



ARTIGO ORIGINAL

Wendel Barboza de Melo¹
Francisco Hevilásio Freire Pereira¹
Francisco Sales de Oliveira Filho²
Francisco Vanies da Silva Sá^{3*}
Francisco Hélio Dantas Lacerda¹
José Eustáquio Campos Junior⁴

Manejo da adubação orgânica e mineral na cultura da melancia no semiárido paraibano segunda safra[†]

Management of organic and mineral fertilizers in the culture of watermelon in the semiarid region of Paraíba second crop

¹ Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias, Pereiros, Caixa Postal 1770, 58840-000, Pombal, PB, Brasil

² Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFRSA, Departamento de Ciências Vegetais, Alto São Manoel, Caixa Postal 137, 59625-900, Mossoró, RN, Brasil

³ Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, Departamento de Engenharia Agrícola, Bodocongó, Caixa Postal 882, 58429-900, Campina Grande, PB, Brasil

⁴ Universidade Federal Rural do Pernambuco – UFRPE, Departamento de Engenharia Agrícola, Dois Irmão, 52171-900, Recife, PE, Brasil

***Autor Correspondente:**

E-mail: vanies_agronomia@hotmail.com

[†] Trabalho de dissertação de Mestrado do primeiro autor.

PALAVRAS-CHAVE

Citrullus lanatus
Fertilizantes
Fisiologia
Produção
Efeito residual

KEYWORDS

Citrulluslanatus
Fertilizers
Physiology
Production
Residual effect

RESUMO: A busca por alternativas de adubação que diminuam ou até mesmo eliminem a utilização de fertilizantes minerais industrializados é uma realidade dentre os pequenos e médios produtores agrícolas nordestinos. O objetivo do trabalho foi avaliar as respostas morfofisiológicas da melancia, em um cultivo sucessivo, à aplicação de doses de NPK, utilizando diferentes proporções de adubos minerais e orgânicos. O experimento foi realizado em uma área da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Campus Pombal – PB (6° 48' 16"S e 37° 49' 15"W), durante o período de outubro de 2013 a janeiro de 2014. O delineamento foi em blocos ao acaso, com quatro repetições, dispostos em esquema fatorial 3 × 5. No fator (A), foram alocadas as doses de 50%, 100% e 150% da recomendação de NPK para melancia e, no fator (B), cinco proporções de adubo mineral e orgânico (100/0, 75/25, 50/50, 25/75 e 0/100). A dose de 50% da recomendação de NPK favoreceu a maior atividade fotossintética das plantas de melancia no segundo ciclo de cultivo. Não houve diferença entre as concentrações de nutrientes estudadas no segundo ciclo da melancia sobre os aspectos de produção e qualidade dos frutos, podendo-se optar pela menor concentração de nutrientes, 50%. Não houve diferença entre as proporções de adubo mineral e orgânico estudadas no segundo ciclo da melancia sobre os aspectos de produção e qualidade dos frutos, podendo-se optar pela adubação orgânica sem perdas de rendimento.

ABSTRACT: The search for alternative fertilizers that may reduce or even eliminate the use of manufactured mineral fertilizers is a reality among small and medium northeastern farmers. The objective of this study was to evaluate the morphological and physiological responses of successive watermelon crops to the application of NPK doses using different proportions of mineral and organic fertilizers. The experiment was conducted in an area of the Federal University of Campina Grande (UFCG), Pombal Campus - PB (6° 48' 16" S and 37° 49' 15" W), from October 2013 to January 2014. Randomized blocks were used with four replications in a 3 × 5 factorial design where the factor (A) consisted of 50%, 100% and 150% of the recommended dose of NPK to be allocated to watermelons and factor (B) consisted of five proportions of mineral and organic fertilizers (100/0, 75/25, 50/50, 25/75 and 0/100). The treatment of 50% of the recommended dose of NPK favored the highest photosynthetic activity of watermelon plants in the second growing cycle. There was no difference in the effects of nutrient concentrations studied on aspects of production and quality of fruits in the second growing cycle, and thus, the lower concentration of nutrients can be used, i.e., 50%. Since no difference between the proportions of mineral and organic fertilizers studied was found in the second growing cycle regarding production and quality of fruits, organic fertilization can be used without yield losses.

Recebido: 14 jan. 2016
Aceito: 09 dez. 2016

1 Introdução

A melanciaira, *Citrullus lanatus* (Thunb.), pertencente à família Cucurbitaceae, é uma hortaliça de fruto, originária da África, que é cultivada em todo o mundo (Carvalho et al., 2007). No agronegócio brasileiro, o cultivo dessa cucurbitácea representa expressiva importância econômica, com uma participação de 4% no valor total da produção de frutas, o que lhe confere o sexto lugar dentre as vinte e duas frutas mais produzidas no país. A produção de melancia no Brasil no ano de 2012 foi de 2.079.547 t em 94.612 ha de área colhida, o que corresponde a uma produtividade de aproximadamente 21,97 t ha⁻¹, sendo a região Nordeste responsável por 69,89% da produção nacional da fruta (IBGE, 2010).

O sucesso no cultivo da melanciaira é fortemente influenciado pela fertilidade do solo. Para elevar a produção, os produtores têm lançado mão da aplicação de fertilizantes minerais. Esses, entretanto, representam uma parcela significativa nos custos de produção. Os custos dos fertilizantes minerais e a crescente poluição ambiental geram aumento na demanda por pesquisas para avaliar a viabilidade técnica e econômica da utilização de resíduos orgânicos (Sampaio et al., 2007; Simões et al., 2007; Leão et al., 2008; Melo et al., 2008; Rodrigues et al., 2008; Silva et al., 2012; Mueller et al., 2013).

O Brasil ocupa a 4ª posição no *ranking* dos países consumidores de fertilizantes minerais, respondendo por 6,25% do total global, sendo a China, a Índia e os Estados Unidos os maiores consumidores. Porém, o país destaca-se apenas como grande produtor de fosfato, ocupando a 6ª posição no *ranking* mundial, com produção de cerca de 6,3 milhões de toneladas de concentrado em 2010, que representa 3,6% da produção mundial estimada de 160 milhões de toneladas (IBRAM, 2012). Dados referentes à produção e importação de fertilizantes N, P e K pelo Brasil mostram a alta dependência de fornecedores estrangeiros, em especial para adubos nitrogenados e potássicos, sendo 75% do nitrogênio e 92% do potássio importados (ANDRA, 2010).

Nos últimos anos, tem-se observado um crescente interesse pela produção de fertilizantes orgânicos, devido, principalmente, à busca de alternativas de manejo do solo com enfoque orgânico e com características divergentes do uso intensivo de fertilizantes químicos industrializados (Sampaio et al., 2007; Simões et al., 2007; Melo et al., 2008; Rodrigues et al., 2008). O uso de materiais orgânicos nos sistemas agrícolas tem sido muito difundido, dadas as importantes contribuições em nível econômico e ambiental. Do ponto de vista econômico, pode-se considerar como fator principal o aumento na renda do produtor, por conta da diminuição do uso de fertilizantes e defensivos industrializados, o que viabiliza o cultivo para agricultores menos capitalizados.

Em algumas culturas, foram verificados resultados promissores da substituição da adubação mineral pela orgânica, como observado por Polat et al. (2010) em tomate, em que a adubação orgânica resultou em maior qualidade dos frutos, quando comparada à adubação mineral, devendo ser mantida a fim de facilitar a reutilização e eliminação de resíduos orgânicos bem como para manter e/ou aumentar a fertilidade do solo. No entanto, estudos que relacionam a substituição da adubação mineral pela orgânica na qualidade de frutos de melanciaira ainda são escassos na literatura.

Diante desse cenário agrícola de dependência do mercado de insumos agrícolas, em especial, de fertilizantes minerais industrializados, dos efeitos adversos por eles causados ao meio ambiente (salinização dos solos, eutrofização de mananciais) e do perfil socioeconômico dos agricultores da região Nordeste, propomos realizar este trabalho cujo objetivo é avaliar o efeito da utilização da adubação orgânica combinada aos fertilizantes minerais industrializados sobre as características agrônômicas e de qualidade dos frutos da melanciaira.

2 Material e Métodos

O experimento constituiu-se do segundo ciclo da cultura da melancia “híbrido Olímpia”, o qual foi instalado no período de outubro de 2013 a janeiro de 2014, em uma área localizada no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande (CCTA/UFCG), situada no município de Pombal, Paraíba-PB, cujas coordenadas de referência são de 6° 48' 16" de latitude S e 37° 49' 15" de longitude W, a uma altitude de 144 m. O clima da região, de acordo com a classificação de Koppen-Geiger, é do tipo Aw', isto é, quente e seco com chuvas de verão e outono (semiárido). Os solos da região são classificados como Neossolo flúvico.

Antes da instalação do experimento, procederam-se às análises químicas do solo, as quais foram realizadas no Laboratório de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas da Universidade Federal do Semiárido em Mossoró - RN determinadas conforme metodologias recomendadas por EMBRAPA (1997), e cujas características químicas estão descritas na Tabela 1.

Os tratamentos foram constituídos de três porcentagens (50%, 100% e 150%) das doses de N, P₂O₅ e K₂O recomendadas por Cavalcanti (2008) para melanciaira, fornecidas via fertilizantes minerais e/ou orgânico, aplicados em 5 proporções (0:100, 75:25, 50:50 25:75 e 100:0). A dose de 100%, baseada na recomendação para cultura da melanciaira, tendo como parâmetro a análise química do solo, foi de 120 kg ha⁻¹ para N, P₂O₅ e K₂O, na implantação do experimento. Utilizou-se o delineamento em blocos casualizados com os tratamentos distribuídos no esquema fatorial 3 × 5, com quatro repetições.

Tabela 1. Características químicas do solo na camada de 0-20 cm de profundidade da área experimental.

Table 1. Soil chemical characteristics in the 0-20 cm depth layer of the experimental area.

Prof. Cm	pH H ₂ O	P mg dm ⁻³	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H ⁺ +Al ³⁺	SB	CTC	V %
0-20	6,6	43,6	138,8	95,2	19,6	5,3	0,0	3,0	25,6	28,7	89

P, K, Na: Extrator Mehlich1; Al, Ca, Mg: Extrator KCl 1M; SB = Ca²⁺+Mg²⁺+K⁺+Na⁺; H + Al: Extrator Acetato de Cálcio 0,5 M, pH 7,0; CTC = SB+H⁺+Al³⁺; M.O.: Digestão Úmida Walkley-Black.

As fontes de fertilizantes minerais utilizadas foram: Monoamôniofosfato (MAP) (62% de P_2O_5 e 12% de N), Ureia (45% de N) e cloreto de potássio KCl (60% de K_2O). A fonte de adubo orgânico utilizada foi o esterco de gado leiteiro, com os respectivos valores: 88 dag dm^{-3} de massa seca, 10,8 dag dm^{-3} de N, 0,36 dag dm^{-3} de P_2O_5 e 1,2 dag dm^{-3} de K_2O . Os valores referentes às quantidades de esterco e dos fertilizantes minerais Ureia, MAP e KCl calculadas para os tratamentos estão dispostos na Tabela 2.

A quantidade do fertilizante orgânico (esterco de gado leiteiro), referente a 100% da recomendação de NPK, foi definida em função dos teores N-Total, P (P_2O_5) e K (K_2O) presentes na matéria seca do material. A partir dos valores de 100%, foram calculadas as quantidades para as demais porcentagens correspondentes aos respectivos tratamentos. Para os cálculos referentes à quantidade de esterco, utilizou-se a expressão proposta por Furtini Neto et al. (2001) (Equação 1) em que, após calculada a quantidade de adubo orgânico em função dos macronutrientes N, P e K individualmente, procedeu-se ao cálculo da média, cujo valor foi definido como 100% da recomendação. As quantidades de esterco em função dos teores dos macronutrientes observados nesse material foram de 5.263, 87.719 e 13.158 Kg ha^{-1} , respectivamente para os teores de N, P e K, e cuja média foi de 36.000 Kg ha^{-1} .

$$X = (A) / (B/100 \times C/100 \times D/100) \quad (1)$$

em que:

X = dose de fertilizante orgânico a ser aplicada (kg/ha);
A = dose de N, P ou K requerida pela cultura para determinada produtividade (kg/ha); B = teor de matéria seca do fertilizante orgânico (%); C = teor de N, P ou K na matéria seca do fertilizante orgânico (%); D = índice de conversão de N, P ou K da forma orgânica para a forma mineral (30% para N e 50% para P e K).

Definidas as quantidades de adubo orgânico para cada tratamento, este foi distribuído na linha de plantio reincorporado ao solo em uma única vez, 15 dias antes do transplante, e, em seguida, procedeu-se à construção dos camalhões, cujas dimensões foram: 0,20 m de altura, 0,45 m de largura e 6 m de comprimento. Depois da incorporação do esterco, iniciou-se a irrigação diária utilizando fitas gotejadoras com espaçamento de 30 cm entre emissores e vazão de 1,7 L por hora.

Os fertilizantes minerais foram aplicados via fertirrigação utilizando o injetor de fertilizante do tipo venturi, parcelados ao longo do ciclo da cultura. O fertilizante fosfatado (MAP) foi parcelado em três vezes, sendo a primeira aplicação realizada um dia antes do transplante e as demais nas duas semanas posteriores. Foi feito o balanceamento a fim de identificar a quantidade de nitrogênio aplicado via MAP sendo a quantidade faltante dividida em oito aplicações ao longo do ciclo da cultura, utilizando-se o fertilizante ureia. O potássio aplicado via KCl foi distribuído em dez aplicações, sendo 10% em fundação, 10% nas duas primeiras semanas (5% por semana), 40% da terceira à sexta semana (10% por semana), 30% na sétima e oitava semana (15% por semana) e 10% na nona e décima semana (5% por semana).

Para aplicação dos fertilizantes minerais via fertirrigação, foram utilizados, no início de cada linha de derivação, por parcela, registros de 16 mm a fim de controlar a aplicação. No dia anterior à aplicação dos fertilizantes minerais e após a irrigação da área, fechavam-se os registros das parcelas, deixando apenas os correspondentes ao primeiro tratamento para serem aplicados no dia seguinte. Depois da aplicação de um determinado tratamento, os registros eram fechados e abertos os registros referentes à aplicação do tratamento seguinte. O intervalo entre duas aplicações foi calculado em função do tempo necessário para limpeza do sistema de irrigação, levando em consideração a vazão dos emissores.

Tabela 2. Quantidades de esterco e fertilizantes minerais em Kg ha^{-1} , calculadas para cada tratamento.

Table 2. Amounts of manure and mineral fertilizers in Kg ha^{-1} , calculated for each treatment.

50% DA RECOMENDAÇÃO (Kg ha^{-1})				
TRATAMENTOS	Esterco	Ureia	MAP	KCl
T1 (100M:0OR)	0,00	108,33	100	104,16
T2 (75M:25OR)	4500	81,25	75	78,08
T3 (50M:50OR)	9000	54,165	50	52,08
T4 (25M:75OR)	13500	27,08	25	26,04
T5 (0M:100OR)	18000	0,0	0,0	0,0
100% DA RECOMENDAÇÃO				
T6 (100M:0OR)	0,00	216,66	200	208,33
T7 (75M:25OR)	9000	162,5	150	156,25
T8 (50M:50OR)	18000	108,33	100	104,10
T9 (25M:75OR)	27000	54,165	50	52,08
T10 (0M:100OR)	36000	0,0	0,0	0,0
150% DA RECOMENDAÇÃO				
T11 (100M:0OR)	0,00	324,99	300	312,48
T12 (75M:25OR)	20250	243,74	225	234,33
T13 (50M:50OR)	27000	162,49	150	156,22
T14 (25M:75OR)	40500	81,25	75	78,108
T15 (0M:100OR)	54000	0,0	0,0	0,0

OR: Adubo Orgânico; M: Mineral.

Tabela 3. Quantidade de micro e macronutrientes aplicados via fertirrigação para todos os tratamentos.**Table 3.** Micro and macronutrients quantity applied via fertirrigation for all treatments.

Fertilizantes	Fórmula	Quantidade (Kg ha ⁻¹)
Ácido bórico	H ₃ BO ₃	0,07176
Sulfato de manganês	MnSO ₄ 4H ₂ O	0,03935
Sulfato de zinco	ZnSO ₄ 7H ₂ O	0,00509
Sulfato de cobre	CuSO ₄ 5H ₂ O	0,01736
Molibdato de amônio	(NH ₄) ₆ Mo7O ₂₄ 4H ₂ O	0,02893
Sulfato de magnésio	MgSO ₄ ⁻¹	100
Sulfato de cálcio	CaSO ₄ ⁻¹	100

Foi realizada adubação com micronutrientes, Ca, Mg e S comum para todos os tratamentos conforme recomendação para cultura (Tabela 3). O manejo da irrigação foi realizado com base na estimativa da evapotranspiração de referência (ET_o) diária que foi obtida a partir de dados climáticos da estação climatológica semiautomática instalada no local. A lâmina de irrigação diária foi calculada de modo a repor as perdas por evapotranspiração da cultura, calculadas para cada fase de desenvolvimento das plantas. O preparo do solo, demais tratamentos culturais e controle fitossanitário foram realizados de acordo com as necessidades da cultura da melancia.

As plantas da melancieira foram conduzidas no espaçamento de 2,0 × 0,60 m, sendo a área de cada unidade experimental constituída por uma fileira com 6 m contendo dez plantas e foram consideradas úteis as oito plantas centrais.

As mudas foram produzidas em bandejas de isopor de 128 células, utilizando substrato comercial. Foram utilizadas sementes comerciais da melancieira do híbrido Olímpia, sendo semeada uma por célula a fim de evitar o desbaste e o gasto com sementes. As bandejas ficaram em casa de vegetação e foram irrigadas diariamente de forma manual. O transplante foi realizado quando as plântulas possuíam duas folhas definitivas bem formadas aos 13 dias após a semeadura. As mudas de melancieira foram transplantadas no final da tarde, ocasião em que a transpiração é menor, procedendo-se à irrigação em seguida.

O controle de plantas invasoras entre as linhas de cultivo e entre as plantas foi realizado manualmente, com o uso de enxada, duas vezes durante o ciclo. Foi realizado o penteamento, que consiste no afastamento das ramas para fora da área com maior molhabilidade e das faixas do terreno reservadas ao trânsito. Esta operação, realizada três vezes antes da frutificação, além de facilitar as capinas, as pulverizações e a colheita, evita o apodrecimento dos frutos causado pelo contato com água ou por danos mecânicos.

As avaliações das características fisiológicas foram realizadas aos 45 dias após o transplante (DAT), que correspondem a aproximadamente 80% do crescimento vegetativo. Nesta ocasião, foram determinadas taxa fotossintética (A), condutância estomática (g_s), transpiração (E) e concentração intercelular de CO₂ (C_i), medidas com analisador de gás infravermelho (IRGA) LCpro (Analytical Development, Kings Lynn, UK) com fonte

de luz constante de 1.200 μmol de fótons m⁻² s⁻¹. As leituras foram realizadas na quarta folha do ramo principal, contadas a partir do ápice, de uma planta da área útil por parcela.

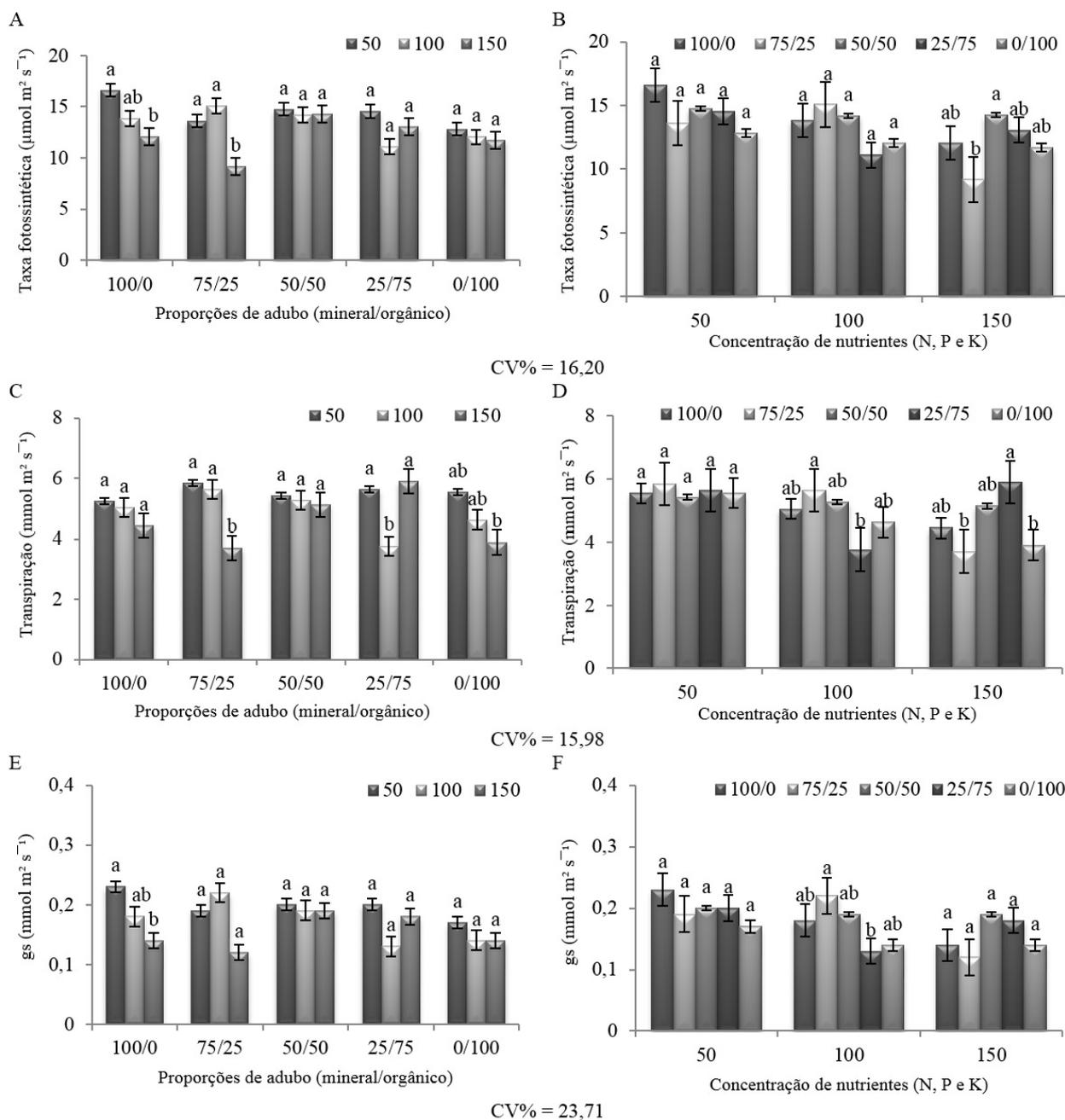
As análises de crescimento foram realizadas no fim do ciclo da cultura aos 68 dias após o transplante. Primeiro procedeu-se à pesagem dos frutos, coletados de seis plantas por parcela. Desses, foi escolhido, para retirar a amostra para secagem, aquele mais representativo, cujo peso foi o mais próximo da média da parcela e não aparentava injúrias ou problemas fitossanitários. Para análise da parte vegetativa, utilizaram-se duas plantas coletadas por unidade experimental, cortando-as rente ao solo, ocasião em que foram pesadas a massa fresca total das folhas e a do caule separadamente. Em seguida, foram pesadas amostras da massa fresca para folhas e caules, que foram acondicionadas em sacos de papel e levadas para secagem em estufa com circulação de ar a 70 °C, por 72 horas. A partir da massa seca das amostras, calculou-se a massa seca por planta para caule, folhas e frutos. A massa seca total foi obtida pela soma da massa seca de caule, folha e fruto.

Para a avaliação da produção, foram considerados úteis apenas os frutos colhidos com peso superior a 4 Kg que não apresentassem injúrias ou problemas fitossanitários. Para as análises químicas dos frutos, utilizaram-se amostras da polpa de uma fatia, retirada no sentido longitudinal, do ápice à extremidade posterior, homogeneizada em multiprocessador para obtenção do suco. A partir deste, foram determinadas as seguintes características, de acordo com a metodologia do IAL (2008): sólidos solúveis (SS) e acidez titulável (AT). Os sólidos solúveis foram determinados por refratometria com os resultados expressos em porcentagem; para acidez titulável, pipetaram-se 2 mL do suco em 50 mL de água destilada com duas gotas de fenolftaleína e foram titulados com solução de hidróxido de sódio a 0,1 M sob agitação até a obtenção da coloração rósea persistente por 30 s, sendo os resultados expressos em porcentagem de ácido cítrico; a razão SS/AT foi obtida pela divisão dos teores de sólidos solúveis pela acidez titulável.

Os efeitos das doses de NPK (A) e das proporções de fertilizantes mineral/orgânico (B) e da interação A Versus B foram avaliados estatisticamente, através da análise de variância. Para as variáveis em que as doses de NPK e a interação A × B foi significativa, de acordo com o teste F, efetuou-se teste de médias Tukey ao nível de 5% de probabilidade (p<0,05). No caso de significância das proporções de fertilizantes mineral/orgânico, procedeu-se à análise de regressão. Nesta análise foram testados os modelos linear e quadrático, sendo selecionado para expressar o comportamento de cada variável o modelo que apresentou significância a 5% de probabilidade e o maior coeficiente de correlação para os dados obtidos. Foi utilizado o programa SISVAR para realização das análises estatísticas.

3 Resultados e Discussão

Houve interação significativa entre as concentrações de NPK e as proporções de adubo mineral e orgânico para fotossíntese (A), transpiração (E) e condutância estomática (g_s) (Figura 1). Verificou-se efeito individual das diferentes proporções de adubo mineral e orgânico apenas para concentração intercelular de CO₂ (C_i) (Figura 2).



Médias seguidas da mesma letra, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade no desdobramento da interação doses dentro de cada nível de fonte.

Figura 1. Taxa fotossintética (A, B); Transpiração (C, D); Condutância estomática (E, F) na melanciaira em função de diferentes concentrações de nutrientes aplicados via adubação mineral e orgânica.

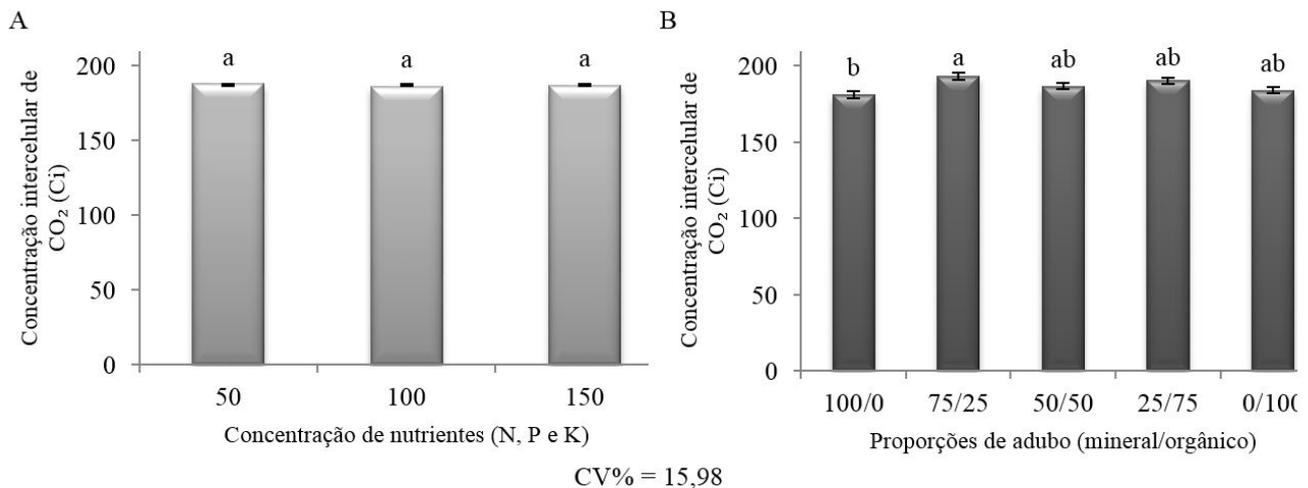
Figure 1. Photosynthetic rate (A, B); Transpiration (C, D); Stomatal conductance (E, F) in melon due to different concentrations of nutrients applied through mineral and organic fertilization.

Avaliando as concentrações de nutrientes dentro de cada nível de fonte, verificou-se que a concentração de nutrientes de 50% promoveu a maior taxa fotossintética ($16,61 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) e a maior condutância estomática, quando aplicados na proporção 100/0 adubo mineral/orgânico (Figura 1A, E).

Quanto à interação fontes dentro de cada nível de concentração de nutrientes na taxa de assimilação de CO_2 , observou-se que não há diferença entre as fontes dentro das concentrações de nutrientes de 50% e 100%, porém na contração de 150%, os

melhores resultados são obtidos com a proporção de 50/50 adubo mineral/orgânico (Figura 1B).

Na proporção 75/25, foi observada a menor taxa transpiratória $3,71 \text{ mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ na concentração de nutrientes de 150% (Figura 1C). A transpiração foi mais acentuada nos tratamentos que receberam a menor concentração de nutrientes (50%) para as cinco proporções (100/0, 75/25, 50/50, 25/75 e 0/100), não havendo diferença estatística entre as proporções dentro dessa concentração (Figura 1D). Observa-se que a transpiração segue



Médias seguidas da mesma letra, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade

Figura 2. Concentração intercelular de CO₂ na melancia em função das diferentes concentrações de nutrientes aplicados via adubação mineral e orgânica.

Figure 2. Intercellular concentration of CO₂ in the melon according to the different concentrations of nutrients applied through mineral and organic fertilization.

a mesma tendência da fotossíntese, considerando-se que a assimilação de CO₂ está atrelada à perda de água da planta para o ambiente (Andrade Junior et al., 2011).

Nos tratamentos com concentração de nutriente a 100% e 150%, as maiores taxas transpiratórias e condutância estomática foram observadas nas proporções 75/25 e 25/75 adubo mineral/orgânico, respectivamente (Figura 1D, F). Corroborando com as maiores taxas fotossintéticas nos tratamentos com concentração de nutriente a 100% e 150% (Figura 1B). De acordo com Koyoro et al. (2013), a taxa fotossintética está fortemente correlacionada com a condutância estomática, a transpiração e a eficiência do uso da água, que, por sua vez, correlacionam-se diretamente com o crescimento vegetal. Esses resultados revelam a possibilidade de diminuição da utilização de fertilizantes minerais no plantio de melancia em cultivos sucessivos, nas condições em que se desenvolveu o trabalho, o que traz reflexos positivos do ponto de vista econômico dada a diminuição nos custos com a aquisição de tais insumos.

Para a variável concentração intercelular de CO₂ (Ci), não foi observada interação significativa entre os dois fatores de estudo, sendo verificado efeito individual, apenas para o fator proporções de nutriente (Figura 2A, B). A maior Ci (193,33 µmol mol⁻¹) foi observada quando se utilizou a proporção de 75/25 (mineral/orgânico) e a menor (181,08 µmol mol⁻¹) para proporção 100/0 (Figura 2B). Se Ci foi alta em função de um determinado tratamento, quando comparado com os demais, significa que o CO₂ que está chegando às células do mesofilo não está sendo fixado na fase carboxilativa da fotossíntese, possivelmente por danos em sua estrutura.

Nos tratamentos em que foram utilizadas a menor concentração de nutriente e as maiores proporções de fertilizantes minerais, as variáveis envolvidas nas trocas gasosas foram mais influenciadas, o que reforça a hipótese do efeito residual de um cultivo anterior, uma vez que os dados diferiram dos observados por Oliveira Filho (2014), que, ao avaliar o efeito

de diferentes concentrações NPK via fertilizantes minerais e orgânico na mesma área, obteve resultados significativos quando se utilizaram doses mais elevadas, bem como nas maiores proporções de fertilizantes minerais.

Não se observou significância interacional e nem efeito individual dos fatores de estudo sobre as variáveis de crescimento: massa seca das folhas, caule e frutos (MSF, MSC e MSFR) (Figura 3A-H). Observa-se que o acúmulo de MSF foi superior ao de MSC. Trabalhos desenvolvidos com outras cucurbitáceas verificaram certa semelhança no acúmulo de massa nos diferentes gêneros. O acúmulo de massa nos frutos foi superior ao da parte vegetativa para todos os tratamentos avaliados. Resultados semelhantes foram observados por Grangeiro & Cecílio Filho (2004) no híbrido de melancia Tide, em que, do total de massa seca acumulado durante o ciclo, a parte vegetativa foi responsável por 29,6% e os frutos por 70,4%. Silva et al. (2012) observaram que, do total de massa seca acumulada pela melancia, os frutos do cultivar Olímpia participaram com 66% da massa seca total. Duarte & Peil (2010), estudando a relação fonte e dreno e crescimento vegetativo do meloeiro, observaram que a presença de frutos na planta reduziu o crescimento vegetativo devido à maior demanda por fotoassimilados estabelecido por esses.

Observou-se que somente a utilização de adubo orgânico foi o suficiente para alcançar os maiores acúmulos de matéria seca na melancia (Figura 3B, D, F, H). Diante dos resultados, podemos observar que a adubação orgânica foi capaz de suprir totalmente as exigências nutricionais da melancia, sendo sua aplicação juntamente com adubação mineral, também, possível. A combinação do fertilizante mineral com adubo orgânico pode ter melhorado a eficiência da absorção de nutrientes pelas plantas de melancia. Estudos a logo prazo, comparando práticas de adubação orgânica com práticas convencionais de adubação, evidenciaram maior acúmulo de

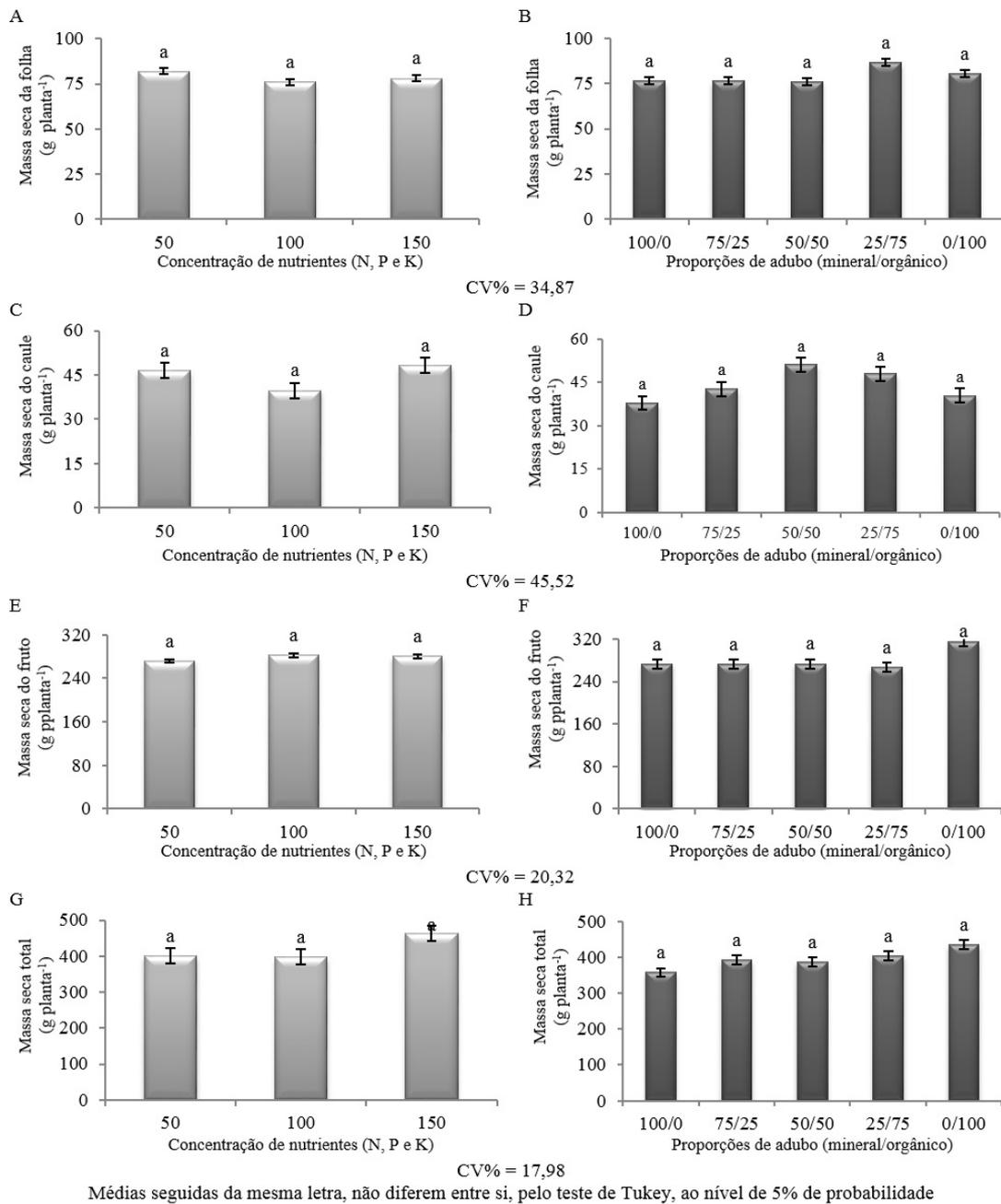


Figura 3. Matéria Seca das folhas (A, B); caule (C, D); frutos (E, F) e total (G, H) da melanciaira em função das diferentes concentrações de nutrientes aplicados via adubação mineral e orgânica.

Figure 3. Dry matter of leaves (A, B); Stem (C, D); Fruits (E, F) and total (G, H) of the melancholy as a function of the different concentrations of nutrients applied through mineral and organic fertilization.

massa seca em culturas adubadas com materiais orgânicos (Herencia et al., 2011).

De modo geral, observou-se que os tratamentos com as maiores proporções de adubo orgânico favoreceram o acúmulo de massa seca na melanciaira, o que pode estar relacionado ao aproveitamento de nutrientes disponibilizados do adubo orgânico utilizado no ensaio anterior por Oliveira Filho (2014). O autor observou que somente a utilização de adubo orgânico não foi o suficiente para alcançar os maiores acúmulos de matéria seca na melanciaira. Porém estes foram obtidos com a aplicação da

adubação química isolada ou quando combinada com adubo orgânico, desde que não utilizado menos de 50% de adubo mineral. Para Sampaio et al. (2007), o esterco parece causar imobilização de nutrientes do solo no primeiro mês após sua incorporação, e a liberação após esse período se dá de forma progressiva, atingindo as maiores quantidades entre três e seis meses após a incorporação. Segundo Rodrigues et al. (2008), a disponibilidade de nutrientes do adubo orgânico pode ser lenta e depende muito do grau de decomposição do material utilizado, podendo ter efeito imediato ou residual.

Não se observaram diferenças significativas entre as médias de produção em função dos tratamentos estudados (Figura 4A, B). O peso médio dos frutos, para todos os tratamentos, ficou entre 6 e 7 Kg. Tais resultados indicam que existe efeito residual de cultivos sucessivos de melancia, de modo que a adubação com 50% da concentração de nutrientes é o suficiente para se obter produção satisfatória, além de que a adubação orgânica pode suprir as necessidades nutricionais da cultura em cultivos sucessivos.

Acredita-se que a presença do adubo orgânico proporciona diminuições de perdas por volatilização, lixiviação ou imobilização, o que pode ter contribuído para a obtenção de elevadas produções de melancia mesmo nas maiores proporções de esterco. Segundo

Pires & Junqueira (2001), a adubação orgânica além de importante fonte de nutrientes, especialmente N, P, S e micronutrientes, é a única forma de armazenamento de N que não se perde por volatilização e, ainda, é responsável por 80% do fósforo total encontrado no solo. Bertol et al. (2010) observaram que a aplicação de fertilizante orgânico comparada com a de fertilizante mineral aumentou a concentração de P total, P particulado e P dissolvido reativo na superfície do solo.

No entanto os resultados promissores da adubação orgânica depende das exigências nutricionais da cultura, haja vista que Mueller et al. (2013), em seus estudos com adubo orgânico, com e sem adubação mineral, na cultura do tomate, observaram maiores produtividades comerciais obtidas com a aplicação

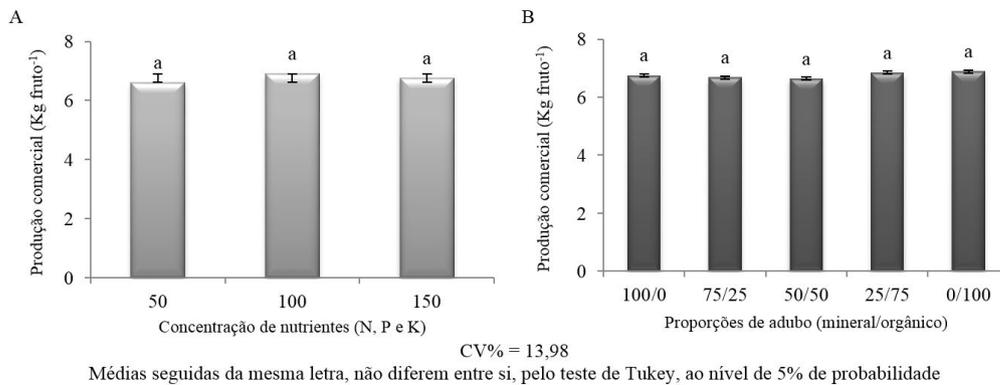


Figura 4. Produção comercial de frutos de melancia (A, B) em função de diferentes concentrações de nutrientes aplicados via adubação mineral e orgânica.

Figure 4. Commercial production of watermelon fruits (A, B) as a function of different concentrations of nutrients applied through mineral and organic fertilization.

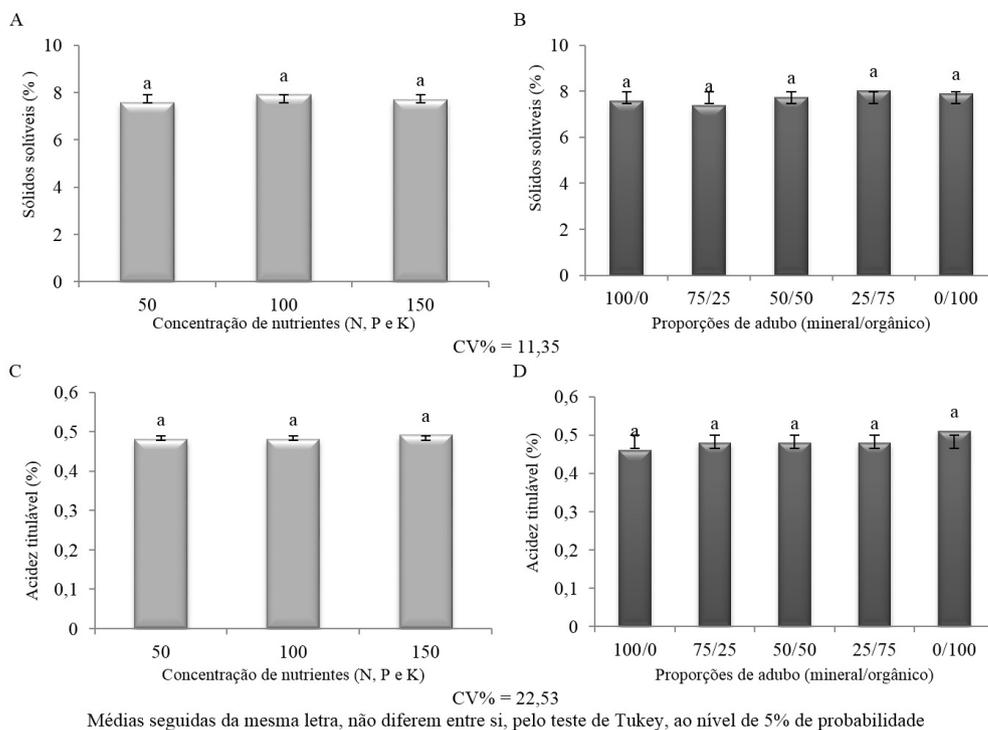


Figura 5. Sólidos solúveis (A, B) e acidez titulável (C, D) em frutos de melancia em função de diferentes concentrações de nutrientes aplicados via adubação mineral e orgânica.

Figure 5. Soluble solids (A, B) and titratable acidity (C, D) in watermelon fruits as a function of different concentrations of nutrients applied through mineral and organic fertilization.

somente da adubação mineral ou com a aplicação de adubo orgânico complementado com adubo mineral.

Não se verificou efeito significativo para sólidos solúveis (SS) e acidez titulável (AT) em função dos tratamentos avaliados (Figura 5A-D). Os teores de SS obtidos na concentração de 50%, 100% e 150% foram semelhantes (Figura 5A). Os valores de SS observados ficaram abaixo do teor mínimo aceito pelo mercado consumidor, de 10% (Barros et al., 2012). No entanto, há uma distribuição espacial do teor de SS na polpa da melancia, sendo maior no centro do fruto e decrescendo gradativamente à medida que se aproxima da casca (Leão et al., 2008). Justificando, em parte, os baixos teores observados devido ao fato de ter sido determinado em suco proveniente da mistura de diferentes partes da polpa. Com relação à AT, observou-se o mesmo padrão de resposta dos SS, não havendo diferença estatística entre as médias para todos os tratamentos (Figura 5C, D).

4 Conclusões

A dose de 50% da recomendação de NPK favoreceu a maior atividade fotossintética das plantas de melancia no segundo ciclo de cultivo.

Não houve diferença entre as concentrações de nutrientes estudadas no segundo ciclo da melanciaira sobre os aspectos de produção e qualidade dos frutos, podendo-se optar pela menor concentração de nutrientes, 50%.

Não houve diferença entre as proporções de adubo mineral e orgânico estudadas no segundo ciclo da melanciaira sobre os aspectos de produção e qualidade dos frutos, podendo-se optar pela adubação orgânica sem perdas de rendimento.

Referências

- ANDRADE JUNIOR, W. P.; PEREIRA, F. H. F.; FERNANDES, O. B.; QUEIROGA, R. C. F.; QUEIROGA, F. M. Efeito do nitrato de potássio na redução do estresse salino no meloeiro. *Revista Caatinga*, v. 24, n. 3, p. 110-119, 2011.
- ASSOCIAÇÃO NACIONAL PARA DIFUSÃO DE ADUBOS – ANDA. *Anuário estatístico do setor de fertilizantes*. São Paulo, 2010.
- 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*, v. 16, n. 10, p. 1078-1084, 2012.
- BERTOL, O. J.; RIZZI, N. E.; FAVARETTO, N.; LANA, M. C. Phosphorus loss by surface runoff in no-till system under mineral and organic fertilization. *Scientia Agrícola*, v. 67, n. 1, p. 71-77, 2010.
- CARVALHO, L. C. C.; BEZERRA, F. M. L.; CARVALHO, M. A. R. Evapotranspiração e coeficientes de cultivo da melancia sem sementes. *Revista Ciência Agrônômica*, v. 39, n. 01, p. 53-59, 2007.
- CAVALCANTI, F. J. A. (Org.). *Recomendações de adubação para o Estado de Pernambuco: 2ª aproximação*. 3. ed. Recife: IPA, 2008. 212 p.
- DUARTE, T. S.; PEIL, R. M. N. Relações fonte, dreno e crescimento vegetativo do meloeiro. *Horticultura Brasileira*, v. 28, n. 3, p. 271-276, 2010.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento de Solos. *Manual de métodos da análise de solo*. Rio de Janeiro, 1997. 212 p.
- FURTINI NETO, A. E.; VALE, F. R.; RESENDE, A. V.; GUILHERME, L. R. G.; GUEDES, G. A. A. *Fertilidade do solo*. Lavras: UFLA/FAEPE, 2001. 252 p.
- GRANGEIRO, L. C.; CECÍLIO FILHO, A. B. Acúmulo e exportação de nutrientes em melancia sem sementes. *Científica*, v. 33, n. 1, p. 69-74, 2004.
- HERENCIA, J. F.; GARCÍA-GALAVÍS, P. A.; DORADO, J. A. R.; MAQUEDA, C. Comparison of nutritional quality of the crops grown in an organic and conventional fertilized soil. *Scientia Horticulturae*, v. 129, n. 4, p. 882-888, 2011.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ – IAL. *Métodos físico-químicos para análise de alimentos*. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020 p.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Produção agrícola municipal. *Culturas temporárias e permanentes*, v. 37, p. 1-91, 2010.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO – IBRAM. *Informações e análises da economia mineral brasileira*. 7. ed. Brasília, 2012. 68 p.
- KOYORO, H. W.; HUSSAIN, T.; HUCHZERMAYER, B.; AJMAL KHAN, M. A. Photosynthetic and growth responses of a perennial halophytic grass *Panicum turgidum* to increasing NaCl concentrations. *Environmental and Experimental Botany*, v. 91, n. 7, p. 22-29, 2013.
- LEÃO, D. S. S.; PEIXOTO, J. R.; VIEIRA, J. V.; CECÍLIO FILHO, A. B. Produtividade de melancia em diferentes níveis de adubação química e orgânica. *Bioscience Journal*, v. 24, n. 4, p. 32-41, 2008.
- MELO, L. C. A.; SILVA, C. A.; DIAS, B. O. Caracterização da matriz orgânica de resíduos de origens diversificadas. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 32, n. 1, p. 101-110, 2008.
- MUELLER, S.; WAMSER, A. F.; SUZUKI, A.; BECKER, W. F. Produtividade de tomate sob adubação orgânica e complementação de adubos minerais. *Horticultura Brasileira*, v. 31, n. 1, p. 86-92, 2013.
- OLIVEIRA FILHO, F. S. *Adubação Orgânica e Mineral na cultura da melanciaira no semiárido paraibano*. 2014. 76 f. Dissertação (Mestrado em Horticultura Tropical)-Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, 2014.
- PIRES, J. F.; JUNQUEIRA, A. M. R. Impacto da adubação orgânica na produtividade e qualidade das hortaliças. *Horticultura Brasileira*, v. 19, n. 2, p. 195, 2001.
- POLAT, E.; DEMIR, H.; ERLER, F. Yield and quality criteria in organically and conventionally grown tomatoes in Turkey. *Scientia Agrícola*, v. 67, n. 4, p. 424-429, 2010.
- RODRIGUES, G. S. O.; TORRES, S. B.; LINHARES, P. C. F.; FREITAS, R. S.; MARACAJÁ, P. B. Quantidade de esterco bovino no desempenho agrônomo da rúcula (*Eruca sativa* L.), cultivar cultivada. *Revista Caatinga*, v. 21, n. 1, p. 162-168, 2008.
- SAMPAIO, E. V. S. B.; OLIVEIRA, N. M. B.; NASCIMENTO, P. R. F. Eficiência da adubação orgânica com esterco bovino e com *Egeria densa*. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 31, n. 5, p. 995-1002, 2007.
- SILVA, M. V. T.; CHAVES, S. W. P.; MEDEIROS, J. F.; SOUZA, M. S.; SANTOS, A. P. F. Crescimento de melanciaira fertirrigadas sob ótimas condições de adubação nitrogenada e fosfatada. *Agropecuária Científica no Semiárido*, v. 9, n. 4, p. 61-66, 2012.
- SIMÕES, M. L.; SILVA, W. T. L.; SAAB, S. C.; SANTOS, L. M.; MARTIN-NETO, L. Caracterização de adubos orgânicos por espectroscopia de ressonância paramagnética eletrônica. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 31, n. 6, p. 1319-1327, 2007.

Contribuição dos autores: Wendel Barboza de Melo, Francisco Hevilásio Freire Pereira e Francisco Sales de Oliveira Filho: elaboração da proposta, execução da pesquisa e escrita científica. Francisco Vanies da Silva Sá: estatística e escrita científica. Francisco Hélio Dantas Lacerda e José Eustáquio Campos Junior: execução da pesquisa.

Fonte de financiamento: Não houve fonte de financiamento.

Conflito de interesse: Os autores declaram não haver conflito de interesse.