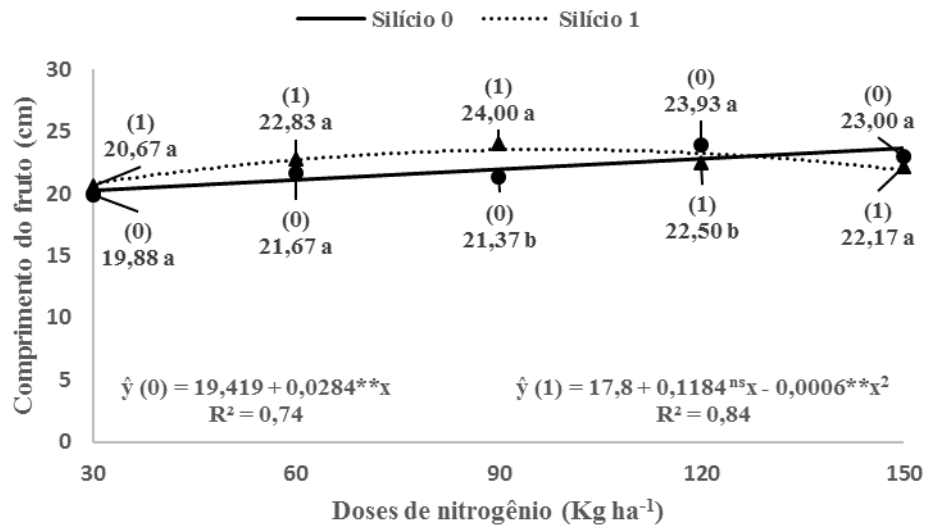


DMS = 8,12. Médias seguidas de da mesma letra na vertical não diferem pelo teste Tukey.

Corroborando com este trabalho, Brito Neto et. al (2011) estudando doses de nitrogênio (0; 111,2; 200; 288,9 e 400 g planta⁻¹) e doses de boro (0; 0,83; 1,5; 2,16 e 3 g planta⁻¹) na cultura do mamão houve aumento do diâmetro do fruto em função do aumento das doses de N até a dose estudada de 288,9 g planta⁻¹ decaindo a partir desta dose. Lozano et al (2018) estudando doses de silício (0, 50, 100, 150 e 200 Kg ha⁻¹) e lâminas de irrigação (40, 70 e 100% da evapotranspiração da cultura) na cultura do melão não obtiveram efeito significativo do silício sobre o diâmetro longitudinal dos frutos, divergindo deste trabalho.

O comprimento do fruto das plantas cultivadas sem aplicação de silício cresceu de forma linear em função do aumento das doses de N alcançando o valor estimado de 23,67 cm na dose de 150 Kg ha⁻¹ configurando um aumento de 16,81% em relação à menor dose estudada. No tratamento com aplicação de silício os dados se ajustaram ao modelo polinomial quadrático com o maior comprimento de 23,64 cm encontrado na dose estimada de 98,66 Kg ha⁻¹ o que representa um aumento de 13,59% em relação à dose de 30 Kg ha⁻¹ havendo decréscimo de 6,68% do ponto de máxima à maior dose estudada. No desdobramento de silício dentro das doses de N houve diferença significativa entre as médias apenas nas doses de 90 e 120 Kg ha⁻¹ com o maior valor encontrado na dose 90 Kg ha⁻¹ com aplicação de silício (Figura 21).

Figura 21. Regressão e teste Tukey, ao nível de % de probabilidade, para comprimento do fruto

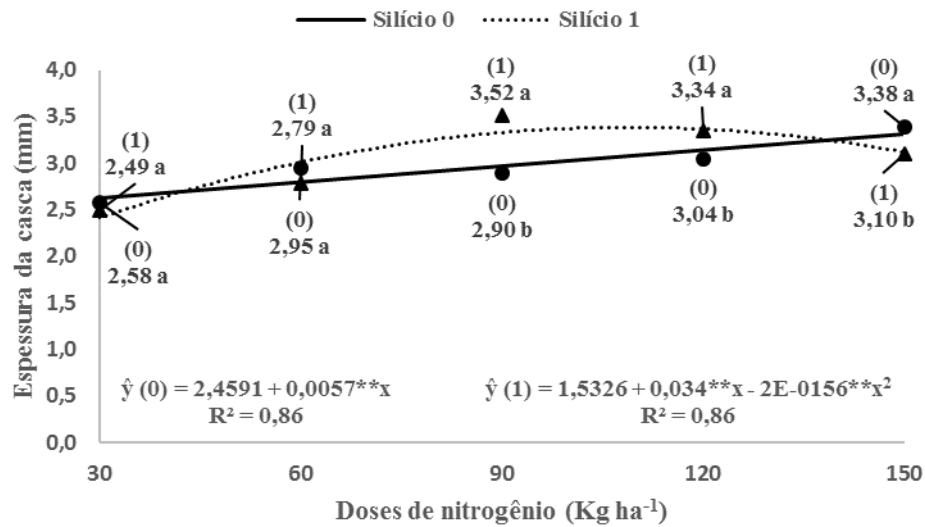


DMS = 1,22. Médias seguidas de da mesma letra na vertical não diferem pelo teste Tukey.

Em ensaio realizado por Azambuja et al (2015) estudando doses de nitrogênio (0, 50, 100, 150 e 120 kg ha⁻¹) com e sem aplicação de gel hidrorretentor na cultura da abobrinha foram observados resultados semelhantes ao presente trabalho com aumento linear do comprimento dos frutos em função do aumento das doses de N, alcançando o maior comprimento na maior dose estudada. Resultados diferentes dos deste trabalho foram observados por Lozano et. al (2018) estudando doses de silício (0, 50, 100, 150 e 200 Kg ha⁻¹) e lâminas de irrigação (40, 70 e 100% da evapotranspiração da cultura) na cultura do melão que não observaram efeito significativo da aplicação de silício sobre o diâmetro transversal dos frutos.

Sem aplicação de silício a espessura da casca cresceu linearmente em função do aumento das doses de N alcançando na dose de 150 Kg ha⁻¹ o valor estimado de 3,31 mm o que representa um acréscimo de 26% em relação à menor dose estudada. Com aplicação de silício os dados se ajustaram melhor ao modelo polinomial quadrático alcançando a maior espessura estimada de 3,38 mm na dose de 108,97 Kg ha⁻¹ com esse valor sendo 40,33% maior em comparação ao observado na menor dose estudada. A partir do ponto de máxima houve decréscimo de 7,75% até a dose de 150 Kg ha⁻¹. O desdobramento de silício dentro de doses de N mostra que houve diferença significativa entre as médias de silício apenas nas doses 90, 120 e 150 Kg ha⁻¹ com a maior espessura encontrada na dose de 90 Kg ha⁻¹ com aplicação de silício (Figura 22).

Figura 22. Regressão e teste Tukey, ao nível de % de probabilidade, para espessura da casca.

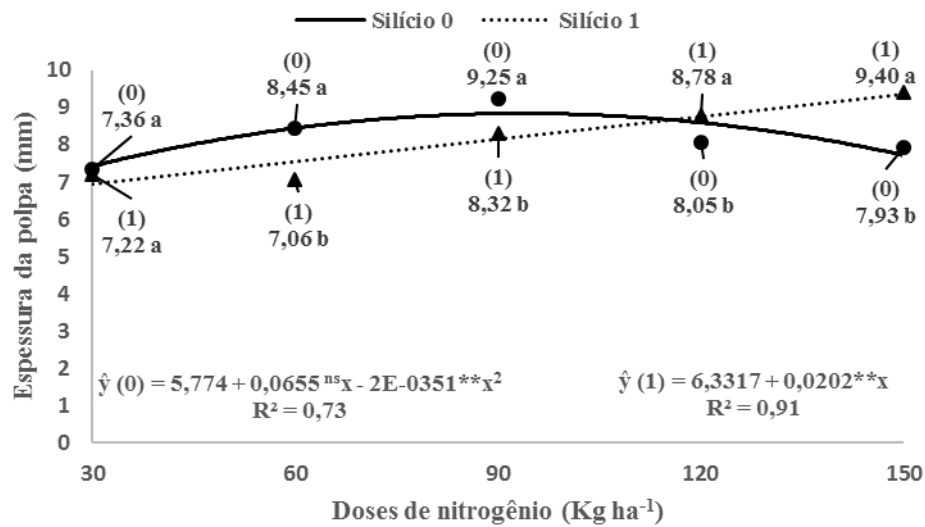


DMS = 0,21. Médias seguidas de da mesma letra na vertical não diferem pelo teste Tukey.

Em experimento realizado por Barros et al. (2012) testando doses de nitrogênio (50, 100, 150, 200 e 250 kg ha⁻¹) na cultura da melancia não houve efeito das doses de N sobre a espessura da casca divergindo dos resultados obtidos com este trabalho. Não foram encontrados trabalhos que avaliaram espessura da casca em função de aplicação de silício.

Os dados da variável espessura da polpa, das plantas cultivadas sem aplicação de silício, se ajustaram ao modelo polinomial quadrático aumentando em função do aumento das doses de N até a dose estimada de 93,3 Kg ha⁻¹ alcançando o valor de 8,82 mm o que representa um incremento de 18,94% em relação à menor dose estudada. A partir do ponto de máxima houve decréscimo de 12,77% até a dose de 150 Kg ha⁻¹. Com aplicação de silício os valores de espessura da polpa cresceram de forma linear até a dose de 150 Kg ha⁻¹ onde foi obtida espessura estimada de 9,36 mm que foi 34,93% maior aque a obtida na menor dose estudada. O desdobramento de silício dentro de doses de N mostra que, exceto na dose de 30 Kg ha⁻¹, em todas as doses houve diferença significativa entre as médias do fator silício com a maior espessura obtida na dose de 150 Kg ha⁻¹ com aplicação de silício (Figura 23).

Figura 23. Regressão e teste Tukey, ao nível de % de probabilidade, para espessura da polpa.

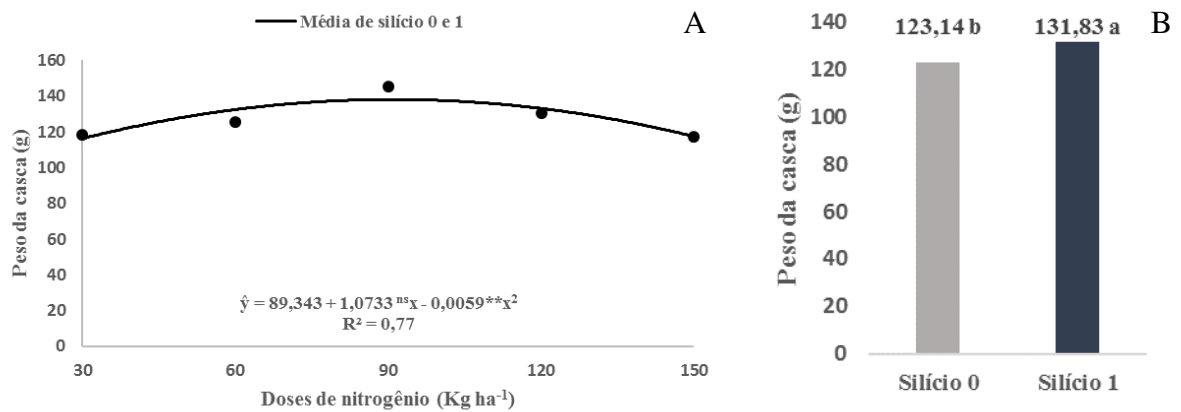


DMS = 0,71. Médias seguidas de da mesma letra na vertical não diferem pelo teste Tukey.

Em ensaio realizado por Silva et. al (2014) testando doses de nitrogênio (0, 40, 80, 120 e 160 mg dm⁻³) e doses de potássio (0, 80 160, 240 320 mg dm⁻³) na cultura do melão houve aumento linear da espessura da polpa em função do aumento das doses de N com a dose de 160 mg dm⁻³ proporcionando a maior espessura, concordando com os resultados deste trabalho. Lozano et al (2018) estudando doses de silício (0, 50, 100, 150 e 200 Kg ha⁻¹) e lâminas de irrigação (40, 70 e 100% da evapotranspiração da cultura) na cultura do melão encontraram resultados divergentes deste trabalho, não observando efeito significativo da aplicação de silício na espessura da polpa.

Os dados de peso da casca se ajustaram ao modelo polinomial quadrático com o maior peso de 138,15 g encontrado na dose estimada de 90,95 Kg ha⁻¹ sendo 18,86% maior em comparação ao valor obtido na dose de 30 Kg ha⁻¹ havendo decréscimo de 14,88% do ponto de máxima até a maior dose estudada. As médias do fator silício diferiram estatisticamente entre si com o peso de 131,83 g obtido com aplicação de silício sendo 7,05% maior que o obtido sem aplicação de silício (Figura 24).

Figura 24. Regressão (A) e teste Tukey (B), ao nível de % de probabilidade, para peso da casca

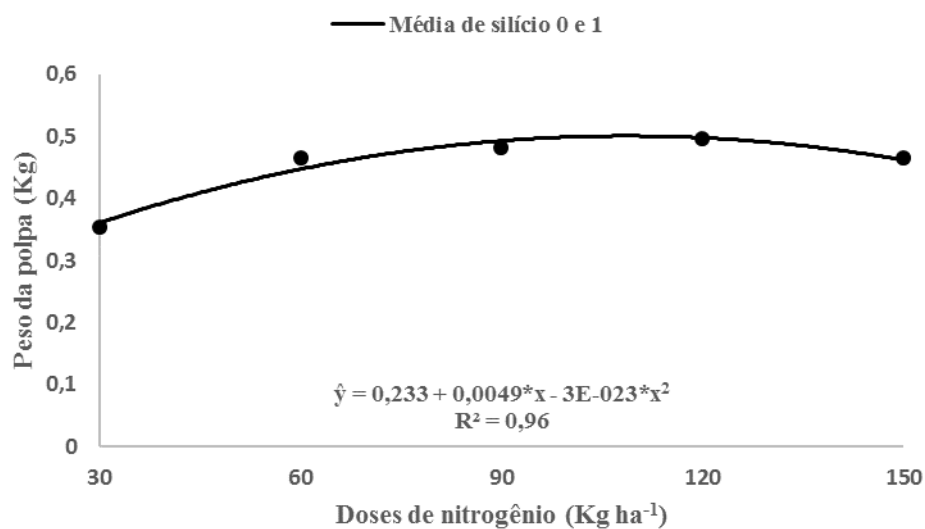


DMS = 5,51. Médias seguidas de da mesma letra na horizontal não diferem pelo teste Tukey.

Concordando com os resultados deste trabalho, Brito Neto et al (2011) estudando doses de nitrogênio (0; 111,2; 200; 288,9 e 400 g planta⁻¹) e doses de boro (0; 0,83; 1,5; 2,16 e 3 g planta⁻¹) na cultura do mamão houve aumento do rendimento de casca em função do aumento das doses de N até a dose estimada de 162,72 g planta⁻¹. Não foram encontrados trabalho com avaliação de peso da casca em função de aplicação de silício.

Os dados de peso da polpa se ajustaram melhor ao modelo polinomial quadrático com o maior peso estimado de 0,49 Kg obtido na dose de N estimada de 106,52 Kg ha⁻¹ sendo 37,48% maior quando comparado ao observado na menor dose estudada, independentemente da aplicação de silício. Houve decréscimo de 8,8% do ponto de máxima até a dose de 150 Kg ha⁻¹ (Figura 25).

Figura 25. Regressão, ao nível de % de probabilidade, para peso da polpa.



Resultados diferentes foram encontrados por Brito Neto et al (2011) estudando doses de nitrogênio (0; 111,2; 200; 288,9 e 400 g planta⁻¹) e doses de boro (0; 0,83; 1,5; 2,16 e

3 g planta⁻¹) na cultura do mamão havendo decréscimo quadrático passando a haver elevação do rendimento de polpa até a maior dose estudada. Não foram encontrados trabalhos com avaliação de peso da polpa em função de aplicação de silício.

A aplicação de silício e as doses de N não influenciaram significativamente o pH nem o teor de vitamina C dos frutos de abobrinha. O pH obteve uma média de 6,36 (Figura 26). O teor de vitamina C teve uma média de 4,75 g 100g⁻¹ (Figura 27). Corroborando com esses resultados Barros et. al (2012) testando doses de nitrogênio (50, 100, 150, 200 e 250 kg ha⁻¹) na cultura da melancia não observaram efeito das doses de N sobre o pH dos frutos. Silva et. al (2015) estudando doses de nitrogênio (180, 200, 260, 330 e 350 kg há⁻¹) com e sem aplicação de substâncias húmicas na cultura do maracujá não observaram efeito das doses de N sobre a vitamina C.

Figura 26. Média de pH.

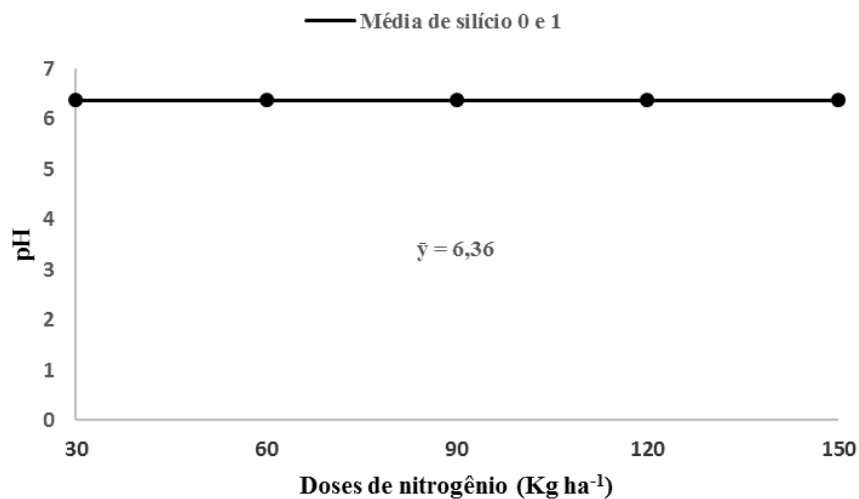
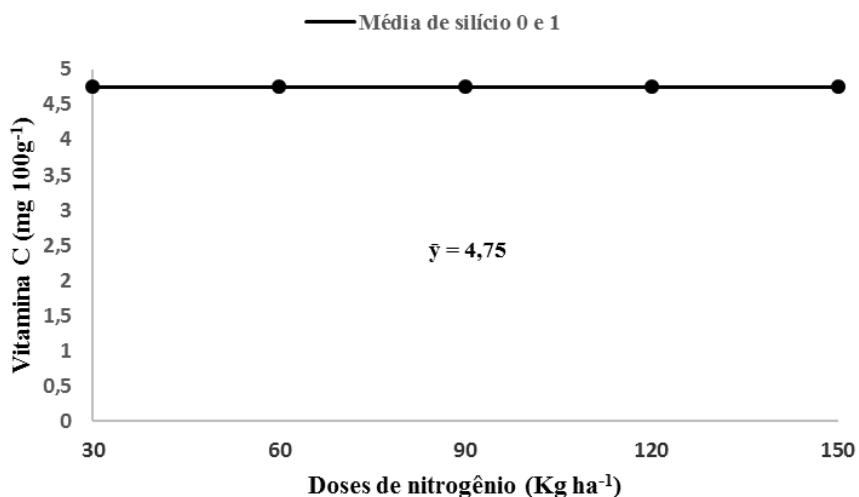


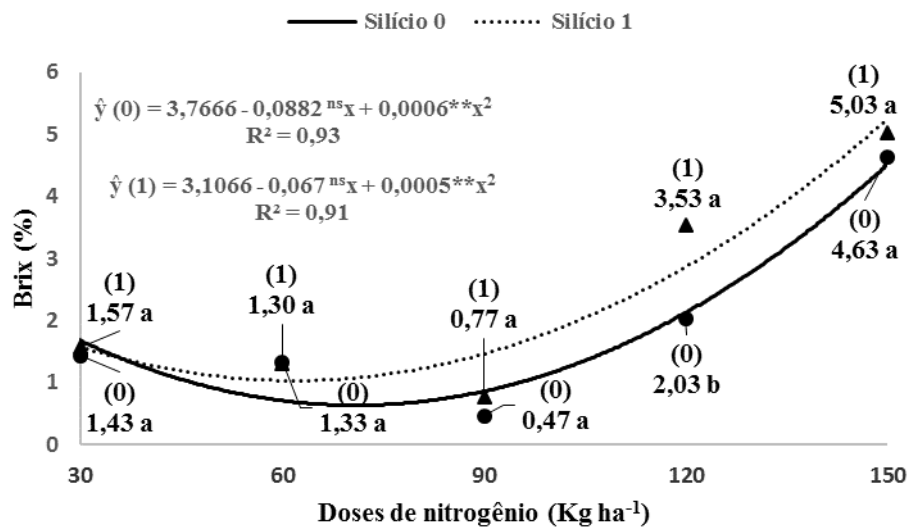
Figura 27. Média de vitamina C.



Lozano et al (2018) obtiveram resultados semelhantes estudando doses de silício (0, 50, 100, 150 e 200 Kg ha⁻¹) e lâminas de irrigação (40, 70 e 100% da evapotranspiração da cultura) na cultura do melão não observando efeito significativo da aplicação de silício sobre o pH dos frutos. Divergindo deste trabalho Rodrigues et al (2016) testando doses de silicato de potássio (0; 0,2; 0,4; 0,6 e 0,8 L 100L⁻¹) na cultura do morango observou um decréscimo quadrático do teor de vitamina C até a dose estimada de 0,46 L 100l⁻¹ passando então a aumentar até a maior dose estudada.

O brix° dos frutos das plantas cultivadas sem e com aplicação de silício se ajustou ao modelo polinomial quadrático alcançando os maiores valores de, respectivamente, 4,03 e 4,3 % na maior dose estudada, com estes valores sendo 143,08 e 178,45% maiores que os obtidos na dose de 30 kg ha⁻¹. No desdobramento de silício dentro de doses de N apenas na dose de 120 Kg ha⁻¹ houve diferença significativa entre as médias com o maior valor obtido com aplicação de silício. Nas demais doses as médias do fator silício foram estatisticamente semelhantes (figura 28).

Figura 28. Regressão e teste Tukey, ao nível de % de probabilidade, para brix.

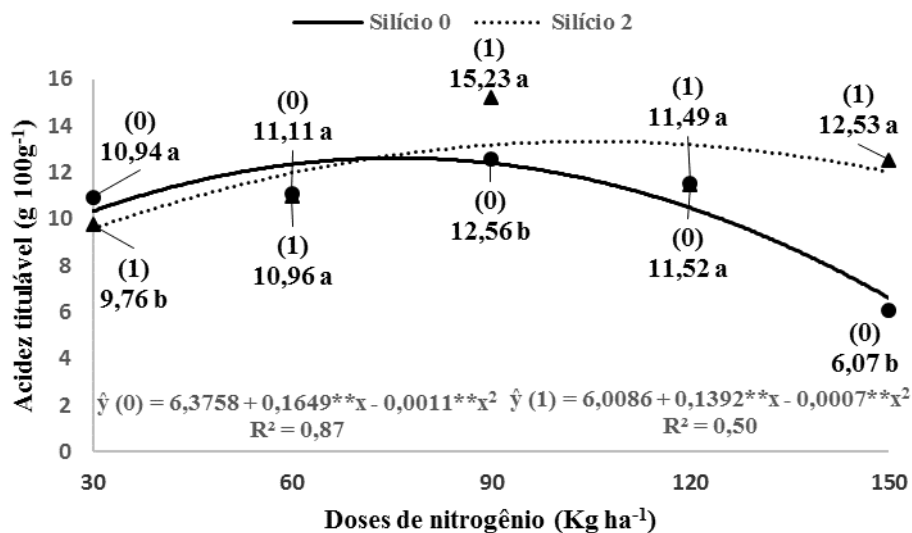


DMS = 0,73. Médias seguidas de da mesma letra na vertical não diferem pelo teste Tukey.

Resultados diferentes foram obtidos por Silva et al (2014) testando doses de nitrogênio (0, 40, 80, 120 e 160 mg dm⁻³) e doses de potássio (0, 80 160, 240 320 mg dm⁻³) na cultura do melão havendo aumento linear do brix° em função do aumento das doses de N alcançando o maior valor na maior dose estudada. Divergindo dos resultados obtidos neste trabalho Lozano et al (2018) estudando doses de silício (0, 50, 100, 150 e 200 Kg ha⁻¹) e lâminas de irrigação (40, 70 e 100% da evapotranspiração da cultura) na cultura do melão não observaram efeito significativo da aplicação de silício sobre os sólidos solúveis de frutos.

Os dados de acidez titulável, sem e com aplicação de silício, se ajustaram melhor ao modelo polinomial quadrático, elevando-se em função do aumento das doses de N até as doses estimadas de, respectivamente, 74,95 e 99,42 Kg ha⁻¹ onde alcançaram os valores de 12,55 e 12,92 g 100g⁻¹ o que representa acréscimos de 21,51 e 35,31% em comparação a dose de 30 Kg ha⁻¹. A partir dos pontos de máxima houveram decréscimos de, respectivamente, 49,33 e 13,84% até a maior dose estudada. No desdobramento de silício dentro de doses de N apenas nas doses de 90 e 150 Kg ha⁻¹ com o maior valor observado na dose de 90 Kg ha⁻¹ com aplicação de silício (Figura 29).

Figura 29. Regressão e teste Tukey, ao nível de % de probabilidade, para acidez titulável.



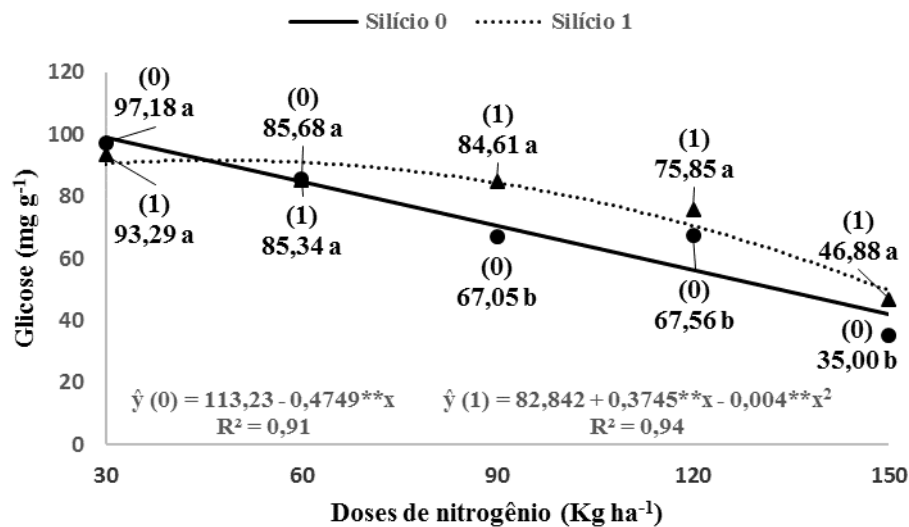
DMS = 1,16. Médias seguidas de da mesma letra na vertical não diferem pelo teste Tukey.

Em experimento realizado por Barros et al (2012) testando doses de nitrogênio (50, 100, 150, 200 e 250 kg ha⁻¹) na cultura da melancia foi observado resposta quadrática para acidez titulável com aumento dos valores em função do aumento das doses de N até a dose estimada de 155 kg h⁻¹ corroborando com os resultados deste trabalho. Lozano et al (2018) estudando doses de silício (0, 50, 100, 150 e 200 Kg ha⁻¹) e lâminas de irrigação (40, 70 e 100% da evapotranspiração da cultura) na cultura do melão obtiveram resposta quadrática para acidez titulável crescendo em função do aumento das doses de silício até a dose estudada de 100 kg ha⁻¹ confirmando que a aplicação de silício aumenta a acidez titulável.

O teor de glicose nos frutos, das plantas cultivadas sem aplicação de silício, decresceu de forma linear em função do aumento das doses de N com o menor valor de 41,99 mg g⁻¹ obtido na dose de 150 kg ha⁻¹ sendo este valor 57,57% menor em comparação ao de 98,98 mg g⁻¹ observado na menor dose estudada. Com aplicação de silício os dados se ajustaram

melhor ao modelo polinomial quadrático com um pequeno aumento de 1,24% até a dose estimada de 46,81 Kg ha⁻¹ que proporcionou 91,6 mg g⁻¹ havendo então um decréscimo de 46,49% até a dose de 150 kg ha⁻¹. No desdobramento de silício dentro de doses de N houve diferença significativa entre as médias do fator silício nas doses 90, 120 e 150 Kg ha⁻¹ com, em ambas, os maiores teores observados com aplicação de silício. Nas demais doses as médias referentes ao fator silício foram estatisticamente semelhantes (figura 30).

Figura 30. Regressão e teste Tukey, ao nível de % de probabilidade, para glicose.

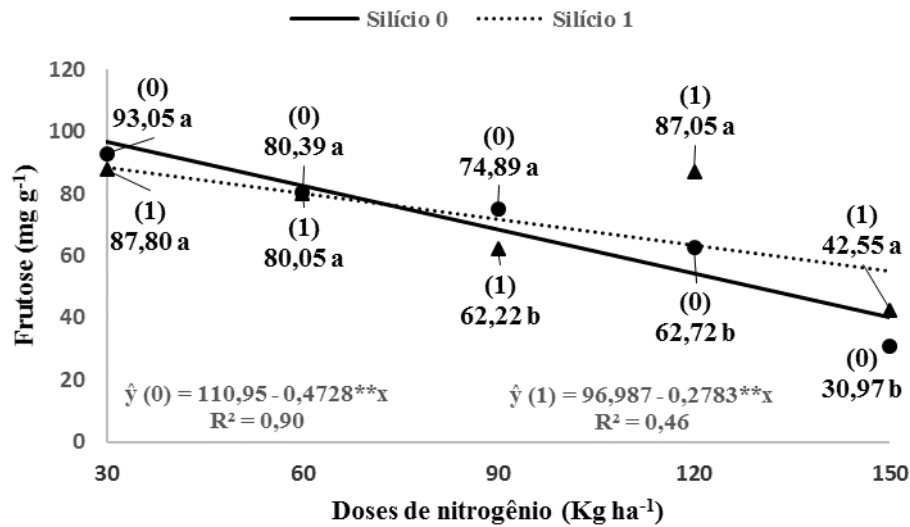


DMS = 4,39. Médias seguidas de da mesma letra na vertical não diferem pelo teste Tukey.

Divergindo deste trabalho, Barros et. al (2012) testando doses de nitrogênio (50, 100, 150, 200 e 250 kg ha⁻¹) na cultura da melancia houve aumento do percentual de açúcares redutores até a dose estimada de 110 kg ha⁻¹ a partir da qual os valores decaíram até a maior dose estudada. Rodrigues et. al (2016) testando doses de silicato de potássio (0; 0,2; 0,4; 0,6 e 0,8 L 100L⁻¹) na cultura do morango observaram ajuste quadrático para os dados de açúcar redutor (glicose) decrescendo em função do aumento das doses de silicato de potássio até a dose estimada de 0,43 L 100L⁻¹ voltando então a aumentarem até a maior dose estudada, diferindo dos resultados deste trabalho.

Os teores de frutose decresceram de forma linear em função do aumento das doses de N, sem e com aplicação de silício, com os menores valores estimados de, respectivamente, 40,03 e 55,24 mg g⁻¹ observados na maior dose estudada sendo 58,63 e 37,67% menores que os valores estimados de 96,76 e 88,63 mg g⁻¹ obtidos na dose de 30 Kg ha⁻¹. O desdobramento de silício dentro de doses de N mostra que nas doses 90, 120 e 150 Kg ha⁻¹ houve diferença significativa entre as médias do fator silício. Nas demais doses não houve diferença estatística entre as médias (Figura 31).

Figura 31. Regressão e teste Tukey, ao nível de % de probabilidade, para frutose.



DMS = 6,42. Médias seguidas de da mesma letra na vertical não diferem pelo teste Tukey.

Resultados diferentes foram obtidos por Barros et al. (2012) testando doses de nitrogênio (50, 100, 150, 200 e 250 kg ha⁻¹) na cultura da melancia houve ajuste quadrático dos dados de açúcares redutores aumentando até a dose estimada de 110 kg ha⁻¹ passando então a decair até a maior dose estudada. Rodrigues et al (2016) testando doses de silicato de potássio (0; 0,2; 0,4; 0,6 e 0,8 L 100L⁻¹) na cultura na cultura do morango observaram decréscimo dos valores de açúcar redutor até a dose estimada de 0,43 L 100L⁻¹, no entanto, voltaram a aumentar a partir desse ponto divergindo dos resultados deste trabalho.

A melhoria observada em alguns parâmetros de qualidade dos frutos pode ser explicado pelo aumento da disponibilidade de nitrogênio para as plantas sendo este um elemento de elevada importância para as plantas fazendo parte de diversas moléculas orgânicas (TAIZ, et al., 2017). Em relação à aplicação de silício os benefícios podem ser explicados pelo fato deste ser um elemento benéfico conferindo às plantas maior resistência aos estresses bióticos e abiótico (EPSTEIN & BLOOM, 2006).

5 CONCLUSÃO

A dose de nitrogênio estimada de 114 Kg ha⁻¹ promoveu a maior produtividade 54,94 t ha⁻¹. A aplicação de silício proporcionou produtividade 20,2% maior em comparação às plantas que não receberam silício. A dose de N estimada de 98,33 Kg ha⁻¹ proporcionou maiores pesos dos frutos independentemente da aplicação de silício. O maior peso da polpa foi proporcionado pela dose de N estimada de 106,52 Kg ha⁻¹ não sendo afetado pela aplicação de silício. As doses de nitrogênio influenciaram negativamente os teores de glicose e frutose no fruto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemistry**. 17. ed. Washington: AOAC, 2002.

ARAÚJO, H.S.; CARDOSA, A.I.I.; OLIVEIRA JÚNIOR, M.X.; MAGRO, F.O. Teores e extração de macronutrientes em abobrinha-de-moita em função de doses de potássio em cobertura. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.10, n. 3, p. 389-395, 2015

ARAÚJO, W. F.; BARROS, M. M.; MEDEIROS, R. D.; CHAGAS, V. A.; NEVES, L. T. B. C. Crescimento e produção de melancia submetida a doses de nitrogênio. **Revista Caatinga Mossoró**. v. 24, n. 4, p. 80-85, 2011.

AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. Campina Grande: Universidade Federal da Paraíba. Tradução por GHEYI, H. R.; MEDEIROS, J. F. de; DAMASCENO, F. A. V. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 29. Revisado). 153p, 1999.

AZAMBUJA, L. O.; BENETT, C. G. S.; BENETT, K. S. S.; COSTA, E. Produtividade da abobrinha ‘Caserta’ em função do nitrogênio e gel hidrorretentor. **Científica Jaboticabal**. v.43, n.4, p.353-358, 2015.

BARROS, M. M.; ARAÚJO, W. F.; NEVES, L. T. B. C. CAMPOS, A. J. de.; TOSIN, J. M. Produção e qualidade da melancia submetida a adubação nitrogenada. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola Ambiental**, v.16, n.10, p.1078–1084, 2012.

BRASIL, Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos**. Brasil, 2005.

BRITO NETO, J. F.; PEREIRA, W. E.; FERREIRA, C. L.; COSTA, A. R.; SOARES, L. J. Produtividade e qualidade de frutos de mamoeiro ‘sunrise solo’ em função de doses de nitrogênio e boro. **Semina: Ciências Agrárias**, vol. 32, n. 1, p. 69-80, 2011.

CASTELLANOS, M. T.; CABELLO, M. J.; CARTAGENA, M. C.; TARQUIS, A. M.; ARCE, A.; RIBAS, F. Growth dynamics and yield of melon as influenced by nitrogen fertilizer. **Sci Agrícola**, v.68, n.2, p.191-199, Mar/Abr. 2011.

CAVALCANTE, R. R.; NASCIMENTO, I. R. do.; ROCHA, R. N. C. da. Características produtivas de frutos de abobrinha de moita em função de diferentes doses de adubação nitrogenada. **Tecnológica & Ciência Agropecuária**. João Pessoa, v.11, n.6, p.11-15, dez. 2017.

CORRÊA, C. V.; GOUVEIA, A. M. S.; MINARELLI, P. H.; EVANGELISTA, R. M.; CARDOSO, A. I. I. Influência de doses de nitrogênio nas qualidades físico-químicas de abóbora. **Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha**. v. 16, n. 2, p. 259-264, 2015.

DANGHUIXU.; XAOGANG, G.; TIANPENG, G.; JINGMOU; JINHUALI; HAIYANBU; RENYIZHANG; QIUXIALI. **CATENA**, V. 169, P. 80-89, 2018

DOORENBOS, J.; KASSAM, A.H. **Efeito da água no rendimento das culturas**. Campina Grande: UFPB, 306p. 1994.

DOORENBOS, J.; PRUITT, W.O. **Crop water requirements**. Roma: FAO, 212p. 1997.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de métodos e análise do solo**. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. 3. ed. Embrapa Solos, Rio de Janeiro, 230p. 2011.

EPSTEIN, E. & BLOOM, A. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas**. 2ª Ed. Londrina. Planta. 2006.

FAGUNDES, J. D.; STRECK, N. A.; KRUSE, N. D. Estimativa da área foliar de *Aspilia montevidensis* (Spreng.) Kuntze utilizando dimensões lineares. **Ceres**. v.56, n.3. p. 266-273. Mai/Jun 2009.

FERNANDES, M. S. **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa, MG. Sociedade brasileira de ciências do solo. 2006.

FERREIRA, Daniel Furtado. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência agrotecnologia**, v.38, n.2,p. 109-112, 2014

FERREIRA, P. V. **Estatística Experimental Aplicada às Ciências Agrárias**. Viçosa: Ed UFV, 2018, 588 p.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual da olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3ª Ed. Viçosa, MG. UFV. 2007.

HIGUTI, A. R. O.; SALATA, A. C.; GODOY, A. R.; CARDOSO, A. I. I. Produção de mudas de abóbora com diferentes doses de nitrogênio e potássio. **Bragantia**, v. 69, n. 2, p. 377-380, 2010.

HURTADO, A.C.; CHICONATO, D.A.; PRADO, R.M.; SOUSA JUNIOR, G.S.; FELISBERTO, G. Silicon attenuates sodium toxicity by improving nutritional efficiency in sorghum and sunflower plants. **Plant Physiology and Biochemistry**, 2019.

IAL - INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 3. ed. São Paulo, 2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo agropecuário**. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6619>>. Acesso em 02/08/2019.

JAYAWARDANA, H. A. R. K.; WEERAHEWA, H. L. D.; SAPARAMADU, M. D. J. S. Effect of Root or Foliar Application of Soluble Silicon on Plant Growth, Fruit Quality and Anthracnose Development of Capsicum. **Tropical Agricultural Research**. v. 26, n. 1, p. 74 – 81, 2014.

KAYA, C.; TUNA, L.; HIGGS, D. Effect of Silicon on Plant Growth and Mineral Nutrition of Maize Grown Under Water-Stress Conditions. **Journal of plant nutrition**, v. 29, p. 1469 – 1480, 2006

KAYA, C.; TUNA, L.; HIGGS, D. Effect of Silicon on Plant Growth and Mineral Nutrition of Maize Grown Under Water-Stress Conditions. *Journal of plant nutrition*, v. 29, p. 1469-1480, 2006

KERBAUY, G. B. **Fisiologia vegetal**. 2ª Ed. Rio de Janeiro. Koogan. 2008.

LIANG, Y. Effects of silicon on enzyme activity and sodium, potassium and calcium concentration in barley under salt stress. **Plant and Soil**, p. 209-217, 1999.

LIANG, Y.; NIKOLIC, M.; BÉLANGER, R.; CONG, H.; SONG, A. **Silicon in agriculture: from theory to practice**. Springer. 2015.

LOZANO, C. S.; REZENDE, R.; HACHMANN, T. L.; SANTOS, F. A. S.; LORENZONI, M. Z.; SOUZA, Á. H. C. de. Yield and quality of melon under silicon doses and irrigation management in a greenhouse. **Pesquisa Agropecuária Tropical**. Goiânia. v. 48, n. 2, p. 140-146, Abr/ Jun. 2018.

LUDWIG, F.; BEHLING, A.; SCHMITZ, J. A. K. Silício na produção e qualidade fitossanitária do tomate (*lycopersicon esculentum*). **Scientia Agrária Paranaensis**. Marechal Cândido Rondon, v. 14, n. 1, p. 60-66, Jan/ Mar. 2015.

LUENGO, R. de F. A. Tabela de composição nutricional das hortaliças. 2ª Ed. Brasília. **Embrapa hortaliças**. 2011.

MALAVOLTA E, VITTI GC, OLIVEIRA AS (1997) **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2 ed. Piracicaba: Potafos, 19.

MALAVOLTA, E.; PIMENTEL-GOMES, F.; ALCARDE, J. C. **Adubos e adubações**. São Paulo. Nobel. 2002.

MAUAD, M.; COSTA, C.A.; GRASSI FILHO, H.; MACHADO, S.R. Deposição de sílica e teor de nitrogênio e silício em arroz. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 4, p. 1653-1662, jul 2013

MAUAD, M.; COSTA, C.A.; GRASSI FILHO, H.; MACHADO, S.R. Deposição de sílica e teor de nitrogênio e silício em arroz. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 4, p. 1653-1662, jul 2013.

MEDEIROS, A. S.; ALVES, F. I. S.; FERRAZ, R. L. S.; CAMPOS, A. C.; QUEIROZ, M. M. F.; MAGALHÃES, I. D.; Crescimento e alocação de fitomassa do quiabeiro submetido à doses de nitrogênio e irrigação com água residuária. **Revista Brasileira Agricultura Irrigada**. Fortaleza. v. 12, no 3, p. 2621 - 2631, Mai/Jun, 2018.

MILLER, G. L. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugars. **Analytical Chemistry**, Washington, v. 31, p. 426-8, 1959.

NOVAIS, R. F.; ALVAREZ-V, V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG. Sociedade brasileira de ciências do solo. 2007.

PASQUAL, M.; SOARES, J. D. R.; RODRIGUES, F. A.; ARAUJO, A. G.; SANTOS, R. R. Influência da qualidade de luz e silício no crescimento in vitro de orquídeas nativas e híbridas. **Horticultura Brasileira**. v. 29, n. 3, p. 324-329, jul/set. 2011.

- PÔRTO, M. L. A.; PUIATTI, M.; FONTES, P. C. R.; CECON, P. R.; ALVES, J. C.; ARRUDA, J. A. de. Produtividade e acúmulo de nitrato nos frutos de abobrinha em função da adubação nitrogenada. **Bragantia**. Campinas, v. 71, n. 2, p. 190-195, 2012.
- RODRIGUES, C. R.; RODRIGUES, T. M.; LUZ, J. M. Q.; CARVALHO, P. C. de.; SOUSA, J. B.; BARBOSA, K. P.; TRINDADE, P. R. Produtividade e qualidade de frutos do morangueiro tratados com diferentes dosagens de silicato de potássio. **Global Science and Technology**, Rio Verde, v. 9, n. 2, p.35 – 42, Mai/Ago. 2016.
- SANTOS, G. R. dos.; CASTRO NETO, M. D. de.; CARVALHO, A. R. S.; FIDELIS, R. R.; AFFÉRI, F. S. Fontes e doses de silício na severidade do crestamento gomoso e produtividade da melancia. **Biosci J**. Uberlândia, v. 26, n. 2, p. 266-272, Mar./Apr. 2010.
- SILVA, L. V.; OLIVEIRA, G. Q.; SILVA, M. G.; NAGEL, P. L.; MACHADO, M. M. V. Doses de nitrogênio em cobertura em duas cultivares de abobrinha no município de Aquidauana-MS. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, vol. 6, núm. 3, p. 447-451, jul-set, 2011.
- SILVA, M. C.; SILVA, T. J. A.; SILVA, E. M. B.; FARIAS, L. N. Características produtivas e qualitativas de melão rendilhado adubado com nitrogênio e potássio. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande. v.18, n.6, p.581–587, 2014.
- SILVA, M. L. S.; RESENDE, J. T. V. de.; TREVIZAM, A. R.; FIGUEIREDO, A. S. T.; SCHWARZ, K. Influência do silício na produção e na qualidade de frutos do morangueiro. **Semina Ciências Agrárias**. Londrina, v. 34, n. 6, suplemento 1, p. 3411-3424, 2013.
- SILVA, R. L.; CAVALCANTE, Í. H. L.; SOUSA, K. S. M.; GALHARDO, C. X.; SANTANA, E. A.; LIMA, D. D. Qualidade do maracujá amarelo fertirrigado com nitrogênio e substâncias húmicas. **Comunicata Scientiae**. Bom Jesus. v. 6, n. 4, p. 479-487, Out./Dez. 2015.
- SOUZA, F.I. **Desempenho agrônômico de abobrinha italiana em função da adubação fosfatada**. 2019. 49 f. Dissertação (Manejo de solo e água). Universidade Federal Rural do Semi Árido, 2019
- SOUZA, J. P. F.; MARTINS, G. L. M.; PEREIRA, A. C.; BINOTTI, F. F. S.; MARUYAMA, W. I. Efeito de silicato de cálcio e magnésio no crescimento inicial de milho transgênico. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia-MS, v. 2, n. 3, p. 13–17, jul./set. 2015.
- STROHECKER, R.; HENINING, H. M. **Análises de vitaminas: métodos comprovados**, 42p. 1967.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6ª Ed. Porto Alegre. Artmed. 2017.
- TEODORO, P. E.; RIBEIRO, L. P.; OLIVEIRA, E. P. de.; CORRÊA, C. C. G.; TORRES, F. E. Acúmulo de massa seca na soja em resposta a aplicação foliar com silício sob condições de déficit hídrico. **Biosci J**. Uberlândia, v. 31, n. 1, p. 161-170, Jan/Feb. 2015.
- TOMAZ, H. V. Q.; PORTO FILHO, F. Q.; MEDEIROS, J. F.; DUTRA, I.; QUEIROZ, R. F. Crescimento do meloeiro sob diferentes lâminas de água e níveis de nitrogênio e potássio. **Revista Caatinga**. Mossoró. v.21, n. 3, p. 174-178, jul-set, 2008.

TRANI P.E.; RAIJ, B. **Hortaliças**. In: RAIJ B.; CANTARELLA H.; QUAGGIO J.A.; FURLANI A.M.C. Recomendação de adubação e calagem para o Estado de São Paulo – Boletim 100. 2. ed. Campinas: Instituto Agrônomo, 1997. p. 107.

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