

PRODUÇÃO E QUALIDADE DA ABÓBORA MARANHÃO SOB INFLUÊNCIA DE LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO E DOSES DE NITROGÊNIO

**RÔMULO UCHÔA BEZERRA¹; THALES VINÍCIUS DE ARAÚJO VIANA²;
BENITO MOREIRA DE AZEVEDO²; JOÃO VALDENOR PEREIRA FILHO³ E
ALAN DINIZ LIMA⁴**

¹*Departamento de Engenharia Agrícola - DENA, Universidade Federal do Ceará – Campus do Pici – CE, Avenida Mister Hull, s/n, CEP: 60455-760, Fortaleza, Ceará, Brasil, romuloub85@gmail.com;*

²*Professores do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Ceará – Campus do Pici – CE, Avenida Mister Hull, s/n, CEP: 60455-760, Fortaleza, Ceará, Brasil, thales@ufc.br; benito@ufc.br;*

³*Professor do curso de Bacharelado em Engenharia Agrônômica da Universidade Estadual do Piauí – Campus Cerrado do Alto Parnaíba – PI, Rua Almir Benvindo, s/n, Bairro Aeroporto, CEP: 64860-000, Uruçuí, Piauí, Brasil, joao_valdenor@hotmail.com;*

⁴*Professor do curso de Bacharelado em Engenharia Agrícola e Ambiental da Faculdade Terra Nordeste – FATENE – CE, Rua Coronel Correia, 1119, Centro, CEP 61600-000, Caucaia, Ceará, Brasil, alandinizlima@yahoo.com.br.*

1 RESUMO

A cultura da abóbora vem se destacando no cenário mundial devido a crescente preocupação com a questão do desafio alimentar e sua característica de produção associada a pequenas propriedades. São escassas as informações na literatura acerca das respostas da abóbora ao manejo da irrigação associada a adubação nitrogenada. Objetivou-se neste trabalho avaliar o desempenho produtivo (número, massa fresca, massa seca e produtividade) e os parâmetros de qualidade (diâmetro, comprimento, espessura da polpa e °Brix dos frutos) da cultura da abóbora sob lâminas de irrigação associadas a doses de adubo nitrogenado. Adotou-se o delineamento de blocos casualizados em parcelas subdivididas, onde nas parcelas estavam inseridas o fator doses de nitrogênio (50; 70; 100; 125% kg de N ha⁻¹) e nas subparcelas as lâminas de irrigação (50; 75; 100; 125% da evaporação medida no tanque classe A - 'ECA') com quatro repetições. A pesquisa foi conduzida em campo na área experimental da Estação Meteorológica pertencente a Universidade Federal do Ceará. A produtividade máxima alcançada foi de 4269,6 kg ha⁻¹ obtido com a combinação da lâmina de água de 444,10 mm (122,5% da ECA) e do nível de nitrogênio de 33,65 kg ha⁻¹ de N (112,16 % do recomendado de N).

Palavras-chave: jerimum de leite, adubação, manejo da irrigação.

**BEZERRA, R. U.; VIANA, T. V. de A.; AZEVEDO, B. M. de; PEREIRA FILHO, J. V.;
LIMA, A. D.**

**PRODUCTION AND QUALITY OF MARANHÃO PUMPKIN UNDER INFLUENCE
OF WATER DEPTHS AND NITROGEN DOSES**

2 ABSTRACT

The pumpkin crop is becoming outstanding in the world scenario due to growing concern with the issue of food challenge and its production characteristic associated with small properties. There is little information in the literature about pumpkin responses to irrigation management

associated with nitrogen fertilization. The objective of this work was to evaluate productive performance (number, fresh weight, dry weight and productivity) and quality parameters (diameter, length, pulp thickness and ° Brix of the fruits) of pumpkin culture under irrigation levels associated with doses of nitrogen fertilizer. A randomized complete block design was used in subdivided plots, where the nitrogen dose factor (50; 70; 100; 125% kg of N ha⁻¹) was inserted in the plots and in the subplots, irrigation depths (50; 75; 100; 125% of evaporation measured in tank class A - 'ECA') with four replicates. The research was conducted in the experimental area of the Meteorological Station belonging to the Federal University of Ceará. The maximum productivity reached was 4269.6 kg ha⁻¹ obtained with the combination of water blade of 444.10 mm (122.5% of ECA) and nitrogen level of 33.65 kg ha⁻¹ of N (112.16% of the recommended N).

Keywords: milk jerimum, fertilization, irrigation management.

3 INTRODUÇÃO

As abóboras são cultivadas em todo o território brasileiro, desempenhando um papel fundamental na alimentação humana. Desde os primórdios da civilização até os dias atuais, estão presentes em nossa dieta (PINTO; GODINHO; SPÓSITO, 2015). Devido à sua composição nutricional, propriedades medicinais e sua versatilidade na culinária são os principais fatores para sua permanência na dieta humana (SANTOS et al, 2012).

Diante de uma produção ascendente de alimentos, a alternativa mais viável para se alcançar níveis requeridos de produção agrícola está na prática da irrigação, que permite números maiores de safras por ano, principalmente em países do hemisfério sul. De acordo com Paz, Teodoro e Mendonça (2000), devido ao grande volume de água utilizado pelo setor agrícola, uma das componentes essenciais e estratégicas ao desenvolvimento da agricultura, estudos e/ou pesquisas sobre o controle e a administração adequados e confiáveis possibilitarão o manejo justo e equilibrado, preservando a sua qualidade.

A região semiárida do nordeste brasileiro é caracterizada pela variabilidade na distribuição espacial e temporal das chuvas, o que favorece a escassez de água e o aumento da salinidade da água e do solo,

resultando no comprometimento de todo o ciclo produtivo das culturas. Desta forma, a prática da irrigação se torna imprescindível em regiões com tal caracterização (SANTANA JUNIOR et al., 2020).

O Brasil ocupa o 52º lugar em relação à produção mundial de abóbora, com produção de aproximadamente 41 mil toneladas, área colhida de 88.203 hectares e produtividade média de 4,4 t ha⁻¹. O valor da produção é de 1,52 milhão de reais, cultivada em mais de 127 mil estabelecimentos agropecuários (AGRIANUAL, 2014).

O Nordeste é responsável por 52% da área colhida. Nos últimos anos a região vem elevando a área de cultivo de abóbora. Em 1995, produziu 40.686,58 de ha, chegando a 45.909 ha em 2006. Os maiores produtores dessa cucurbitácea são Bahia, Maranhão e Pernambuco. A abóbora é bastante difundida na região, onde é considerada cultura de subsistência (CARMO et al., 2011).

Em relação aos aspectos do sistema de produção, na literatura brasileira, ainda são incipientes os trabalhos de pesquisa envolvendo os fatores lâminas de irrigação e adubação nitrogenada, necessitando-se, portanto, de maiores informações sobre os níveis ideais de aplicação de tais insumos na cultura da abóbora. Oliveira et al. (2016) salientam que a economia dos insumos

associados à produção integrada dos cultivos agrícolas está relacionada à utilização de níveis ótimos de água e nitrogênio adequados que proporcionem melhor crescimento e desenvolvimento das plantas, resultando conseqüentemente em maiores índices de produtividade. Em pesquisa desenvolvida por Souza et al. (2001), avaliando o cultivo da abóbora híbrida Jabras, com doses crescentes de N e lâminas de irrigação, constataram que a produção máxima de massa seca de frutos comercializáveis foi de 2,7 t ha⁻¹, obtida com a aplicação de uma lâmina de irrigação correspondente a 355 mm e uma dose de 102 kg ha⁻¹ de N.

Desta forma, objetivou-se com o trabalho, avaliar o efeito de distintas lâminas de irrigação associadas a doses crescentes de adubação nitrogenada sobre as variáveis de produção e qualidade na cultura da abóbora, cultivar “Maranhão”.

4 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida em campo, na área experimental da Estação Agrometeorológica pertencente ao Departamento de Engenharia Agrícola, da Universidade Federal do Ceará (UFC), no período de agosto a novembro de 2016, no município de Fortaleza - CE, situado às coordenadas geográficas de 3°44' S e 38°34' O, com uma altitude de 19,5 m. De acordo com Köppen, o clima da região é do tipo Aw', sendo caracterizado como tropical chuvoso, muito quente, com chuvas predominantes nas estações do verão e do outono.

De acordo com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (2013), o solo da área experimental é classificado como Argissolo Vermelho Amarelo de textura areia franca. Na Tabela 1, observa-se o resultado da análise físico-química do solo da área de desenvolvimento da pesquisa.

Tabela 1. Análise química do solo utilizado no experimento.

Classe	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	H+Al	Al ³⁺	K ⁺	PST	pH	CEes
Textural	----- mmolc dm ⁻³ -----			-----		(mg dm ⁻³)			(dS m ⁻¹)
Areia	0,90	0,40	0,04	0,66	0,00	0,08	2	6,3	0,13

PST - Porcentagem de solo trocável; CEes – Condutividade elétrica do extrato de saturação.

Fonte: Laboratório de Solo e Água da Universidade Federal do Ceará.

No experimento foi utilizada a cultura da Abóbora, cultivar Maranhão, que possui uma excelente adaptabilidade ao clima da Região Nordeste, e com as seguintes características agrônomicas: fruto com formato globular achatado com gomo, de cor creme alaranjada, pesando entre 5 e 8 kg, com ciclo de 100 a 120 dias, podendo produzir frutos com formatos, tamanhos e coloração diferenciados, o que é normal da variedade com produtividade de 25 a 30 t ha⁻¹.

O solo foi preparado de modo convencional (aração e gradagem). As mudas foram produzidas em bandejas de isopor com 128 células e transplantadas (12

dias após a semeadura – DAS), no espaçamento de 2,0 m entre linhas e 2,0 m entre plantas. O transplante ocorreu em solo com umidade próxima a capacidade de campo, sendo realizada uma irrigação em excesso imediatamente a seguir, para permitir o estabelecimento inicial homogêneo da cultura.

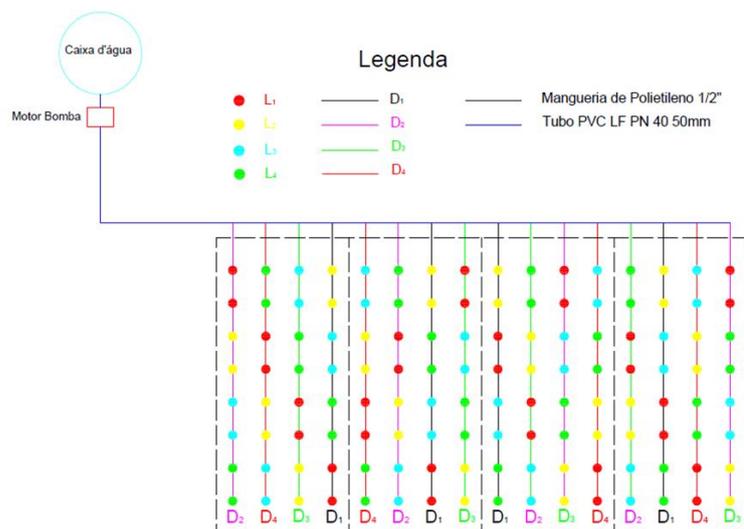
As adubações nitrogenadas de fundação foram semelhantes e as de cobertura foram diferenciadas, em complementação aos tratamentos de acordo com a análise de solo, feitas via fertirrigação. A adubação de fundação foi realizada por meio do MAP e cloreto de potássio, e as de cobertura com ureia. As

fertirrigações de cobertura foram realizadas aos 15, 22, 29 e 36 dias após o plantio (DAP), para uma melhor absorção da cultura. As adubações de fósforo e potássio em cobertura foram feitas também por fertirrigação, aplicando-se o total na fundação, com o uso de MAP e de cloreto de potássio, respectivamente, sendo feito todas as correções nas proporções de nitrogênio. Foram aplicados 83 kg ha^{-1} de ureia, $91,8 \text{ kg ha}^{-1}$ de MAP e 204 kg ha^{-1} de cloreto de potássio de acordo com o recomendado.

O delineamento estatístico utilizado foi o de blocos ao acaso em parcelas

subdivididas, onde nas parcelas avaliou-se o efeito de doses crescentes de nitrogênio (D1 - 50, D2 - 75, D3 - 100 e D4 - 125% da recomendação de N) e nas subparcelas, o efeito de distintas lâminas de irrigação (L1 - 50, L2 - 75, L3 - 100 e L4 - 125%, baseadas na evaporação do tanque classe 'A' - ECA). As quantidades equivalentes as doses da recomendação de nitrogênio foram 16, 24, 32 e 40 kg ha^{-1} e das lâminas de irrigação foram de 216, 295, 374 e 453 mm . Na figura 1 está exposto o croqui da área experimental.

Figura 1. Croqui da distribuição dos tratamentos na área experimental.



O sistema de irrigação foi composto por uma caixa d'água com capacidade de 5000 litros, um conjunto moto bomba de 1,5 cv, uma tubulação principal de 50 mm, PN40, um filtro de disco de 2", um conjunto moto bomba de 0,5 cv como injetor de fertilizante e linhas laterais duplas de 16 mm. Uma das linhas possuía gotejadores de mesma vazão, 4 L h^{-1} , para a aplicação dos

adubos minerais via água de irrigação, e a outra continha gotejadores de vazão 2, 4 e 8 L h^{-1} combinados entre si, a fim de fornecer as diferentes lâminas de irrigação.

Os gotejadores foram combinados e distribuídos ao acaso conforme os tratamentos, a uma pressão de serviço de 17 mca (Tabela 2).

Tabela 2. Especificações técnicas dos gotejadores

Cor dos gotejadores	Vazão (L h^{-1})	Pressão de serviço (bar)
Marrom	2,0	0,8 – 2,0
Preto	4,0	0,8 – 2,0
Verde	8,0	0,8 – 2,0

Após a montagem e a distribuição do sistema de irrigação, foi determinado o coeficiente de uniformidade de distribuição de água (CUD) para todos os tratamentos do sistema de irrigação. Utilizando a Metodologia de Keller e Karmeli (1974), foram determinados os valores das vazões medidas nos dezesseis gotejadores dos pontos de amostragem nas linhas laterais, com três repetições por um tempo de cinco minutos, obtendo-se um CUD = 98,95% (Equação 1).

$$\text{CUD} = (q_{25\%} / q_{\text{médio}}) \cdot 100 \quad (01)$$

Em que: CUD = Coeficiente de uniformidade de distribuição (%); $q_{25\%}$ = média de 25% das vazões com menores valores (L h^{-1}) e $q_{\text{médio}}$ = média geral de todas as vazões (L h^{-1}).

O tempo de irrigação (Equação 2) foi calculado usando-se os coeficientes da cultura em diferentes estádios, variando de 0,5 a 1,08 de acordo com o estágio de desenvolvimento da cultura, e os coeficientes de ajuste das lâminas de irrigação, 0,5 (50%), 0,75 (75%), 1,0 (100%) e 1,25 (125%) da evaporação medida no tanque classe A.

$$Ti = \frac{Ci \times Kp \times Kc \times ECA \times Ap \times C}{Ef \times Qpi} \times 60 \quad (02)$$

Em que: Ti = Tempo de irrigação (em minuto); Ci = coeficiente da irrigação (0,5, 0,75, 1,0 e 1,25); Kp = coeficiente do tanque; Kc = coeficiente da cultura; ECA = evaporação medida no tanque classe A, em mm (L m^{-2}); Ap = área da planta, (m^2); C = fator de cobertura do solo; Ef = eficiência do sistema de irrigação e Qpi = vazão por planta (4,0, 6,0, 8,0 e 10,0 L h^{-1}).

Foram realizadas pulverizações preventivas para minimizar o ataque de pulgões e mosca branca, evitando a aplicação dos defensivos no período da

manhã para não prejudicar a polinização da cultura.

As variáveis de produção analisadas na cultura da abóbora foram: o número de frutos por planta (NF) foi obtido através de contagem manual, de acordo com o padrão de qualidade mínima; a massa fresca dos frutos (MFF), obtidas através de uma balança digital (modelo 9091, Toledo), com precisão de 0,5 g; a massa seca dos frutos (MSF), onde para obtenção de seus dados os frutos foram seccionados em pequenos pedaços e colocados para secar em estufa de ventilação forçada, com temperatura de $65 \text{ }^\circ\text{C} \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$ até atingirem peso constante; e o potencial produtivo total da cultura (PROD), obtida através da relação entre a produção de frutos por plantas e sua área útil (espaçamento 2 x 2 m).

Já as variáveis de qualidade medidas foram: o diâmetro equatorial e comprimento polar dos frutos (DF e CF), utilizando-se de um paquímetro digital e fita métrica; a espessura da polpa (EP), obtida através da utilização de um paquímetro digital; e o teor de sólidos solúveis (BRIX), obtido por meio de refratômetro digital (Pocket Refractometer PAL-1), com precisão de 0,1 $^\circ\text{Brix}$, utilizando-se amostras de suco dos frutos colhidos.

Os dados das variáveis avaliadas foram submetidos à análise de variância pelo teste F a 1 e 5% de probabilidade, utilizando-se para isso o software para análises estatísticas da Universidade Federal de Campina Grande ASSISTAT 7.6 (SILVA; AZEVEDO, 2016) e o Microsoft Office Excel e o STATISTIC para a confecção das superfícies de respostas.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados meteorológicos coletados durante a condução do experimento *in loco* referentes à evaporação medida no tanque

classe A (ECA) e precipitação (P) estão apresentados na Tabela 3, em valores totais mensais.

Tabela 3. Valores totais mensais de evaporação medida no Tanque Classe A (ECA) e da precipitação (P), durante a condução do experimento.

Mês	ECA (mm)	P (mm)
Agosto	253,7	4,7
Setembro	274,2	5,8
Outubro	296,7	6,3
Novembro	275,6	2,6
Total	1100,2	19,4

Fonte: Estação Agrometeorológica – UFC.

O resumo das análises de variância para as variáveis de produção encontra-se na Tabela 4. Observa-se que todas as variáveis de produção foram afetadas

significativamente pelo teste F ao nível de 1% de probabilidade ($p \leq 0,01$) na interação entre os fatores doses de nitrogênio (N) e lâminas de irrigação (L).

Tabela 4. Resumo da análise de variância para as características de produção da abóbora maranhão.

FV	GL	QUADRADO MÉDIO			
		NF	MFF	MSF	PROD
Dose (N)	3	1,890 ^{ns}	1,342 ^{ns}	0,043 ^{**}	8.390.540,67 ^{ns}
Resíduo	9	0,848	0,714	0,00016	4.463.812,037
Parcelas	15				
Lâmina (L)	3	1,057 ^{ns}	0,235 ^{ns}	0,017 ^{**}	1.470.765,596 ^{ns}
N x L	9	1,987 ^{**}	0,898 ^{**}	0,019 ^{**}	5.615.145,985 ^{**}
Resíduo	36	0,644	0,222	0,00007	1.390.860,387
CV (N)		53,13	53,51	6,18	53,51
CV (L)		46,27	29,88	4,02	29,88
Total	63	6,426	4,411	00,079	21.331.124,68

** - Significativo a 1% de probabilidade; * - Significativo a 5% de probabilidade; ^{ns} - Não significativo, pelo teste F. NF – Número de frutos por planta; MFF – Massa fresca dos frutos; MSF – Massa seca dos frutos; PROD – Potencial produtivo total.

Uma análise quantitativa da função de resposta da abóbora à ação simultânea dos fatores doses de nitrogênio e lâminas de água, foi mais significativamente representada pela regressão quadrática indicada na Figura 2A. Observa-se através da superfície de resposta que o número de frutos máximo foi de 2,8 frutos por planta, obtido com a combinação da lâmina de água

de 453 mm e do nível de nitrogênio de 16 kg ha⁻¹.

Segundo Nagel e Machado (2011) diferentemente deste trabalho, o número de fruto por planta para os cultivares Menina Brasileira e Piramoita responderam significativamente à aplicação das doses de nitrogênio, ajustando-se ao modelo linear crescente. Com a aplicação das doses de nitrogênio de 0, 30, 60 e 90 kg ha⁻¹ para a

cultivar Menina Brasileira, foram obtidos 12,00, 19,33, 24,33 e 30,67 frutos por planta, respectivamente, e para a cultivar Piramoita, foram encontrados os valores de 10,67, 13,33, 17,33 e 17,00 frutos por planta em relação às doses crescentes de nitrogênio.

Resende, Borges e Gonçalves (2013) destacaram que o aumento do número de frutos está diretamente associado ao espaçamento da cultura, sendo um fator importante para a recomendação de plantio da cultura, uma vez que diferentes materiais podem responder diferentemente quanto a esta característica produtiva.

A massa fresca do fruto (MFF) foi melhor representada por um modelo matemático quadrático, conforme indicado na Figura 2B. Estimou-se, pela derivada da equação, que com a lâmina de 453 mm (125% da ECA) e com a dose de 35,88 kg ha⁻¹ de N (119,6% do valor recomendado de N) observou-se o maior valor da massa fresca do fruto, com 2,20 kg, corroborando os resultados apresentados por Barros et al., (2012) ao constatarem que a massa fresca de frutos da melancia aumentou em função dos níveis crescentes de nitrogênio.

Evidenciou-se um efeito altamente significativo do fator doses de nitrogênio sobre a eficiência da cultura da abóbora indicando, desta forma, que o fator doses de nitrogênio foi o mais limitante na eficiência da cultura para a variável massa fresca do fruto. Tal análise pode ser observada face aos gradientes de declive das linhas, que compõem a superfície de resposta, serem mais acentuados para o fator doses de nitrogênio do que para o fator lâminas de irrigação (Figura 3).

Coelho et al. (2003) relataram influência positiva no aumento da dose de N e obtiveram frutos com massa média variando entre 1,27 e 1,39 kg, próxima a do presente trabalho, com peso médio do fruto de 1,55 kg. Um incremento na área foliar é proporcionado quando se aumenta a dose de

N, até certo limite. Portanto, quanto maior a área foliar, maior a produção de fotoassimilados e, conseqüentemente, na produção do fruto (QUEIROGA et al., 2007).

Trabalhando com diferentes lâminas de irrigação na cultura da abóbora, Marouelli et al. (2017), encontraram resultados semelhantes ao da referida pesquisa, quanto à massa fresca dos frutos, com massa média variando entre 1,26 e 1,66 kg.

Na Figura 2C, pode-se observar a análise quantitativa da função da superfície de resposta da abóbora à ação simultânea dos fatores doses de nitrogênio e lâminas de irrigação para a massa seca do fruto (MSF). De acordo com a derivada da função quadrática, o valor máximo para a variável massa seca do fruto da abóbora foi de 0,258 kg, tendo sido obtido com a combinação do nível de nitrogênio de 39 kg ha⁻¹ (121,87% do recomendado de N ha⁻¹) e da lâmina de água de 295 mm (75% da ECA). Resultados semelhantes aos encontrados por Pereira Filho et al. (2014), ao constatarem um incremento na produção de massa seca na cultura do meloeiro irrigada sob diferentes frequências e formas de aplicação parcelada do adubo nitrogenado.

Resende, Borges e Gonçalves (2013) destacam que plantas de abóboras desenvolvidas sob fertilidade e umidade adequadas permitem a oportunidade de obter plantas bem desenvolvidas, com melhor enraizamento e crescimento equilibrado de ramas, de forma a promover maior absorção de nutrientes e água, o suficiente para sintetizar e assimilar fotossinteticamente, conferindo maior produção de massa seca aos frutos.

A análise quantitativa da função de resposta da abóbora à ação simultânea dos fatores doses de nitrogênio e lâminas de irrigação quanto à produtividade foi melhor representada por uma regressão quadrática indicada na Figura 2D.

O valor máximo estimado obtido pela derivada da função quadrática para a abóbora foi de 4269,6 kg ha⁻¹, obtido com a combinação da lâmina de água de 444,10 mm (122,5% da ECA) e do nível de nitrogênio de 33,65 kg ha⁻¹ de N (112,16 % do recomendado de N), mostrando um efeito altamente significativo do fator doses de nitrogênio sobre a eficiência da cultura da abóbora indicando, desta forma, que o fator doses de nitrogênio foi mais limitante na eficiência da cultura para a variável produtividade. Essa análise pode ser observada devido aos gradientes de declive das linhas, que compõem a superfície de resposta, serem mais acentuados para o fator doses de nitrogênio que para o fator lâminas de irrigação (Figura 2D).

Conforme pode ser observado na Figura 2D, a adubação nitrogenada e a irrigação proporcionaram um incremento positivo na produtividade até os tratamentos de 112,16 e 122,5%, respectivamente. A partir de então, houve um decréscimo na produtividade, passando a planta a responder negativamente ao aumento da dose de nitrogênio e ao incremento da lâmina de irrigação. Biesiada et al. (2009) relatam que, na relação entre produtividade dos plantios e doses de nitrogênio que são sumariamente aplicadas, são observados ganhos em números de frutos e massa média dos frutos conforme se aumenta o fornecimento de nitrogênio às plantas.

Do mesmo modo, Silva et al. (2015), trabalhando com melancia, também observaram influência estatística sobre a produtividade da cultura da melancia em relação à dose de nitrogênio, obtendo resposta polinomial quadrática para uma produtividade máxima de 87,86 t ha⁻¹ com a aplicação de 66 kg ha⁻¹ de N. Nagel e

Machado (2011), que também estudaram o efeito do nitrogênio na produtividade da melancia, verificaram que a maior produtividade foi alcançada com a aplicação de 40 kg ha⁻¹ de N, próxima a dose alcançada no presente trabalho.

Na pesquisa desenvolvida por Nagel e Machado (2011), observou-se que com o incremento de água, a partir da lâmina equivalente a 122,5% da ECA, a produtividade foi reduzida. Isso pode ser explicado por problemas atribuídos ao excesso de água no solo. A difícil respiração das plantas e, conseqüentemente, a diminuição da produção de energia necessária para a síntese e a translocação dos compostos orgânicos e a absorção ativa do mesmo, ocasionadas pela diminuição da pressão de oxigênio (hipóxia) ou pela falta do mesmo (anoxia), causam a redução na produtividade a partir do ponto que ocorre o excesso de água (TAIZ et al., 2017).

Morais et al. (2008) encontraram resultados próximos ao do presente trabalho com melancia, onde a lâmina que proporcionou a melhor produtividade foi de 105,25% da ECA. Os autores ainda ressaltam que com a aplicação das maiores lâminas de irrigação, ocorrem pequenos aumentos na produção, possivelmente, em virtude das perdas de água que ocorrem próximas da condição de máximo rendimento, fato este que pode estar associado às lâminas e às frequências de irrigação, características próprias da cultura e solo e também das condições climáticas reinantes.

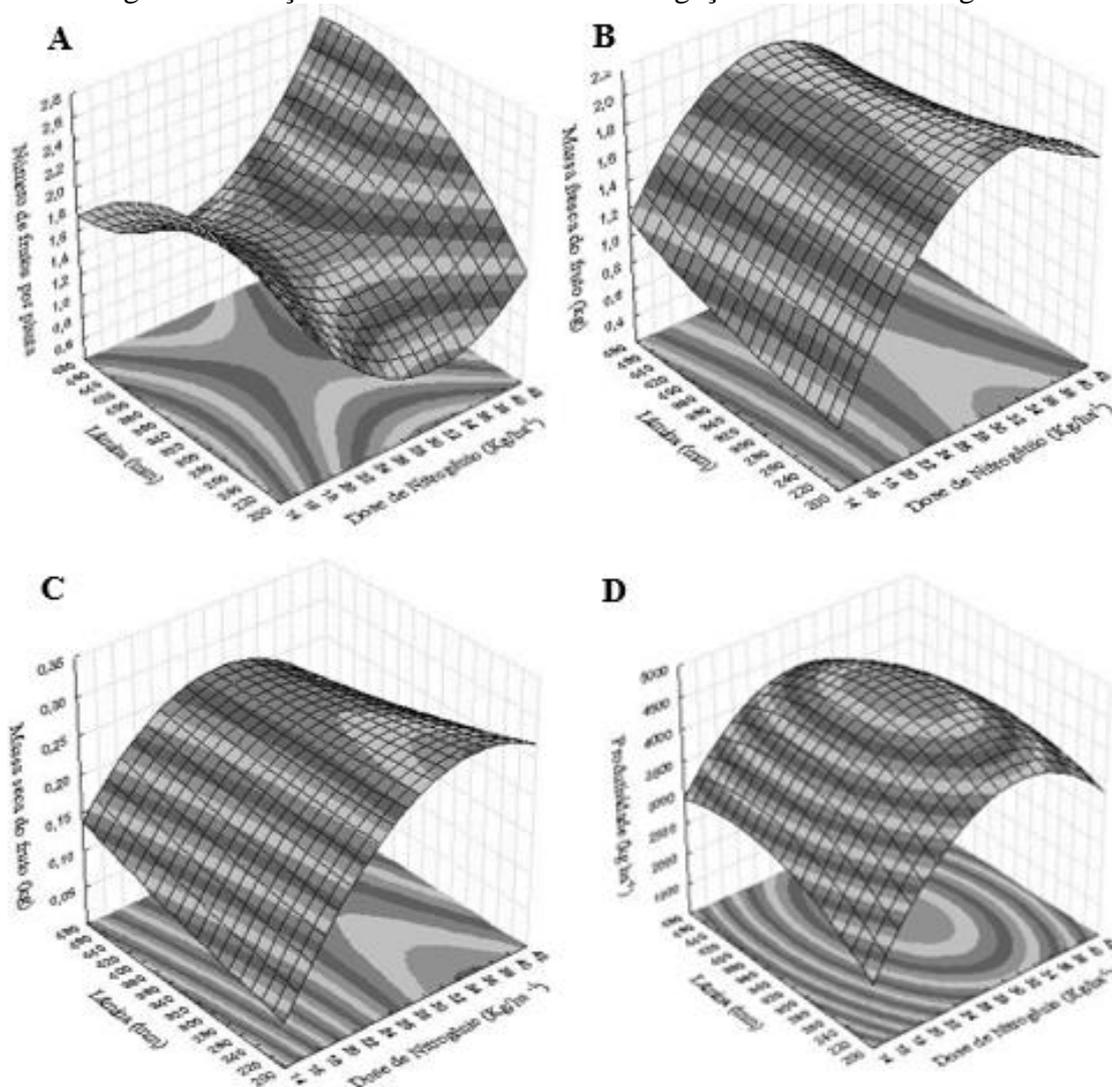
Na Tabela 5 estão expostos os modelos matemáticos de ajustes para as variáveis de produção da abóbora, cultivar Maranhão, submetida a diferentes lâminas de irrigação e doses de N.

Tabela 5. Funções de ajuste das variáveis de produção analisadas

Variáveis	Modelos matemáticos de ajuste	R ²
NF	$4,060753 - 0,304859 * N + 0,004178 * N^2 + 0,008955 * L - 0,000020 * L^2 + 0,000213 * NL$	0,5522
MFF	$-2,489764 + 0,280908 * N - 0,003912 * N^2 + 0,000844 * L + 0,000003 * L^2 - 0,000118 * NL$	0,5542
MSF	$-0,435982 + 0,040363 * N - 0,000516 * N^2 + 0,000400 * L + 0,0000002 * L^2 - 0,000020 * NL$	0,6438
PROD	$-6381,156726 + 480,524484 * N - 7,137347 * N^2 + 22,997134 * L - 0,025697 * L^2 - 0,172780 * NL$	0,6640

NF – Número de frutos por planta; MFF – Massa fresca dos frutos; MSF – Massa seca dos frutos; PROD – Potencial produtivo total; R² - Coeficiente de determinação das equações ajustadas.

Figura 2. Número de frutos (NF – A); Massa fresca dos frutos (MFF – B); Massa seca dos frutos (MSF – C) e Produtividade (PROD – D) da abóbora, cultivar Maranhão, irrigada em função de distintas lâminas de irrigação e doses de nitrogênio.



Na Tabela 6, encontra-se o resumo das análises de variância das características de qualidade da abóbora, comprimento do fruto (CF), diâmetro polar do fruto (DF), espessura da polpa (EP) e teor de sólidos solúveis totais ($^{\circ}$ BRIX). Observa-se que a interação entre os fatores doses de

nitrogênio e lâminas de irrigação foi significativa ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F, para todas as variáveis estudadas, exceto para variável comprimento dos frutos, que apresentou influência significativa isolada somente para o fator doses de nitrogênio.

Tabela 6. Resumo da análise de variância para as características de qualidade da abóbora Maranhão

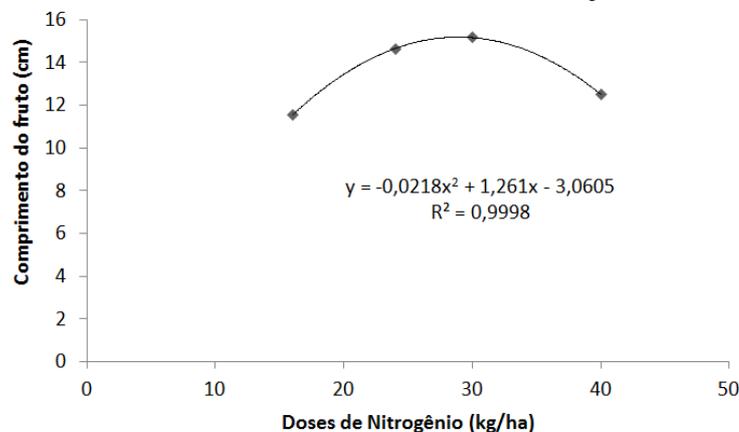
FV	GL	QUADRADO MÉDIO			
		CF	DF	EP	BRIX
Dose	3	47,462*	40,634 ^{ns}	40,193**	1,142**
Resíduo	9	10,380	109,967	2,636	0,132
Parcelas	15				
Lâmina	3	13,236 ^{ns}	52,424 ^{ns}	76,031**	2,024**
N x L	9	7,693 ^{ns}	209,231**	116,07**	3,654**
Resíduo	36	5,376	31,491	2,890	0,138
CV (N)		23,93	21,50	4,53	7,32
CV (L)		17,22	11,51	4,75	7,46
Total	63	84,147	443,747	237,82	7,090

** Significativo a 0,01 de probabilidade; * Significativo a 0,05 de probabilidade; ^{ns} Não significativo, pelo teste F. CF - Comprimento do fruto, DF - diâmetro polar do fruto, EP - espessura da polpa e BRIX - teor de sólidos solúveis totais.

Na Figura 3, observa-se que o modelo matemático que melhor expressa o efeito das diferentes doses de nitrogênio aplicadas na cultura da abóbora Maranhão foi um polinomial quadrático ($R^2 = 0,99$). O ponto de máxima estimado pela derivada da função quadrática foi de 15,18 cm,

alcançado com uma dose de 28,92 kg de N ha^{-1} (96,33% do valor recomendado de N) - resultados semelhantes ao de Costa et al. (2015) trabalhando com a cultura da abobrinha italiana (*Cucurbita pepo* L.) em ambiente protegido.

Figura 3. Comprimento do fruto (cm) da abóbora maranhão em função das doses de nitrogênio.



Cavalcante, Nascimento e Rocha (2017), avaliando as características produtivas da abobrinha de moita em função de diferentes doses de adubação nitrogenada, constataram que o comprimento dos frutos aumentou gradativamente em quase todos os tratamentos (60, 90, 120, 150 e 180 kg ha⁻¹ de N), sendo o maior valor 17,2 cm obtido com a dose de 120 kg ha⁻¹ de N. Os autores ainda destacam que a adubação nitrogenada é fundamental para a obtenção de adequada produtividade, sendo a dose adequada variável de acordo com a produtividade almejada, cultivar, técnicas de manejo, fonte e condições edafoclimáticas.

A função de resposta da abóbora à ação simultânea dos fatores doses de nitrogênio e lâminas de irrigação para a variável diâmetro polar do fruto da abóbora foi melhor representada pela regressão quadrática indicada na Figura 4A. Pela derivada da função, o valor máximo para a variável diâmetro equatorial do fruto foi de 51,71 cm, obtido com a combinação do nível de nitrogênio de 29,02 kg ha⁻¹ (96,96% do valor recomendado de N ha⁻¹) e da lâmina de água de 256 mm (68,44% da ECA). Resultados semelhantes aos apresentados por Blank et al. (2013), avaliando os parâmetros genotípicos, fenotípicos e ambientais para caracteres morfológicos e agrônômicos em abóbora.

Segundo Cavalcante, Nascimento e Rocha (2017), o nitrogênio influencia diretamente nos processos que envolvem o crescimento e o desenvolvimento das culturas, afetando diretamente as relações fonte-dreno, podendo alterar a assimilação entre partes vegetativa e reprodutiva das plantas. Desta forma, o N poderá promover aumentos na parte aérea (números de folhas, por exemplo), até determinado limite, proporcionando maior produção de assimilados que serão destinados aos frutos.

Já Azevedo et al. (2014), trabalhando com a cultura da melancia irrigada sob distintas lâminas de água,

constataram valor médio para o diâmetro dos frutos de 0,56 m para o tratamento de 100% da ECA, corroborando assim, com os resultados alcançados no presente trabalho.

A análise quantitativa da função de resposta da abóbora à ação simultânea dos fatores doses de nitrogênio e lâminas de irrigação para a variável espessura da polpa foi melhor representada por um modelo de regressão quadrática (Figura 4B). O valor máximo obtido pela derivada da função foi de 40,44 mm, obtido com a combinação da dose de nitrogênio de 30,99 kg ha⁻¹ (103,9% do valor recomendado de N) e da lâmina de água de 337,65 mm (90,28% da ECA). Corroborando os dados obtidos na presente pesquisa, Silva et al. (2014) trabalhando com a cultura do melão irrigada sob diferentes níveis de adubação nitrogenada, encontraram maior valor médio da espessura de polpa de 31,83 mm para a dose de 160 mg dm⁻³ de N.

Segundo Queiroga et al. (2007), a maior espessura da polpa é desejável, pois aumenta o peso e a parte comestível, melhorando a qualidade do fruto. Em pesquisa desenvolvida com melões do grupo *Cantalupensis*, os autores encontraram resposta linear na espessura da polpa com o aumento crescente em dose de nitrogênio em casa de vegetação, passando de 33,69 (controle) para 39,63 mm (540 kg ha⁻¹).

Na Figura 4C está representada pela regressão quadrática indicada a análise quantitativa da função de resposta da abóbora à ação simultânea dos fatores doses de nitrogênio e de lâminas de irrigação para o teor de sólidos solúveis (°BRIX). Através da derivada da função, obteve-se valor máximo estimado de 5,73 °Brix, alcançado com a combinação do nível de nitrogênio de 34,03 kg ha⁻¹ (113,43% do valor recomendado de N ha⁻¹) e da lâmina de irrigação de 375 mm (100% da ECA). Resultados similares foram encontrados por Moraes et al. (2008), ao constatarem que os teores de sólidos solúveis foram afetados

pela interação entre os níveis de adubação nitrogenada e lâminas de irrigação na cultura da melancia.

Amaro et al. (2017), avaliando o desempenho agrônômico em 35 híbridos interespecíficos (*Cucurbita maxima* x *C. moschata*) experimentais de abóbora do segmento varietal Tetsukabuto, constataram que as medidas do teor de sólidos solúveis variaram de 15,21 a 21,33 °Brix, mostrando ainda que existe um

impacto negativo dos frutos maiores sobre o teor de °Brix dos frutos. Uma possível explicação para essa correlação poderia ser um “efeito de diluição” dos sólidos solúveis nas plantas com maior massa de polpa.

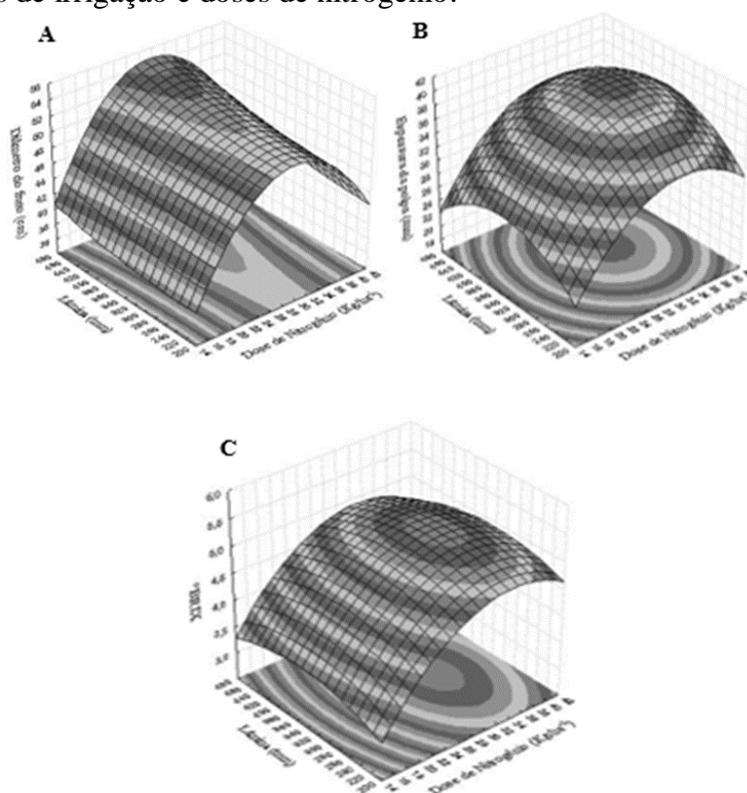
Na Tabela 7 estão expostos os modelos matemáticos de ajustes para as variáveis de qualidade dos frutos da abóbora, cultivar Maranhão, submetida a diferentes lâminas de irrigação e doses de N.

Tabela 7. Funções de ajuste das variáveis de qualidade dos frutos analisadas

Variáveis	Modelos matemáticos de ajuste	R ²
DF	$4,911418 + 3,292327 * N - 0,056721 * N^2 - 0,017621 * L + 0,000034 * L^2 + 0,000176 * NL$	0,7317
EP	$-32,898638 + 2,389666 * N - 0,038552 * N^2 + 0,201699 * L - 0,000299 * L^2 + 0,000220 * NL$	0,6601
°BRIX	$-1,822908 + 0,301510 * N - 0,004394 * N^2 + 0,012049 * L - 0,000016 * L^2 - 0,000022 * NL$	0,6242

DF - Diâmetro polar do fruto da abóbora; EP - Espessura da polpa; °BRIX - Teores de sólidos solúveis

Figura 4. Diâmetro polar do fruto da abóbora (DF – A); Espessura da polpa (EP – B) e Teor de sólidos solúveis (°BRIX – C), cultivar maranhão, irrigada em função de distintas lâminas de irrigação e doses de nitrogênio.



6 CONCLUSÃO

As características produtivas (número de frutos, massa fresca dos frutos, massa seca dos frutos e produtividade) e de qualidade (diâmetro polar dos frutos, espessura da polpa e °Brix) da abóbora maranhão foram influenciadas pela interação entre os fatores lâminas de irrigação e doses de nitrogênio.

A produtividade máxima alcançada foi de 4269,6 kg ha⁻¹ obtida com a

combinação da lâmina de água de 444,10 mm (122,5% da ECA) e do nível de nitrogênio de 33,65 kg ha⁻¹ de N (112,16 % do recomendado de N).

7 AGRADECIMENTOS

A Universidade Federal do Ceará e ao Departamento de Engenharia Agrícola, pela oportunidade de ter ingressado no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola.

8 REFERÊNCIAS

AGRIANUAL. **Anuário da produção brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio, 2014.

AMARO, G. B.; SILVA, G. O.; BOITEUX, L. S.; CARVALHO, A. D. F.; LOPES, J. F. Desempenho agrônomico de híbridos experimentais de abóbora Tetsukabuto para características dos frutos. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 2, p. 180-185, 2017.

AZEVEDO, B. M.; BASTOS, F. G. C.; VIANA, T. V. A.; RÊGO, J. L.; D'ÁVILA, J. H. T. Efeitos de níveis de irrigação na cultura da melancia. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 36, n. 1, p. 9-15, 2005.

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

BIESIADA, A.; NAWIRSKA, A.; KUCHARSKA, A.; SOKÓŁ-ŁĘTOWSKA, A. The effect of nitrogen fertilization methods on yield and chemical composition of pumpkin (*Cucurbita maxima*) fruits before and after storage. **Vegetable Crops Research Bulletin**, Skierniewice, v. 70, n. 1, p. 203-211, 2009.

BLANK, A. F.; SILVA, T. B.; MATOS, M. L.; CARVALHO FILHO, J. L. S.; SILVA-MANN, R. Parâmetros genotípicos, fenotípicos e ambientais para caracteres morfológicos e agrônomicos em abóbora. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 31, n. 1, p. 106-111, 2013.

CARMO, G. A.; OLIVEIRA, F. R. A.; MEDEIROS, J. F.; OLIVEIRA, F. A.; CAMPOS, M. S.; FREITAS, D. C. Teores foliares, acúmulo e partição de macronutrientes na cultura da abóbora irrigada com água salina. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 15, n. 5, p. 512-518. 2011.

CAVALCANTE, R. R.; NASCIMENTO, I. R.; SILVA, D. A. P.; CERQUEIRA, F. B. Características produtivas de frutos de abobrinha de moita em função de diferentes doses de

adubação nitrogenada. **Revista Tecnologia & Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v. 11, n. 6, p. 11-15, 2017.

COELHO, E. V.; FONTES, P. C. R.; FINGER, F. L.; CARDOSO, A. A. Qualidade do fruto de melão rendilhado em função de doses de nitrogênio. **Bragantia**, Campinas, v. 62, n. 2, p. 173-178, 2003.

COSTA, A. R.; REZENDE, R.; FREITAS, P. S. L.; GONÇALVES A. C. A.; FRIZZONE, J. A. A cultura da abobrinha italiana (*Cucurbita pepo* L.) em ambiente protegido utilizando fertirrigação nitrogenada e potássica. **Revista Irriga**, Botucatu, v. 20, n. 1, p. 105-127. 2015.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2013.

QUEIROGA, R. C. F.; PUIATTI, M.; FONTES, P. C. R.; CECON, P. R.; FINGER, F. L. Influência de doses de nitrogênio na produtividade e qualidade do melão *Cantalupensis* sob ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 25, n. 4, p. 550-556, 2007.

KELLER, J.; KARMELI, D. Trickle irrigation design parameters. **Transactions of the ASAE**, Saint Joseph, v. 17, n. 4, p. 678-684, 1974.

MAROUELLI, W. A.; AMARO, G. B.; BRAGA, M. B. Resposta da abóbora híbrida tipo Tetsukabuto a lâminas de água e doses de nitrogênio. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 3, p. 402-409, 2017.

MORAIS, N. B.; BEZERRA, F. M. L.; MEDEIROS, J. F.; CHAVES, S. W. P. Resposta de plantas de melancia cultivadas sob diferentes níveis de água e de nitrogênio. **Revista ciência agrônômica**, Fortaleza, v. 39, n. 3, p. 369-377, 2008.

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**, Recife, v. 6, n. 3, p. 447-451, 2011.

OLIVEIRA, E. C.; CARVALHO, J. A.; REZENDE, F. C.; ALMEIDA, E. F. A.; REIS, S. N.; MIMURA, S. N. Lâminas de irrigação e doses de nitrogênio em roseiras cultivadas com técnicas de produção integrada. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v. 10, n. 4, p. 820-829, 2016.

PAZ, V. P. S.; TEODORO, R. E. F.; MENDONÇA, F. C. Recursos hídricos, agricultura irrigada e meio ambiente. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 4, n. 3, p. 465-473, 2000.

PEREIRA FILHO, J. V.; BEZERRA, F. M. L.; SILVA, A. R. A.; SOUSA, C. C. M.; CASTRO, J. M. Frequência de irrigação e aplicação de N em meloeiro irrigado por gotejamento nas condições semiáridas do Nordeste. **Científica**, Jaboticabal, v. 42, n. 1, p. 11-22, 2014.

PINTO, L. E. V.; GODINHO, A. M. M.; SPÓSITO, T. H. N. Desenvolvimento inicial de mudas de abóbora menina brasileira (*Cucurbita moschata* D.) em função de diferentes tipos de substratos agrícolas. **Colloquium Agrariae**, Presidente Prudente, v. 11, n. especial, p. 36-43, 2015.

RESENDE, G. M.; BORGES, R. M. E.; GONÇALVES, N. P. S. Produtividade da cultura da abóbora em diferentes densidades de plantio no Vale do São Francisco. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 31, n. 3, p. 504-508, 2013.

SANTANA JÚNIOR, E. B.; COELHO, E. F.; GONÇALVES, K. S.; CRUZ, J. L. Physiological and vegetative behavior of banana cultivars under irrigation water salinity. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 24, n.2, p. 82-88, 2020.

SANTOS, M. R.; SEDIYAMA, M. A. N.; MOREIRA, M. A.; MEGGUER, C. A.; VIDIGAL, S. M. Rendimento, qualidade e absorção de nutrientes pelos frutos de abóbora em função de doses de biofertilizante. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 1, p. 160-167, 2012.

SILVA, M. C.; SILVA, T. J. A.; BONFIM-SILVA, E. M.; FARIAS, L. N. Características produtivas e qualitativas de melão rendilhado adubado com nitrogênio e potássio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 18, n. 6, p. 581-587, 2014.

SILVA, V. F. A.; MELO, N. C.; GALVÃO, J. R.; SILVA, D. R.; PEREIRA, W. V. S.; RODRIGUES, F. H. S. Produção de melancia e teores de sólidos solúveis totais em resposta a adubação nitrogenada e potássica. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v. 9, n. 3, p. 136-144, 2015.

SOUZA, A. F.; MAROUELLI, W. A.; MESQUITA FILHO, M. V.; SILVA, H. R.; PEREIRA, W. Exportação de macronutrientes pela abóbora híbrida submetida a diferentes lâminas de irrigação e níveis de N em um latossolo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 19, Suplemento. CD Rom. Trabalho apresentado no 41º Congresso Brasileiro de Olericultura, 2001, Brasília, DF.

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