

## Crescimento e marcha de absorção de micronutrientes para a cultivar de melancia Crimson Sweet

### *Growth and absorption march on micronutrients to cultivate Crimson Sweet watermelon*

Edmilson Igor Bernardo Almeida<sup>\*1</sup>, Gabriel Nuto Nóbrega<sup>2</sup>, Márcio Cleber de Medeiros Corrêa<sup>3</sup>, Everton Alves Rodrigues Pinheiro<sup>4</sup>, Neimar Arcanjo de Araújo<sup>5</sup>.

**Resumo** - Para a sustentabilidade na produção da melancia é importante que sejam atendidas as suas exigências nutricionais, especialmente<sup>1</sup> e durante a época em que ocorre maior demanda por nutrientes. Objetivou-se neste trabalho, avaliar o crescimento e marcha de absorção de micronutrientes pela melancia, cultivar 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 vigésimo 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 foi estimada em 1.131,72 g; a ordem decrescente dos micronutrientes acumulados foi: Fe>Zn>Mn>Cu; aos 64 DAE, a parte aérea exportou: 495,35 mg kg<sup>-1</sup> de Fe, 166,71 mg kg<sup>-1</sup> de Zn, 63,71 mg kg<sup>-1</sup> de Mn e 14,09 mg kg<sup>-1</sup> de Cu; os frutos acumularam 26,29; 29,05; 15,59; 31,51% da quantidade total de Fe, Zn, Mn e Cu, respectivamente exportada pela parte aérea. O período compreendido entre 44 e 64 DAE foi identificado como sendo o de maior requerimento de micronutrientes.

**Palavras-chave** - Exportação de nutrientes. Nutrição de plantas. Requerimento nutricional.

**Abstract** - For the sustainability in watermelon production is important to assist the nutritional requirements of the crop, especially at a period with the greatest nutrients demand. Through this work, it was studied the growth and absorptions of micronutrients by watermelon cultivar "Crimson Sweet". The experiment was conducted in the Baixo Acaraú irrigated district, situated in northern Ceará. Plant samples were collected initially at the fourteenth day after emergence (DAE) and were performed at 10 days regular intervals subsequently, represented as: 24, 34, 44, 54 and 64 DAE. The results indicate that the period of greatest dry matter accumulation occurs between 44 and 64 DAE, with a estimated total dry mass accounting 1.131.72 g at 64 DAE; the decreasing order of micronutrients accumulated by "Crimson Sweet" watermelon cultivar was: Fe> Zn> Mn> Cu; at 64 DAE, the shoot absorbed: 495.35 mg kg<sup>-1</sup> Fe, 166.71 mg kg<sup>-1</sup> Zn, 63.71 mg kg<sup>-1</sup> Mn and 14.09 mg kg<sup>-1</sup> Cu. The period between 44 and 64 DAE characterizes as the most micronutrient demanding.

**Key words** - Nutrient absorption. Plant nutrition. Nutritional requirement.

<sup>\*</sup>Autor para correspondência

Enviado para publicação em 28/08/2013 e aprovado em 11/02/2014

<sup>1</sup>Doutorando em Agronomia: Fitotecnia, Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal do Ceará (UFC), edmilson\_i@hotmail.com

<sup>2</sup>Doutorando em Solos e Nutrição de Plantas, Departamento de Solos, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ), Universidade de São Paulo (USP), nutonobrega@usp.br

<sup>3</sup>Professor Adjunto do Departamento de Fitotecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará (UFC), mcleber@ufc.br

<sup>4</sup>Doutorando em Ciências: Engenharia de Sistema Agrícolas, Departamento de Engenharia de Biossistemas, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ), Universidade de São Paulo (USP): evertonvest@yahoo.com.br

<sup>5</sup>Graduando em Agronomia, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará: neimarcjanjo@yahoo.com.br

## Introdução

A melancia (*Citrullus lunatus* Schrad) é uma planta anual, de crescimento rasteiro, com várias ramificações que alcançam até 5 m de comprimento, pertencente à família das cucurbitáceas e originária do continente africano. Atualmente é cultivada em vários países do mundo, como: Índia, Irã, Itália e Estados Unidos, com destaque para o continente asiático que produz cerca de 85% da produção mundial, enquanto que a África e a Europa representam em torno de 4,5 e 5,0% da produção mundial, respectivamente (ALMEIDA, 2003; RESENDE *et al.*, 2010).

No Brasil, as regiões Sul e Nordeste, pelo fato de possuírem boas condições de solo e clima para as cucurbitáceas, apresentam grande potencial para produção de melancia. Esta cultura situa-se entre as cinco hortaliças mais cultivadas, com área plantada superior a 85.000 ha e uma produtividade variando entre 3,7 a 31,1 t ha<sup>-1</sup>, dependendo do sistema de produção (COSTA; LEITE, 2012; FAO, 2012).

As cultivares de melancia tradicionalmente mais cultivadas no Brasil são de origem americana e japonesa. No mercado tem-se a disposição dos produtores um grande número de cultivares que diferem entre si quanto à forma e tamanho do fruto, coloração da casca e da polpa, tolerância a doenças, etc. Com isso, na escolha da cultivar para o plantio, devem ser consideradas as exigências do mercado, resistência dos frutos ao transporte, tolerância a doenças e distúrbios fisiológicos, além da adaptação da cultivar à região produtora (LIMA NETO *et al.*, 2010; COSTA; LEITE, 2012).

A necessidade de alcançar elevados patamares de produtividade tem levado a crescente preocupação com o uso de micronutrientes na adubação. A sensibilidade à deficiência de micronutrientes varia conforme a espécie de planta. De acordo com Medeiros *et al.* (2006), além da aplicação de fertilizantes contendo N, P e K e do calcário que fornece Ca e Mg, recomenda-se no cultivo de melancia o uso de fertilizantes que sejam fontes de micronutrientes, como FTE BR 12.

A confecção da curva de crescimento de plantas consiste na medição destrutiva de plantas, obtendo a massa seca dos órgãos do vegetal, além da composição 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 (HUNT, 1990; AUGUSTINHO *et al.*, 2008).

Segundo ECHER *et al.* (2009) e PAULA *et al.* (2011), a absorção de grandes quantidades de nutrientes em curtos períodos de tempo caracteriza um elevado requerimento

nutricional das hortaliças. Para a sustentabilidade na produção da melancia é importante atender às exigências nutricionais da cultura, especialmente no período em que ocorre maior demanda por nutrientes. Esse período pode ser definido através de estudos de marcha de absorção, que podem contribuir para programas de adubação mais eficientes e, conseqüentemente, para maiores produtividades da cultura (FREITAS *et al.*, 2011).

Diante do exposto, objetivou-se por meio deste trabalho, avaliar o crescimento e marcha de absorção de micronutrientes pela cultivar de melancia Crimson Sweet, visando desenvolver para esta cultura, um programa de adubação mais eficaz 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 um hectare (ha), cultivada com melancia cv. Crimson Sweet. A área experimental situou-se no perímetro irrigado do Baixo Acaraú, localizado 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 classificado como Aw' (Tropical chuvoso), de acordo com a classificação climática de Köppen (KOTTEK *et al.*, 2006; PEEL *et al.*, 2007).

O solo da área experimental foi classificado como NEOSSOLO QUARTZARÊNICO, de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SANTOS *et al.*, 2006), e apresentou as seguintes características na camada de 0 – 20 cm: classificação textural: areia franca; composição química – pH (água): 6,0; Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Na<sup>+</sup>, Al<sup>3+</sup> e H<sup>+</sup>+Al<sup>3+</sup>, respectivamente, 1,50; 1,30; 0,03; 0,10 e 0,49 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; P e K, respectivamente, 20 e 73 mg dm<sup>-3</sup> e matéria orgânica de 10,76 g kg<sup>-1</sup>. As análises químicas foram realizadas de acordo com os métodos estabelecidos pela EMBRAPA (2010).

A cultivar Crimson Sweet foi semeada 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<sup>-1</sup>). 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<sup>-1</sup> 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. O suprimento hídrico foi realizado simultaneamente em toda área.

Para o suprimento das exigências nutricionais da cultura fez-se adubação de fundação com N, P e K no preparo do solo e uma adubação de cobertura com N, K e micronutrientes aos 27 DAE. Na adubação de fundação foram utilizados: 20 kg ha<sup>-1</sup> de N, 300 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 40 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, enquanto que na adubação de cobertura foram aplicados: 40 kg ha<sup>-1</sup> de N, 60 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O e 25 kg ha<sup>-1</sup> de FTE. Os adubos utilizados para o fornecimento de N, P e K foram, respectivamente: uréia, superfosfato simples e cloreto de potássio.

As épocas de amostragem das plantas iniciaram-se no vigésimo quarto dia após a emergência (24° DAE), e foram realizadas em intervalos regulares de 10 dias até o 64° DAE. A coleta dos frutos aconteceu entre os 44 e 64 DAE, período em que a planta desencadeou a frutificação.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com quatro repetições. Os tratamentos foram representados pelas épocas de amostragem: 24, 34, 44, 54 e 64 DAE. As amostras em cada época de coleta foram compostas por quatro repetições de três plantas inteiras, exceto aos 24 DAE, onde foram amostradas duas plantas inteiras por repetição, em virtude do reduzido crescimento vegetativo durante esse período.

Após cada coleta, as plantas eram 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 era moído e digerido para determinação dos teores dos micronutrientes: Fe, Zn, Mn e Cu no tecido vegetal (EMBRAPA, 2010). As análises dos micronutrientes se deram em triplicatas de cada repetição amostrada no campo.

Em virtude de ter ocorrido, apenas três épocas de coleta de frutos, a massa e o teor de nutrientes acumulados nesses órgãos foram incluídos no acúmulo da parte aérea. Com isso, para a representação das médias de massa e teores de nutrientes frutos acumulados nos frutos, procedeu-se a 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 (ramos, folhas e frutos), 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).

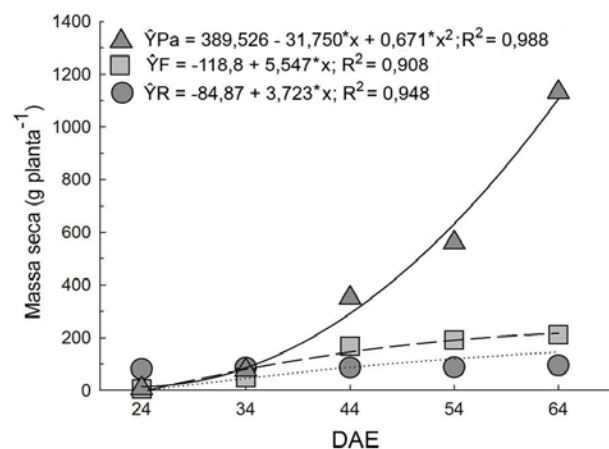
Os resultados obtidos nas avaliações laboratoriais foram submetidos a análises de variância ( $p \leq 0,05$ ). Nos acúmulos de nutrientes, em que a hipótese de nulidade foi rejeitada, procedeu-se a análise de regressão, onde o eixo das abscissas foi representado pelas épocas de amostragem (24, 34, 44, 54 e 64 DAE) e o eixo das ordenadas foi expresso pelos teores médios de cada micronutriente nas partes constituintes da planta (ramos; folhas e parte aérea).

A curva de acúmulo de matéria seca foi obtida pelo somatório de massa seca da planta em cada época de amostragem. Consideraram-se como satisfatório para o estudo, os modelos de regressão de primeiro ( $a + bx$ ) e segundo grau ( $a + bx + cx^2$ ) (SigmaPlot versão 11.0®). Os pontos de máximo acúmulo de nutrientes pela parte aérea foram estimados por meio da derivada primeira da equação ajustada para o acúmulo de cada nutriente pela parte vegetativa da planta.

## Resultados e Discussão

Observou-se que a melanciaira (folhas, ramos e frutos) teve incremento médio na massa seca total de 1.123,49 g planta<sup>-1</sup> 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



**Figura 1** - Acúmulo de massa seca na parte aérea ( $\hat{Y}_{Pa}$ ), folhas ( $\hat{Y}_F$ ) e ramos ( $\hat{Y}_R$ ) da cultivar de melancia Crimson Sweet. Fortaleza, CE, 2013.

um elevado crescimento o que culminou num acúmulo de 1.054,09 g planta<sup>-1</sup> de massa seca. O período de maior acúmulo de massa seca ocorreu entre 44 e 64 DAE, quando foi incrementado 780,76 g planta<sup>-1</sup> de massa seca à cultura. Para Grangeiro e Cecílio Filho (2005 a), é provável que o maior acúmulo de nutrientes, 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<sup>-1</sup>, e 6,10 a 168,80 g planta<sup>-1</sup>, 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<sup>-1</sup>, ou seja, mais de 50% da massa total acumulada pela planta entre os 44 e 64 DAE foram resultantes do crescimento dos frutos.

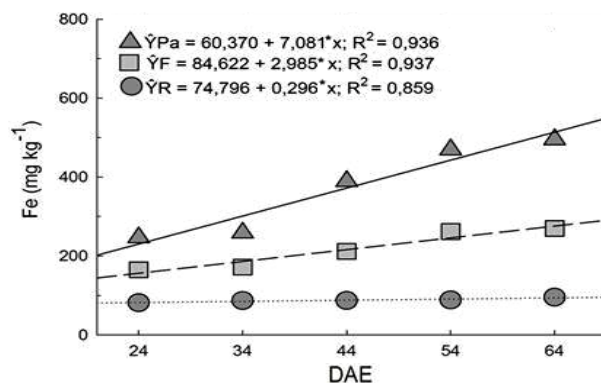
O crescimento intensificado da planta, constatado entre os 34 e 64 DAE, foi similar aos resultados obtidos por Grangeiro e Cecílio Filho (2004; 2005 b), os quais observaram para melancia sem sementes (híbrido Tide) um elevado crescimento entre os 30 e 70 DAT (dias após o transplântio) e 30 e 63 DAT, 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, 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<sup>-1</sup>, enquanto que as folhas e ramos, nesse mesmo intervalo de tempo, acumularam apenas 43,25 e 42,75 g planta<sup>-1</sup>, respectivamente.

No tocante à absorção de micronutrientes, o ferro (Fe) foi o micronutriente mais requerido. De acordo com Prado (2008), o Fe é importante na biossíntese de clorofila e atua na constituição e ativação de importantes enzimas fotossintéticas. Desse modo, é provável que o aumento da demanda de Fe entre 24 e 64 DAE esteja associado à função desempenhada pelo elemento no processo fotossintético e pigmentação de ramos, folhas e frutos (Figura 2).

Entre 24 e 44 DAE, as folhas e ramos acumularam 68,24 e 31,76% da quantidade total de Fe acumulada pela parte aérea, respectivamente. Entretanto, durante o período



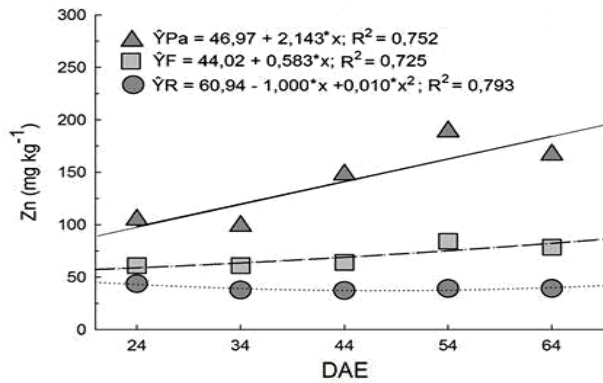
**Figura 2** - Acúmulo de ferro (Fe) na parte aérea ( $\hat{Y}_{Pa}$ ), folhas ( $\hat{Y}_F$ ) e ramos ( $\hat{Y}_R$ ) da cultivar de melancia Crimson Sweet. Fortaleza, CE. 2013.

de desenvolvimento reprodutivo (44 e 64 DAE), o teor de Fe nas folhas e ramos foi reduzido, respectivamente, para 54,31 e 20,52%, sendo que os demais 25,17% de Fe foram acumulados pelos frutos. Já entre 44 e 64 DAE, os frutos certamente tornaram-se fortes drenos, resultando em redução do acúmulo de Fe nas folhas e ramos. Não obstante, as folhas continuaram sendo o principal compartimento para o acúmulo de Fe nas plantas, provavelmente devido à sua atividade fisiológica.

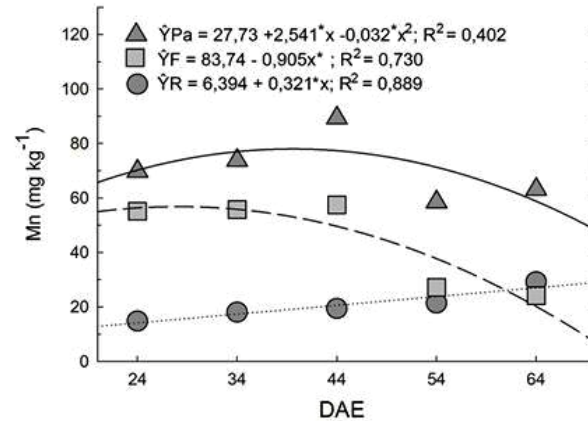
O zinco (Zn) foi o segundo micronutriente mais requerido pela cultura. A parte vegetativa acumulou linearmente o Zn de 24 a 54 DAE. As folhas (52,71%) foram identificadas como o principal compartimento de Zn, seguidas respectivamente dos frutos (23,72%) e ramos (23,57%) (Figura 3). Certamente, a baixa mobilidade do Zn no floema influenciou para que o teor do elemento nas folhas e ramos não reduzisse ao longo do ciclo da cultura. Essas observações corroboraram com os resultados obtidos para o Fe e com os estudos de marcha de absorção apresentados por Almeida *et al.* (2012), Vidigal *et al.* (2007; 2009) para melancieiras da cv. Crimson Sweet e abóbora híbrida tipo Tetsukabuto, respectivamente.

De acordo com Epstein e Bloom (2006), e Price *et al.* (1972), o Zn atua como componente e ativador de várias enzimas (desidrogenases, proteinases, peptidases e fosfohidrogenase) e é precursor na formação de auxinas, RNA e ribossomos. É provável que o aumento do requerimento de Zn ao longo do desenvolvimento vegetativo (24 e 34 DAE) e parte do desenvolvimento reprodutivo (34 e 54 DAE) estejam associados à síntese de proteínas, enzimas e auxina, demandadas para o crescimento vegetativo e formação de flores e frutos.

Entre 24 e 54 DAE, as folhas acumularam 50,03% do teor total de Zn acumulado pela parte aérea. Por sua



**Figura 3** - Acúmulo de zinco (Zn) na parte aérea ( $\hat{Y}_{Pa}$ ), folhas ( $\hat{Y}_F$ ) e ramos ( $\hat{Y}_R$ ) da cultivar de melancia Crimson Sweet. Fortaleza, CE. 2013.



**Figura 4** - Acúmulo de manganês (Mn) na parte aérea ( $\hat{Y}_{Pa}$ ), folhas ( $\hat{Y}_F$ ) e ramos ( $\hat{Y}_R$ ) da cultivar de melancia Crimson Sweet. Fortaleza, CE. 2013.

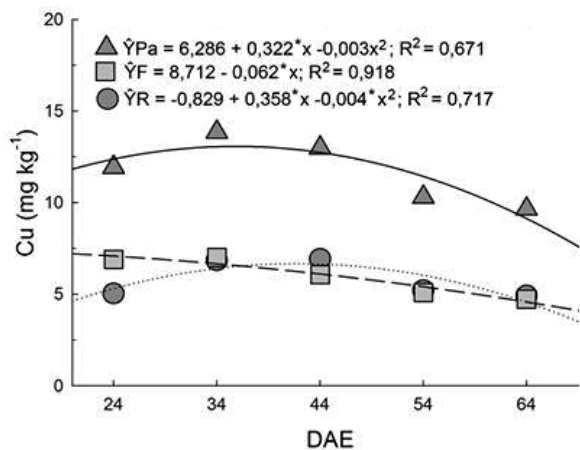
vez, nesse mesmo período, os ramos apresentaram uma delicada redução de  $4,62 \text{ mg kg}^{-1}$  de Zn, enquanto que os frutos (44 e 54 DAE) aumentaram em  $19,12 \text{ mg kg}^{-1}$  o teor de Zn acumulado. Embora o Zn apresente baixa mobilidade no floema, é possível que essa baixa redução do teor de Zn nos ramos, associe-se à relação fonte-dreno estabelecida durante no período de frutificação, ou seja, com o início do desenvolvimento reprodutivo, os fotoassimilados foram direcionados preferencialmente dos ramos (fonte) para flores e frutos (drenos).

O manganês (Mn) foi o terceiro micronutriente mais requerido e o seu máximo teor estimado na parte aérea foi de  $78,02 \text{ mg kg}^{-1}$ . O acúmulo de Mn na parte vegetativa, durante o período compreendido de 24 a 64 DAE, exibiu um comportamento que se ajustou ao modelo polinomial quadrático, havendo acúmulo linear positivo entre 24 e 44 DAE, seguido de um decréscimo dos 44 aos 64 DAE. Exceto os ramos que acumularam Mn, linearmente, entre 24 e 64 DAE, as folhas e frutos apresentaram decréscimo durante 44 e 64 DAE (Figura 4). As respostas apresentadas para os ramos e frutos, corroboraram com os resultados obtidos por Solís *et al.* (1982) e Vidigal *et al.* (2007; 2009) para a cv. de melancia Crimson Sweet, abóbora híbrida tipo Tetsukabuto e pepino var. Aodai, respectivamente.

Ao longo do período de estudo (24 a 64 DAE) observou-se que as folhas (61,90%) foram o principal compartimento para o acúmulo de Mn na parte aérea, seguido dos ramos (28,99%) e frutos (9,11%). O maior acúmulo de Mn em folhas e ramos, possivelmente, deveu-se às funções desempenhadas pelo elemento na planta. Segundo Prado (2008), o Mn atua como ativador e componente enzimático na fotossíntese e metabolismo do nitrogênio. Na deficiência de Mn, ocorrem significativos prejuízos nas reações de hidrólise da água, fotofosforilação,

fixação do  $\text{CO}_2$  e redução do nitrato e nitrito, cujo doador de elétrons em ambos os processos é a ferredoxina.

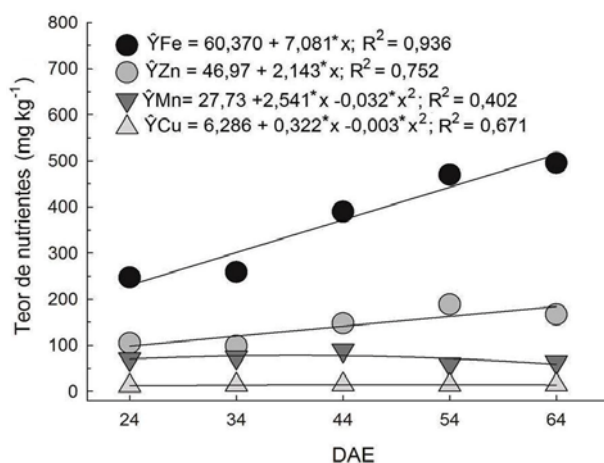
Dentre os micronutrientes estudados, o cobre (Cu) foi o menos requerido pela cultura, sendo o seu máximo acúmulo na parte aérea, estimado em  $14,43 \text{ mg kg}^{-1}$ . A parte aérea acumulou o Cu, linearmente, entre 24 e 44 DAE, período que abrangeu o crescimento vegetativo e parte do desenvolvimento reprodutivo (Figura 5). Essa demanda crescente de Cu durante o referido período pode ter ocorrido em razão de o nutriente atuar na fotossíntese, respiração, distribuição de carboidratos, metabolismo de N, proteínas e da parede celular; controle da produção de DNA e RNA e na reprodução vegetal (YRUELA, 2005; MATTOS JÚNIOR *et al.*, 2010).



**Figura 5** - Acúmulo de cobre (Cu) na parte aérea ( $\hat{Y}_{Pa}$ ), folhas ( $\hat{Y}_F$ ) e ramos ( $\hat{Y}_R$ ) da cultivar de melancia Crimson Sweet. Fortaleza, CE. 2013.

Ao longo do estudo (24 e 64 DAE) verificou-se que os principais compartimentos para o acúmulo de Cu foram as folhas (43,88%) e ramos (42,56%), respectivamente. Entretanto, aos 64 DAE com o aumento do requerimento de Cu pelos frutos e a redução do teor do elemento nas demais partes da planta, constatou-se que os ramos, folhas e frutos acumularam, respectivamente: 34,92; 33,57 e 31,51% do teor total de Cu requerido pela cultura nesse período. De acordo com Markossian e Kurganov (2003), a deficiência severa de Cu na planta, pode inibir a reprodução com a redução da produção de semente e a formação de pólenes estéreis. Certamente devido a essas implicações fisiológicas, foi crescente a demanda de Cu nos frutos, ao longo de sua formação.

O acúmulo de micronutrientes variou conforme o decorrer do ciclo da cultura, havendo aumento da exigência nutricional principalmente durante o período de desenvolvimento reprodutivo (44 e 64 DAE) (Figura 6). Possivelmente, esse crescente requerimento ocorreu devido à frutificação ser um estágio de acentuada demanda metabólica, onde há intensa atividade hormonal, divisão e crescimento celular (TAIZ; ZEIGER, 2009).



**Figura 6** - Acúmulo de nutrientes pela cultivar de melancia Crimson Sweet. Fortaleza, CE. 2013.

A ordem decrescente de micronutrientes ficou assim estabelecida: Fe>Zn>Mn>Cu. Esses resultados foram semelhantes aos encontrados por Vidigal *et al.* (2007; 2009) para a cv. de melancia Crimson Sweet (Fe>Mn>Zn>Cu) e para a abóbora híbrida tipo Tetsukabuto (Fe>Mn>Zn>Cu), ambos os estudos conduzidos em NEOSSOLO QUARTZARÊNICO.

Verificou-se que aos 64 DAE, a parte aérea exportou: 495,35 mg kg<sup>-1</sup> de Fe, 166,71 mg kg<sup>-1</sup> de Zn, 63,71 mg kg<sup>-1</sup> de Mn e 14,09 mg kg<sup>-1</sup> de Cu. Os frutos exportaram 130,25 mg kg<sup>-1</sup> de Fe, 48,43 mg kg<sup>-1</sup> de Zn, 9,93 mg kg<sup>-1</sup>

de Mn e 4,44 mg kg<sup>-1</sup> de Cu, o que equivaleu a 26,29; 29,05; 15,59; 31,51% da quantidade total de Fe, Zn, Mn e Cu exportada pela parte aérea, respectivamente. Essa expressiva quantidade de micronutrientes exportada pelos frutos, certamente resultou numa significativa redução da disponibilidade de nutrientes no solo, os quais necessitam, portanto, serem repostos por um eficiente programa de adubação. O reaproveitamento dos restos culturais da parte aérea, através da sua incorporação ao solo seria uma importante estratégia no manejo da nutrição e fertilidade do solo.

## Conclusões

O período compreendido entre 44 e 64 DAE é o de maior acúmulo de massa seca da parte aérea para a cv. de melancia Crimson Sweet;

A parte aérea exportou 495,35 mg kg<sup>-1</sup> de Fe, 166,71 mg kg<sup>-1</sup> de Zn, 63,71 mg kg<sup>-1</sup> de Mn e 14,09 mg kg<sup>-1</sup> de Cu;

Os frutos exportaram 130,25 mg kg<sup>-1</sup> de Fe, 48,43 mg kg<sup>-1</sup> de Zn, 9,93 mg kg<sup>-1</sup> de Mn e 4,44 mg kg<sup>-1</sup> de Cu, o que equivaleu a 26,29; 29,05; 15,59; 31,51% da quantidade total de Fe, Zn, Mn e Cu exportada pela parte aérea, respectivamente;

A ordem decrescente dos micronutrientes acumulados pela cultivar de melancia Crimson Sweet é: Fe>Zn>Mn>Cu;

O período compreendido entre 44 e 64 DAE é o de maior demanda de micronutrientes pela planta.

## Agradecimentos

Os autores agradecem ao Banco do Nordeste do Brasil (BNB), convênio - FUNDECI - BNB/ACEG - UFC, pelo financiamento do projeto e ao Prof. Dr. Adunias dos Santos Teixeira do Departamento de Engenharia Agrícola da UFC, pelo auxílio na condução do experimento em campo.

## Literatura científica citada

ALMEIDA, D. P. F. **Cultura da melancia**. Faculdade de Ciências, Universidade do Porto, 2003. Disponível em: <<http://dalmeida.com/hortnet/Melancia.pdf>>. Acesso em 10 mar. 2013.

ALMEIDA, E. I. B.; CORRÊA, M. C. de M.; NÓBREGA, G. N.; PINHEIRO, E. A. R.; LIMA, F. F. Crescimento e marcha de absorção de macronutrientes para a cultivar de melancia Crimson Sweet. **Revista Agro@ambiente On-line**, v. 6, p. 1-10. 2012.

- 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**, v. 67, p. 536-568. 2008.
- COSTA, N. D.; LEITE, W. M. **O cultivo da melancia**. 2012. Disponível em: <<http://www.almanaquedocampo.com.br/imagens/files/O%20cultivo%20da%20Melancia.pdf>>. Acesso em 10 mar. 2013.
- 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**, v. 27, p. 176-182, 2009.
- EMBRAPA. **Manual de análises químicas de plantas**. Fortaleza. Embrapa Agroindústria Tropical. 2010. 34p.
- EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas**. Londrina: Editora Planta, 2006. 402p.
- FAO. **Food and Agriculture Organization of the United Nations**. Faoestat. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>>. Acesso em 10 mar. 2013.
- 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, p. 1231-1242. 2011.
- GRANGEIRO, L. C.; CECILIO FILHO, A. B. Acúmulo e exportação de macronutrientes pelo híbrido de melancia Tide. **Horticultura Brasileira**, v. 22, p. 93-97. 2004.
- GRANGEIRO, L. C.; CECILIO FILHO, A. B. Acúmulo e exportação de nutrientes pela cultivar de melancia Mickylee. **Revista Caatinga**, v. 18, p. 73-81. 2005 a.
- GRANGEIRO, L. C.; CECÍLIO FILHO, A. B. Acúmulo e exportação de macronutrientes em melancia sem sementes. **Horticultura Brasileira**, v. 23, p. 763-767. 2005 b.
- Hunt, R. Basic growth analysis. London: Unwin Hyman, 1990. 112p.
- KOTTEK, M.; GRIESSER, J; BECK C.; RUDOLF, B.; BUBEL, F. World map of the Köppen-Geiger climate classification updated. **Meteorol Zeitschr**, v. 15, p. 259–263. 2006.
- LIMA NETO, I. S.; GUIMARÃES, I. P.; BATISTA, P. F.; AROUCHA, E. M. M.; QUEIRÓZ, M. A. de. Qualidade de frutos de diferentes variedades de melancia provenientes de Mossoró-RN. **Revista Caatinga**, v. 23, n. 4, p. 14-20. 2010.
- 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, p.73-81. 2011.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. San Diego: Academic Press, 1995. 889 p.
- MATTOS JÚNIOR, D.; RAMOS, U. M.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, P. R. Nitrogênio e cobre na produção de mudas de citros em diferentes porta-enxertos. **Bragantia**, v. 69, p. 135-147. 2010.
- 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, p. 911–916. 2011.
- PEEL, M. C.; FINLAYSON, B. L.; MCMAHON, T. A. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. **Hydrology Earth System Science**, v. 11, p. 1633–1644. 2007.
- PRADO, R. de M. **Nutrição de Plantas**. 1. ed. São Paulo: UNESP/FUNESP, 2008. 408 p.
- PRICE, C. A.; CLARK, H. E.; FUNKHOUSER, E. A. Functions of micronutrients in plants. In: Mortvedt, J. J.; Giordano, P. M.; Lindsay, W. L. (eds). Micronutrients in agriculture. **Soil Science Society of America**, 1972. p. 231-242.
- 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 23 mar. 2013.
- SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; OLIVEIRA, J. B. de; COELHO, M. R.; LUMBRERAS, J. F.; CUNHA, T. J. F. (Ed.). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 316p.
- SILVA, F. A. S. **Sistema de Assistência Estatística (ASSISTAT 7.6 beta)**. Departamento de Engenharia Agrícola (DEAG) do CTRN da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, Campina Grande - PB. 2012.
- SOLIS, F. A. M.; HAAG, H.P.; MINAMI, K.; DIEHL, W. J. Nutrição mineral de hortaliças. LVI – Acumulação de nutrientes na cultura do pepino (*Cucumis sativus* L.) var. Aodai cultivado em condições de campo. **Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz**, Piracicaba, v. 39, p. 697-737. 1982.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2009. 819p.
- VIDIGAL, S. M.; PACHECO, D. D.; FACION, C. E. Crescimento e acúmulo de nutrientes pela abóbora híbrida tipo Tetsukabuto. **Horticultura Brasileira**, v. 25, p. 375-380. 2007.
- 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, p.112-118. 2009.
- YRUELA, I. Copper in plants. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v. 17, p. 145-156. 2005.