

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP  
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**FERTILIZAÇÃO FOSFATADA NO DESEMPENHO  
AGRONÔMICO E ACÚMULO DE NUTRIENTES DO  
MELOEIRO**

**Juan Waldir Mendoza Cortez**  
Engenheiro Agrônomo

**2013**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP  
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**FERTILIZAÇÃO FOSFATADA NO DESEMPENHO  
AGRONÔMICO E ACÚMULO DE NUTRIENTES DO  
MELOEIRO**

**Juan Waldir Mendoza Cortez**

**Orientador: Prof. Dr. Arthur Bernardes Cecílio Filho**

**Coorientador: Prof. Dr. Leilson Costa Grangeiro**

**Coorientador: Prof. Dr. Fábio Henrique Tavares de Oliveira**

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Doutor em Agronomia (Produção Vegetal)

**2013**

M539f      Mendoza - Cortez, Juan Waldir  
Fertilização fosfatada no desempenho agrônômico e acúmulo de  
nutrientes do meloeiro / Juan Waldir Mendoza Cortez. -- Jaboticabal,  
2013  
    xiii, 49 p. ; 28 cm

    Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de  
Ciências Agrárias e Veterinárias, 2013  
    Orientador: Arthur Bernardes Cecílio Filho  
    Coorientadores: Leilson Costa Grangeiro, Fábio Henrique  
Tavares de Oliveira  
    Banca examinadora: William Natale, Jairo Osvaldo Cazetta,  
Antonio Ismael Inácio Cardoso, Roberto Botelho Ferraz Branco  
    Bibliografia

    1. *Cucumis melo*. 2. Cultivares. 3. Fósforo. 4. Absorção de  
nutrientes. I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e  
Veterinárias.

    CDU 631.85:635.611

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação –  
Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.

**CERTIFICADO DE APROVAÇÃO**

**TÍTULO:** FERTILIZAÇÃO FOSFATADA NO DESEMPENHO AGRONÔMICO E ACÚMULO DE NUTRIENTES DO MELOEIRO

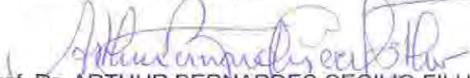
**AUTOR:** JUAN WALDIR MENDOZA CORTEZ

**ORIENTADOR:** Prof. Dr. ARTHUR BERNARDES CECILIO FILHO

**CO-ORIENTADOR:** Prof. Dr. FÁBIO HENRIQUE TAVARES DE OLIVEIRA

**CO-ORIENTADOR:** Prof. Dr. LEILSON COSTA GRANGEIRO

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de DOUTOR EM AGRONOMIA (PRODUÇÃO VEGETAL), pela Comissão Examinadora:

  
Prof. Dr. ARTHUR BERNARDES CECILIO FILHO  
Departamento de Produção Vegetal / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal

  
Prof. Dr. WILLIAM NATALE  
Departamento de Solos e Adubos / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal

  
Prof. Dr. JAIRO OSVALDO CAZETTA  
Departamento de Tecnologia / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal

  
Prof. Dr. ANTONIO ISMAEL INÁCIO CARDOSO  
Departamento de Horticultura / Faculdade de Ciências Agrícolas de Botucatu

  
Prof. Dr. ROBERTO BOTELHO FERRAZ BRANCO  
Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios / Ribeirão Preto/SP

Data da realização: 25 de fevereiro de 2013.

## **DADOS CURRICULARES DO AUTOR**

**JUAN WALDIR MENDOZA CORTEZ** - nascido em Ayacucho, Peru, em 16 de abril de 1978, filho de Juan de Mata Mendoza Rojas e Eloiza Cortez Calluchi. Em dezembro de 2000 graduou-se de Bacharel em Ciências - Agronomia, e em maio de 2006, obteve o título de Engenheiro Agrônomo, na Faculdade de Agronomia, pela Universidade Nacional Agraria La Molina - UNALM, Lima, Peru. Em março de 2007 ingressou no curso de mestrado, no Programa de Pós - Graduação em Agronomia, na área de concentração de Produção Vegetal, da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista - UNESP, Câmpus de Jaboticabal, onde defendeu a dissertação em março de 2009. Durante o curso de mestrado foi bolsista do CNPq, através do Programa Estudante Convênio de Pós - Graduação (PEC - PG) que Brasil mantém com o Peru. Em agosto de 2009 ingressou no curso de Doutorado no mesmo Programa, defendendo a tese em fevereiro de 2013. Em todo esse período foi bolsista da CAPES.

*“Solo después de que el último árbol sea cortado;  
solo después de que el último río sea envenenado;  
solo después de que el último pez sea apresado;  
solo entonces sabrás que el dinero no se puede comer”*

***Profecía India***

A **Deus**, por ter-me dado as forças para continuar lutando nesta vida.

À minha bisavó **Juana Vilcatoma**, às minhas avós **Inés Rojas e Aurora Calluchi**, a meu bisavô **Santiago Rojas**, a meu avô **Aniceto Cortez**, e ao meu tio-avô **Gregório Calluchi**, pelo exemplo de vida (*Qamkuna kankichik wiñaypaq sonqoy*).

### **DEDICO (In memoriam)**

A meu avô **Victor Mendoza**, pelo carinho e apoio que sempre têm comigo.

Aos meus pais **Juan e Eloiza**, e à minha irmã **Fiorela**, pelo amor, paciência, esforço, dedicação e apoio que me dão todos os dias.

Às minhas tias e aos meus tios (**Julia, Dona, Cipriano, Rolando e Paulino Mendoza; Estela, Tula, Sonia, Julia, Máximo e Fredy Cortez**), por terem-me incentivado nos estudos e deram-me carinho, amizade, compreensão e apoio para meu sucesso profissional.

A todos meus primos e primas, pelo carinho e amizade de sempre.

A todos os agricultores do Peru, lutadores incansáveis.

**OFEREÇO**

## **AGRADECIMENTOS**

Ao grande orientador Prof. Dr. Arthur Bernardes Cecílio Filho pelo exemplo, ensino, confiança, paciência e companheirismo que teve comigo para poder me desenvolver satisfatoriamente no curso de Doutorado. Seu rigor científico, seus questionamentos e desafios guiaram minha formação profissional.

Aos meus coorientadores da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Prof. Dr. Leilson Costa Grangeiro e Prof. Dr. Fábio Henrique Tavares de Oliveira, pela ajuda, conselhos e sugestões para poder terminar em forma satisfatória o experimento de campo.

À CAPES, pela bolsa concedida durante o curso de Doutorado.

A todos os professores da UNESP - Jaboticabal, pelos ensinamentos que foram importantes para minha formação profissional, de modo especial ao Prof. Dr. José Carlos Barbosa, pelo auxílio nas análises estatísticas.

Aos antigos e atuais funcionários da Horta e do Departamento de Produção Vegetal da UNESP – Jaboticabal, Inauro, João, Claudio, Reinaldo, Wagner, Sidinéia, Nádia e Rossane, pela ajuda e amizade de todos os dias.

A todas as pessoas (amigas, amigos, funcionários e professores) da UFERSA, Ana Paula, Paulinha, Larissa, Maria Claudia, Valdívia, María Lucilania, Alinne, Joice, Keivianne, Tamires, Flabenio, Edmilson, Joaquim, Gauberto, Bruno, Jorge, Amison, Monteiro, Antonio, Josemar, Josivan, Alderí, Vianey, Isaías, Django, Saulo, Francisco, Francismar, Francisco Cláudio e Glauber, pela ajuda em algumas etapas do experimento de campo e de laboratório, e pelos bons momentos que compartilhamos nessa bela e calorosa cidade de Mossoró.

Agradeço o apoio, amizade e companhia que me proporcionaram minhas amigas, Letícia, Marilsa e Ana Zélia, e meus amigos, Gilson, Mateus, Anderson

(cabeças), Rodrigo, Anderson, André Luiz, Lucas, Jônatas, André, Luiz Gustavo, Eric, Cristiano, Pedro, Marco, Erick, Edjane, José, Pazzis e Nicolas.

Agradeço de forma muito especial à família do Prof. Arthur Bernardes Cecílio Filho, por terem-me feito sentir como em casa em Jaboticabal.

Agradeço a todos meus amigos e amigas do Peru, em especial à Martha, por torcer sempre por mim, para poder terminar com sucesso o curso de Doutorado.

Ao Brasil, país grandioso, onde cumpri um dos sonhos mais importantes da minha vida.

## SUMÁRIO

	Página
<b>RESUMO</b> .....	x
<b>ABSTRACT</b> .....	xii
<b>CAPÍTULO 1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS</b> .....	1
O Fósforo no Meloeiro.....	1
Exigência Nutricional do Meloeiro.....	4
Objetivos.....	5
<b>CAPÍTULO 2 - PRODUÇÃO DE MELÃO EM FUNÇÃO DE DOSES DE FÓSFORO</b> .....	6
Resumo.....	6
Introdução.....	7
Material e Métodos.....	8
Resultados e Discussão.....	11
Conclusões.....	23
<b>CAPÍTULO 3 - CRESCIMENTO E ACÚMULO DE MACRONUTRIENTES EM MELOEIRO</b> .....	24
Resumo.....	24
Introdução.....	25
Material e Métodos.....	26
Resultados e Discussão.....	29
Conclusões.....	41
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	42

## FERTILIZAÇÃO FOSFATADA NO DESEMPENHO AGRONÔMICO E ACÚMULO DE NUTRIENTES DO MELOEIRO

**RESUMO** - O objetivo deste trabalho foi avaliar duas cultivares de meloeiro 'Olimpic express' - grupo cantaloupe, e 'Iracema' - grupo amarelo, as doses de fósforo e quantificar o crescimento e o acúmulo de macronutrientes. No primeiro trabalho, que constou de dois experimentos independentes para cada cultivar, o delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com seis tratamentos (0, 50, 100, 200, 300 e 400 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) e cinco repetições. Verificaram-se efeitos significativos do P no teor foliar deste nutriente, no número e produtividade de frutos comerciais, e no teor de P no solo pelos métodos de resina de troca aniônica (RTA) e Mehlich-1, para ambas cultivares. No melão 'Olimpic express', o número máximo de frutos comerciais (NFC) (18.230 frutos ha<sup>-1</sup>) e produtividade comercial (PC) (28,9 t ha<sup>-1</sup>) foram obtidos com 319,5 e 310,0 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> respectivamente. Por outro lado, para o melão 'Iracema' foram necessários 400 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> para maximizar o NFC (20.361 frutos ha<sup>-1</sup>) e PC (35,5 t ha<sup>-1</sup>). Para o melão 'Olimpic express', a dose ótima econômica (DOE) de P foi 306 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, portanto, muito próxima à dose de P que maximizou o NFC e PC. Para 'Iracema' não foi possível calcular a DOE, pois a PC ajustou-se à equação linear e não foi alcançada a máxima PC. Os teores de P no solo e na folha do melão 'Olimpic express' correspondentes a máxima PC foram 50 mg dm<sup>-3</sup> (RTA); 45 mg dm<sup>-3</sup> (Mehlich-1) e 3,2 g kg<sup>-1</sup>, e no melão 'Iracema' foram 46 mg dm<sup>-3</sup> (RTA); 51 mg dm<sup>-3</sup> (Mehlich-1) e 3,2 g kg<sup>-1</sup>. O segundo trabalho foi realizado em blocos casualizados, com sete tratamentos (épocas de amostragens para cada cultivar) e três repetições. As amostragens foram realizadas aos 14, 21, 28, 35, 42, 49 e 56 dias após o transplante (DAT). O crescimento do meloeiro foi lento até 28 DAT, em ambas cultivares avaliadas, intensificando-se no período seguinte, atingindo, aos 56 DAT, 246,4 g planta<sup>-1</sup>, na 'Olimpic express', e 266,9 g planta<sup>-1</sup>, na 'Iracema', sendo a matéria seca dos frutos correspondente a 60 e 64% da matéria seca total, respectivamente. Maiores acúmulos de N, P e K foram obtidos nos frutos, enquanto de Ca, Mg e S nas folhas. No final do ciclo, na 'Olimpic express', cuja produtividade

foi de 32 t ha<sup>-1</sup>, foram acumulados 173,4; 110,1; 101,1; 26,9; 15,6 e 13,5 kg ha<sup>-1</sup> de K, Ca, N, Mg, S e P, respectivamente, e na 'Iracema', cuja produtividade foi 38 t ha<sup>-1</sup>, foram acumulados 136,0; 93,9; 84,1; 22,6; 15,4 e 9,5 kg ha<sup>-1</sup> de K, N, Ca, Mg, S e P, respectivamente. Em relação ao total acumulado, as exportações de N, P, K, Ca, Mg e S nos frutos de 'Olympic express' e 'Iracema' foram de 61,1; 72,7; 65,7; 9,4; 34,8 e 38,7% e 57,6; 70,1; 54,7; 6,0; 33,4 e 40,5%, respectivamente.

**Palavras-chave:** Absorção de nutrientes, *Cucumis melo*, cultivares, dose econômica, fósforo, nutrição de plantas

## PHOSPHATE FERTILIZATION IN PERFORMANCE AGRONOMIC AND NUTRIENTS ACCUMULATION IN MELON

**ABSTRACT** - The objective of this research was to evaluate phosphorus doses in two melon cultivars, 'Olimpic express' - cantaloupe group, and 'Iracema' - yellow group, and quantify the plants growth and nutrients accumulation. In the first research, which consisted of two independent experiments for each cultivar, the experimental design was randomized complete blocks with six treatments (0, 50, 100, 200, 300 and 400 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) and five replications. P level in the plant leaves, the number and yield of commercial fruits, P level in the soil (as determined by the methods of anionic exchange resin (RTA) and Mehlich-1) were significantly affected by P doses for both cultivars. The maximum number of commercial fruits (NFC) (18,230 fruits ha<sup>-1</sup>) and the commercial productivity (PC) (28.9 t ha<sup>-1</sup>) of the 'Olimpic express' variety were achieved when P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> doses were, respectively, of 319.5 and 310 kg ha<sup>-1</sup>. On the other hand, NFC and PC (20,361 fruits ha<sup>-1</sup> and 35.5 t ha<sup>-1</sup>, respectively) of the 'Iracema' cultivar were reached when P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> dose was of 400 kg ha<sup>-1</sup>. The optimum economic dose (DOE) for the 'Olimpic express' melon was of 306 kg ha<sup>-1</sup> of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, that is, very close to the dose that permitted the highest NFC and PC. For the 'Iracema' cultivar, it was not possible to find the DOE since PC showed to adjust itself to a linear equation so that the maximum PC was not reached. P levels in the soil and in the leaves of the 'Olimpic express' cultivar corresponding to the maximum PC were of 50 mg dm<sup>-3</sup> (RTA), 45 mg dm<sup>-3</sup> (Mehlich-1), and 3.2 g kg<sup>-1</sup> and for the 'Iracema' variety of 46 mg dm<sup>-3</sup> (RTA), 51 mg dm<sup>-3</sup> (Mehlich-1), and 3.2 g kg<sup>-1</sup>. The second research was done in randomized complete blocks with seven treatments (sampling moments for each cultivar) and three replications. Plant samples were taken 14, 21, 28, 35, 42, 49, and 56 days after transplanting (DAT). The melon plant was slow to grow up to 28 DAT in both cultivars, intensifying in the next period, reaching at 56 DAT, 246.4 g plant<sup>-1</sup> in the 'Olimpic express', and 266.9 g plant<sup>-1</sup> in 'Iracema', being the fruit dry matter corresponding to 60 and 64% of total dry matter, respectively. The highest N, P and K accumulation occurred in the fruits, while Ca, Mg and S in leaves. At the end of the cycle, 'Olimpic express', whose

productivity was 32 t ha<sup>-1</sup> accumulated 173.4, 110.1, 101.1, 26.9, 15.6 and 13.5 kg ha<sup>-1</sup> of K, Ca, N, Mg, S and P, respectively, and 'Iracema', whose yield was 38 t ha<sup>-1</sup> accumulated 136.0, 93.9, 84.1, 22.6, 15, 4 and 9.5 kg ha<sup>-1</sup> of K, N, Ca, Mg, S and P, respectively. In relation to the accumulation total, exports of N, P, K, Ca, Mg and S in the fruits de 'Olimpic express' and 'Iracema' were 61.1, 72.7, 65.7, 9.4, 34,8 and 38.7% and 57.6, 70.1, 54.7, 6.0, 33.4 and 40.5% respectively.

**Keywords:** Nutrients absorption, *Cucumis melo*, cultivars, economic dose, phosphorus, plant nutrition

## CAPÍTULO 1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS

### O fósforo no meloeiro

O melão é uma hortaliça de fruto muito apreciada e de grande popularidade no mundo. No ano 2009, a produção mundial de melão foi de 27.726.563 toneladas, produzidas em 1.288.804 hectares, sendo os maiores produtores a China, Turquia, Estados Unidos de América e Espanha (FAO, 2011). Nesse mesmo ano, o Brasil produziu 383.193 toneladas, em 17.544 hectares. A região Nordeste foi responsável por 93% da produção brasileira, com destaque para os estados do Rio Grande do Norte (52,5%), Ceará (32,4%) e Bahia (8,4%) (IBGE, 2011).

O Agropólo Mossoró-Assu, localizado em uma parte da região semi-árida do estado do Rio Grande do Norte, caracteriza-se pela pouca ocorrência de chuvas, que favorecem a baixa incidência de doenças no melão, melhorando assim a produção e a qualidade de frutos. Esta região é a maior produtora e exportadora de melões do Brasil. Em 2010, somente esta região exportou 33.324 toneladas de melão fresco, com um faturamento de US\$ 22.986.471, sendo os principais destinos os Estados Unidos da América, Países Baixos, Reino Unido e Espanha (SECEX, 2011).

Parte do melão explorado no Agropólo Mossoró-Assu é feito em solo tipo Argissolo Vermelho-Amarelo. Esse solo caracteriza-se por ter  $pH_{(H_2O)}$  em torno do neutro, capacidade de troca de cátions entre 70 a 100  $mmol_c dm^{-3}$ , elevada saturação por bases, teores médios a elevados de potássio trocável, mas são pobres em fósforo disponível (CRISÓSTOMO et al., 2002). Esta última característica é uma das principais limitações para o desenvolvimento de qualquer atividade agrícola rentável, sem a aplicação de fertilizantes fosfatados nessa região.

O fósforo é pouco exigido pelas plantas de melão, em relação aos outros macronutrientes. A concentração média desse elemento, para o crescimento ótimo, está na faixa de 3 a 8  $g kg^{-1}$  da matéria seca (MARSCHNER, 1995; TRANI; RAIJ, 1997; CASAS; CASAS, 1999; RIBEIRO, 2008; LAMBERS et al., 2010). No entanto, trata-se de um nutriente muito utilizado nos programas de fertilização no Brasil. Essa situação é explicada pela carência generalizada de fósforo em solos altamente

intemperizados ou por ter originalmente baixos teores desse nutriente; fixação do fósforo aplicado; perda por erosão do solo, por escoamento superficial e pela água de drenagem; e absorção em grande quantidade pelas cultivares modernas (FAGERIA, 2009). Nesse contexto, é importante o fornecimento de fósforo ao solo, seja pela via mineral ou orgânica.

Quando fertilizantes fosfatados são aplicados ao solo, após sua dissolução, praticamente todo o fósforo é fixado na fase sólida, formando compostos menos solúveis, não disponíveis para as plantas (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006). Assim, grande parte dos fertilizantes fosfatados aplicados ao solo não são aproveitados pelas plantas, sendo “armazenados” no solo. Entre os principais fatores que contribuem para essa dinâmica do fósforo no solo estão o pH, teor e tipo de minerais de argila e a matéria orgânica do solo (SÁ, 2004; YAMADA et al., 2004). Além disso, dose, fonte, granulometria e forma de aplicação do fertilizante fosfatado, rotação de culturas e sistema de preparo do solo também influem nesse processo (SOUSA; LOBATO, 2004; SANCHEZ, 2006).

O fósforo está fortemente relacionado aos processos metabólicos da planta como respiração, síntese de proteínas e de ácidos nucléicos, transporte de íons através das membranas celulares, divisão celular e fotossíntese, devido a sua participação dos processos de armazenamento e transferência de energia, ou, atua como componente estrutural de fosfolipídios, ácidos nucléicos, nucleotídeos, coenzimas e fosfoproteínas (WOOD, 1998; STAUFFER; SULEWSKI, 2004; SANCHEZ, 2006; HAWKESFORD et al., 2012). Portanto, é um nutriente que influencia de forma decisiva a produtividade das culturas.

Este nutriente estimula o desenvolvimento das raízes das plantas, especialmente das secundárias, que são importantes na absorção de água e nutrientes, sendo essencial para a formação abundante de frutos em meloeiro. Quando é deficiente, o fósforo pode reduzir o crescimento da parte aérea de 40 a 45% e, em 30%, do sistema radicular. Sua deficiência é caracterizada pelo nanismo generalizado em toda planta, acompanhada por redução no tamanho dos entrenós, que se manifesta na redução do número de folhas e da superfície foliar. Outro sintoma característico da deficiência deste nutriente, devido a sua alta mobilidade na planta, é o aparecimento de uma coloração avermelhada nas folhas inferiores, ou

seja, nas mais velhas, e quando a deficiência se torna grave, transformam-se em pontos marrons que se estendem e, posteriormente necrosam. Assim, quando se tem deficiência de fósforo, mesmo com teores elevados de nitrogênio durante a floração e fecundação, ocorre redução de até 70% no potencial de floração e diminuição considerável do número de frutos fecundados (CANTON et al., 2003).

A resposta das culturas à aplicação de fósforo está correlacionada com a quantidade total desse nutriente no solo e na planta. Portanto, são importantes os trabalhos de calibração que permitam determinar essa relação para obter uma produção ótima. Os trabalhos de calibração no solo permitem definir os níveis críticos para as análises das formas disponíveis dos nutrientes, bem como as doses recomendáveis dos fertilizantes à serem adicionados ao solo (ALVAREZ V. et al., 1995). No entanto, a quantidade de fósforo a aplicar, segundo esses trabalhos, e obter maiores produtividades, não levam em conta a variação genética entre as cultivares dentro das espécies vegetais (SANCHEZ, 2006).

Existem vários métodos de avaliação de fósforo disponível nos solos, os quais são utilizados nos trabalhos de calibração. Contudo, há apenas dois métodos amplamente utilizados nos laboratórios de análise de solos do Brasil, Mehlich-1 e Resina de Troca Aniônica, para avaliação da disponibilidade desse nutriente (SILVA; RAIJ, 1999). Segundo ALVAREZ V. (1996), para que um extrator de fósforo seja considerado adequado, é necessário que o teor de fósforo obtido por esse extrator correlacione-se com o teor de fósforo na planta. Diversos trabalhos demonstram a existência de alta correlação entre os dois métodos para avaliar o fósforo disponível no solo e, de cada método, com o teor foliar de fósforo e a produção de diversas culturas (MIRANDA et al., 2002; SANTOS; KLIEMANN, 2005; FARIA et al., 2006; GONÇALVES; MEURER, 2008; FARIAS et al., 2009).

No nordeste do Brasil, apenas os estados da Bahia, Ceará e Pernambuco têm critérios de fertilização atualizados. Na falta de volume de dados para definir a resposta do meloeiro à fertilização fosfatada e, na ausência de normas oficiais de interpretação e recomendação de fertilizantes e corretivos, têm sido aplicadas no Rio Grande do Norte as recomendações de outras regiões, com características climáticas e de solo semelhantes, ou, baseados apenas na experiência de técnicos ou agricultores, o que não é o mais adequado.

Diversos trabalhos mostram a importância da fertilização fosfatada em meloeiro, principalmente em solos com baixos teores deste nutriente, onde se têm maiores respostas. Entretanto, essas respostas estão condicionadas, além da correção da acidez, à adição de doses adequadas de outros nutrientes, como nitrogênio, potássio, cálcio, magnésio, enxofre e micronutrientes. No Vale do Submédio São Francisco, Pernambuco, Faria et al. (1994) obtiveram produtividade máxima (29,1 t ha<sup>-1</sup>) do meloeiro, com 116 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. No Piauí, Abrêu et al. (2011) estimaram a dose de 273,5 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> para obter produtividade comercial de 42,7 t ha<sup>-1</sup>. Srinivas e Prabhakar (1984) e Prabhakar et al. (1985) também verificaram incrementos na produção de frutos de melão como efeito da fertilização fosfatada. Por outro lado, Silva et al. (2007) não obtiveram aumento no número de frutos, em solo com alto teor desse nutriente.

### **Exigência nutricional do meloeiro**

As exigências nutricionais das hortaliças são muito altas, em razão das elevadas produções a serem alcançadas, assim como pela intensidade da exploração agrícola. Os estudos das curvas de absorção de nutrientes são ferramentas muito úteis, que permitem melhorar os programas de fertilização nas culturas. Estas curvas permitem conhecer a dinâmica de absorção dos nutrientes durante o ciclo da cultura e sua relação com as diferentes etapas fenológicas, sendo de muita utilidade no manejo da nutrição (BERSTCH, 2003).

Trabalho conduzido com meloeiro por Ramírez e Berstch (1997), mostram que as etapas de máxima absorção e, portanto, as etapas de maior necessidade nutricional, encontram-se durante a emissão de guias, entre 22 e 33 dias após a semeadura (DAS), e durante o enchimento de frutos, entre 46 a 54 DAS. Até 33 DAS, o meloeiro consome o 50% do nitrogênio e de potássio, indicando que até essa época, deve-se ter aplicado quantidades equivalentes desses nutrientes. Os autores mencionam também, que o potássio, é o nutriente que mais é redistribuído até o fruto, assim como constatado também por Rincon et al. (1998), Silva Júnior et al. (2006), Kano et al. (2010), Temóteo et al. (2010) e Melo (2011).

A demanda por nutrientes na cultura de melão é divergente, devido principalmente aos efeitos dos fatores climáticos e as diferenças que existem entre genótipos, os quais afetam o acúmulo de matéria seca e de nutrientes (BERTSCH, 2003). Rodríguez e Pire (2004) e Melo (2011) em ordem decrescente, obtiveram demanda de nutrientes de N>K>Ca>P>Mg e N>Ca>K>P>Mg>S, respectivamente, sendo o nitrogênio o mais acumulado. Rincon et al. (1998), Silva Júnior et al. (2006) e Kano et al. (2010) obtiveram sequência de K>N>Ca>Mg>P, K>Ca>N>P>Mg e K>Ca>N>Mg>S>P, respectivamente, sendo o potássio o mais acumulado. Diferentemente, Ramírez e Berstch (1997) constataram demanda de Ca>K>N>Mg>P, onde o cálcio teve maior acúmulo.

Em relação às quantidades de nutrientes exportados pelos frutos de melão, Ramírez e Berstch (1997) verificaram percentagens de 66; 60; 52; 29 e 9% de K, P, N, Mg e Ca, respectivamente. Melo (2011) constatou exportações de 88% de K, 58% de N e P; 57% de Mg e S, e 10% de Ca. Silva Júnior et al. (2006) determinaram exportações de 57, 42, 37, 28 e 23% de P, K, N, Mg e Ca, respectivamente.

## **Objetivos**

Considerando-se a escassez de informação com respeito à fertilização fosfatada do melão na região nordeste, e sendo importante avaliar a exigência nutricional dessa cultura na sua específica região de cultivo para melhorar a eficiência da fertilização, os objetivos deste trabalho foram:

- i) Avaliar a resposta de duas cultivares de meloeiro ('Olimpic express' - grupo cantaloupe, 'Iracema' - grupo amarelo) à doses de fósforo.
- ii) Quantificar o crescimento e os acúmulos de macronutrientes de duas cultivares de meloeiro, 'Olimpic express' e 'Iracema'.

## CAPÍTULO 2 - PRODUÇÃO DE MELÃO EM FUNÇÃO DE DOSES DE FÓSFORO

**RESUMO** - O Agropólo Mossoró-Assu, RN, é uma das duas principais regiões produtoras e exportadoras de melão do Brasil. Entretanto, seus solos apresentam baixo teor de P, sendo este um dos nutrientes estratégicos para obter alta produtividade. Foram realizados dois experimentos, com o objetivo de avaliar doses de P no estado nutricional e produção de duas cultivares de melão ('Olympic express' - grupo cantaloupe e 'Iracema' - grupo amarelo), e no teor de P no solo. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com seis tratamentos (0, 50, 100, 200, 300 e 400 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) e cinco repetições. As doses de P foram aplicadas em pré-plantio e utilizou-se superfosfato triplo. Verificaram-se efeitos significativos do P no teor foliar deste nutriente, no número e produtividade de frutos comerciais, e no teor de P no solo pelos métodos de resina de troca aniônica (RTA) e Mehlich-1, para ambas cultivares. No melão 'Olympic express', o número máximo de frutos comerciais (NFC) (18.239 frutos ha<sup>-1</sup>) e produtividade comercial (PC) (28,98 t ha<sup>-1</sup>) foram obtidos com 319,5 e 310,1 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, respectivamente. Por outro lado, para o melão 'Iracema' foram necessários 400 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> para maximizar o NFC (20.361 frutos ha<sup>-1</sup>) e PC (35,5 t ha<sup>-1</sup>). Para o melão 'Olympic express', a dose ótima econômica (DOE) de P foi 306,1 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, portanto, muito próxima à dose de P que maximizou o NFC e PC. Para 'Iracema' não foi possível calcular a DOE, pois a PC ajustou-se à equação linear e não foi alcançada a máxima PC. Os teores de P no solo e na folha do meloeiro 'Olympic express' correspondentes a máxima PC foram 49,6 mg dm<sup>-3</sup> (RTA); 44,5 mg dm<sup>-3</sup> (Mehlich-1) e 3,2 g kg<sup>-1</sup>, e no melão 'Iracema' foram 46,2 mg dm<sup>-3</sup> (RTA); 51,4 mg dm<sup>-3</sup> (Mehlich-1) e 3,2 g kg<sup>-1</sup>.

**Palavras-chave:** *Cucumis melo*, cultivares, dose econômica, fertilização

## INTRODUÇÃO

No Brasil, o melão se destaca como a principal hortaliça produzida e exportada, principalmente, para os Países Baixos, Reino Unido, Espanha e Itália (SECEX, 2011). A quase totalidade da produção encontra-se no semi-árido nordestino, sendo o Argissolo Vermelho-Amarelo um dos principais solos explorados com essa cultura, o qual caracteriza-se por ter originalmente baixos teores de P disponível (CRISÓSTOMO et al., 2002).

O P é um nutriente estratégico na fertilização da cultura do melão, pois afeta a planta, principalmente, a sua fase reprodutiva (CANTÓN et al., 2003). Este nutriente aumenta a produção de pólen (LAU; STEPHENSON, 1994) e tem relação direta com a citocinina, um dos hormônios encarregados de estimular a floração e a fixação de frutos (JONES, 1965; MENARY; STADEN, 1976; NEILSEN et al., 1990), resultando em maior incremento e tamanho dos mesmos.

Por outro lado, a carência de pesquisas sobre adubação fosfatada na cultura do melão faz com que os produtores utilizem suas experiências no manejo do cultivo. A aplicação de altas doses do fertilizante fosfatado, objetivando maximizar a produtividade, eleva o custo de produção (FITA et al., 2011) e pode causar baixa ou nula rentabilidade do cultivo, além de possível contaminação do ambiente, especialmente de mananciais de água (FAGERIA, 2009). Outro aspecto muito importante, e que não é considerado pelos agricultores, é que a resposta à fertilização com P pode variar com a cultivar utilizada, devido ao lançamento de genótipos mais eficientes na absorção e/ou utilização desse nutriente (SÁNCHEZ, 2006).

No Vale do Submédio São Francisco, Faria et al. (1994) estimaram que a produtividade máxima (29,1 t ha<sup>-1</sup>) do meloeiro, em Vertissolo, seria obtida com a aplicação de 116 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Abrêu et al. (2011), em um Argissolo Vermelho-Amarelo, próximo ao grande centro produtor de melão, estimaram a dose de 273,5 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> para obter produtividade comercial de 42,7 t ha<sup>-1</sup>. Entretanto, especificamente para o principal pólo produtor de melão, Mossoró-Assu, nenhuma pesquisa sobre adubação fosfatada foi encontrada.

Diante do exposto, o trabalho teve como objetivo avaliar o estado nutricional e o desempenho produtivo de duas cultivares de melão ('Olimpic express' - grupo cantaloupe e 'Iracema' - grupo amarelo) à adubação fosfatada e estabelecer faixas de teores de fósforo no solo e na folha associados à produção comercial máxima.

## MATERIAL E MÉTODOS

Dois experimentos foram instalados em campo, no período de 29-9 a 10-12-2010, na fazenda experimental da Universidade Federal Rural do Semi-árido - UFRSA, em Mossoró, Rio Grande do Norte, localizada a 5°03'37"S e 37°23'50"W, com altitude de 72 metros. O solo foi classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo (EMBRAPA, 2006), com 820, 40 e 140 g kg<sup>-1</sup> de areia, silte e argila, respectivamente. Na profundidade de 0 a 20 cm, em análise realizada antes do plantio, foram constatados pH<sub>(água)</sub> = 6,2; matéria orgânica = 1,9 g dm<sup>-3</sup>; 6,7; 80,7 e 16,7 mg dm<sup>-3</sup> de P<sub>(Mehlich-1)</sub>, K e Na, respectivamente; 21; 8,0; 0,0; 5,0; 31,8; 36,8 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de Ca, Mg, Al, H+Al, soma de bases e capacidade de troca catiônica, respectivamente; saturação por bases do solo = 87% e percentagem de Na trocável = 2%. De acordo com Alvarez V. et al. (1999), o teor de P no solo foi classificado como muito baixo.

O clima, segundo classificação de Köppen (1948), é do tipo BSw<sup>h</sup>, caracterizado por altas temperaturas e semi-aridez. Durante o período experimental, não houve precipitação pluvial, e as médias das temperaturas máxima, mínima e média foram 32,8; 20,8 e 26,3°C, respectivamente, e as médias das umidades relativas máxima, mínima e média foram 81,5; 35,5 e 62,8% respectivamente.

Cada experimento correspondeu a uma cultivar de melão, e foi instalado em delineamento de blocos ao acaso, com seis tratamentos (0, 50, 100, 200, 300 e 400 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) e cinco repetições. O fertilizante fosfatado (superfosfato triplo) foi aplicado em pré-plantio. As cultivares foram 'Olimpic express', do grupo cantaloupe (*C. melo* var. *reticulatus*), e 'Iracema', do grupo amarelo (*C. melo* var. *amarelo*). O tamanho da unidade experimental foi de 8 x 6 m, e esteve constituída por quatro linhas de 20 plantas cada uma. Considerou-se a área útil para coleta de dados as

duas linhas centrais, excetuando-se as duas plantas do início e final de cada linha. O espaçamento utilizado foi de 2 m entre linhas e 0,3 m entre plantas.

O preparo do solo foi feito com aração, gradagem e posterior abertura de sulcos, onde foram aplicados os tratamentos. As mudas das cultivares de melão foram produzidas em bandejas de polipropileno de 200 células, sendo semeadas no dia 29-9-2010, e transplantadas no dia 8-10-2010.

Em cada linha de plantio, a irrigação foi realizada diariamente por gotejadores, com emissores de  $1,5 \text{ L h}^{-1}$ , espaçados em 0,3 m, totalizando o equivalente a  $3.367 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ , sendo 30 e 70% da quantidade total aplicados nos períodos de 2 a 35 dias após transplante (DAT) e de 36 a 63 DAT, respectivamente. Os sulcos de plantio foram cobertos com filme de polietileno de baixa densidade, de cor prata, para o controle de plantas invasoras e manutenção da umidade do solo. Cinco dias após o transplante, na linha de cultivo, foram colocados microtúneis de polipropileno, de cor branca, com gramatura de  $15 \text{ g m}^{-2}$ , para evitar o ataque de pragas, principalmente de *Liriomiza* spp. Os túneis foram retirados 27 DAT, com o início do florescimento.

Em fertirrigações, foram aplicados, em cada experimento, 118, 146, 19, 13 e 38  $\text{kg ha}^{-1}$  de N, K, Ca, Mg e S, respectivamente. No período de 2 a 30 DAT e de 31 a 63 DAT, foram aplicados 30 e 70% do N e K, respectivamente. A dose de Ca foi parcelada e aplicada de 12 a 40 DAT, em quantidades iguais, enquanto as de Mg e S aplicadas de 18 a 41 DAT. Foram utilizados os fertilizantes uréia (45% N), cloreto de potássio branco (60% de  $\text{K}_2\text{O}$ ), nitrato de potássio (13% de N e 46% de  $\text{K}_2\text{O}$ ), nitrato de cálcio (15,5% de N e 27% de  $\text{CaO}$ ) e sulfato de magnésio (32,5% de  $\text{SO}_4^{2-}$  e 16% de  $\text{MgO}$ ). Também foram aplicados 730, 4, 28, 26, 0,3 e 37  $\text{g ha}^{-1}$  de B, Cu, Fe, Mn, Mo e Zn, utilizando-se de ácido bórico (17% de B) e um fertilizante comercial quelatizado que tinha na sua composição 2,1% de B; 0,36% de Cu; 2,66% de Fe; 2,48% de Mn; 0,036% de Mo; e 3,38% de Zn, além de 11,6% de  $\text{K}_2\text{O}$ ; 0,86% de Mg e 1,28% de S. O B foi aplicado duas vezes, aos 28 e 33 DAT, e os demais micronutrientes foram aplicados aos 19 DAT.

O controle de plantas infestantes foi feito por capinas manuais, quando necessário. Foi realizado, também, o controle de pragas e doenças, utilizando-se produtos registrados para a cultura.

A colheita, única no experimento do melão amarelo, realizou-se no dia 9-12-2010, enquanto no experimento do melão cantaloupe foram realizadas duas colheitas, sendo a primeira no dia 5 e, a segunda, no dia 10-12-2010.

Foram avaliados:

- a) Estado nutricional: no início de pegamento do primeiro fruto, quando estava com, aproximadamente, 5 cm de diâmetro, foi coletada a quinta folha a partir da ponta do ramo das plantas (TRANI; RAIJ, 1997). Foram coletadas 20 folhas por área útil. As folhas foram lavadas em água corrente, água deionizada com detergente neutro ( $1 \text{ ml L}^{-1}$ ) e água deionizada, nessa ordem. Posteriormente, as folhas foram colocadas em sacos de papel devidamente identificados e secas em estufa com circulação forçada de ar a  $65^\circ\text{C}$ , até atingir massa constante. Após a secagem, as amostras foram moídas para determinação dos teores de N, P, K, Ca, Mg e S, conforme Bataglia et al. (1983);
- b) Número de frutos ( $\text{frutos ha}^{-1}$ ): as quantidades de frutos comerciais e totais foram obtidas pela contagem de frutos da área útil de cada parcela. Os frutos comerciais corresponderam àqueles maduros, que não estavam deformados, passados e sem rachaduras ou podridões;
- c) Produtividade ( $\text{t ha}^{-1}$ ): foram pesados todos os frutos aptos para comercialização no mercado externo e interno (produtividade total), e os frutos considerados comerciais (produtividade comercial), aptos somente para exportação, na área útil de cada parcela.
- d) Teor de P no solo ( $\text{mg dm}^{-3}$ ): após a colheita e arrancadas as plantas, foram coletadas em pontos equidistantes nas duas linhas da área útil da unidade experimental, quatro sub-amostras de solo por linha da camada de 0 - 20 cm, totalizando oito amostras simples, as quais misturadas formaram uma amostra composta por unidade experimental. Foram determinados os teores de P no solo pelos extratores Mehlich-1 (EMBRAPA, 1997) e resina de troca aniônica (RAIJ et al., 2001);
- e) Dose ótima econômica (DOE): calculada utilizando-se a equação:  $RL = (P_R \cdot Q_P) - (P_P \cdot X)$ , sendo RL = receita líquida ( $\text{R\$ ha}^{-1}$ );  $P_R$  = preço do produto ( $\text{R\$ t}^{-1}$ );  $Q_P$  = quantidade produzida ( $\text{t ha}^{-1}$ );  $P_P$  = preço do  $\text{P}_2\text{O}_5$  ( $\text{R\$ kg}^{-1}$ ); X = quantidade de P aplicado ( $\text{kg ha}^{-1}$ ). O termo  $Q_P$  da equação foi substituído pela equação polinomial de

segundo grau que estimou a produção em função das doses de P. Assim:  $RL = [P_R \cdot (a + bX + cX^2) - (P_P \cdot X)]$ , em que a, b e c, são as constantes da equação polinomial que estimou a produção. Então tem-se:  $RL = (P_R \cdot a) + (P_R \cdot bX) + (P_R \cdot cX^2) - (P_P \cdot X)$ ; fatorizando,  $RL = P_R \cdot a + (P_R \cdot b - P_P)X + P_R \cdot cX^2$ ; sim,  $\partial RL / \partial X = 0$ , então:  $DOE = (P_R \cdot b - P_P) / 2 P_R \cdot c$ . Com os valores conhecidos de  $P_R$  (R\$ 1.370,00 t<sup>-1</sup>) e  $P_P$  (R\$ 1,93 kg<sup>-1</sup>), obtidos em AGRIANUAL (2011) e CEAGESP (2012), estimou-se a DOE de P para o cálculo da produção econômica comercial de ambas as cultivares de melão.

Exceto para a DOE, os dados das características avaliadas foram submetidos a análise de variância pelo teste F e de regressão polinomial. A DOE foi avaliada quando as médias da produção comercial ajustaram-se significativamente à equação polinomial de segundo grau. Foram realizadas análises de correlação simples entre os métodos de quantificação do P no solo com os teores de P na folha e a produção comercial. Obtiveram-se as relações entre os teores de P no solo e na folha com a produção relativa (PR) e as doses de P. A PR foi obtida utilizando a equação:  $PR (\%) = (\text{Produtividade comercial estimada} / \text{Produtividade comercial máxima}) \cdot 100$ .

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Somente foi verificada diferença significativa das doses de P sobre os teores foliares de P e de Ca em melão 'Olimpic express' e 'Iracema' (Tabela 1).

Não foi verificado ajuste significativo da equação polinomial para os teores foliares de N, K, Mg e S, em ambas as cultivares avaliadas.

Os teores foliares médios de N, K, Mg e S observados em 'Olimpic express' e no 'Iracema' foram 45,6; 30,5; 6,6; 5,6 e 41,3; 36,3; 7,0; 6,4 g kg<sup>-1</sup>, respectivamente. Os teores foliares de N, K e Mg, de ambas as cultivares de melão, estão dentro da faixa de teores adequados estabelecidos por Trani e Raji (1997), 25 - 50; 25 - 40 e 5 - 12 g kg<sup>-1</sup> de N, K e Mg, respectivamente. Diferentemente, os teores foliares de S das duas cultivares avaliadas são superiores aos recomendados por Trani e Raji (1997), 2 - 3 g kg<sup>-1</sup>.

**Tabela 1.** Valores de F, significâncias e coeficientes de variação para os teores foliares de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) em meloeiro ‘Olimpic express’ e ‘Iracema’, em função das doses de fósforo

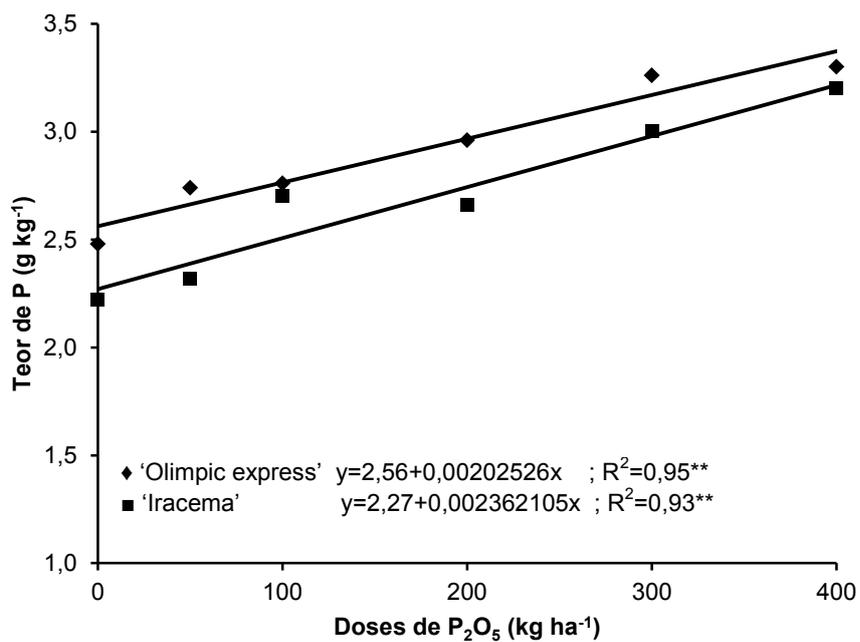
Causas de variação	N	P	K	Ca	Mg	S
	‘Olimpic express’					
Doses de P	0,69 <sup>NS</sup>	12,73 <sup>**</sup>	0,34 <sup>NS</sup>	5,41 <sup>**</sup>	2,48 <sup>NS</sup>	2,45 <sup>NS</sup>
CV (%)	3,9	6,88	9,29	6,24	6,19	9,12
	‘Iracema’					
Doses de P	0,72 <sup>NS</sup>	16,92 <sup>**</sup>	1,99 <sup>NS</sup>	2,76 <sup>*</sup>	2,57 <sup>NS</sup>	2,15 <sup>NS</sup>
CV (%)	4,08	7,66	3,83	6,82	6,64	3,40

\*\* Significativo a 1% de probabilidade; \* significativo a 5% de probabilidade; <sup>NS</sup> não significativo

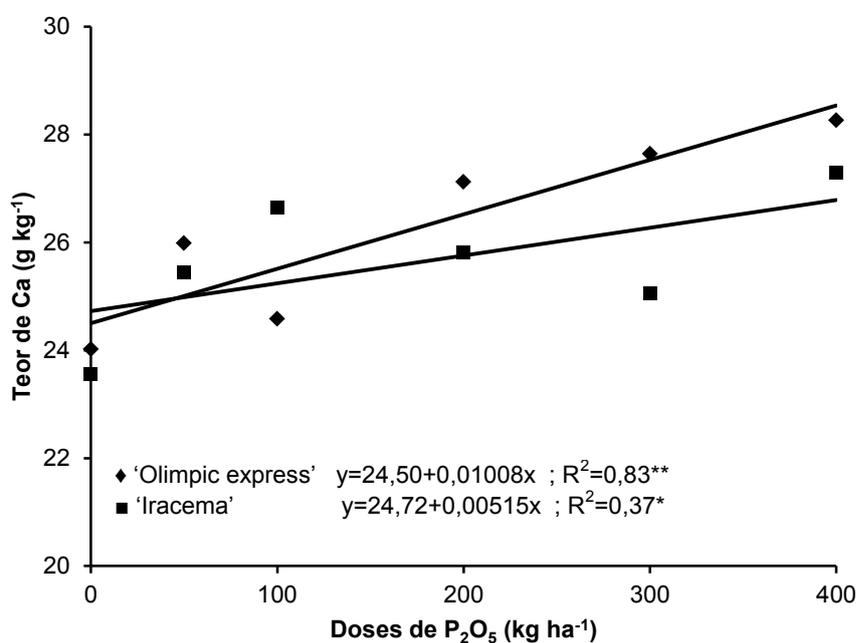
Nos meloeiros “Olimpic express’ e ‘Iracema’ observou-se ajuste linear crescente para o teor foliar de P à medida que se elevou a dose de P aplicada (Figura 1).

Com o aumento da menor para a maior dose de P, o teor foliar de P no ‘Olimpic express’ passou de 2,5 para 3,3 g kg<sup>-1</sup>, e no ‘Iracema’ de 2,3 para 3,2 g kg<sup>-1</sup>. Os teores foliares de P obtidos com doses maiores que 217 e 310 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, no ‘Olimpic express’ e no ‘Iracema’, respectivamente, estiveram dentro da faixa de teores adequados, 3 a 7 g kg<sup>-1</sup>, de acordo com Trani e Raij (1997), e de 3 a 5 g kg<sup>-1</sup>, segundo Lambers et al. (2010).

Os teores foliares de Ca ajustaram-se à equação linear em ambas as cultivares de melão, sendo observados teores de 24,5 a 28,5 g kg<sup>-1</sup> e de 24,7 a 26,7 g kg<sup>-1</sup> no ‘Olimpic express’ e no ‘Iracema’, respectivamente, para as doses de zero a 400 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (Figura 2). Doses de P acima de 50 e 54 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> para ‘Olimpic express’ e ‘Iracema’, respectivamente, proporcionaram teores de Ca dentro da faixa de suficiência, 25 a 50 g kg<sup>-1</sup>, conforme Trani e Raij (1997).



**Figura 1.** Teor foliar de P em função das doses de fósforo em meloeiro 'Olimpic express' e 'Iracema'



**Figura 2.** Teor foliar de Ca em função das doses de fósforo em meloeiro 'Olimpic express' e 'Iracema'

O incremento dos teores de Ca foliar observado em ambas cultivares de melão é justificado pela presença de 14% Ca na composição do superfosfato triplo utilizado como fonte de P, o que aumentou o teor de Ca no solo. Entretanto, a maior ou menor disponibilidade vai depender principalmente do pH, capacidade tampão e capacidade de troca de cátions, sendo que, em solos de reação moderadamente ácida a sua disponibilidade é rápida em relação a solos calcários ou de pH elevado. De acordo com os resultados da análise do solo do experimento, houve condições favoráveis para maior disponibilidade de Ca, e, conseqüentemente, maior absorção e aumento do teor foliar deste nutriente.

Houve efeito significativo dos tratamentos sobre o número de frutos total (NFT) e comercial (NFC) somente no melão 'Olimpic express' (Tabela 2).

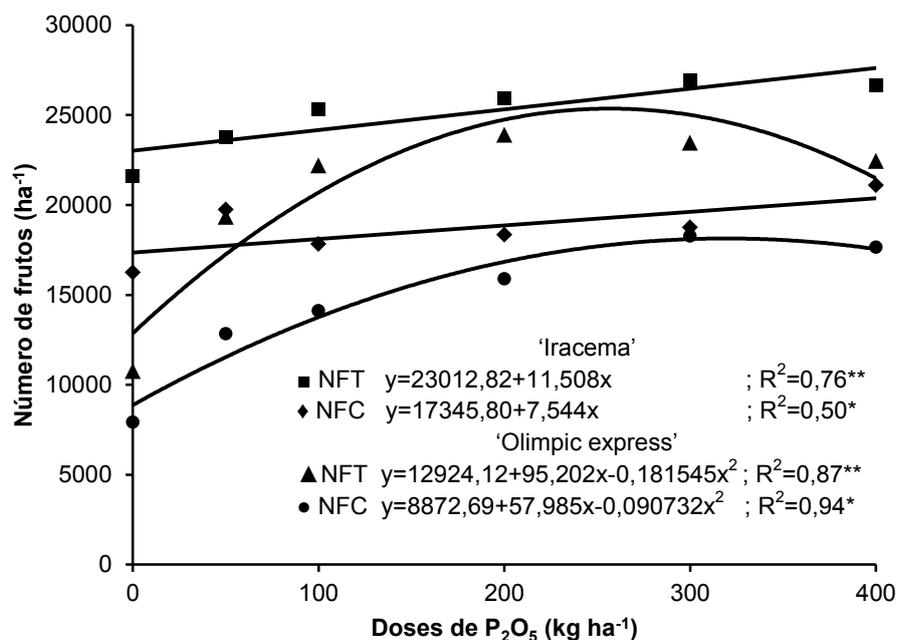
**Tabela 2.** Valores de F, significâncias e coeficientes de variação para número de frutos total (NFT), comercial (NFC), e produtividades total (PT) e comercial (PC) de melão 'Olimpic express' e 'Iracema', em função das doses de fósforo

Causas de variação	NFT	NFC	PT	PC
'Olimpic express'				
Doses de P	10,09**	6,10**	13,75**	9,46**
CV (%)	17,26	23,83	18,63	23,25
'Iracema'				
Doses de P	2,41 <sup>NS</sup>	1,94 <sup>NS</sup>	7,91**	6,55**
CV (%)	11,68	14,23	12,25	14,34

\*\*significativo a 1% de probabilidade; \* significativo a 5% de probabilidade; <sup>NS</sup> não significativo

O NFT e o NFC ajustaram-se ao modelo quadrático no melão 'Olimpic express' (Figura 3). As doses que maximizaram NFT (25.405 frutos ha<sup>-1</sup>) e NFC (18.230 frutos ha<sup>-1</sup>) foram 262,2 e 319,5 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, respectivamente. Em relação à dose que maximizou o NFC, houve diminuição de 681 frutos ha<sup>-1</sup> (3,7%) quando se utilizou a maior dose. Com a dose de 262,2 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, que maximizou o NFT, foram obtidos 17.838 frutos comerciais por hectare, o que

equivale a 70,2% do total. Porém, para obter a maior proporção de frutos comerciais (71,8%) em relação ao total colhido, foram necessários  $319,5 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$ . Os NFT e NFC de 'Olimpic express' tiveram incrementos máximos de 96 e 105 % em relação aos NFT e NFC de plantas não fertilizadas com P.



**Figura 3.** Número de frutos total (NFT) e comercial (NFC) em função de doses de fósforo em meloeiro 'Olimpic express' e 'Iracema'

Embora não tenha sido verificado efeito significativo dos tratamentos no NFT e NFC de melão 'Iracema', ambas as características ajustaram-se significativamente ao modelo linear (Figura 3), sendo maximizados com a aplicação de  $400 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$ . O NFT, sem aplicação de P, foi  $23.012 \text{ frutos ha}^{-1}$ , enquanto na maior dose de P foi  $27.616 \text{ frutos ha}^{-1}$ , representando um incremento de 20%. O aumento no NFC da menor ( $17.345 \text{ frutos ha}^{-1}$ ) para a maior ( $20.361 \text{ frutos ha}^{-1}$ ) dose de P foi de 17%. O NFC representou 73,7% do NFT na maior dose, quando foram maximizadas as quantidades de melões.

Também em solo com baixo teor de P, Faria et al. (1994), semelhante ao observado para 'Olimpic express' e para 'Iracema', verificaram grande incremento no

NFT de melão 'Eldorado', do grupo amarelo, de 12.829 para 20.723 frutos  $\text{ha}^{-1}$ , com 0 e 160  $\text{kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$ , respectivamente. Abrêu et al. (2011) também verificaram efeito do P (0 a 480  $\text{kg ha}^{-1}$ ) no NFC em melão 'Goldex F<sub>1</sub>', do grupo amarelo. Porém, como avaliaram o melão em solo com teor adequado de P ( $P_{(\text{resina})} = 18,0 \text{ mg dm}^{-3}$ ) (Raij et al., 1997), constataram incremento de 9% no NFC (de 30.400 para 33.400 frutos  $\text{ha}^{-1}$ ), entre a não aplicação e a dose que a maximizou (278,4  $\text{kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$ ). O teor adequado de P no solo proporcionou uma economia de 13 e 30% na dose de P para maximizar o NFC em relação àquelas observadas para maximizar o NFC das cultivares 'Olimpic express' e 'Iracema', respectivamente. Já em solo com alto teor de P ( $P_{(\text{Mehlich-1})} = 23,0 \text{ mg dm}^{-3}$ ), de acordo com Alvarez V. et al. (1999), Silva et al. (2007) não obtiveram aumento no NFT e NFC do melão amarelo 'Gold Mine' quando se aplicou até 150  $\text{kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$ .

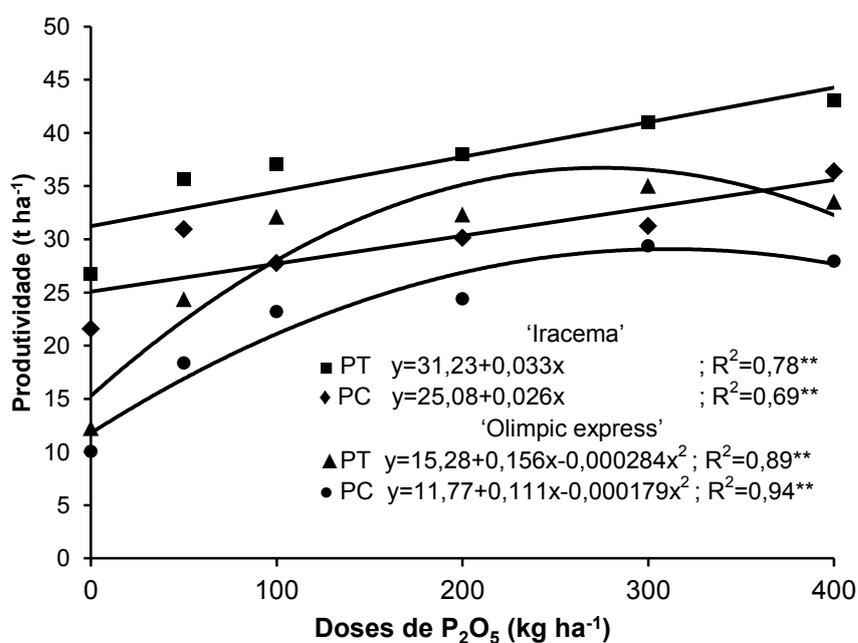
As produtividades total (PT) e comercial (PC) foram influenciadas significativamente pelas doses de P em ambas as cultivares de melão (Tabela 2).

As médias da PT e PC de 'Olimpic express' ajustaram-se significativamente a modelos quadráticos (Figura 4). As doses que maximizaram a PT (36,7  $\text{t ha}^{-1}$ ) e PC (28,9  $\text{t ha}^{-1}$ ) foram 275 e 310  $\text{kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$ , respectivamente. Com a dose que maximizou a PT, a PC foi de 28,7  $\text{t ha}^{-1}$ , sendo semelhante à PC obtida com 310  $\text{kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$ , representando, 79% da PT. As máximas PT e PC corresponderam a incrementos de 21,4 e 17,2  $\text{t ha}^{-1}$ , ou seja, acréscimos de 140 e 146% em relação às PT e PC obtidas sem aplicação de P, respectivamente. Esses resultados corroboram os obtidos por Srinivas e Prabhakar (1984) e Prabhakar et al. (1985), que em diferentes solos com baixos teores de P, também verificaram incrementos na produção de frutos de melão como efeito da fertilização fosfatada.

No meloeiro 'Iracema', assim como observado para o número de frutos, as médias das variáveis PT e PC ajustaram-se ao modelo linear, e foram maximizadas com a maior dose de P (Figura 4). As produtividades observadas para PT, sem aplicação de P e com a maior dose utilizada, foram 31,2 e 44,4  $\text{t ha}^{-1}$ , respectivamente, verificando-se aumento de 42,3%. A PC teve incremento semelhante à PT, 42%, de 25  $\text{t ha}^{-1}$  sem aplicação de P para 35,5  $\text{t ha}^{-1}$  com 400  $\text{kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$ . Faria et al. (1994), em solo com baixo teor de P, verificaram que a cultivar 'Eldorado', também do grupo amarelo, respondeu positivamente à fertilização

com P, sendo necessários  $115 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$  para maximizar a produtividade. Mesmo em solo com teor adequado de P, Abrêu et al. (2011) verificaram efeito do aumento da dose de P na PC do melão amarelo 'Goldex F<sub>1</sub>', assim como observado também para o número de frutos, condição que explica a menor dose de P ( $273,5 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$ ) necessária para maximizar a PC ( $42,7 \text{ t ha}^{-1}$ ), em relação ao observado para ambas as cultivares de melão avaliadas neste trabalho, em que o solo tinha teor baixo de P. Por outro lado, Silva et al. (2007) não verificaram efeito significativo de doses de P na produtividade de frutos, devido ao solo ter alto teor de P ( $\text{P}_{(\text{Mehlich-1})} = 23,0 \text{ mg dm}^{-3}$ ), segundo Alvarez V. et al. (1999).

A máxima PC obtida significou 79,8% da PT, semelhante ao obtido para o melão cantaloupe 'Olimpic express', mas necessitando de maior dose de P.



**Figura 4.** Produtividades total (PT) e comercial (PC) em função de fósforo em meloeiro 'Olimpic express' e 'Iracema'

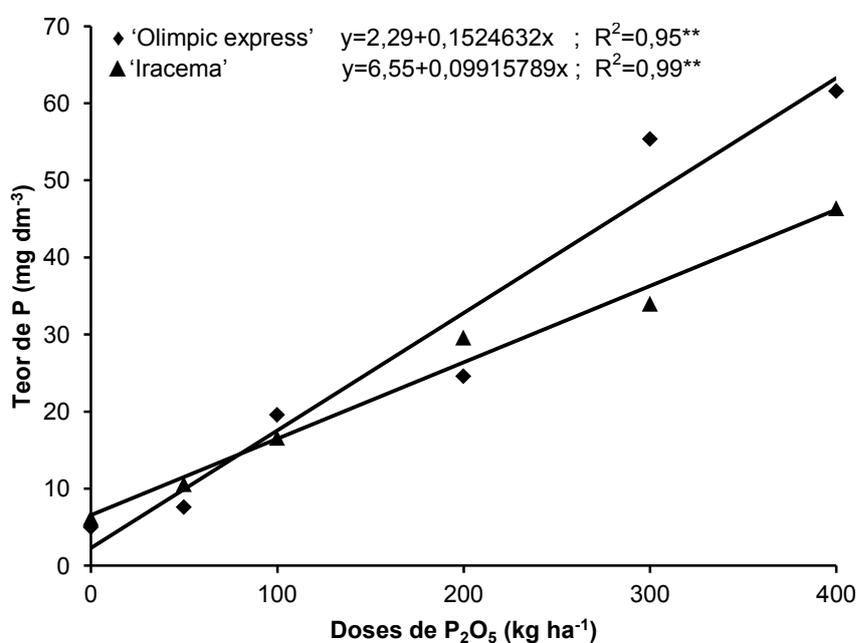
Houve efeito significativo das doses de P no teor de fósforo no solo, quantificado pelos métodos da Resina de Troca Aniônica (RTA) e Mehlich-1, em ambos os experimentos (Tabela 3).

**Tabela 3.** Valores de F, significâncias e coeficientes de variação para teor de P no solo pelos métodos de Resina de Troca Aniônica (RTA) e Mehlich-1 em meloeiro ‘Olimpic express’ e ‘Iracema’, em função das doses de fósforo

Causas de variação	RTA	Mehlich-1
	‘Olimpic express’	
Doses de P	27,65**	34,40**
CV (%)	35,37	34,56
	‘Iracema’	
Doses de P	17,45**	21,84**
CV (%)	34,47	32,12

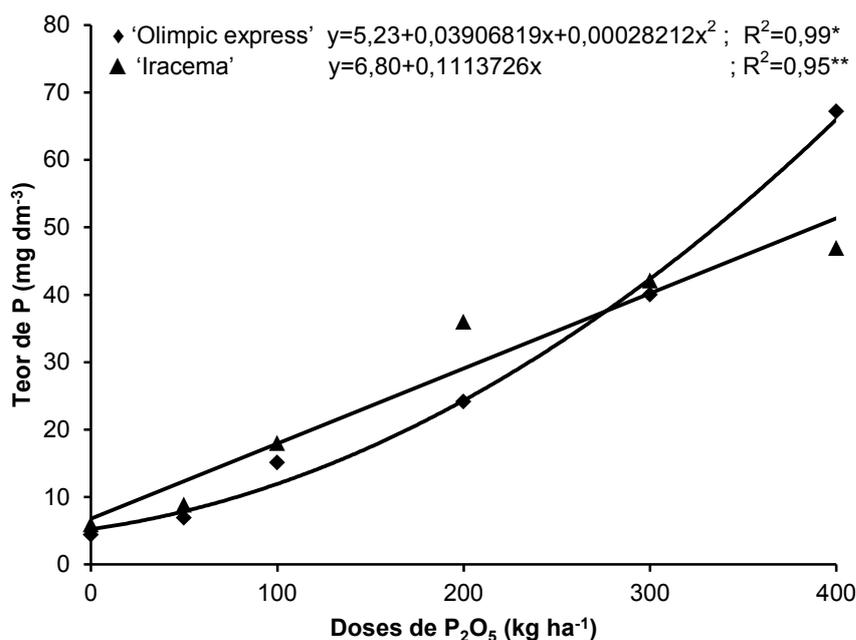
\*\* Significativo a 1% de probabilidade; \* significativo a 5% de probabilidade; <sup>NS</sup> não significativo

As médias dos teores de P no solo, pelo método da RTA, ajustaram-se linearmente às doses de P, em ambas as cultivares de melão (Figura 5). Os teores de P no solo (sulco de plantio) aumentaram de 2,3 a 63,3 e de 6,6 a 46,2 mg dm<sup>-3</sup> com o incremento de P às plantas de ‘Olimpic express’ e ‘Iracema’, respectivamente.



**Figura 5.** Teor de fósforo no solo extraído pelo método de resina de troca aniônica em função das doses de fósforo em meloeiro ‘Olimpic express’ e ‘Iracema’

Por outro lado, foi encontrado ajuste significativo quadrático para as médias dos teores de P no solo extraído pelo método de Mehlich-1 no melão 'Olimpic express' e linear no melão 'Iracema' (Figura 6). Os teores de P no solo variaram de 5,2 a 66,0 mg dm<sup>-3</sup> no experimento com o melão 'Olimpic express' e de 6,8 a 51,4 mg dm<sup>-3</sup> com o melão 'Iracema', à medida que aumentaram-se as doses de P.



**Figura 6.** Teor de fósforo no solo extraído pelo método de Mehlich-1 em função das doses de fósforo em meloeiro 'Olimpic express' e 'Iracema'

Os métodos de determinação do teor de P no solo apresentaram alta correlação entre si, nas duas cultivares de melão avaliadas, assim como também do teor do P no solo (de ambos os métodos) com os teores foliares de P e a produtividade comercial das duas cultivares (Tabela 4).

No solo do experimento, Argissolo Vermelho-Amarelo, qualquer dos métodos de quantificação do P disponível pode ser utilizado, e a alta correlação entre os métodos pode ser atribuída à característica do solo que apresenta baixo teor de argila. Sendo a fração mais fina responsável pela maior parte da fixação de P, solos com reduzidas proporções da fração argila não teriam elevada capacidade de adsorção deste elemento, assim como verificado por Amorim et al. (2008).

**Tabela 4.** Coeficientes de correlação (r) entre os métodos de quantificação de P disponível, Resina de Troca Aniônica (RTA) e Mehlich-1, e destes com o teor foliar de fósforo (TFP) e a produtividade comercial (PC), em meloeiro ‘Olimpic express’ e ‘Iracema’

Tipo de extrator	r
‘Olimpic express’	
RTA x Mehlich-1	0,96**
RTA x TFP	0,96**
Mehlich-1 x TFP	0,92**
RTA x PC	0,85*
Mehlich-1 x PC	0,78*
‘Iracema’	
RTA x Mehlich-1	0,98**
RTA x TFP	0,97**
Mehlich-1 x TFP	0,94**
RTA x PC	0,83*
Mehlich-1 x PC	0,76*

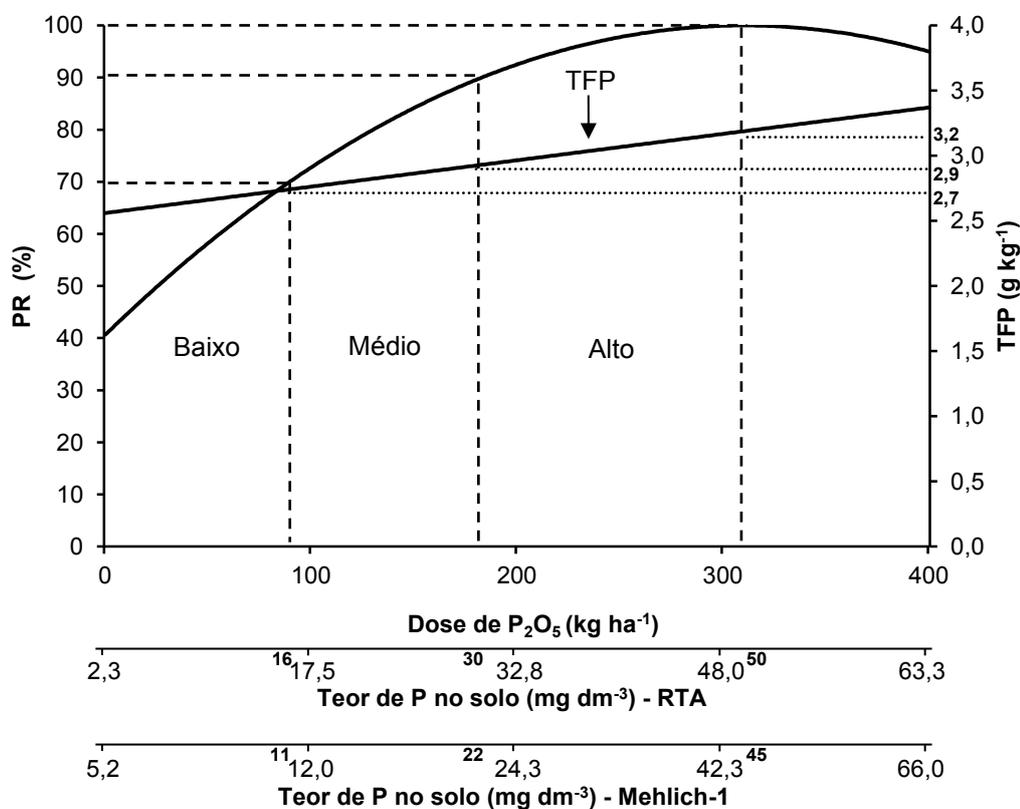
\*\* Significativo a 1% de probabilidade; \* significativo a 5% de probabilidade

Não foi obtida a dose ótima econômica (DOE) de P para o melão ‘Iracema’ devido às médias de PC ajustarem-se ao modelo linear.

Para o melão ‘Olimpic express’, a DOE foi de 306 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, a qual é somente 4 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> menor do que a dose que maximizou a PC. A PC obtida com a DOE (28,97 t ha<sup>-1</sup>) foi semelhante à PC máxima (28,98 t ha<sup>-1</sup>) com 310 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Do mesmo modo, os teores de P no solo e na folha referentes à DOE foram semelhantes aos valores obtidos com a dose que maximizou a PC. A proximidade da DOE e da que maximizou a PC demonstra que o preço do melão compensa o investimento na fertilização fosfatada.

Com o ajuste da PR do melão ‘Olimpic express’ à equação quadrática ( $y = 40,61 + 0,383x - 0,000617x^2$ ;  $R^2 = 0,94^{**}$ ), foram estabelecidas três faixas de produção relativa (PR): baixa (PR < 70%), média (70 ≤ PR < 90%) e alta (90 ≤ PR ≤

100%), para as quais foram relacionados os teores de P na folha e no solo (Figura 7).



**Figura 7.** Produção relativa (PR), teor foliar de fósforo (TFP), teor de fósforo no solo extraído pelos métodos da Resina de Troca Aniônica (RTA) e Mehlich-1, em função das doses de fósforo, em meloeiro ‘Olimpic express’

Para se obter de 90 a 100% da PR de melão, os teores correspondentes de P no solo pelo método RTA foram 30 - 50 mg dm<sup>-3</sup>, enquanto no método Mehlich-1 a faixa foi de 22 a 45 mg dm<sup>-3</sup>. Os teores de P no solo obtido pelo método RTA estão dentro da faixa, 26 - 60 mg dm<sup>-3</sup>, sendo classificados como teores médios para hortaliças por Raij et al. (1997). Diferentemente, os teores de P no solo obtidos pelo método Mehlich-1 são considerados altos (30,1- 45,0 mg dm<sup>-3</sup>) por Alvarez V. et al. (1999).

Ainda para a faixa de PR entre 90 e 100%, pode-se considerar como teor de P foliar adequado 3 g kg<sup>-1</sup>, pois os teores variaram numa estreita faixa de 2,9 - 3,2 g

kg<sup>-1</sup> de P na matéria seca. Os teores foliares de P verificados na faixa de PR entre 90 e 100% encontram-se no limite inferior das faixas de teores considerados adequados por Trani e Raij (1997), 3 - 7 g kg<sup>-1</sup>, para o melão, e por Lambers et al. (2010), 3 - 5 g kg<sup>-1</sup>, para plantas herbáceas adequadamente supridas com esse nutriente.

No intervalo de produção relativa entre 70 e 90%, os teores de P no solo, pelo método RTA, corresponderam a 16 e 30 mg dm<sup>-3</sup>, e para o método Mehlich-1 a 11 e 22 mg dm<sup>-3</sup>. De acordo com Raij et al. (1997), teores de P no solo entre 11 e 25 mg dm<sup>-3</sup>, pelo método RTA, são considerados baixos para hortaliças, o que explica a elevada perda de produtividade do meloeiro (Figura 7). De acordo com Alvarez V. et al. (1999), a maior parte dos teores de P no solo obtido pelo método Mehlich-1, para a faixa de PR entre 70 e 90%, encontram-se dentro da faixa de teores médios (12,1 - 30,0 mg dm<sup>-3</sup>) e uma pequena parte dentro de teores baixos (menor que 12,0 mg dm<sup>-3</sup> de P). Para essa faixa de PR, para cada 1 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> acrescido à dose de P fornecido tem-se aumento de 0,22 ponto percentual na PR, enquanto na faixa entre 90 e 100% o incremento é de somente 0,08 ponto percentual na PR. Por isso, maior chance de obter reposta à fertilização fosfatada ocorrerá quando o teor de P no solo for inferior a 30 e 22 mg dm<sup>-3</sup> segundo os métodos RTA e Mehlich-1, respectivamente. Os teores foliares de P na faixa de PR entre 70 e 90% encontram-se, evidentemente, aquém da faixa dos teores adequados estabelecidos por Trani e Raij (1997) e Lambers et al. (2010), pois os teores foliares verificados para obter PR maior que 90% já se situavam no limite inferior da faixa.

Para a faixa inferior a 70% de produção relativa, os teores de P no solo e na folha são menores que 16,0 mg dm<sup>-3</sup> (RTA), 11,0 mg dm<sup>-3</sup> (Mehlich-1) e 2,7 g kg<sup>-1</sup>, respectivamente. Os teores de P no solo estão na faixa de teores classificados como baixos, conforme Raij et al. (1997), 11 - 25 mg dm<sup>-3</sup>, e Alvarez V. et al. (1999), 10,1 - 12,0 mg dm<sup>-3</sup>, e conseqüentemente não atenderam a demanda nesse nutriente pelo melão 'Olimpic express', com perda de produtividade superior a 30%. Os teores foliares de P são menores que a faixa de suficiência definida por Trani e Raij (1997) e Lambers et al. (2010).

## CONCLUSÕES

As cultivares 'Olimpic express' e 'Iracema' respondem diferentemente à fertilização fosfatada.

A máxima produtividade comercial de 'Olimpic express' é obtida com 310 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, enquanto a máxima produtividade comercial de Iracema não foi atingida, encontrando-se acima de 400 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

'Iracema' é a cultivar mais eficiente, com maior número de frutos e produtividade comercial, quando não foi aplicado P.

'Olimpic express' é a cultivar mais responsiva, pois tem maior incremento no número de frutos e produtividade comercial, quando se aumenta a dose de P às plantas.

Ambos os métodos de quantificação de P disponível no solo apresentam alta correlação com o teor foliar de P e a produtividade comercial de ambas as cultivares e, também, alta correlação entre si.

Maior chance de obter resposta à fertilização fosfatada na cultura do melão 'Olimpic express' ocorrerá quando o teor de P no solo for inferior a 30 e 22 mg dm<sup>-3</sup>, segundo os métodos de extração Resina de Troca Aniônica e Mehlich-1, respectivamente.

Adequado teor foliar de P para a cultivar 'Olimpic express' está entre 2,9 e 3,2 g kg<sup>-1</sup> de P na matéria seca.

### CAPÍTULO 3 - CRESCIMENTO E ACÚMULO DE MACRONUTRIENTES EM MELOEIRO

**RESUMO** - O estudo do acúmulo de matéria seca e de nutrientes é uma ferramenta importante para melhorar o manejo da fertilização e reduzir impactos ambientais. Foram conduzidos dois experimentos individuais no município de Mossoró, Rio Grande do Norte, Brasil, utilizando duas cultivares de melão, 'Olimpic express' (grupo cantaloupe) e 'Iracema' (grupo amarelo), sob delineamento em blocos casualizados, com sete tratamentos (épocas de amostragens) e três repetições. As amostragens de plantas foram realizadas aos 14, 21, 28, 35, 42, 49 e 56 dias após o transplante (DAT), para avaliação da matéria seca e acúmulo de macronutrientes. O crescimento do meloeiro foi lento até 28 DAT, em ambas as cultivares avaliadas, intensificando-se no período seguinte, atingindo, aos 56 DAT, 246,4 g planta<sup>-1</sup>, na 'Olimpic express', e 266,9 g planta<sup>-1</sup>, na 'Iracema', sendo a matéria seca dos frutos correspondente a 60 e 64% da matéria seca total, respectivamente. Maiores acúmulos de N, P e K foram obtidos nos frutos, enquanto de Ca, Mg e S nas folhas. No final do ciclo, na 'Olimpic express', cuja produtividade foi de 32 t ha<sup>-1</sup>, foram acumulados 173,4; 110,1; 101,1; 26,9; 15,6 e 13,5 kg ha<sup>-1</sup> de K, Ca, N, Mg, S e P, respectivamente e, na 'Iracema', cuja produtividade foi 38 t ha<sup>-1</sup>, foram acumulados 136,0; 93,9; 84,1; 22,6; 15,4 e 9,5 kg ha<sup>-1</sup> de K, N, Ca, Mg, S e P, respectivamente. Em relação ao total acumulado, as exportações de N, P, K, Ca, Mg e S pelos frutos de 'Olimpic express' e 'Iracema' foram de 61,1; 72,7; 65,7; 9,4; 34,8 e 38,7% e 57,6; 70,1; 54,7; 6,0; 33,4 e 40,5%, respectivamente.

**Palavras-chave:** Absorção de nutrientes, *Cucumis melo*, cultivares, marcha de absorção

## INTRODUÇÃO

O melão é uma das principais hortaliças produzidas no semi-árido nordestino do Brasil, sendo destinado principalmente à exportação para países da comunidade europeia (SECEX, 2011). Foram produzidas, no país em 2010, 478.431 toneladas, em 18.870 hectares (FAO, 2011). Entre os principais produtores têm-se os estados do Rio Grande do Norte e Ceará, que juntos representam 85,6% da produção brasileira (IBGE, 2011).

A produção intensiva do melão no semi-árido nordestino está em contínuo desenvolvimento, devido às condições climáticas favoráveis para sua produção. O consumo de fertilizantes nesse processo é elevado, o que pode provocar, entre outros efeitos negativos, a salinização do solo e a contaminação das águas freáticas.

Assim, conhecer o crescimento e o desenvolvimento do meloeiro, a extração de nutrientes pela planta, a distribuição destes nos diferentes órgãos e etapas fenológicas, assim como as épocas de maior demanda de nutrientes, são informações importantes que contribuem para melhorar o planejamento da fertilização na cultura.

Trabalhos sobre crescimento e acúmulo de nutrientes em diferentes cultivares de melão, sob diferentes condições de cultivo, foram realizados (RAMÍREZ; BERSTCH, 1997; RINCON et al., 1998; RODRÍGUEZ; PIRE, 2004; SILVA JÚNIOR et al., 2006; KANO et al., 2010; MELO, 2011), encontrando-se demandas nutricionais distintas.

A combinação de fatores como o potencial genético da planta e o estado de desenvolvimento, assim como dos fatores climáticos (temperatura, luminosidade e precipitação pluvial, etc.) e condições do solo (umidade, salinidade, acidez, aeração, etc.), contribuem para as diferenças nas taxas de crescimento e acúmulo de matéria seca, como também sobre a absorção e acúmulo de nutrientes (BERTSCH, 2003). Em consequência, há necessidade de se avaliar a demanda de nutrientes pelas cultivares, em sua específica região de cultivo.

O objetivo deste trabalho foi quantificar o crescimento e o acúmulo de macronutrientes de duas cultivares de melão, 'Olimpic express' (grupo cantaloupe) e 'Iracema' (grupo amarelo).

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram conduzidos dois experimentos no período de 29 de setembro a 10 de dezembro de 2010, na fazenda experimental "Rafael Fernandes", da Universidade Federal Rural do Semiárido - UFRSA, em Mossoró, Rio Grande do Norte, localizada a 5°03'37"S, 37°23'50"W, com altitude de 72 metros.

Classificou-se o solo do local como Argissolo Vermelho-Amarelo (EMBRAPA, 2006), que apresentava 820, 40 e 140 g kg<sup>-1</sup> de areia, silte e argila, respectivamente. Em análise realizada antes do plantio, na profundidade de 0 a 20 cm, o solo tinha: pH = 6,2; matéria orgânica = 1,9 g dm<sup>-3</sup>; 6,7; 80,7 e 16,7 mg dm<sup>-3</sup> de P<sub>(Mehlich-1)</sub>, K e Na, respectivamente; 21; 8,0; 0,0; 5,0; 31,8; 36,8 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de Ca, Mg, Al, H+Al, soma de bases e capacidade de troca catiônica, respectivamente; saturação de bases por solo = 87% e percentagem de sódio trocável = 2%.

De acordo com a classificação de Köppen (1948), o clima da região é do tipo BSw<sup>h</sup>, caracterizado por altas temperaturas e semi-aridez. Durante o período experimental, não houve precipitação pluvial, e as médias das temperaturas máxima, mínima e média foram 32,8; 20,8 e 26,3°C, respectivamente, e as médias das umidades relativas máxima, mínima e média foram 81,5; 35,5 e 62,8%, respectivamente.

Cada experimento correspondeu a uma cultivar, sendo 'Olimpic express', do grupo cantaloupe (*C. melo* var. *reticulatus*), e 'Iracema', do grupo amarelo (*C. melo* var. *amarelo*). O período de formação de mudas foi de 10 dias, sendo transplantadas no dia 8-10-2010. O espaçamento utilizado foi de 2,0 m entre linhas e 0,3 m entre plantas, perfazendo uma população equivalente a 16.667 plantas por hectare.

O preparo do solo foi feito com aração, gradagem e posteriormente abertura de sulcos, onde foi aplicado 200 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> como superfosfato triplo. Não foi realizada calagem devido ao elevado valor da saturação por bases do solo (87%).

Em cada linha de plantio, a irrigação foi realizada diariamente por gotejadores ( $1,5 \text{ L h}^{-1}$ ), espaçados em 0,3 m. Foram aplicados 30 e 70% da quantidade total ( $3.367,0 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ ), nos períodos de 2 a 35 dias após transplante (DAT) e de 36 a 63 DAT, respectivamente. Os sulcos de plantio foram cobertos com filme de polietileno de baixa densidade, de cor prata, para o controle de plantas invasoras e manutenção da umidade do solo. Aos 5 DAT, em cada linha de cultivo, foram colocados microtúneis de polipropileno, de cor branca, com gramatura de  $15,0 \text{ g m}^{-2}$ , para evitar o ataque de pragas, principalmente de *Liriomiza* spp. Os microtúneis foram retirados aos 20 DAT.

Em fertirrigações, foram aplicados, em cada experimento, 118,0; 146,0; 19,0; 13,0 e  $38,0 \text{ kg ha}^{-1}$  de N, K, Ca, Mg e S, respectivamente. No período de 2 a 30 DAT e de 31 a 63 DAT, foram aplicados 30 e 70% do N e K, respectivamente. A dose de Ca foi parcelada e aplicada de 12 a 40 DAT, em quantidades iguais, enquanto as de Mg e S aplicadas de 18 a 41 DAT. Foram utilizados os fertilizantes uréia (45% N), cloreto de potássio branco (60% de  $\text{K}_2\text{O}$ ), nitrato de potássio (13% de N e 46% de  $\text{K}_2\text{O}$ ), nitrato de cálcio (15,5% de N e 27% de  $\text{CaO}$ ) e sulfato de magnésio (32,5% de  $\text{SO}_4^{2-}$  e 16% de  $\text{MgO}$ ). Também foram aplicados 730,0; 4,0; 28,0; 26,0; 0,3 e  $37,0 \text{ g ha}^{-1}$  de B, Cu, Fe, Mn, Mo e Zn, utilizando-se de ácido bórico (17% de B) e um fertilizante comercial quelatizado que tinha em sua composição 2,1% de B; 0,36% de Cu; 2,66% de Fe; 2,48% de Mn; 0,036% de Mo; e 3,38% de Zn, além de 11,6% de  $\text{K}_2\text{O}$ ; 0,86% de Mg e 1,28% de S. O B foi aplicado duas vezes, aos 28 e 33 DAT, e os demais micronutrientes foram aplicados aos 19 DAT. Utilizou-se ácido nítrico para a limpeza das mangueiras e os gotejadores de possíveis precipitados que se formassem a partir da aplicação da fertirrigação.

O controle de plantas infestantes entre as linhas de cultivo foi feito por capinas manuais, quando necessário. Foi feita o controle de pragas e doenças utilizando produtos registrados para a cultura.

Os experimentos foram conduzidos sob delineamento em blocos ao acaso, com três repetições e sete tratamentos (épocas de amostragens). Cada parcela era composta por três linhas de 5 plantas cada uma. As coletas de plantas iniciaram-se aos 14 DAT e foram realizadas a cada sete dias, totalizando sete coletas (14, 21, 28, 35, 42, 49 e 56 DAT). Foram amostradas três plantas da linha central de cada

parcela, por repetição e por época de amostragem, para cada cultivar. No laboratório, as plantas foram divididas em hastes, folhas e frutos. As referidas partes foram lavadas em água corrente, água deionizada com detergente neutro (1,0 ml L<sup>-1</sup>), e água deionizada, e secas em estufa com circulação forçada de ar a 65°C, até atingir massa constante e, pesadas em balança de precisão de 0,01 g. Posteriormente as massas secas foram moídas e determinados os teores de N, P, K, Ca, Mg e S, conforme metodologia de Bataglia et al. (1983). Com base na matéria seca e no teor dos nutrientes (N, P, K, Ca, Mg e S) da haste, folha e fruto das plantas de melão, foram calculadas as quantidades acumuladas dos nutrientes em cada parte.

Para representar os dados de crescimento e acúmulo de nutrientes, foi utilizada a função logística [ $Y = A / (1 + e^{-(K(X-X_c)})$ ), onde: Y = valor médio da característica avaliada; A = máximo assintótico (quantidade máxima); K = taxa média de incremento da quantidade acumulada; X = tempo (dias); X<sub>c</sub> = tempo necessário para atingir metade da quantidade máxima], empregando-se o Programa ORIGIN 6.1.

O início do florescimento e da frutificação das plantas foram caracterizadas quando 51% das plantas tinham flores abertas e quando os primeiros frutos estavam com 2 a 3 cm de diâmetro. Foi realizada a avaliação do estado nutricional do meloeiro de acordo com a recomendação de Trani e Rajj (1997).

A colheita, única no experimento da 'Iracema', realizou-se no dia 9-12-2010, seis dias após a última coleta de plantas. No melão 'Olimpic express', foram realizadas duas colheitas, em 5 e 10-12-2010, dois e sete dias após a última coleta de plantas, respectivamente. A produtividade comercial de frutos foi obtida somando-se a massa de frutos que não tinham rachaduras, podridões nem furados, e não eram imaturos, deformados, passados, e que também não se apresentavam desprovidos de sua característica visual própria da cultivar, ou seja, casca de cor amarela para a 'Iracema' e esverdeada com rendilhamento para a 'Olimpic express'.

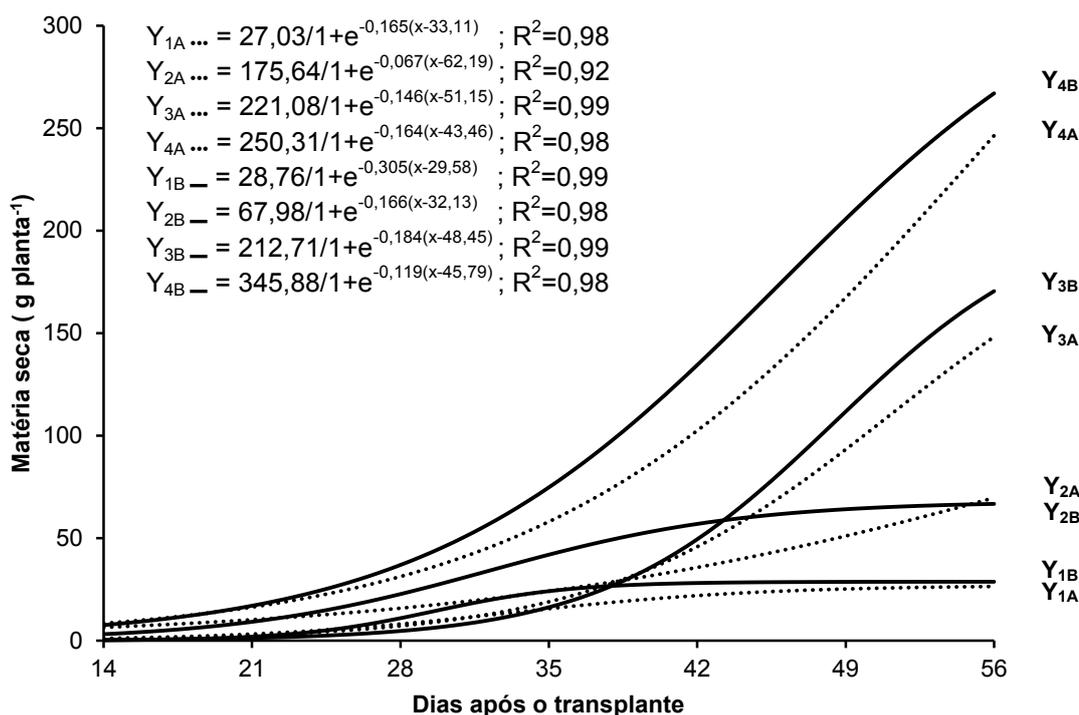
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Crescimento e desenvolvimento

O crescimento das plantas das duas cultivares de meloeiro, expresso pelo acúmulo de matéria seca (MS) no decorrer do ciclo, foi lento até 28 DAT (Figura 1).

O florescimento iniciou aos 20 e 18 DAT nas cultivares 'Olimpic express' e 'Iracema', respectivamente, concluindo o estágio vegetativo. Nesse momento do ciclo, a MS de hastes e de folhas da 'Olimpic express' era de 0,6 e 9,6 g planta<sup>-1</sup>, respectivamente, que em relação aos máximos acumulados nestas partes, ao final do ciclo, corresponderam a somente 10 e 14%. Na 'Iracema', também no início do florescimento, as quantidades de MS acumuladas nas hastes, 0,8 g planta<sup>-1</sup>, e nas folhas, 5,9 g planta<sup>-1</sup>, corresponderam a 3 e 9% do total acumulado nessas partes da planta.

Aos 35 DAT, quando começou a frutificação do meloeiro 'Olimpic express', a MS de hastes e de folhas aumentou para 15,6 e 24,1 g planta<sup>-1</sup>, correspondendo a 59 e 35%, respectivamente, de seus máximos acumulados durante o ciclo. Na 'Iracema', a frutificação aconteceu aos 33 DAT, e a MS de hastes (21,3 g planta<sup>-1</sup>) e de folhas (36,4 g planta<sup>-1</sup>), representaram 74 e 55%, de seus máximos acumulados no decorrer do ciclo. Nessa época, o meloeiro apresentava-se adequadamente nutrido em macronutrientes, pois, de acordo com a análise foliar, constatou-se que os teores foliares de N, P, K, Ca, Mg e S eram de 45,6; 2,9; 30,5; 27,1; 6,6 e 5,6 g kg<sup>-1</sup>, na cultivar 'Olimpic express', e 41,3; 2,7; 36,3; 25,8; 7,0 e 6,4 g kg<sup>-1</sup>, na cultivar 'Iracema'. Os teores foliares de N, K, Ca e Mg estão dentro das faixas de suficiência propostas por Trani e Rajj (1997), 25 - 50; 25 - 40; 25 - 50 e 5 - 12 g kg<sup>-1</sup> de N, K, Ca e Mg, respectivamente, exceto para os teores foliares de P, os quais se situam ligeiramente por abaixo do limite inferior da faixa indicada por esses autores, 3 - 7 g kg<sup>-1</sup>. Diferentemente, os teores foliares de S das duas cultivares são superiores aos valores da faixa estabelecido por Trani e Rajj (1997), 2 - 3 g kg<sup>-1</sup>.



**Figura 1.** Acúmulo de matéria seca nas hastes ( $Y_1$ ), folhas ( $Y_2$ ), frutos ( $Y_3$ ) e total ( $Y_4$ ) do meloeiro 'Olympic express' (A) e 'Iracema' (B), no decorrer do ciclo

No meloeiro 'Olympic express', a partição da MS predominou nas hastes e folhas até 32 e 38 DAT, respectivamente, diferentemente, do meloeiro 'Iracema', no qual predominou até 37 e 43 DAT. Nos períodos subsequentes maior acúmulo de MS ocorreu nos frutos, constituindo-se nos drenos preferenciais, em ambas as cultivares, nesta fase do ciclo.

Foi observado grande acúmulo de MS total de 28 até 56 DAT em ambas cultivares de melão (Figura 1). 'Olympic express' e 'Iracema' acumularam neste período 215,6 e 229,6 g planta<sup>-1</sup>, com taxas de 7,7 e 8,2 g planta<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>, respectivamente. Nesse período, somente nos frutos, o acúmulo de MS foi de 141,0 g planta<sup>-1</sup> na 'Olympic express' e de 166,0 g planta<sup>-1</sup> na 'Iracema', equivalentes a 57 e 62%, respectivamente, do total acumulado pelas cultivares nesse período.

Portanto, no estágio reprodutivo, o meloeiro apresentou grande acúmulo de matéria seca em todas as partes da planta, porém, com destaque para os frutos. No final do ciclo, 56 DAT, a partição de MS no meloeiro 'Olympic express' foi de 26,4; 70,0 e 148,2 g planta<sup>-1</sup> em hastes, folhas e frutos, respectivamente, representando

11,0; 28,5 e 60,2% do total acumulado na planta ( $246,0 \text{ g planta}^{-1}$ ). No melão 'Iracema', foi constatado  $28,8 \text{ g planta}^{-1}$  nas hastes,  $66,7 \text{ g planta}^{-1}$  nas folhas e  $170,5 \text{ g planta}^{-1}$  nos frutos, significando 11, 25 e 64% do total acumulado na planta ( $267,0 \text{ g planta}^{-1}$ ) (Figura 1).

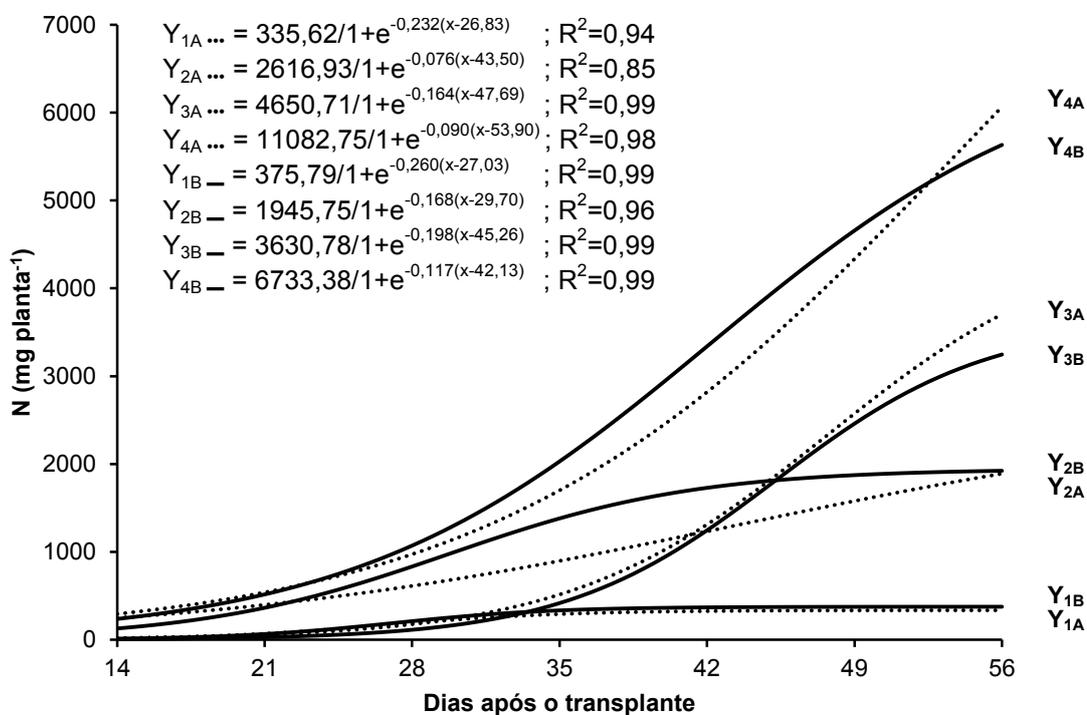
A participação dos frutos na MS total do meloeiro, no final do ciclo, varia de 54 a 73% (RINCON et al., 1998; COSTA et al., 2006; MELO, 2011), que podem ser explicadas por diferenças na cultivar utilizada, manejo do solo e do cultivo (fertilização, sistema de irrigação, tratos culturais, época de cultivo, sistema de produção) e fatores climáticos.

O ciclo da 'Iracema' foi de 72 dias, obtendo-se produtividade comercial e total de 30 e  $38 \text{ t ha}^{-1}$ . Para 'Olimpic express', o ciclo foi de 73 dias, e obtida a produtividade comercial e total de 24 e  $32 \text{ t ha}^{-1}$ . Os ciclos da 'Iracema' e 'Olimpic express' foram semelhantes aos ciclos de outras cultivares do grupo amarelo (entre 70 e 81 dias após sementeira), e cantaloupe (entre 70 e 75 dias após sementeira), quando cultivadas na mesma região do experimento (CRISÓSTOMO et al., 2002; NEGREIROS et al., 2005; MEDEIROS et al., 2006; TEMÓTEO et al., 2010; DAMASCENO et al., 2012). Entretanto, verificou-se precocidade na colheita dos frutos em ambas as cultivares, em relação à produção de melão na região Sudeste e Sul do Brasil, tanto do grupo amarelo quanto do cantaloupe, cujos ciclos variam de 90 a 120 dias (COSTA et al., 2006; KANO et al., 2010; MELO, 2011). A precocidade se deve às maiores temperaturas na região Nordeste do Brasil, favoráveis ao cultivo do melão (CRISÓSTOMO et al., 2002).

## Nutrientes

A dinâmica do acúmulo de N nas hastes, de ambas as cultivares de melão, foi semelhante durante o período de avaliação (Figura 2). Nesta parte da planta, verificou-se que o acúmulo mais expressivo de N ocorreu até aproximadamente 35 DAT, em ambas as cultivares, período em que o valor correspondeu a  $291,8 \text{ mg planta}^{-1}$  ('Olimpic express') e  $333,8 \text{ mg planta}^{-1}$  ('Iracema'). Após esse período, o acúmulo do N nas hastes foi lento até a última coleta, em ambas as cultivares. Em relação aos frutos, observou-se também dinâmica de acúmulo de N semelhante

entre ambas cultivares, até aproximadamente 45 DAT. A partir daí, maior acúmulo desse nutriente ocorreu em ‘Olimpic express’.



**Figura 2.** Acúmulo de nitrogênio nas hastes ( $Y_1$ ), folhas ( $Y_2$ ), frutos ( $Y_3$ ) e total ( $Y_4$ ) do meloeiro ‘Olimpic express’ (A) e ‘Iracema’ (B), no decorrer do ciclo

Por outro lado, a dinâmica de acúmulo de N nas folhas de ambas as cultivares foi diferente. Enquanto a cultivar ‘Iracema’ teve acúmulo contínuo até aproximadamente 49 DAT, estabilizando-se após esse período até a última coleta, na ‘Olimpic express’ o acúmulo foi crescente até o final do ciclo.

Houve maior acúmulo de N até 29 DAT nas hastes ( $209,2 \text{ mg planta}^{-1}$ ), e até 41 DAT nas folhas ( $1.183,5 \text{ mg planta}^{-1}$ ) do que nos frutos do melão ‘Olimpic express’. Na ‘Iracema’, houve maior acúmulo de N até 33 e 45 DAT, nas hastes ( $310,1 \text{ mg planta}^{-1}$ ) e folhas ( $1.809,0 \text{ mg planta}^{-1}$ ), respectivamente, em relação aos frutos. A partir dessas épocas, a força de dreno dos frutos foi maior do que das outras partes da planta em ambas as cultivares.

O acúmulo de N nas folhas é importante, pois, este nutriente é responsável por diversas funções relacionadas à fotossíntese, respiração, desenvolvimento e

atividades das raízes, absorção iônica de outros nutrientes, crescimento e diferenciação celular (MALAVOLTA, 2006). Portanto, haverá maior crescimento da área foliar, absorção de radiação, água e nutrientes, que favorecem maior produção de matéria seca, aumentando o potencial de produção de frutos. Porém, deve-se evitar crescimento vegetativo excessivo, que pode afetar negativamente a produção de frutos.

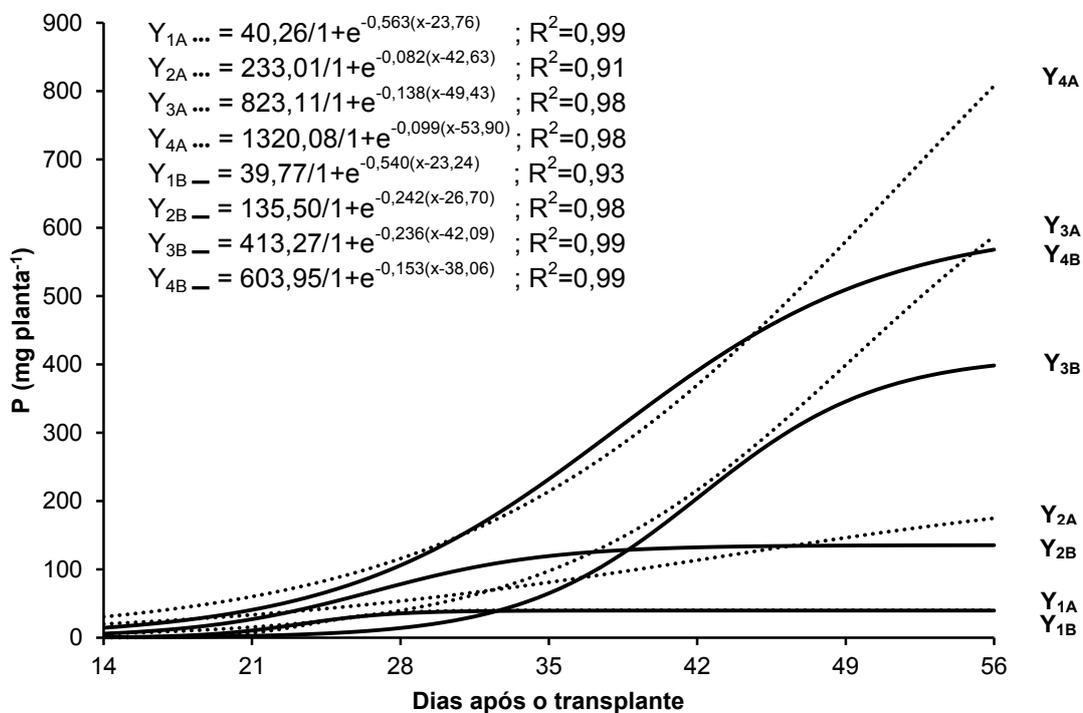
Observou-se maior acúmulo de N total entre 28 e 56 DAT em ambas as cultivares de melão (Figura 2), coincidindo com o período de maior acúmulo de matéria seca na planta. Nesse período, 'Olimpic express' e 'Iracema' acumularam 5.091,5 e 4.560,6 mg planta<sup>-1</sup> de N, respectivamente. Os frutos acumularam 3.527,4 e 3.133,0 mg planta<sup>-1</sup> de N, na 'Olimpic express' e 'Iracema', respectivamente, representando 58 e 56% do total acumulado pela planta nesse período.

No final do ciclo, aos 56 DAT, na cultivar 'Olimpic express', os acúmulos de N nas hastes e folhas foram 335,2 e 1.889,9 mg planta<sup>-1</sup>, respectivamente, e no melão 'Iracema' foram de 375,6 e 1.923,1 mg planta<sup>-1</sup>. Entretanto, o maior acúmulo de N foi observado nos frutos, sendo 3.703,9 mg planta<sup>-1</sup> na 'Olimpic express' e 3.246,5 mg planta<sup>-1</sup> na 'Iracema', significando 61 e 58%, respectivamente, do total que foi acumulado na planta. Esses percentuais estão muito próximos aos observados por Rincon et al. (1998), Rodríguez e Pire (2004) e Melo (2011), os quais verificaram que o N nos frutos de melão, ao final do ciclo, corresponderam a 61,2; 51,5 e 57,7%, respectivamente, dos totais acumulados pela planta.

Embora tenha sido o menos acumulado em ambas as cultivares, em relação aos outros nutrientes, conforme verificado também por Ramírez e Berstch (1997), Rincon et al. (1998) e Kano et al. (2010), o P é um nutriente muito importante para o meloeiro, pois, sem um adequado suprimento nas primeiras etapas do desenvolvimento da planta, pode haver efeitos negativos no crescimento e na produção de flores e frutos (CANTON et al., 2003).

Assim como verificado para o N, o acúmulo de P nas hastes de ambas as cultivares de melão foi semelhante (Figura 3). Coincidindo com o período de maior acúmulo de matéria seca nas hastes, o acúmulo de P foi aumentando rapidamente até, aproximadamente 28 DAT, em ambas as cultivares, verificando-se nessa época,

acúmulo de 36,8 g planta<sup>-1</sup> ('Olimpic express') e 35,5 g planta<sup>-1</sup> ('Iracema'). A partir desse ponto, o acúmulo de P nas hastes estabilizou-se até o final do ciclo.



**Figura 3.** Acúmulo de fósforo nas hastes (Y<sub>1</sub>), folhas (Y<sub>2</sub>), frutos (Y<sub>3</sub>) e total (Y<sub>4</sub>) do meloeiro 'Olimpic express' (A) e 'Iracema' (B), no decorrer do ciclo

O acúmulo de P nos frutos superou o acumulado nas hastes e nas folhas, em 'Olimpic express' a partir de 26 e 32 DAT, respectivamente, enquanto na 'Iracema', o fato ocorreu após 32 e 38 DAT.

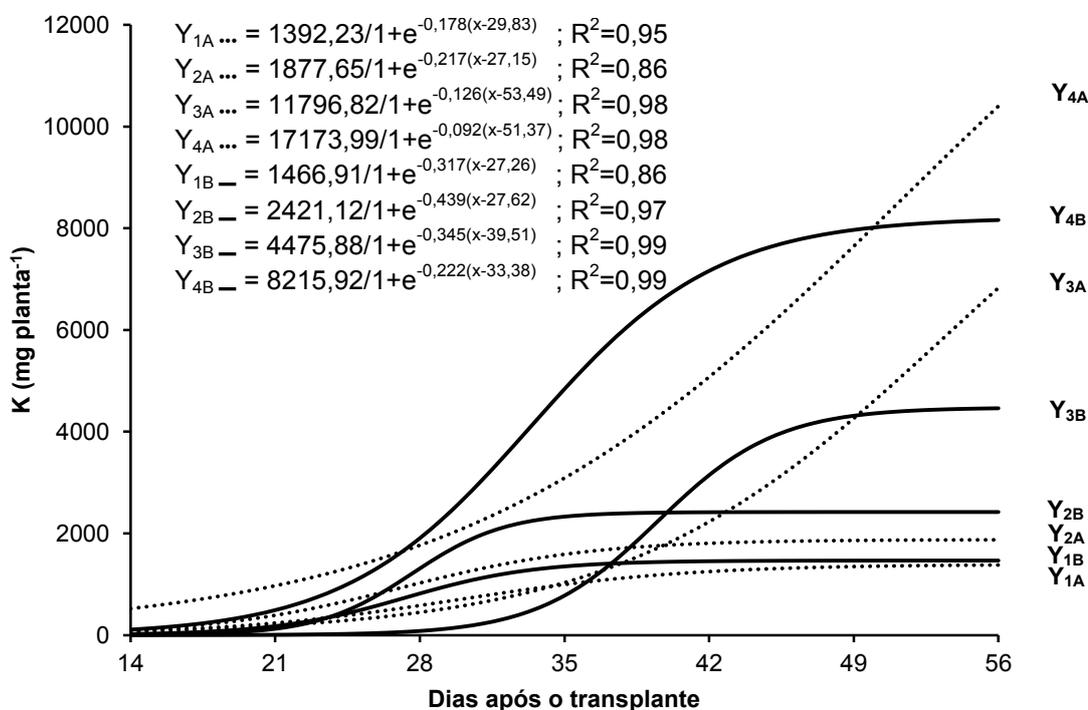
Foi observado grande aumento no acúmulo de P total no período de 28 a 56 DAT, na cultivar 'Olimpic express', e de 28 a 49 DAT na cultivar 'Iracema', sendo de 691,7 e 403,3 mg planta<sup>-1</sup>, respectivamente. Os frutos do melão 'Olimpic express' e 'Iracema' acumularam, nesse intervalo, 547,2 e 331,4 mg planta<sup>-1</sup> de P, respectivamente, significando 68 e 58% do total acumulado pela planta.

No final do ciclo, os acúmulos de P nas hastes e folhas foram 40,3 e 174,9 mg planta<sup>-1</sup> na 'Olimpic express' e de 39,8 e 135,4 g planta<sup>-1</sup> na 'Iracema', respectivamente. Os frutos acumularam 587,1 e 398,4 mg planta<sup>-1</sup> de P na 'Olimpic express' e 'Iracema', respectivamente, correspondendo a 72,3 e 70,1% do total

acumulado na planta. Rincon et al. (1998), Rodriguez e Pire (2004) e Melo (2011) verificaram acúmulos de P nos frutos entre 58,2 e 75,2% em relação ao total.

O K foi o nutriente mais acumulado em ambas as cultivares de melão, assim como constatado também por Rincon et al. (1998), Kano et al. (2010) e Temóteo et al. (2010) em melão, e por Grangeiro e Cecílio Filho (2004), Silva Júnior et al. (2006), Vidigal et al. (2007) e Oliveira et al. (2008) em outras cucurbitáceas. Por outro lado, o N, segundo Rodríguez e Pire (2004) e Melo (2011), e o Ca, de acordo a Ramírez e Berstch (1997), foram os nutrientes mais acumulados no meloeiro.

Até 34 e 39 DAT, os acúmulos de K nas hastes ( $943,5 \text{ g planta}^{-1}$ ) e nas folhas ( $1.744,9 \text{ g planta}^{-1}$ ), respectivamente, superaram o acúmulo de K nos frutos, em 'Olimpic express'. Na 'Iracema', até 37 e 39 DAT, as quantidades presentes de K nas hastes ( $1.403,0 \text{ g planta}^{-1}$ ) e folhas ( $2.405,0 \text{ g planta}^{-1}$ ), respectivamente, foram maiores do que a quantidade acumulada no fruto. A partir de 39 DAT, os acúmulos de K em frutos de melão, em ambas cultivares, superaram aos acúmulos nas partes vegetativas (Figura 4).



**Figura 4.** Acúmulo de potássio nas hastes ( $Y_1$ ), folhas ( $Y_2$ ), frutos ( $Y_3$ ) e total ( $Y_4$ ) do meloeiro 'Olimpic express' (A) e 'Iracema' (B), no decorrer do ciclo

Elevado acúmulo de K nos frutos foi observado entre 35 e 56 DAT, em melão 'Olimpic express', e entre 35 e 45 DAT em 'Iracema' (Figura 4). Nesses períodos foram acumulados nos frutos 5.795,5 ('Olimpic express') e 3.116,1 mg planta<sup>-1</sup> ('Iracema'), representando 56 e 38%, respectivamente, do total acumulado pela planta. O K é um nutriente que influencia principalmente a maturação de frutos, e seu maior acúmulo, observado nesta parte da planta, promove melhoria das qualidades organolépticas, por estar relacionado com o aumento do teor de açúcares (CANTON et al., 2003).

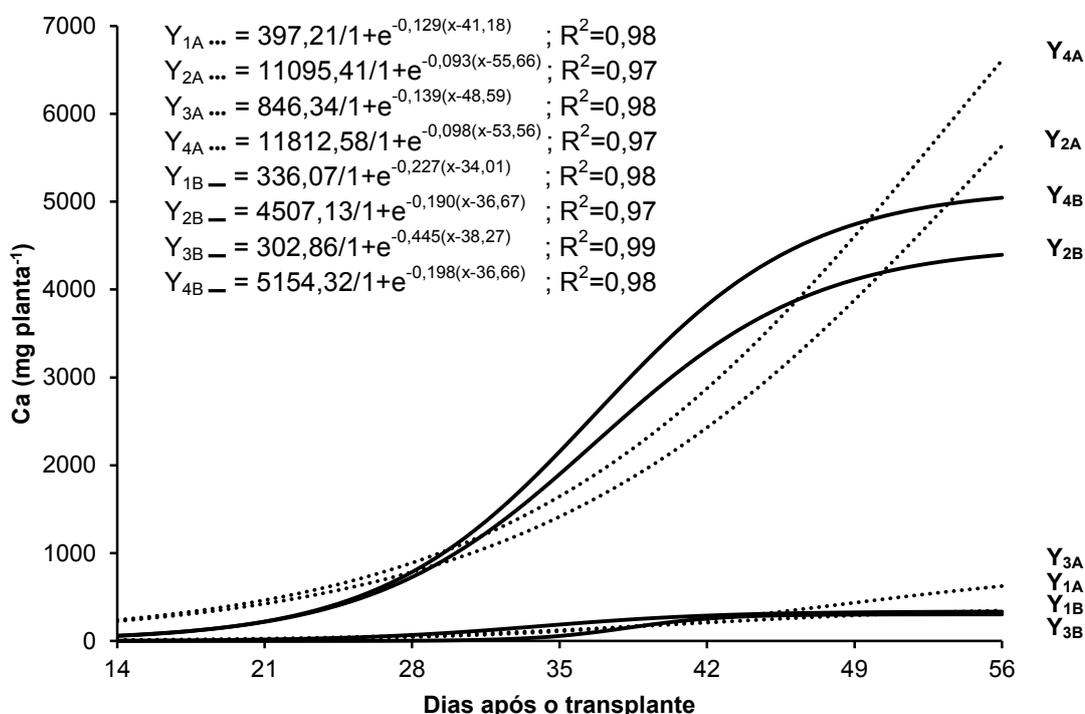
No final do ciclo, os frutos de 'Olimpic express' acumularam maior quantidade de K, 6.828,2 mg planta<sup>-1</sup>, seguido das folhas (1.874,1 mg planta<sup>-1</sup>) e hastes (1.379,3 mg planta<sup>-1</sup>), representando 65,7; 18,0 e 13,3% respectivamente, do total acumulado na planta. Da mesma forma, no melão 'Iracema', verificaram-se maiores acúmulos de K nos frutos (4.461,0 mg planta<sup>-1</sup>), folhas (2.421,1 mg planta<sup>-1</sup>) e hastes (1.466,8 mg planta<sup>-1</sup>), representando 54,8; 29,7 e 18,0%, respectivamente, do total acumulado nessa cultivar. O acúmulo de K nos frutos das cultivares avaliadas foram maiores que os obtidos por Rodríguez e Pire (2004), 2.826,0 mg planta<sup>-1</sup>, e por Melo (2011), 2.890,0 mg planta<sup>-1</sup>, mas menores que o verificado por Kano et al. (2010), 7.016,0 mg planta<sup>-1</sup>.

Durante todo o ciclo, nas cultivares 'Olimpic express' e 'Iracema', o acúmulo de Ca nas folhas foi superior aos de outras partes da planta (Figura 5). Rincon et al. (1998), Rodríguez e Pire (2004), Silva Júnior et al. (2006), Kano et al. (2010) e Melo (2011) constataram o mesmo resultado. O Ca está associado com a formação de flores perfeitas, a qualidade do fruto e a produtividade em cucurbitáceas (TRANI et al., 1993).

No melão 'Iracema', a dinâmica de acúmulo deste nutriente nas hastes foi praticamente semelhante ao dos frutos, enquanto na 'Olimpic express', houve uma pequena diferença entre essas partes da planta.

No final do ciclo, a cultivar 'Olimpic express' acumulou 5.634,0 (folhas); 624,2 (frutos) e 346,5 (hastes) mg planta<sup>-1</sup> de Ca, que representaram 85,3; 9,4 e 5,2%, respectivamente, do total acumulado na planta. Na 'Iracema' os acúmulos de Ca nas folhas, hastes e frutos foram 4.395,4; 333,8 e 302,8 mg planta<sup>-1</sup>, respectivamente, significando 87,1; 6,6 e 6,0%, do acúmulo total na planta. Kano et

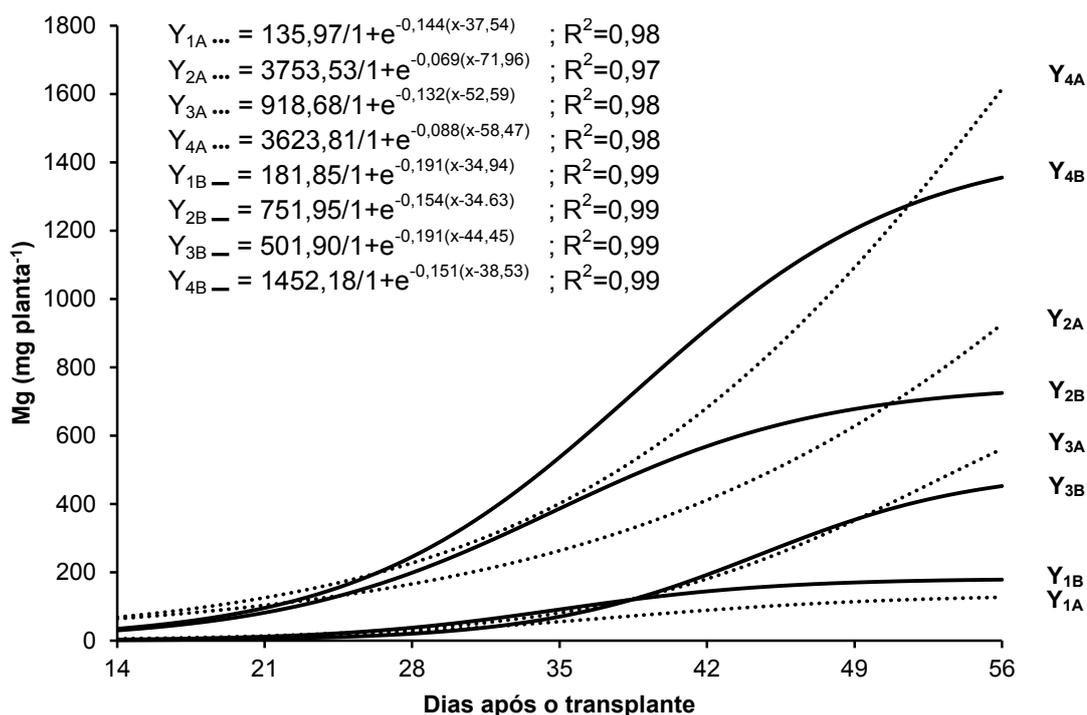
al. (2010) e Melo (2011) obtiveram acúmulo de Ca nas folhas de 5.560,0 e 5.760,0 mg planta<sup>-1</sup>, respectivamente, ao final do ciclo, sendo próximas ao valor encontrado na cultivar 'Olympic express', e superiores ao da 'Iracema'.



**Figura 5.** Acúmulo de cálcio nas hastes ( $Y_1$ ), folhas ( $Y_2$ ), frutos ( $Y_3$ ) e total ( $Y_4$ ) do meloeiro 'Olympic express' (A) e 'Iracema' (B), no decorrer do ciclo

A elevada transpiração das folhas em relação às outras partes da planta faz com que o Ca seja transportado via xilema predominantemente para esse órgão. Como o Ca é praticamente imóvel na planta, tem-se baixíssima taxa de redistribuição desse nutriente, o que explica a pequena quantidade nos frutos e elevado acúmulo nas folhas.

Assim como verificado para o Ca, o Mg foi outro nutriente que se acumulou em maior quantidade nas folhas das cultivares de melão 'Olympic express' e 'Iracema' (Figura 6). Rincon et al. (1998), Rodríguez e Pire (2004) e Silva Júnior et al. (2006) também constataram maior acúmulo desse nutriente nas folhas.



**Figura 6.** Acúmulo de magnésio nas hastes ( $Y_1$ ), folhas ( $Y_2$ ), frutos ( $Y_3$ ) e total ( $Y_4$ ) do meloeiro 'Olympic express' (A) e 'Iracema' (B), no decorrer do ciclo

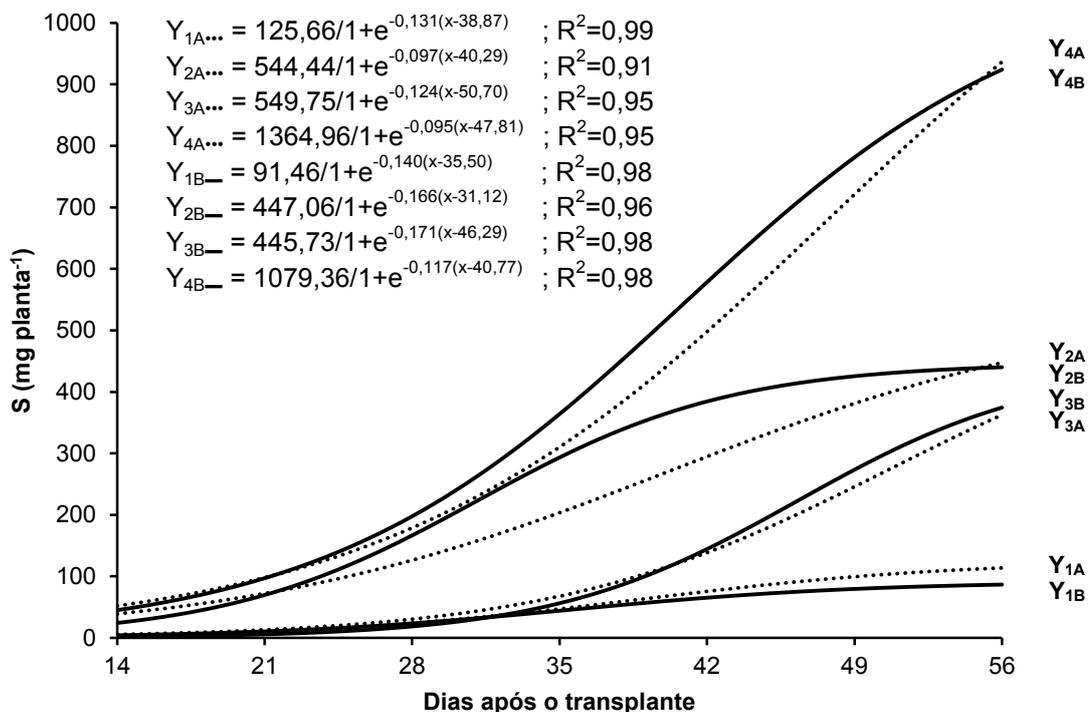
O acúmulo de Mg nos frutos das cultivares de melão 'Olympic express' e 'Iracema', teve comportamento semelhante. Entretanto, a partir de 49 DAT observou-se maior acúmulo de Mg em 'Olympic express'.

No final do ciclo, as folhas, frutos e hastes acumularam 926,4; 561,1 e 127,1 mg planta<sup>-1</sup> de Mg, respectivamente, representando 57,4; 34,8 e 7,9% do total acumulado no melão 'Olympic express'. Na 'Iracema', observaram-se acúmulos de 725,0 (folhas); 452,5 (frutos) e 178,7 (hastes) mg planta<sup>-1</sup>, que significaram 53,5; 33,4 e 13,2%, respectivamente, do acúmulo total na planta. O máximo acúmulo de Mg nas folhas de ambas as cultivares foi menor que o obtido por Kano et al. (2010), 2.059,0 mg planta<sup>-1</sup>, mas, foi maior que o verificado por Melo (2011), 634,0 mg planta<sup>-1</sup>.

A elevada quantidade de Mg nas folhas se deve provavelmente, ao fato deste elemento estar associado à molécula de clorofila. No entanto, entre 70 a 85% do Mg nas plantas, atua como cofator de muitos processos enzimáticos associados à fosforilação, desfosforilação, hidrólise de vários compostos, e como estabilizador

estrutural para os diferentes nucleotídeos, e sua deficiência pode afetar o crescimento, a produtividade e a qualidade de frutos (MERHAUT, 2007).

O S, como o Ca e o Mg, teve maior acúmulo nas folhas, seguido dos frutos e hastes, em ambas as cultivares avaliadas (Figura 7).



**Figura 7.** Acúmulo de enxofre nas hastes ( $Y_1$ ), folhas ( $Y_2$ ), frutos ( $Y_3$ ) e total ( $Y_4$ ) do meloeiro 'Olympic express' (A) e 'Iracema' (B), no decorrer do ciclo

A dinâmica de acúmulo de S, observada nas hastes e frutos de ambas cultivares de melão, foi semelhante (Figura 7). Maior acúmulo de S foi observado de 21 a 49 DAT nas folhas de melão 'Olympic express'. Nesse intervalo, foram acumulados 309,0 g planta<sup>-1</sup>, que correspondeu a 69% do acumulado nessa parte da planta no final do ciclo e, a 33% do total acumulado pela planta. Nas folhas do melão 'Iracema', maior acúmulo ocorreu entre 21 e 42 DAT, equivalente a 314,7 g planta<sup>-1</sup>, o que representou 71,5% do total acumulado nessa parte da planta, e a 34% do total acumulado na planta nesse período.

No final do ciclo, houve acúmulos de 447,4; 362,6 e 113,7 g planta<sup>-1</sup> de S nas folhas, frutos e hastes, respectivamente, que corresponderam a 47,8; 38,7 e 12,1%

do total acumulado no melão 'Olimpic express' (936,4 mg planta<sup>-1</sup>). Em relação ao melão 'Iracema', observaram-se acúmulos de 440,1; 374,5 e 86,6 g planta<sup>-1</sup> de S nas folhas, frutos e hastes, respectivamente, significando 47,6; 40,5 e 9,4% do total acumulado nessa cultivar (923,9 mg planta<sup>-1</sup>). Os acúmulos totais de S em ambas as cultivares foram maiores que o verificado por Melo (2011), 615,0 mg planta<sup>-1</sup>, mas menores do que o constatado por Kano et al. (2010), 1.440,0 mg planta<sup>-1</sup>.

O acúmulo de macronutrientes da cultivar de melão 'Olimpic express', em densidade populacional de 16.667 plantas por hectare e produtividade comercial e total de 24 e 32 t ha<sup>-1</sup>, foi de 101,1; 13,5; 173,4; 110,1; 26,9 e 15,6 kg ha<sup>-1</sup> de N, P, K, Ca, Mg e S, respectivamente. Na cultivar de melão 'Iracema', o acúmulo foi 93,9; 9,5; 136,0; 84,1; 22,6 e 15,4 kg ha<sup>-1</sup> de N, P, K, Ca, Mg e S, respectivamente, para a mesma população de plantas, e produtividade comercial e total de 30 e 38 t ha<sup>-1</sup>. Portanto, mesmo acumulando menor matéria seca total e produzindo menos frutos que 'Iracema', 'Olimpic express' acumulou maiores quantidades de macronutrientes, com destaque para N e K, caracterizando menor eficiência no uso dos nutrientes na produção. Sob o ponto de vista nutricional, mais interessante é o fruto da cultivar 'Olimpic express' pois contém maiores teores de macronutrientes.

A sequência de maior demanda por macronutrientes nas cultivares avaliadas seguiu a ordem decrescente K>Ca>N>Mg>S>P ('Olimpic express') e K>N>Ca>Mg>S>P ('Iracema'), diferindo somente pela posição do Ca e do N. Kano et al. (2010) constataram sequência similar ao obtido na cultivar 'Olimpic express'; já Rincon et al. (1998) obtiveram sequência semelhante ao 'Iracema' (K>N>Ca>Mg>P), exceto pelo S, que não foi avaliado. Ramírez e Berstch (1997), Rodríguez e Pire (2004) e Silva Júnior et al. (2006) obtiveram sequência de acúmulo de macronutrientes de Ca>K>N>Mg>P, N>K>Ca>Mg>P e K>Ca>N>P>Mg, respectivamente, sendo o S não avaliado. Com avaliação do S, Melo (2011) constatou acúmulo de N>Ca>K>P>Mg>S.

As quantidades de N, P, K, Ca, Mg e S que foram exportados, ou seja, acumulados nos frutos de melão, em relação aos totais acumulados por 'Olimpic express' e 'Iracema', corresponderam a 61,1; 72,7; 65,7; 9,4; 34,8 e 38,7% e 57,6; 70,1; 54,7; 6,0; 33,4 e 40,5%, respectivamente.

## CONCLUSÕES

As plantas de melão das cultivares 'Olimpic express' e 'Iracema' tem crescimento lento no estágio vegetativo, intensificando-se o acúmulo de matéria seca em todas as partes da planta, durante o estágio reprodutivo, sobretudo nos frutos.

No final do ciclo, a produção estimada de matéria seca total nas cultivares 'Olimpic express' e 'Iracema' foi de 246,4 e 266,9 g planta<sup>-1</sup>, com participação dos frutos de 60 e 64%, respectivamente.

Maiores acúmulos de N, P e K ocorrem nos frutos, enquanto de Ca, Mg e S ocorrem nas folhas de ambas as cultivares de melão, 'Olimpic express' e 'Iracema'.

No final do ciclo, a sequência decrescente e as quantidades acumuladas de macronutrientes, na cultivar de melão 'Olimpic express', são 173,4; 110,1; 101,1; 26,9; 15,6 e 13,5 kg ha<sup>-1</sup> de K, Ca, N, Mg, S e P, respectivamente, e na cultivar 'Iracema' são 136,0; 93,9; 84,1; 22,6; 15,4 e 9,5 kg ha<sup>-1</sup> de K, N, Ca, Mg, S e P, respectivamente.

Com menor produção de frutos e maior acúmulo de nutrientes, 'Olimpic express' caracteriza-se como menos eficiente no uso dos nutrientes do que 'Iracema'.

## REFERÊNCIAS

AGRIANUAL 2011. **Anuário da agricultura brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria & Comércio, 2011. 482 p.

ABRÊU, F. L. G. de; CAZETTA, J. O.; XAVIER, T. F. Adubação fosfatada no meloeiro-amarelo: reflexos na produção e qualidade dos frutos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n. 4, p.1266-1274, 2011.

ALVAREZ V., V. H. Correlação e calibração de métodos de análise de solos. In: ALVAREZ V., V. H.; FONTES, L. E. F.; FONTES, M. P. F. (Eds.). **O solo nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentado**. Viçosa, MG: SBCS/UFV/DPS, 1996. p. 615-646.

ALVAREZ V., V. H.; DIAS, L. E.; OLIVEIRA, J. A. **Determinação do fósforo remanescente ( $P_{rem}$ )**. Viçosa, MG: Departamento de Solos, UFV, 1995. 11 p.

ALVAREZ V., V. H.; NOVAIS, R. F. de; BARROS, N. F. de; CANTARUTTI, R. B.; LOPES, A. S. Interpretação dos resultados das análises de solos. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; Alvarez V., V. H. (Eds.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais (5ª aproximação)**. Viçosa, MG: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. p 19-24.

AMORIM, L. B. de; MARTINS, C. M.; ALVES, W. P. L. B. da C.; FREIRE, M. B. G. dos S.; SOUZA, E. R. de. Disponibilidade de fósforo em Neossolo Quartzarênico cultivado com melão. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 21, n. 3, p. 141-146, 2008.

BATAGLIA, O. C.; FURLANI, A. M. C.; TEIXEIRA, J. P. F.; FURLANI, P. R.; GALLO, J. R. **Métodos de análise química de plantas**. Campinas: Instituto Agronômico & Fundação IAC, 1983. 48 p.

BERTSCH, F. **Absorción de nutrimentos por los cultivos**. San José, Costa Rica: ACCS. 307 p.

CANTÓN, J. M.; GALERA, I.; MARTÍNEZ, A. El cultivo protegido del melón. In: CAMACHO, F. (Ed.). **Técnicas de producción en cultivos protegidos (Tomo 2 de 2)**. Almería, España: Caja Rural de Almería, 2003. p. 589-648.

CASAS, A.; CASAS, E. **Análisis de suelo-agua-planta y su aplicación en la nutrición de cultivos hortícolas en la zona peninsular**. 2. ed. Almería, España: Caja Rural de Almería, 1999. 249 p.

CEAGESP – Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo. **Preços no atacado**. Disponível em: <<http://www.ceagesp.gov.br/cotacoes/>>. Acesso em: 5 out. 2012.

COSTA, C. C.; CECÍLIO FILHO, A. B.; REZENDE, B. L. A.; BARBOSA, J. C. Crescimento e partição de assimilados em melão cantaloupe em função de concentrações de fósforo em solução nutritiva. **Científica**, Jaboticabal, v. 34, n. 1, p. 123-130, 2006.

CRISÓSTOMO, L. A.; SANTOS, A. A. dos; RAIJ, B. van; FARIA, C. M. B. de; SILVA, D. J. da; FERNANDES, F. A. M.; SANTOS, F. J. de S.; CRISÓSTOMO, J. R.; FREITAS, J. de A. D. de; HOLANDA, J. S. de; CARDOSO, J. W.; COSTA, N. D. **Adução, irrigação, híbridos e práticas culturais para o meloeiro no Nordeste**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2002. 21 p. (Circular Técnica 14).

DAMASCENO, A. P. A. B.; MEDEIROS, J. F. de; MEDEIROS, D. C. de; MELO, I. G. C. e; DANTAS, D. da C. Crescimento e marcha de absorção de nutrientes do melão cantaloupe tipo “Harper” fertirrigado com doses de N e K. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 25, n. 1, p. 137-146, 2012.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 1997. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa - Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1997. 212 p.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 2006. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.

FAGERIA, N. K. **The use of nutrients in crop plants**. Boca Raton, FL: Taylor & Francis Group, 2009. 430 p.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Faostat**. Disponível em: <<http://www.faostat.fao.org/site/567/default.aspx#ancor>>. Acesso em: 5 jan. 2011.

FARIA, C. M. B.; PEREIRA, J. R.; POSSÍDEO, E. L. de. Adubação orgânica e mineral na cultura do melão num vertissolo do Submédio São Francisco. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 2, p. 191-197, 1994.

FARIA, C. M. B. de; SILVA, D. J.; PINTO, J. M.; GOMES, T. C. de A. Efeito de fosfatos naturais em plantas de melão cultivadas em vasos. **Revista Brasileira da Ciência do Solo**, Viçosa, v. 30, p.1083-1091, 2006.

FARIAS, D. R. de; OLIVEIRA, F. H. T. de; SANTOS, D.; ARRUDA, J. A. de; HOFFMANN, R. B.; NOVAIS, R. F. Fósforo em solos representativos do Estado da Paraíba. II – Disponibilidade de fósforo para plantas de milho. **Revista Brasileira da Ciência do Solo**, Viçosa, v. 33, p. 633-646, 2009.

FITA, A.; NUEZ, F.; PICÓ, B. Diversity in root architecture and response to P deficiency in seedlings of *Cucumis melo* L. **Euphytica**, Wageningen, v. 181, n. 3, p. 323-339, 2001.

GONÇALVES, G. K.; MEURER, E. J. Disponibilidade de fósforo em solos cultivados com arroz irrigado por alagamento no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira da Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, p. 2745-2750, 2008.

GRANGEIRO, L. C.; CECÍLIO FILHO, A. B. Acúmulo e exportação de macronutrientes pelo híbrido de melancia Tide. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 1, p. 93-97, 2004.

HAWKESFORD, M.; HORST, W.; KICHEY, T.; LAMBERS, H.; SCHJOERRING, J.; SKRUMSAGER MOLLER, I.; WHITE, P. Function of macronutrients. In: MARSCHNER, P. (Ed.) **Marschner's mineral nutrition**. 3. ed. Oxford, UK: Elsevier Ltd., 2012. p. 135-178.

IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Banco de dados por estado**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/estadostat>>. Acesso em: 12 jan. 2011.

JONES, C. M. Effects of benzyladenine on fruit set in muskmelon. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, New York, v. 87, p. 335-340, 1965.

KANO, C.; CARMELLO, Q. A. de C.; CARDOSO, S. da S.; FRIZZONE, J. A. Acúmulo de nutrientes pelo meloeiro rendilhado cultivado em ambiente protegido. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 31, sup. 1, p. 1155-1164, 2010.

KÖPPEN, W. **Climatologia**: con un estudio de los climas de la tierra. México: Fondo de Cultura Económica, 1948. 479 p.

LAU, T. - C.; STEPHENSON, A. G. Effects of soil phosphorus on pollen production, pollen size, pollen phosphorus content, and the ability to sire seeds in *Cucurbita pepo* (Cucurbitaceae). **Sexual Plant Reproduction**, v. 7, n. 4, p. 215-220, 1994.

LAMBERS, H.; BRUNDRETT, M. C.; RAVEN, J. A.; HOPPER, S. D. Plant mineral nutrition in ancient landscapes: high plant species diversity on infertile soils is linked to functional diversity for nutritional strategies. **Plant Soil**, v. 334, p. 11-31, 2010.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Ceres, 2006. 638 p.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. London: Academic Press, 1995. 674 p.

MEDEIROS, J. F. de; SILVA, M. C. de C.; CÂMARA NETO, F. G.; ALMEIDA, A. H. B. de; SOUZA, J. de O.; NEGREIROS, M. Z. de; SOARES, S. P. F. Crescimento e produção do melão cultivado sob cobertura de solo e diferentes frequências de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 10, n. 4, p. 792-797, 2006.

MELO, D. M. **Crescimento e acúmulo de nutrientes do meloeiro rendilhado cultivado em substrato**. 2011. 95 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Produção Vegetal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2011.

MENARY, R. C.; STADEN, J. V. Effect of phosphorus nutrition and cytokinins on flowering in the tomato, *Lycopersicon esculentum* Mill. **Australian Journal of Plant Physiology**, v. 3, p. 201-205, 1976.

MERHAUT, D. J. Magnesium. In: BARKER, A.; PILBEAM, D. J. (Ed.). **Handbook of plant nutrition**. Boca Raton: CRC Press, 2007. p. 146-172.

MIRANDA, L. N. de; AZEVEDO, J. A. de; MIRANDA, J. C. C. de; GOMES, A. C. Calibração de métodos de análise de fósforo e resposta do feijão ao fósforo no sulco. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 11, p. 1621-1627, 2002.

MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. Lavras: UFLA, 2006. 729 p.

NEGREIROS, M. Z. de; COSTA, F. de A.; MEDEIROS, J. F. de; LEITÃO, M. de M. V. B. R.; BEZERRA NETO, F.; SOBRINHO, J. E. Rendimento e qualidade do melão sob lâminas de irrigação e cobertura do solo com filmes de polietileno de diferentes cores. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 3, p. 773-779, 2005.

NEILSEN, G. H., HOGUE, E. J., PARCHOMCHUK, P. Flowering of apple trees in the second year is increased by first-year P fertilization. **Hortscience**, v. 25, p. 1247-1250, 1990.

OLIVEIRA, F. A.; MEDEIROS, J. F.; LIMA, C. J. G. S.; DUTRA, I. ; OLIVEIRA, M. K. T. Crescimento do meloeiro gália fertirrigado com diferentes doses de nitrogênio e potássio. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 21, n. 3, p. 168-173, 2008.

PRABHAKAR, B. S.; SRINIVAS, K.; SHUKLA, V. Yield and quality of muskmelon (cv. *Hara madhu*) in relation to spacing and fertilization. **Progressive Horticulture**, v. 17, p. 51-55, 1985.

RAIJ, B. van; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Instituto Agrônomo & Fundação IAC, 2001. 285 p.

RAIJ, B. van; QUAGGIO, A. J.; CANTARELLA, H.; ABREU, C. A. Interpretação de resultados de análise de solos. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. (Eds.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: Instituto Agrônomo & Fundação IAC, 1997. p. 8-13. (Boletim Técnico, 100).

RAMÍREZ, F.; BERTSCH, F. Curvas de crecimiento y de absorción de nutrientes en melón (*Cucumis melo*) "Honey dew" y sandía (*Citrullus lanatus*) "Crimson jewel". In: **Informe Anual. Proyecto potasio, fósforo y calida: efecto del potasio y el fósforo sobre el rendimiento y la calidad de algunos cultivos frutícolas**. San José: Instituto de la Potasa y el Fósforo, 1997.

SÀ, J. C. M. Adubação fosfatada no sistema plantio direto. In: YAMADA, T.; ABDALLA, S. R. S. (Eds.). **Fósforo na agricultura brasileira**. Piracicaba: POTAFOS, 2004. p. 201-222.

SANTOS, E. A.; KLIEMANN, H. J. Disponibilidade de fósforo de fosfatos naturais em solos de Cerrado e sua avaliação por extratores químicos. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiás, v. 35, p. 139-146, 2005.

SILVA, F. C. da; RAIJ, B. van. Disponibilidade de fósforo em solos avaliada por diferentes extratores. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, p. 267-288, 1999.

SOUSA, D. M. G. de; LOBATO, E. Adubação fosfatada em solos da região cerrado. In: YAMADA, T.; ABDALLA, S. R. S. (Eds.). **Fósforo na agricultura brasileira**. Piracicaba: POTAFOS, 2004. p. 157-200.

STAUFFER, M. D.; SULEWSKI, G. Fósforo - essencial para a vida. In: YAMADA, T.; ABDALLA, S. R. S. (Eds.) **Fósforo na agricultura brasileira**. Piracicaba: POTAFOS, 2004. p. 435-455.

RIBEIRO, G. M. **Avaliação de metodologias na diagnose nutricional do melão cantaloupe irrigado na região da Chapada do Apodi – RN**. 2008. 86 f. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2008.

RINCON, L.; SAEZ, J.; PEREZ, J. A.; PELLICER, C.; GOMEZ, M. D. Crecimiento y absorción de nutrientes del melón bajo invernadero. **Investigación Agrária: Producción y Protección Vegetal**, Madrid, v. 13, n. 1-2, p. 111-120, 1998.

RODRÍGUEZ, Z.; PIRE, R. Extracción de N, P, K, Ca e Mg por plantas de melón (*Cucumis melo* L.) híbrido Packstar bajo condiciones de Tarabana. **Revista de la Facultad de Agronomía**, Caracas, v. 21, n. 2, p. 141-154, 2004.

SANCHEZ, C. A. Phosphorus. In: BARKER, A. V.; PILBEAM, D. J. (Eds.). **Handbook of plant nutrition**. Boca Raton, FL: Taylor & Francis Group, 2006. p. 51-90.

SECEX - Secretaria de Comércio Exterior. **Exportação brasileira, município de Mossoró**. Disponível em: <<http://www.mdic.gov.br/sitio/sistema/balanca/>>. Acesso em: 5 jan. 2011.

SILVA, P. S. L. E.; RODRIGUES, V. L. P.; AQUINO, B. F. de; MEDEIROS, J. F. de, SILVA, J. da. Response of melon plants to nitrogen and phosphorus application. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 20, p. 64-70, 2007.

SILVA JÚNIOR, M. J. da; MEDEIROS, J. F. de; OLIVEIRA, F. H. T. de; DUTRA, I. Acúmulo e matéria seca e absorção de nutrientes pelo meloeiro pele-de-sapo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 10, n. 2, p. 364-368, 2006.

SRINIVAS, K.; PRABHAKAR, B. S. Response of muskmelon (*Cucumis melo* L.) to varying lends of spacing and fertilizens. **Singapore Journal of Primary Industries**, v. 12, p. 56-61, 1984.

TEMÓTEO, A. da S.; MEDEIROS, J. F. de; DUTRA, I.; OLIVEIRA, F. de A. de. Crescimento e acúmulo de nitrogênio e potássio pelo melão pele de sapo fertirrigado. **Irriga**, Botucatu, v. 15, n. 3, p. 275-281, 2010.

TRANI, P. E.; RAIJ, B. van. Hortaliças. In: RAIJ B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. (Eds.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: Instituto Agronômico & Fundação IAC, 1997. p. 155-164 (Boletim Técnico, 100).

TRANI, P. E.; VILLA, W.; MINAMI, K. Nutrição mineral, calagem e adubação da melancia. In: MINAMI, K.; IAMAUTI, M. **Cultura da melancia**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1993. p. 19-47.

VIDIGAL, S. M.; PACHECO, D. D.; FACION, C. E. Crescimento e acúmulo de nutrientes pela abóbora híbrida tipo Tetsukabuto. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 25, n.3, p. 375-380. 2007.

WOOD, C. W. Agriculture phosphorus and water quality: An overview. In: THOMAS, J. (Ed.). **Soil testing for phosphorus: environmental uses and implications**. Newark, DE: University of Delaware, 1998. p. 5-12.

YAMADA, T.; ABADALLA, S. R. S. **Fósforo na agricultura brasileira**. Piracicaba: POTAFOS, 2004. p. 726.