



Crescimento e marcha de absorção de macronutrientes para a cultivar de melancia Crimson Sweet¹

Growth and absorption march on macronutrients to cultivate Crimson Sweet watermelon

Edmilson Igor Bernardo Almeida², Márcio Cleber de Medeiros Corrêa^{3*}, Gabriel Nuto Nóbrega⁴,
Everton Alves Rodrigues Pinheiro⁵, Fabrício Ferreira Lima⁶

Resumo - Para a sustentabilidade na produção da melancia é importante atender-se às suas exigências nutricionais, especialmente na época em que ocorre maior demanda por nutrientes. Objetivou-se, com este trabalho, avaliar o crescimento e marcha de absorção de macronutrientes pela cultivar de melancia Crimson Sweet. O experimento foi desenvolvido no perímetro irrigado do Baixo Acaraú, situado na região norte do estado do Ceará. As épocas de amostragem iniciaram-se no décimo quarto dia após a emergência (DAE), e foram realizadas em intervalos regulares de 10 dias, sendo assim representados: 24, 34, 44, 54 e 64 DAE. Constatou-se que o período de maior acúmulo de massa seca ocorre entre os 44 e 64 DAE, sendo que aos 64 DAE, a massa seca total da planta está estimada em 1.131,72 g; a ordem decrescente dos macronutrientes acumulados pela cultivar de melancia Crimson Sweet foi: K>Ca>N>Mg>S>P; aos 64 DAE, a parte aérea exportou: 66,64 g kg⁻¹ de K; 46,04 g kg⁻¹ de Ca; 31,71 g kg⁻¹ de N; 11,57 g kg⁻¹ de Mg; 11,86 g kg⁻¹ de S; e 6,20 g kg⁻¹ de P; o período compreendido entre 44 e 64 DAE está identificado como sendo o de maior requerimento de macronutrientes pela planta.

Palavras-chave - Absorção de nutrientes. Adubação. Nutrição de plantas. Produção. Qualidade.

Abstract - For the sustainability in the production of the watermelon is important to take care of its nutritional requirements, especially at the time where bigger demand for nutrients occurs. With this, it was aimed to evaluate the growth and absorption march of macronutrients for the cv. of watermelon Crimson Sweet. The experiment was carried out in the irrigated perimeter Baixo Acaraú. The period of sampling had initiated it the tenth room day after the emergency (DAE), and had been carried through in regular intervals of 10 days, being thus represented: 24, 34, 44 and 54 DAE. Evidenced that: the period of bigger accumulation of dry mass occurs between the 44 and 64 DAE, being that to the 64 DAE, the total dry mass of the plant is esteem in 1.131, 72 g; the decreasing order of the macronutrients accumulated for cultivating of watermelon Crimson Sweet is: K> Ca> N> Mg> S> P; The plant without root exported: 66,64 g kg⁻¹ de K; 46,04 g kg⁻¹ de Ca; 31,71 g kg⁻¹ de N; 11,57 g kg⁻¹ de Mg; 11,86 g kg⁻¹ de S; e 6,20 g kg⁻¹ de P; and the period ranging from 44 to 64 DAE is identified as being of bigger demand of macronutrients for the plant.

Key words - Absorption of nutrients. Fertilization. Nutrition of plants. Production. Quality.

*Autor para correspondência

¹Enviado para publicação em 11/05/2012 e aprovado em 02/12/2012.

²Mestrando no Programa de Pós-Graduação em Agronomia: Fitotecnia, Universidade Federal do Ceará - UFC, edmilson_i@hotmail.com

³Professor Adjunto do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará-UFC, Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Fitotecnia, Fortaleza-CE, mcleber@gmail.com

⁴Mestrando no Programa de Pós-Graduação em Agronomia: Solos e Nutrição de Plantas, Universidade Federal do Ceará, nutonobrega@hotmail.com

⁵Mestrando no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Ceará, evertonvest@yahoo.com.br

⁶Doutorando no Programa de Pós-Graduação em Agronomia: Fitotecnia, Universidade Federal do Ceará - UFC, fabflima7@hotmail.com

Introdução

A melancia (*Citrullus lunatus* Schrad) pertence à família das cucurbitáceas, sendo originária do continente africano. A cultura é cultivada em muitos países do mundo, como: Índia, Irã, Itália e Estados Unidos. No Brasil, as regiões Sul e Nordeste apresentam grande potencial para produção de diferentes espécies de cucurbitáceas, notadamente a melancia, dada às condições favoráveis de clima e solo dessas regiões. A melancia apresenta-se entre as cinco hortaliças mais cultivadas no País, com área plantada superior a 85.000 ha e uma produtividade variável em função do sistema de produção, entre 3,7 a 31,1 t ha⁻¹ (GRANGEIRO; CECÍLIO FILHO, 2004; RESENDE *et al.*, 2010; FAO, 2012).

De acordo com Araújo Neto *et al.* (2002), a planta de melancia, cultivar Crimson Sweet, crescendo em condições de campo, apresenta duas fases distintas de crescimento. A primeira fase, que vai dos 35 aos 75 dias, se caracteriza por incremento crescente na produção de matéria seca; já a segunda, que abrange os 75 dias até o fim do ciclo, apresenta uma drástica redução nos incrementos de produção de matéria seca.

A construção da curva de crescimento de plantas consiste na medição destrutiva de plantas, obtendo a massa seca dos órgãos da planta, além da análise química, essencial em estudos de nutrição e adubação. O conhecimento da quantidade de nutrientes acumulados na planta, em cada estágio de desenvolvimento, fornece subsídios para auxiliar a elaboração de um programa para adubação da cultura (BLEASDALE, 1977; HUNT, 1990; AUGUSTINHO *et al.*, 2008).

Conforme Echer *et al.* (2009) e Paula *et al.* (2011), a absorção de grandes quantidades de nutrientes em curtos períodos de tempo caracteriza a elevada exigência nutricional das hortaliças, entre as quais as folhosas e as tuberosas, que deixam poucos restos culturais no solo e são consideradas altamente esgotantes. Neste aspecto, fica evidente a necessidade de se conhecer o balanço de nutrientes de cada cultura para manejar a adubação, escolher culturas para rotação e aperfeiçoar a utilização de insumos.

Segundo Fernandes (2001), as quantidades de N, P, K, Ca, Mg e S extraídas pela planta de melancia aos 75 dias, são em média (valores em kg ha⁻¹): N- 52,58; P - 4,73; K - 55,17; Ca - 36,74; Mg - 14,58 e S -72,09. Considerando-se que 55% da matéria seca da planta, ao final do ciclo é fruto, as quantidades de nutrientes exportadas na ocasião da colheita são (valores em kg ha⁻¹): N- 28,92; P - 2,60; K -30,34; Ca - 20,21; Mg - 8,02 e S - 39,65.

Para a sustentabilidade na produção da melancia é importante atender-se às suas exigências nutricionais,

especialmente na época em que ocorre maior demanda por nutrientes. Esse período pode ser definido em estudos de marcha de absorção, os quais podem contribuir para programas de adubação mais eficientes e, conseqüentemente, para maiores produtividades da cultura (FREITAS *et al.*, 2011). Diante do exposto, objetivou-se neste trabalho, avaliar o crescimento e marcha de absorção de macronutrientes pela cultivar de melancia ‘Crimson Sweet’, visando desenvolver para esta cultura, programas de adubação mais eficazes no Perímetro Irrigado Baixo Acaraú.

Material e métodos

O experimento foi desenvolvido no período de dezembro de 2011 a fevereiro de 2012, numa área de 1 ha, cultivada com melancia cv. Crimson Sweet. A área experimental localizou-se no perímetro irrigado do Baixo Acaraú, o qual está situado na região Norte do Estado do Ceará, entre os municípios de Marco, Bela Cruz e Acaraú (Latitude: 3°07'13" S, Longitude: 40°05'13" W). O clima dessa região foi caracterizado como sendo do tipo Aw' (Tropical chuvoso).

O solo da área experimental foi classificado como NEOSSOLO QUARTZARÊNICO e apresentou as seguintes características na camada de 0 - 20 cm: classificação textural – areia franca; composição química – pH (água) 6,0; Ca, Mg, Na, Al e H+Al, respectivamente, 1,50; 1,30; 0,03; 0,10 e 0,49 cmol_c dm⁻³ P e K, respectivamente, 20 e 73 mg dm⁻³ e matéria orgânica de 10,76 g kg⁻¹. As análises foram realizadas no Laboratório de Solos e Água da EMBRAPA – Agroindústria Tropical, Fortaleza-CE.

A cultivar ‘Crimson Sweet’ foi plantada em espaçamento de 0,30 m entre covas e 3 m entre linhas. Realizou-se, ao longo do ciclo da cultura, o suprimento diário de água, com base nas necessidades hídricas citadas na literatura (4,2 a 5,3 mm dia⁻¹). O sistema de irrigação foi formado por um conjunto motor-bomba de 3 cv; uma tubulação principal de 106,0 m com tubos de PVC de 75 mm; uma linha de derivação de 96,0 m com tubos de PVC de 50 mm e 32 linhas laterais de 110 m formadas por uma fita gotejadora de polietileno com gotejadores de 18 mm de diâmetro espaçados entre si por uma distância de 30 cm, com vazão de 1,49 L h⁻¹ a uma pressão de serviço de 80 kPa. O sistema de irrigação era acionado três vezes ao dia com um tempo de funcionamento de 35 minutos por cada pulso de irrigação. Esse sistema permitia, conforme seu dimensionamento, a irrigação de 0,5 ha por vez, sendo o controle realizado por um cavalete dotado de registros de fecho rápido.

Para o suprimento das exigências nutricionais da cultura fez-se uma adubação de fundação com N, P e K no ato do preparo do solo e uma adubação de cobertura com N e K aos 27 DAE. Na adubação de fundação foram utilizados: 20 kg ha⁻¹ de N, 300 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 40 kg ha⁻¹ de K₂O, enquanto que na adubação de cobertura foram aplicados: 40 kg ha⁻¹ de N e 60 kg ha⁻¹ de K₂O.

As épocas de amostragem iniciaram-se no vigésimo quarto dia após a emergência (24° DAE), e foram realizadas em intervalos regulares de 10 dias até o 64° DAE. É importante ressaltar, que a coleta dos frutos aconteceu, apenas, entre os 44 e 64 DAE, período em que a planta desencadeou a frutificação. As amostras em cada época de coleta (cinco tratamentos) foram compostas por quatro repetições de duas plantas inteiras (amostra), exceto aos 24 DAE, onde foram amostradas três plantas inteiras por repetição (quatro repetições), em virtude do desenvolvimento vegetativo das plantas. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado considerando a homogeneidade da área quanto à fertilidade e declividade. O suprimento hídrico era realizado simultaneamente em toda área.

Após a coleta, as plantas foram fragmentadas em ramos, folhas e frutos, lavadas com água deionizada e submetidas à secagem em estufa com circulação forçada de ar, a 65°C. Posteriormente à secagem, o material foi moído e digerido para determinação dos macronutrientes: N, P, K, Ca, Mg e S (EMBRAPA, 2010). No laboratório as unidades experimentais foram analisadas em triplicatas. A massa e o teor de nutrientes acumulados nos frutos foram incluídos no acúmulo da parte aérea. Os valores foram calculados por meio da diferença entre o acúmulo na parte aérea e o somatório da quantidade acumulada nos ramos e folhas, num determinado período de tempo ($x_0 - x_1$ DAE).

Para a obtenção da porcentagem do nutriente acumulado na folha, ramo e parte aérea, fez-se o quociente entre a quantidade média do nutriente acumulado no órgão e a quantidade média desse mesmo nutriente acumulada na matéria seca da parte aérea, num determinado período de tempo ($x_0 - x_1$ DAE).

Os resultados obtidos nas avaliações laboratoriais (g planta⁻¹ e g kg⁻¹) foram submetidos a análises de variância (teste F com nível de significância $p < 0,05$) para variáveis estudadas (teor de nutrientes acumulados nos ramos, folhas e frutos) (SILVA, 2012) e a regressão para as respectivas épocas de colheita.

Nos acúmulos de nutrientes, em que a hipótese de nulidade foi rejeitada, procedeu-se a análise de regressão, onde o eixo das abscissas foi representado pelas épocas de amostragem (24, 34, 44, 54 e 64 DAE) e o eixo das ordenadas foi expresso pelos teores médios de cada

macronutriente nas partes constituintes da planta (ramos e folhas). A curva de acúmulo de matéria seca foi obtida pelo somatório de massa seca da planta em cada época de amostragem. Considerou-se como satisfatório para o estudo, o modelo de regressão polinomial de segundo grau ($a + bx + cx^2$) (SigmaPlot versão 11.0®). Para a confecção dos gráficos utilizou-se a planilha Microsoft Excel® 2007.

Resultados e discussão

Observou-se que a melancieira (folhas, ramos e frutos) da cv. 'Crimson Sweet', cultivada em NEOSSOLO QUARTZARÊNICO no perímetro irrigado do Baixo Acaraú, teve incremento médio na massa seca total de 1.123,49 g planta⁻¹ entre 24 e 64 DAE. Sendo importante ressaltar que o acúmulo total de massa seca pela planta entre 1 e 64 DAE foi de 1.131,72 g (Figura 1).

Entre 24 e 34 DAE o aumento em massa seca da parte aérea, resultou num incremento de 69,40 g. No intervalo entre 34 e 64 DAE, a parte aérea apresentou um elevado crescimento o que culminou num acúmulo de 1.054,09 g planta⁻¹ de massa seca. O período de maior acúmulo de massa seca ocorreu entre 44 e 64 DAE, quando foi incrementado 780,76 g planta⁻¹ de massa seca à cultura. Para Grangeiro e Cecílio Filho (2005 a), é provável que o maior acúmulo de nutrientes, principalmente de N, a partir dos 30 DAE, está associado ao significativo incremento vegetativo da cultura entre os 24 e 44 DAE (Figura 1).

Considerando-se apenas a fase de desenvolvimento vegetativo compreendida entre 24 e 44 DAE, constatou-se que ramos e folhas acumularam: 2,10 a 101,30 g planta⁻¹, e 6,10 a 168,80 g planta⁻¹, respectivamente. No período de frutificação, ocorrido entre 44 e 64 DAE, verificou-se que ramos, folhas e frutos contribuíram com 144,00; 212,00; e 775,70 g planta⁻¹. Ou seja, mais que 50% da massa total acumulada pela planta entre os 44 e 64 DAE foram resultantes do crescimento dos frutos.

O crescimento intensificado da planta, constatado entre os 34 e 64 DAE, foi similar aos resultados obtidos por Grangeiro e Cecílio Filho (2004; 2005 b), os quais observaram para melancia sem sementes (híbrido Tide) um elevado crescimento entre os 30 e 70 DAT (dias após o transplântio) e 30 e 63 DAT, respectivamente.

Lucena *et al.* (2011) indicaram o intervalo de 30 a 54 DAE como de maior crescimento para cv. de melancia Quetzale, enquanto que Vidigal *et al.* (2009) em estudos com o mesmo híbrido avaliado neste trabalho, encontraram a intensificação do crescimento entre 61 e 89 dias após a semeadura.

Segundo Marschner (1995) e Grangeiro, e Cecílio Filho (2005 b), no período de desenvolvimento reprodutivo,

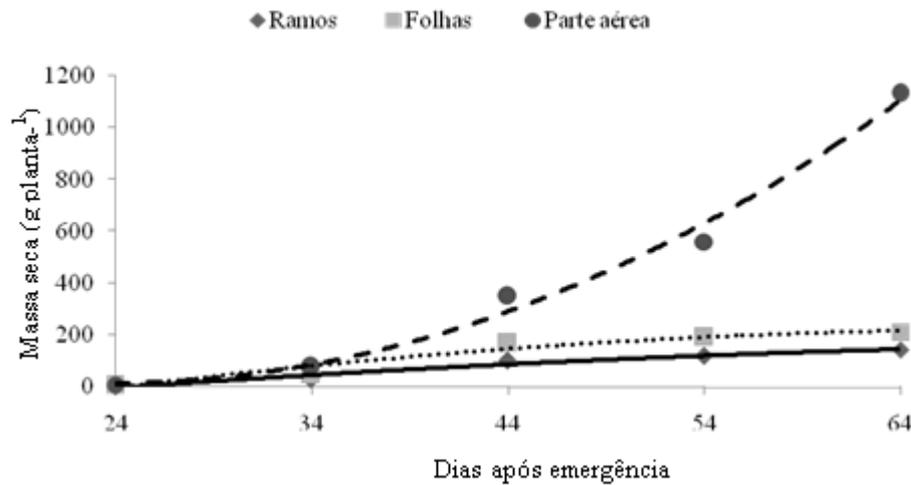


Figura 1 - Acúmulo de massa seca nos ramos ($\hat{Y}_R = -156,3888 + 7,3485x - 0,0412x^2$; $R^2 = 0,9652^*$), folhas ($\hat{Y}_F = -293,2768 + 14,3907x - 0,1005x^2$; $R^2 = 0,9497^*$) e parte aérea ($\hat{Y}_{Pa} = 389,5256 - 31,7501x + 0,6711x^2$; $R^2 = 0,9886^*$), da cultivar de melancia Crimson Sweet. Fortaleza, CE, 2012.

os fotoassimilados são direcionados preferencialmente das folhas e ramos (fonte) para flores e frutos (drenos), e, desse modo, ocorre uma linearização no desenvolvimento vegetativo concomitantemente a um incremento em massa seca nos frutos. Isso explica o fato de que entre 44 e 64 DAE, os frutos sofreram incremento em massa seca de aproximadamente 780,76 g planta⁻¹, enquanto que as folhas e ramos, nesse mesmo intervalo de tempo, acumularam apenas 43,25 e 42,75 g planta⁻¹, respectivamente.

Observou-se na Figura 2, que o potássio foi o nutriente mais requerido pela planta entre 24 e 54 DAE. Nas folhas e ramos, constataram-se níveis decrescentes principalmente entre 34 e 64 DAE. Isso pode ser

explicado pela redistribuição preferencial do nutriente, das partes vegetativas (folhas + ramos) para a formação e desenvolvimento dos frutos. Del Rio *et al.* (1994) verificaram em diversas cultivares de melancia, reduções nos teores de N, P e K nas folhas com o desenvolvimento dos frutos, confirmando os resultados obtidos com a cultivar Crimson Sweet.

Os teores de K nas folhas variaram entre 19,84 (24 DAE) e 16,05 g kg⁻¹ (64 DAE), enquanto que nos ramos, os níveis de potássio oscilaram entre 40,83 e 25,52 g kg⁻¹ (54 DAE). Os níveis de K determinados nas folhas estão abaixo da faixa de 25 – 40 g kg⁻¹ de K, citada por Locascio (1996), como adequada para o desenvolvimento da cultura.

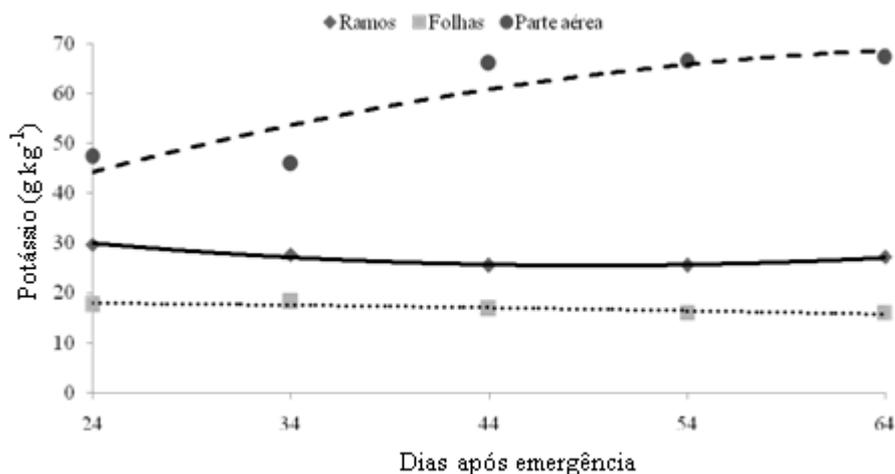


Figura 2 - Acúmulo de potássio nos ramos ($\hat{Y}_R = 58,1428 - 1,4113x + 0,0147x^2$; $R^2 = 0,9349^*$), folhas ($\hat{Y}_F = 18,4608 - 0,0113x - 0,0005x^2$; $R^2 = 0,7613^*$) e parte aérea ($\hat{Y}_{Pa} = 12,9832 + 1,5679x - 0,0109x^2$; $R^2 = 0,7958^*$), da cultivar de melancia Crimson Sweet. Fortaleza, CE, 2012.

O teor total de K acumulado pela planta (ramos + folhas + frutos) ficou assim distribuído: ramos (39,2), folhas (24,5) e frutos (36,3%). Esses percentuais apresentaram diferenças em relação às obtidas por Vidigal *et al.* (2009), sendo: 24 (folhas); 20 (ramos) e 56% (frutos), para o total acumulado pela melancia cultivada em solo arenoso na Região Norte de Minas Gerais.

Entre 44 e 54 DAE o híbrido acumulou 23,76 a 24,86 g kg⁻¹ de K nos frutos. Os resultados indicam incremento no acúmulo de K nos frutos, desde início da frutificação até a fase de desenvolvimento final, sendo corroborados pelos estudos de Sundstrom e Carter (1983), Zeng e Jiang (1988), Simonne *et al.* (1992); Grangeiro e Cecílio Filho (2004) e Vidigal *et al.* (2009) para melancia e outras cucurbitáceas (pepino, abobrinha, melão e pepino), embora esses estudos tenham sido realizados em locais, solos, cultivares e sistemas de produção diferentes dos utilizados nesta pesquisa.

De acordo com Taiz e Zeiger (2009), o K desempenha diversas funções importantes nos vegetais, participando ativamente em processos como a fotossíntese, síntese de proteínas, ativação enzimática e transporte de carboidratos. Essas funções são, ainda, mais importantes em cucurbitáceas como o melão e a melancia, culturas nas quais o nível de potássio disponibilizado no solo à cultura, pode ser limitante à produtividade e qualidade dos frutos produzidos.

O cálcio foi o segundo elemento mais requerido pela cultura. De acordo com os resultados apresentados na Figura 3, observou-se que o teor de Ca na planta permaneceu

praticamente contínuo entre 24 e 64 DAE, apresentando acréscimo de aproximadamente 8,28 g kg⁻¹ entre os 24 e 44 dias, período que compreendeu acúmulo pelos ramos, folhas e frutos (em estágio de desenvolvimento inicial). Os resultados observados, foram corroborados pelos de Grangeiro e Cecílio Filho (2005 b) para o híbrido de melancia Nova, e de Vidigal *et al.* (2007) para a cv. de melancia Crimson Sweet.

Entre 24 e 44 DAE, identificado como período de maior requerimento por Ca, os ramos, folhas e frutos acumularam, em média, 8,72; 35,40; e 2,96 g kg⁻¹ de Ca, respectivamente. Esses teores de Ca obtidos para folhas estão dentro da faixa de 25 – 40 g kg⁻¹ de Ca, citada por Traini e Raij (1996), como adequada para o requerimento da cultura. De acordo com Malavolta *et al.* (1997), este padrão de distribuição do Ca em favor das folhas ocorre em função do nutriente ser transportado quase que exclusivamente pelo xilema por via transpiratória e praticamente não ser redistribuído. O cálcio destaca-se principalmente pelo desempenho de funções estruturais na parede celular de folhas e ramos.

Considerando o acúmulo de Ca, apenas após o período de frutificação (44 e 64 DAE), constatou-se que os frutos acumularam, em média, 2,96 g kg⁻¹ de Ca, quantidade esta que foi determinante para sua boa formação, embora seja considerado baixo em relação às demais proporções acumuladas nos outros órgãos da planta estudados nessa pesquisa. Conforme Souza *et al.* (2005), a deficiência de Ca em cucurbitáceas pode ocasionar rachaduras ou podridão - estiolar nos frutos, tornando-os inviáveis à comercialização.

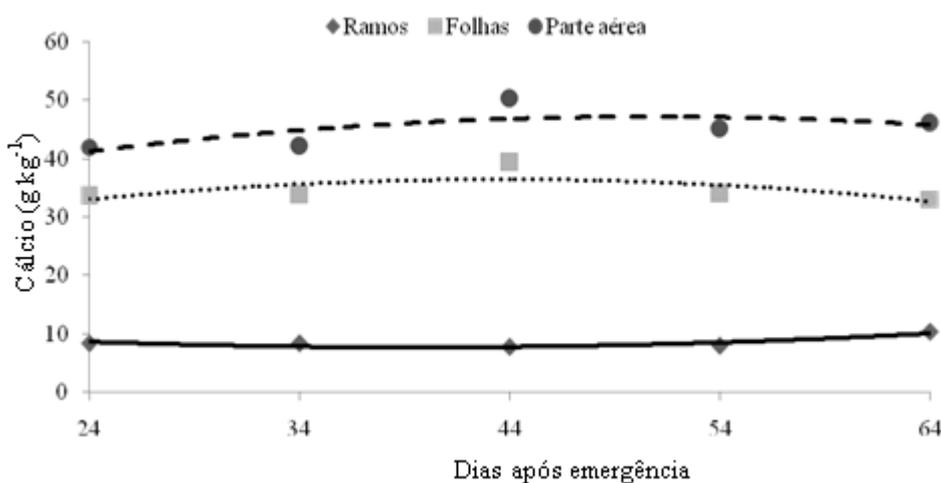


Figura 3 - Acúmulo de cálcio nos ramos ($\hat{Y}_R = 13,9736 - 0,3175x + 0,0040x^2$; $R^2 = 0,8301^*$), folhas ($\hat{Y}_F = 19,0252 + 0,8036x - 0,0092x^2$; $R^2 = 0,4473^*$) e parte aérea ($\hat{Y}_{pa} = 25,9072 + 0,8330x - 0,0082x^2$; $R^2 = 0,4682^*$), da cultivar de melancia Crimson Sweet. Fortaleza, CE, 2012.

O nitrogênio foi o terceiro macronutriente mais requerido pela cultura. O requerimento de N pela planta foi crescente entre 24 e 44 DAE, período que compreendeu o crescimento vegetativo e o início da frutificação. Verificou-se que o maior acúmulo de N pela cv. Crimson Sweet foi de 46,10 g kg⁻¹ (44 DAE) (Figura 4).

Durante a etapa de desenvolvimento reprodutivo (44 a 64 DAE) constatou-se, que o N foi preferencialmente redistribuído da parte vegetativa (fonte) para os frutos (drenos), o que culminou num decréscimo do teor do nutriente nas folhas de 20,91 para 12,40 g kg⁻¹ de N e nos ramos de 10,84 para 8,54 g kg⁻¹ de N, nesse intervalo de dias. O decréscimo no teor de N na parte vegetativa, translocação e acúmulo do nutriente nos frutos produzidos pela cv. 'Crimson Sweet', também foi verificado para P e K, conforme Figuras 2 e 7.

Verificou-se que entre 24 e 64 DAE, os ramos e as folhas acumularam, respectivamente: 30,8 (11,60 g kg⁻¹) e 48,3% (18,20 g kg⁻¹) da quantidade média total de N acumulado pela planta nesse período (37,70 g kg⁻¹). Esses níveis de N acumulados pelas folhas estão abaixo da faixa adequada de 25 - 50 g kg⁻¹ de N requerida pela cultura (LOCASCIO, 1996; TRANI; RAIJ, 1996).

No intervalo compreendido entre 44 e 64 DAE (frutificação), constatou-se que ramos, folhas e frutos acumularam, respectivamente: 24,44 (9,80 g kg⁻¹); 41,00 (16,40 g kg⁻¹); e 32,79% (13,09 g kg⁻¹) da quantidade média total de N acumulado pela melancieira nesse dado período (39,22 g kg⁻¹). Os resultados obtidos foram semelhantes às percentagens estimadas por Grangeiro e Cecílio Filho (2004) para o híbrido Tide, e Vidigal *et al.* (2009) em estudos com a melancieira cv. Crimson Sweet.

O magnésio foi o quarto macronutriente mais requerido pela cv. Crimson Sweet. O acúmulo de Mg na planta variou entre 24 e 64 DAE. As folhas apresentaram teores mais acentuados de Mg no início do ciclo da cultura (24 DAE), porém esses teores diminuíram, aproximadamente, 4,35 g kg⁻¹ até 54 DAE, quando apresentou acréscimo de 0,44 g kg⁻¹ até 64 DAE. Os níveis de Mg acumulados pelas folhas entre 24 e 64 DAE estão dentro da faixa recomendada (3 - 6 g kg⁻¹ de Mg) por Locascio (1996) para a cultura da melancia. Nos ramos, o teor de Mg permaneceu constante ao longo dos 64 dias de estudo, apresentando acréscimo de 0,72 g kg⁻¹ entre 44 e 64 DAE. Nos frutos, ocorreu acúmulo de Mg entre 44 e 54 DAE, alcançando teor de 2,48 g kg⁻¹ (Figura 5).

O acúmulo de Mg nas folhas e ramos, durante a fase de frutificação (44 e 64 DAE) da cv. Crimson Sweet, também foi constatado por Grangeiro e Cecílio Filho (2005 b) na melancia sem sementes e Vidigal *et al.* (2009) na melancieira cv. Crimson Sweet.

Do total de Mg acumulado pela planta entre 24 e 64 DAE, as folhas acumularam, em média, 7,30 g kg⁻¹. Esta significativa quantidade de Mg acumulado pelas folhas, em relação à quantidade média total de Mg acumulado pela planta nesse dado período (11,97 g kg⁻¹), pode ser explicada pela particularidade funcional do magnésio. O nutriente atua, dentre outros mecanismos, na composição estrutural da molécula de clorofila. De acordo com Marschner (1995) dependendo do "status" de Mg na planta, cerca de 6 a 25% do magnésio total pode estar ligado à molécula de clorofila, enquanto, outros 5 a 10% estariam ligados a pectatos na parede celular ou depositado como sal solúvel no vacúolo.

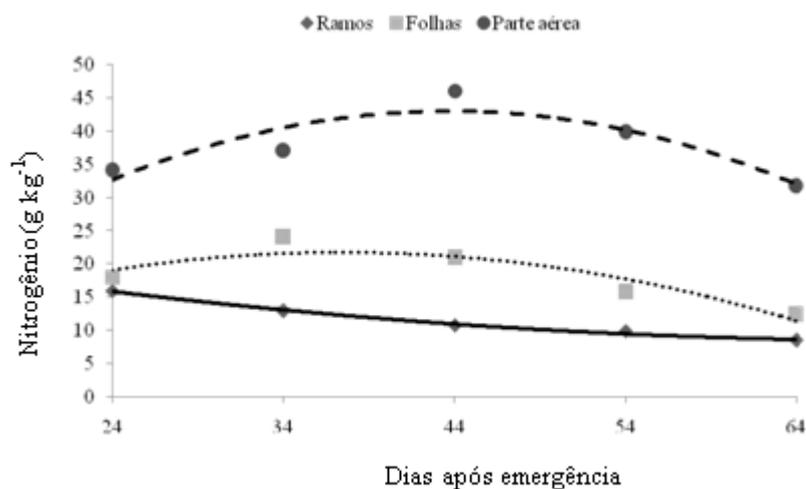


Figura 4 - Acúmulo de nitrogênio nos ramos ($\hat{Y}_R = 25,1600 - 0,4630x + 0,0030x^2$; $R^2 = 0,9930^*$), folhas ($\hat{Y}_F = 1,0612 + 1,1103x - 0,0148x^2$; $R^2 = 0,8530^*$) e parte aérea ($\hat{Y}_{pa} = -8,0344 + 2,3421x - 0,0268x^2$; $R^2 = 0,8081^*$), da cultivar de melancia Crimson Sweet. Fortaleza, CE, 2012.

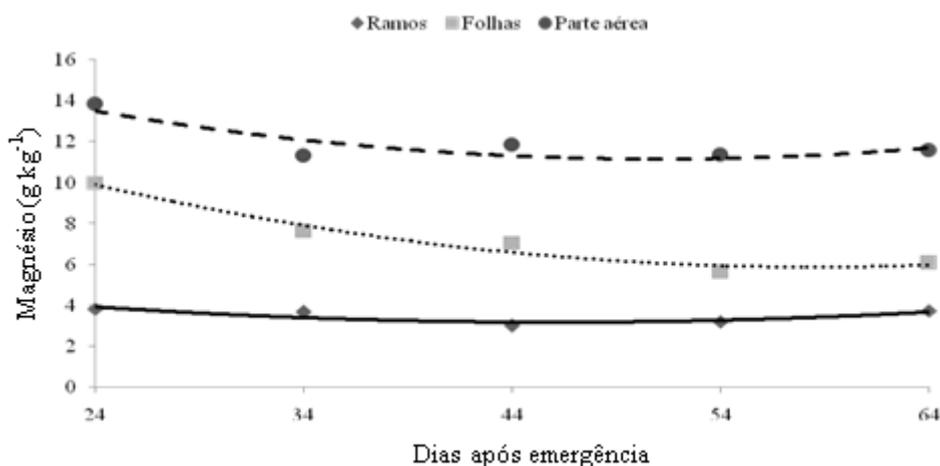


Figura 5 - Acúmulo de magnésio nos ramos ($\hat{Y}_R = 6,5076 - 0,1447x + 0,0016x^2$; $R^2 = 0,7616^*$), folhas ($\hat{Y}_F = 17,4336 - 0,3954x + 0,0034x^2$; $R^2 = 0,9640^*$) e parte aérea ($\hat{Y}_{Pa} = 19,4836 - 0,3257x + 0,0032x^2$; $R^2 = 0,7724^*$), da cultivar de melancia Crimson Sweet. Fortaleza, CE, 2012.

Levando-se em consideração, a quantidade média acumulada pelos ramos entre os 24 e 64 DAE, constatou-se que os mesmos acumularam $3,50 \text{ g kg}^{-1}$ de Mg. Os frutos acumularam $1,99 \text{ g kg}^{-1}$ de Mg, no período compreendido entre 44 e 64 DAE. A significativa quantidade de Mg acumulada pelos frutos revelou a exigência da planta ao magnésio no período de frutificação, situação corroborada por outros autores (GRANGEIRO; CECÍLIO FILHO, 2004; LUCENA *et al.*, 2011), em experimentos semelhantes realizados com diferentes cultivares de melancia.

O enxofre foi o quinto macronutriente mais requerido pela cultura. Durante o período compreendido

entre 34 e 64 DAE houve incremento no acúmulo de S pela parte aérea e seus teores elevaram de $7,87 \text{ g kg}^{-1}$ (34 DAE) para $11,86 \text{ g kg}^{-1}$ (64 DAE) (Figura 6).

Conforme Figura 6, verificou-se que no período de frutificação (44 a 64 DAE) os ramos e folhas acumularam menor quantidade de S do que no período de desenvolvimento vegetativo (34 DAE). No entanto, entre 44 e 64 DAE, observou-se demanda crescente dos frutos por S, acumulando, nesse intervalo, $3,88 \text{ g kg}^{-1}$ (64 DAE).

Entre 24 e 64 DAE, constatou-se que ramos e folhas acumularam, respectivamente: $36,1 (4,00 \text{ g kg}^{-1})$ e

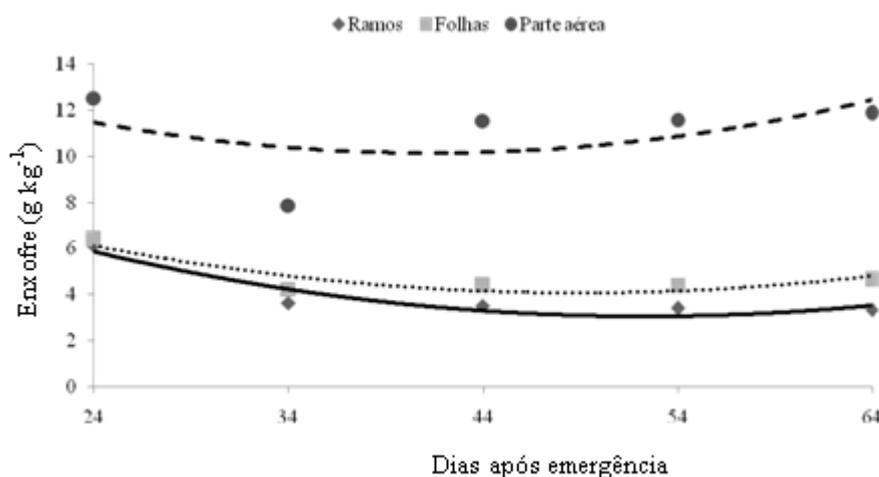


Figura 6 - Acúmulo de enxofre nos ramos ($\hat{Y}_R = 12,6160 - 0,3649x + 0,0035x^2$; $R^2 = 0,8923^*$), folhas ($\hat{Y}_F = 12,0492 - 0,3261x + 0,0033x^2$; $R^2 = 0,8275^*$) e parte aérea ($\hat{Y}_{Pa} = 17,7100 - 0,3657x + 0,0044x^2$; $R^2 = 0,2467^*$), da cultivar de melancia Crimson Sweet. Fortaleza, CE, 2012.

43,4% (4,81 g kg⁻¹) da quantidade total de S acumulada pela planta (11,08 g kg⁻¹ de S). Já os frutos acumularam 32,30% (3,77 g kg⁻¹) do teor médio total de S acumulado pela planta entre 44 e 64 DAE (11,67 g kg⁻¹). Esses resultados referentes ao requerimento demandado por S no período de frutificação (44 a 64 DAE) foram semelhantes aos obtidos por Grangeiro e Cecílio Filho (2005 b) para melancia sem sementes, e diferentes dos estimados por Vidigal *et al.* (2009) para a melancia cv. Crimson Sweet. Os resultados obtidos para as folhas se enquadraram na faixa de 3 - 5 g kg⁻¹ de S recomendada por Locascio (1996) para a cultura da melancia.

O fósforo foi o sexto nutriente mais requerido pela cultura. O requerimento de P pela cv. Crimson Sweet variou de acordo com as fases de desenvolvimento vegetativo e reprodutivo, sendo constatada maior exigência nutricional aos 24 DAE (7,77 g kg⁻¹) (Figura 7).

Para Taiz e Zeiger (2009), o P é requerido pela planta no seu estágio de desenvolvimento inicial, desempenhando importantes funções metabólicas na formação do sistema radicular, o que corrobora com o primeiro pico observado aos 24 DAE. Já o segundo pico, constatado aos 44 DAE (início da frutificação) foi explicado pelas constatações fisiológicas de Prado (2008). Conforme este autor, o P atua nos processos de multiplicação e divisão celular, sendo importante na síntese dos primórdios florais durante a etapa de desenvolvimento reprodutivo da planta.

O teor de P acumulado pelas folhas e ramos diminuiu entre 24 (3,96 g kg⁻¹) e 44 DAE (1,89 g kg⁻¹). Nos frutos, constatou-se decréscimo de P entre 44 (3,00 g kg⁻¹) e 64 DAE (2,59 g kg⁻¹). Esses resultados indicam que

nos estádios iniciais de desenvolvimento reprodutivo até o início da frutificação, o P foi translocado das folhas e ramos para os primórdios florais e frutos jovens, possivelmente entre 34 e 44 DAE, o que se enquadra com os estudos de Raghothama (1999). Segundo Prado (2008), o P participa diretamente no metabolismo do vegetal, atuando no acúmulo de pigmentos, como a antocianina; fotossíntese; respiração celular; divisão celular; disponibilização de energia na forma de ésteres orgânicos; formação dos primórdios florais; formação dos frutos etc.

A redução no teor acumulado de P na parte vegetativa e o simultâneo aumento no teor acumulado nos frutos, durante o início da frutificação, também foi verificado por Del Rio *et al.* (1994), em diversas cultivares de melancia e por Araújo *et al.* (2001) na parte vegetativa de abobrinha.

No período compreendido entre 24 e 64 DAE, os ramos e folhas acumularam 35,8 (2,34 g kg⁻¹) e 38,7% (2,53 g kg⁻¹), respectivamente, do teor médio total de P acumulado pela planta (6,53 g kg⁻¹). Os frutos, no entanto, acumularam 42,7% (2,76 g kg⁻¹) do teor médio total de P acumulado pela planta entre os 44 e 64 DAE (6,47 g kg⁻¹). Essas concentrações de fósforo obtidas nos ramos, folhas e frutos se enquadraram plenamente com os resultados obtidos por Locascio (1996) e Trani *et al.* (1997) para a cultura da melancia.

No estudo da demanda de macronutrientes pela cv. de melancia 'Crimson Sweet', constatou-se que a ordem decrescente dos nutrientes acumulados foi: K>Ca>N>Mg>S>P (Figura 8).

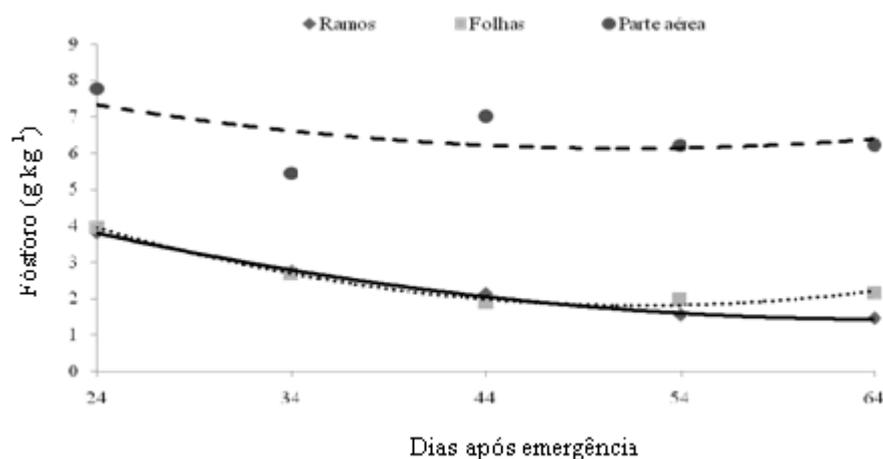


Figura 7 - Acúmulo de fósforo nos ramos ($\hat{Y}_R = 7,3900 - 0,1831x + 0,0014x^2$; $R^2 = 0,9978^*$), folhas ($\hat{Y}_F = 9,1616 - 0,2828x + 0,0027x^2$; $R^2 = 0,9898^*$) e parte aérea ($\hat{Y}_{pa} = 10,4004 - 0,1671x + 0,0016x^2$; $R^2 = 0,2990^*$), da cultivar de melancia Crimson Sweet. Fortaleza, CE, 2012.

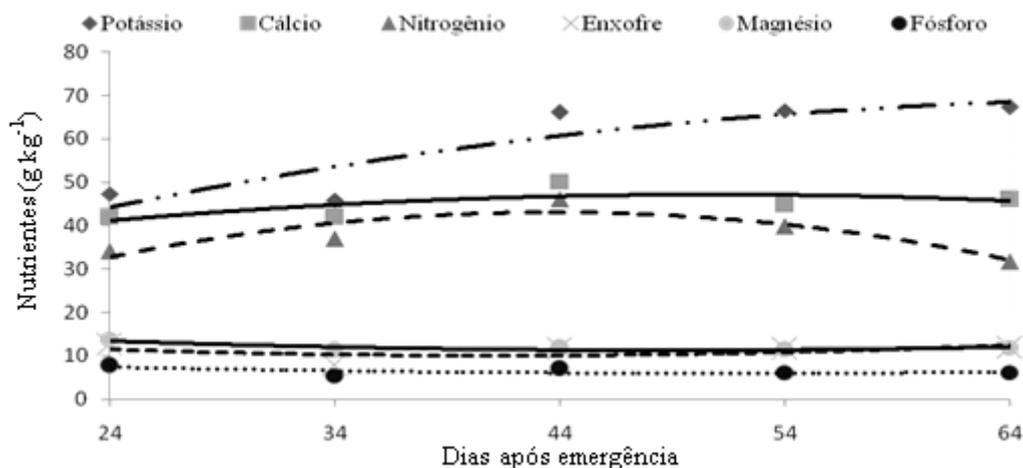


Figura 8 - Acúmulo de potássio ($\hat{Y}K = 12,9832 + 1,5679x - 0,0109x^2$; $R^2 = 0,7958^*$), cálcio ($\hat{Y}Ca = 25,9072 + 0,8330x - 0,0080x^2$; $R^2 = 0,4682^*$), nitrogênio ($\hat{Y}N = -8,0344 + 2,3421x - 0,0268x^2$; $R^2 = 0,8081^*$), enxofre ($\hat{Y}S = 17,7100 - 0,3657x + 0,0044x^2$; $R^2 = 0,2467^*$), magnésio ($\hat{Y}Mg = 19,4836 - 0,3257x + 0,0032x^2$; $R^2 = 0,7724^*$) e fósforo ($\hat{Y}P = 10,4004 - 0,1671x + 0,0016x^2$; $R^2 = 0,2990^*$) na planta sem raiz da cultivar de melancia Crimson Sweet. Fortaleza, CE, 2012.

Os resultados obtidos foram semelhantes aos encontrados por Vidigal *et al.* (2009) para a cv. de melancia Crimson Sweet cultivada em NEOSSOLO QUARTZARÊNICO (K>N>Ca>Mg>P>S); Granjeiro e Cecílio Filho (2005 b) para a melancia sem sementes cultivada em ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO (K>N>Ca>P>Mg>S), e Granjeiro e Cecílio Filho (2004) para o híbrido de melancia Tide cultivado em ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO (K>N>Ca>P>Mg>S).

Constatou-se que aos 64 DAE, a parte aérea exportou: 66,64 g kg⁻¹ de K; 46,04 g kg⁻¹ de Ca; 31,71 g kg⁻¹ de N; 11,57 g kg⁻¹ de Mg; 11,86 g kg⁻¹ de S; e 6,20 g kg⁻¹ de P. Os frutos exportaram: 24,04 g kg⁻¹ de K (36,0%); 2,62 g kg⁻¹ de Ca (5,7%); 10,77 g kg⁻¹ de N (34,0%); 1,75 g kg⁻¹ de Mg (15,1%); 3,88 g kg⁻¹ de S (32,7%); 2,59 g kg⁻¹ de P (42,0%), o que equivale a 36,0; 5,7; 34,0; 15,1; 32,7; 42,0% da quantidade total de K, Ca, N, Mg, S e P exportada pela parte aérea (ramos + folhas + frutos) aos 64 DAE. Essa grande quantidade de nutrientes exportada pelos frutos, principalmente de K, N, S e P, consistem numa significativa exportação de nutrientes pelo solo. Tais nutrientes precisam, portanto, ser repostos por um eficiente programa de adubação, o qual pode englobar o reaproveitamento da parte aérea, através da sua incorporação ao solo.

Conclusões

O período compreendido entre os 44 e 64 DAE é o de maior acúmulo de massa seca da parte aérea e de

maior demanda de macronutrientes pela cv. de melancia 'Crimson Sweet';

A ordem decrescente dos macronutrientes acumulados pela cultivar de melancia 'Crimson Sweet' é: K> Ca>N>Mg>S>P.

Literatura científica citada

- ARAÚJO, W. F.; BOTREL, T. A.; CARMELLO, Q. A. de C.; SAMPAIO, R. A.; VASCONCELOS, M. R. B. Marcha de absorção de nutrientes pela cultura da abobrinha conduzida sob fertirrigação. In: FOLEGATTI, M. V.; CASARINI, E.; BLANCO, F. F.; BRASIL, R. P. C. do; RESENDE, R. S. (Coord.) **Fertirrigação: flores, frutas e hortaliças**. Guaíba: Agropecuária, 2001, v.1, p. 67 – 77.
- ARAÚJO NETO, S. E.; MENDONÇA, V.; FERREIRA, R. L. F.; GONTIJO, T. C. A.; MACHADO, R. L. Crescimento de mudas de melancia em diferentes volumes de recipientes e tipos de substratos. **Horticultura Brasileira**, v.20, n.2. 2002.
- AUGUSTINHO, L. M. D.; PRADO, R. M.; ROZANE, D. E.; FREITAS, N. Acúmulo de massa seca e marcha de absorção de nutrientes em mudas de goiabeira 'Pedro Sato'. **Bragantia**, Campinas, v. 67, n. 3, p. 536-568, 2008.
- BLEASDALE, J. K. A. A planta em estado vegetativo. In: **Fisiologia vegetal**. São Paulo: EPU, 1977. cap. 3, p. 65-106.
- DEL RIO, A.; LOPEZ-CANTARERO, I.; ROMERO, L.; SANCHEZ, A.; LORENTE, F. A.; VALENZUELA, J. L. Foliar diagnosis: vegetative index for several cultivars of watermelon. **Communications Soil Science Plant Analysis**, v.25, n. 9, p. 1629-1640, 1994.

- ECHER, F. R.; DOMINATO, J. C.; CRESTE, J. E. Absorção de nutrientes e distribuição da massa fresca e seca entre órgãos de batata-doce. **Horticultura Brasileira**, Campinas, v. 27, n. 2, p. 176-182, 2009.
- EMBRAPA. **Manual de análises químicas de plantas**. Fortaleza. Embrapa Agroindústria Tropical. 34p., 2010.
- FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Faostat**. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>>. Acesso em: 10 de março de 2012.
- FERNANDES, F. M. Contribuição ao estudo de nutrição e adubação da cultura da melancia. Ilha Solteira. 2001. 104p. Tese (Livre-Docência) – Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista.
- FREITAS, N. P.; PRADO, R. M.; ROZANE, D. E.; TORRES, M. H.; AROUCA, M. B. Marcha de absorção de nutrientes e crescimento de mudas de caramboleira enxertada com a cultivar nota-10. **Revista Semina**, v. 32, n. 4, p. 1231-1242, 2011.
- GRANGEIRO, L. C.; CECILIO FILHO, A. B. Acúmulo e exportação de nutrientes pela cultivar de melancia Mickylee. **Revista Caatinga**, v. 18, n. 2, p. 73-81, 2005a.
- GRANGEIRO, L. C.; CECILIO FILHO, A. B. Acúmulo e exportação de macronutrientes pelo híbrido de melancia Tide. **Horticultura Brasileira**, v.22, n.1, p.93-97, 2004.
- GRANGEIRO, L. C.; CECÍLIO FILHO, A. B. Acúmulo e exportação de macronutrientes em melancia sem sementes. **Horticultura Brasileira**. v.23, p.763-767, 2005b.
- HUNT, R. **Basic growth analysis**. London: Unwin Hyman, 1990. 112p.
- LOCASCIO, S. J. Cucurbits: cucumber, muskmelon, and watermelon. In: BENNET, W. F. **Nutrient deficiencies & toxicities in crop plants**. Saint Paul: APS PRESS, 1996, p.123-130.
- LUCENA, R. R M; NEGREIROS, M. Z; MEDEIROS, J. F.; GRANGEIRO, L. C.; MARROCOS, S. T. P. Crescimento e acúmulo de macronutrientes em melancia Quetzale cultivada sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação. **Revista Caatinga**, v. 24, n.1, p.73-81, 2011.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. Piracicaba: **POTAFOS**, 1997. 201p.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. San Diego: Academic Press, 1995. 889 p.
- PAULA, J. A. A.; MEDEIROS, J. F.; MIRANDA, N. O.; OLIVEIRA, F. A.; LIMA, C. J. G. S. Metodologia para determinação das necessidades nutricionais de melão e melancia. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, n.9, p.911– 916, 2011.
- PRADO, R. de M. **Nutrição de Plantas**. 1. ed. São Paulo: UNESP/FUNESP. 2008; 408 p.
- RAGHOTHAMA, K. G. Phosphate acquisition. **Annual Review Plant Physiology Plant Molecular Biology**, v.50, p.665-693, 1999.
- RESENDE, G. M.; COSTA, N. D.; DIAS, R. C. S. Sistema de produção de melancia. **Embrapa**, 2010. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/>>. Acesso em: 02 de março de 2012.
- SILVA, F. A. S. **Sistema de Assistência Estatística (ASSISTAT 7.6 beta 2012)**. Departamento de Engenharia Agrícola (DEAG) do CTRN da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, Campina Grande - PB.
- SIMONNE, E. H.; MILLS, H. A.; SMITTLE, D. A. Ammonium reduces growth fruit yield and fruit quality of water melon. **Journal of Plant Nutrition**, v.15, n.12, p.2727-2741, 1992.
- SOUZA, V. F.; COELHO, E. F.; SOUZA, V. A. B.; HOLANDA FILHO, R. S. F. Efeito de doses de nitrogênio e potássio aplicadas por fertirrigação no meloeiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.9, n.2, p.210-214, 2005.
- SUNDSTROM, F. J.; CARTER, S. J. Influence of K and Ca on quality and yield of watermelon. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.108, n.5, p.879-881, 1983.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2009. 819p.
- TRANI, P.E.; RAIJ, B. In: RAIJ, B. van.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. (Eds.). **Recomendação de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: Instituto Agrônomo & Fundação IAC, 1996, p.157-185.
- TRANI, P. E.; PASSOS, F. A.; NAGAI, H.; MELO, A. M. T. Melão e melancia. In: RAIJ, B. V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. Campinas, 2ª edição, 1997, p. 181. (Boletim Técnico, 100).
- VIDIGAL, S. M.; PACHECO, D. D.; COSTA, E. L. C.; FACION, C. E. Crescimento e acúmulo de macro e micronutrientes pela melancia em solo arenoso. **Revista Ceres**, v. 56, n.1, p.112-118, 2009.
- ZENG, Q.Y.; JIANG, X. L. Influence of potash fertilizers containing chlorine on the quality of watermelon. **Soils**, v.20, n.3, p.144-146, 1988.