

Estado nutricional da melancia fertirrigada com doses de nitrogênio e fósforo

Nutritional status of watermelon fertirrigation with nitrogen and phosphorus rates

Marcelo Sobreira de Souza^{1*}; José Francismar de Medeiros²;
Max Venicius Teixeira da Silva³; Otaciana Maria dos Prazeres da Silva⁴;
Sérgio Weine Paulino Chaves⁵

Resumo

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de doses de N e P_2O_5 via água de irrigação na absorção de macro e micronutrientes pela cultura da melancia. O experimento foi realizado na Fazenda Santa Luzia, localizada no município de Baraúna – RN (5° 05' 57"S e 37° 33' 16"W). O delineamento experimental utilizado foi em blocos inteiramente casualizados em arranjo fatorial com cultivo em faixas (4 x 4) x 2, resultando em 32 tratamentos, com três repetições. Os tratamentos foram formados por quatro doses de nitrogênio – N (0; 48; 121; 218 kg ha⁻¹) combinadas com quatro doses de fósforo – P_2O_5 (0; 88; 220; 397 kg ha⁻¹) com duas cultivares de melancia. Em nenhum dos tratamentos foi encontrado deficiência de N, P, K, Ca, Mg, Fe e Mn nas folhas da melancia, com exceção de Cu e Zn. As doses de N e P_2O_5 , bem como as suas interações, proporcionaram efeito significativo sobre os teores dos macronutrientes nas folhas da melancia. Os macronutrientes mais absorvidos pelas folhas da melancia foram N>Ca>K>Mg>P.

Palavras-chave: *Citrullus lanatus*, análise foliar, macronutrientes, micronutrientes

Abstract

The objective of this work was to evaluate the effect of N and P_2O_5 rates through irrigation water on the uptake of macro and micronutrients by watermelon crop. The study was conducted at the farm Santa Luzia, in Baraúna, in the State of Rio Grande do Norte, Brazil (5° 05' 57"S e 37° 33' 16"W). The experimental design was completely randomized blocks with strip cropping (4 x 4) x 2, resulting and thirty two treatments with three replicates. The treatments consisted in the application of four N rates (0; 48; 121; 218 kg ha⁻¹) combined with four rates of P_2O_5 (0; 88; 220; 397 kg ha⁻¹) with two cultivars of watermelon. No deficiency of N, P, K, Ca, Mg, Fe and Mn in the watermelon leaves was found in any treatment, excepting Cu and Zn. The N and P_2O_5 rates, as well as the interaction, provide significant effect on contents of macronutrients in the watermelon leaves. Macronutrients most absorbed by the leaves of watermelon were N>Ca>K>Mg>P.

Key words: *Citrullus lanatus*, leaf analysis, macronutrients, micronutrients

¹ Dr. em Fitotecnia, Engenheiro Agrônomo, INCRA, Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária, Teresina, PI. E-mail: mrcelosobreira@gmail.com

² Dr. em Agronomia, Pesquisador da Universidade Federal Rural do Semiárido, UFRSA, Mossoró, RN. E-mail: jfmedeir@ufersa.edu.br

³ Discente do Curso de Graduação em Agronomia, UFRSA, Mossoró, RN. E-mail: max_agro_88@hotmail.com

⁴ Discente do Curso de Mestrado em Fitotecnia, UFRSA, Mossoró, RN. E-mail: otaciana_silva@yahoo.com.br

⁵ Dr. em Agronomia, Prof. Adjunto, UFRSA, Mossoró, RN. E-mail: swchaves@ufersa.edu.br

* Autor para correspondência

Introdução

A fruticultura irrigada ocupa posição de destaque na agricultura nordestina. As condições edafoclimáticas da região, associadas a tecnologias adequadas, propiciam boa produtividade e frutos com excelente qualidade, atendendo às exigências dos mercados interno e externo. A fertirrigação é uma tecnologia que veio incrementar a produtividade e a melhoria na qualidade dos frutos, pois contribui para o fornecimento de nutrientes no momento adequado e na quantidade desejada, junto ao sistema radicular da planta proporcionando uma melhor eficiência na absorção de nutrientes.

Com o auxílio dessa tecnologia e com a evolução do melhoramento genético e o surgimento de cultivares modernas de melancia, principalmente os híbridos com alta produtividade, nos últimos cinco anos, a área cultivada com melancia no Estado do Rio Grande do Norte, mas especificamente na região de Mossoró onde se encontra a maior área irrigada do Estado, tem aumentado significativamente. As melancias híbridas diplóide (com sementes) e triplóide (sem sementes) estão substituindo as cultivares tradicionais, visando o aumento da uniformidade e produtividade, destinadas principalmente ao mercado externo (SILVA et al., 2012).

Os híbridos não possuem a mesma necessidade nutricional que as cultivares tradicionais de melancia. Assim, a nutrição dessas novas cultivares devem ser diferenciadas e baseadas em estudos com plantas e sistemas de cultivo específicos. Porém, os produtores da região não possuem informações sobre as doses necessárias de adubos para alcançar o máximo rendimento da melancia e melhorar a qualidade dos frutos, principalmente em relação aos novos híbridos introduzidos na região. Esses produtores estão aplicando altas quantidades de fertilizantes, maiores que as necessárias para o rendimento máximo, aumentando dessa forma os custos de produção e os danos causados ao meio ambiente, podendo tornar essa prática agrícola insustentável.

Dentre os nutrientes necessários ao desenvolvimento da melancia o nitrogênio e o fósforo são os que requerem maior atenção dentro de um programa nutricional. O fósforo é requerido devido ao seu baixo teor nos solos das regiões tropicais (PRADO; VALE; ROMUALDO, 2005; NOVAIS; SMYTH, 1999), seu elevado poder de imobilização do nutriente adicionado (EPSTEIN; BLOOM, 2006), sua baixa mobilidade no solo (COSTA et al., 2009) e por sua alta demanda pelas plantas na fase inicial de crescimento (NOVAIS; SMYTH, 1999). O nitrogênio devido a sua grande mobilidade no solo pode ser facilmente lixiviado podendo, ao longo do tempo, atingir o lençol freático e os corpos de água por ele alimentados (DYNIA; SOUZA; BOEIRA, 2006; CORREA; WHITE; WEATHERLEY, 2006; PHILLIPS; BURTON, 2005).

A análise foliar é uma importante ferramenta para o bom desenvolvimento de um pacote nutricional; através dela, pode-se saber se determinado nutriente está sendo absorvido na quantidade necessária ou se está havendo deficiência ou toxicidade dele em situações não diagnosticadas visualmente (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1997).

O teor de nutrientes nas plantas varia de acordo com seu desenvolvimento, sendo distinto na floração, formação e crescimento dos frutos. O conhecimento da exigência nutricional e de concentração dos nutrientes por meio de órgãos representativos nas plantas é importante para estabelecer as quantidades e o momento certo dos nutrientes serem aplicados de acordo com a fase de desenvolvimento, obtendo-se, assim, melhores rendimentos (RAIJ, 1991).

A diagnose foliar é um método de avaliação do estado nutricional das culturas, em que se analisam determinadas folhas em períodos definidos do ciclo da planta. As folhas são os órgãos que melhor refletem o estado nutricional das plantas, isto é, respondem mais às variações no suprimento dos elementos, seja pelos já existentes no solo ou pela adição de adubo (MALAVOLTA, 2006).

Na melancia, as faixas críticas mais utilizadas

para os teores foliares são as propostas por Trani e Raij (1996), com variações em g kg⁻¹: N - 25,0 a 50,0; P - 3,0 a 7,0; K - 25,0 a 40,0; Ca - 25,0 a 50,0; Mg - 2,0 a 12,0; S - 2, a 3,0; em mg kg⁻¹: B - 30,0 a 80,0; Cu - 10,0 a 15,0; Fe - 50,0 a 300,0; Mn - 50,0 a 200,0; Zn - 20,0 a 60,0 e considerando a coleta da quinta folha a partir da ponta, excluindo o tufo apical, da metade até 2/3 do ciclo da planta, em 15 plantas. Raij et al. (1997), Locascio (1996), IFA (2006), Jones Junior, Wolf e Mills (1991) e Malavolta, Vitti e Oliveira (1997) também fazem citações às faixas adequadas ou suficientes para a cultura da melancia.

Assim, o objetivo do estudo foi o de verificar o efeito de adubações com doses crescentes de N e de P₂O₅, via fertirrigação, nos teores foliares de macro e micronutrientes na cultura da melancia.

Material e Métodos

O experimento foi desenvolvido no período de setembro a novembro de 2010 na Fazenda Santa Luzia, distrito de Juremal, localizada no município de Baraúna - RN, nas coordenadas geográficas 5° 05' 57"S e 37° 33' 16"W, e altitude de 125 m em relação ao nível do mar. O clima da região, segundo classificação de Köppen, é do tipo Bsw^h, isto é, tropical semiárido muito quente e seco, com estação chuvosa no verão, atrasando-se para o outono. O município de Baraúna está localizado na Chapada do Apodi, Microrregião de Mossoró, com precipitação pluviométrica bastante irregular, média anual de 673,9 mm; temperatura média anual de 27°C e umidade relativa do ar média de 68,9% (CARMO FILHO; OLIVEIRA, 1995).

O solo da área experimental foi classificado como Cambissolo eutrófico de textura média (EMBRAPA, 1999) com as seguintes características químicas: pH em H₂O = 7,20; P (Mehlich) = 11,6 mg dm⁻³; K = 2,1 cmol_c dm⁻³; H + Al = 0,0 cmol_c dm⁻³; Ca = 22,7 cmol_c dm⁻³, Mg = 3,6 cmol_c dm⁻³, Soma de Bases (SB) = 28,4 cmol_c dm⁻³ e 18,4 g kg⁻¹ de matéria orgânica (MO).

A água utilizada na irrigação foi oriunda de um poço tubular do aquífero Calcário Jandaíra, apresentando as seguintes características: pH = 8,1; CE = 1,11 dS m⁻¹; K = 2,4 mmol_c L⁻¹; Ca = 5,4 mmol_c L⁻¹; Mg = 3,9 mmol_c L⁻¹; Na = 2,9 mmol_c L⁻¹; Cl = 4,4 mmol_c L⁻¹, CO₃⁻² = 0,4 mmol_c L⁻¹; HCO₃⁻ = 4,5 mmol_c L⁻¹ e razão de adsorção de sódio (RAS) = 1,35 (mmol L⁻¹)^{0,5}.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados em arranjo fatorial com cultivo em faixas (4 x 4) x 2, resultando em 32 tratamentos, com três repetições.

Os tratamentos foram formados por quatro doses de nitrogênio - N (N₁ - 0; N₂ - 48; N₃ - 121; N₄ - 218 kg ha⁻¹) combinadas com quatro doses de fósforo - P₂O₅ (P₁ - 0; P₂ - 88; P₃ - 220; P₄ - 397 kg ha⁻¹) em esquema fatorial, com duas cultivares de melancia nas subparcelas, em faixas. Para as doses de fósforo, 59% desses valores foram aplicados em fundação antes do transplântio, e os 41% restantes via fertirrigação. Esta distribuição da adubação fosfatada foi em função da elevação o teor de P do solo para um nível de segurança de 30 mg dm⁻³, na dose P3. As doses de nitrogênio foram aplicadas via fertirrigação.

As combinações das doses de nitrogênio e fósforo constituíram os seguintes tratamentos: T₁ = N₁P₁, T₂ = N₁P₂, T₃ = N₁P₃, T₄ = N₁P₄, T₅ = N₂P₁, T₆ = N₂P₂, T₇ = N₂P₃, T₈ = N₂P₄, T₉ = N₃P₁, T₁₀ = N₃P₂, T₁₁ = N₃P₃, T₁₂ = N₃P₄, T₁₃ = N₄P₁, T₁₄ = N₄P₂, T₁₅ = N₄P₃ e T₁₆ = N₄P₄.

As doses de nitrogênio e fósforo foram definidas a partir das recomendações médias de fertirrigação utilizadas pelos produtores da região, equivalente as doses N₃ e P₃. As demais doses foram definidas como sendo uma proporção de N₃ ou P₃, em que: N₁ = 0 x N₃; N₂ = 0,4 x N₃; N₃ = 1,0 x N₃; N₄ = 1,8 x N₃; P₁ = 0 x P₃; P₂ = 0,4 x P₃; P₃ = 1,0 x P₃; P₄ = 1,8 x P₃.

Os fertilizantes utilizados como fonte de N e P foram: uréia - 45% N, ácido nítrico - 10% N, ácido fosfórico - 48% P₂O₅. Na adubação nitrogenada,

90% do N foi aplicado na forma de uréia e 10% em ácido nítrico. Também foram aplicados em todos os tratamentos, em kg ha⁻¹: 120,0 de K₂O, 11,0 MgO e 0,75 de B, como fonte destes elementos utilizou-se cloreto de potássio - 62% K₂O, sulfato de magnésio - 16% MgO e ácido bórico - 17% B.

Os híbridos Olímpia (com sementes) e Leopard (sem sementes) foram semeados em bandejas de poliestireno com 200 células, preenchidas com substrato comercial Golden Mix à base de fibra de coco. O transplântio foi realizado aos 11 dias após semeadura para 'Olímpia' e aos 13 dias para 'Leopard', quando as mudas apresentavam duas folhas verdadeiras. O espaçamento utilizado foi o de 2,16 x 0,9 m para 'Olímpia' e de 2,16 x 0,6 m 'Leopard'.

As parcelas experimentais foram constituídas por uma fileira de 15,0 m de comprimento, sendo uma com 'Leopard' e a outra fileira com 'Olímpia', polinizadora da cultivar sem sementes.

O preparo do solo constou de uma aração e gradagem com auxílio de uma grade de discos acoplada ao trator e, em seguida foi realizado a elevação de canteiros com 0,2 m de altura e 0,5 m de largura, destinados ao plantio.

A adubação de fundação foi realizada manualmente, na profundidade 15 cm e distante 10 cm de cada gotejador. A quantidade aplicada de superfosfato simples, em kg ha⁻¹, foi de 290, 725 e 1306, respectivamente, para as doses P2, P3 e P4. Para a dose P1 não houve aplicação de fósforo.

O sistema de irrigação utilizado no experimento foi o gotejamento. Cada dose de N ou P foi aplicada por uma rede de tubulação individual, que possuía um sistema de injeção de fertilizante independente, tipo tanque de derivação. O sistema de irrigação foi avaliado duas vezes durante o cultivo, seguindo metodologia adaptada por Merriam e Keller (1978), apresentando vazão média, e coeficientes de uniformidade de emissão, respectivamente, de: 1,26 L h⁻¹ e 95,6 %.

O manejo da irrigação foi realizado com base na estimativa da evapotranspiração máxima da cultura (ET_m) conforme o método proposto pela FAO 56 (ALLEN et al., 2006), utilizando dados da estação meteorológica do INMET de Mossoró instalada a 20 km de distância da área experimental. Os coeficientes de cultivos (K_c) médios adotados nas fases fenológicas I, II, III e IV, após o transplântio das mudas, foram 0,32; 0,70; 1,11 e 0,92 com os seguintes comprimentos médios 17; 16; 17 e 15 dias, respectivamente. A lâmina bruta total de irrigação aplicada durante o ciclo da cultura foi de 292 mm.

Para a determinação dos teores foliares de nutrientes foi coletada a quinta folha completa (limbo + pecíolo), a partir da ponta da rama, excluindo o tufo apical (TRANI; RAIJ, 1996). Foram coletadas 25 folhas em cada tratamento em todas as parcelas, aos 38 dias após o transplântio (DAT), período de floração e início da frutificação.

Os teores de N total foram determinados pelo método semimicro Kjeldahl (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1997). Os teores de P foram determinados pelo método do complexo fosfomolibdico em meio redutor, adaptado por Braga e Defelipo (1974). O K por fotometria de emissão de chama e o Ca, Mg, Fe, Mn, Zn e Cu determinados por espectrofotômetro de absorção atômica.

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), conforme o delineamento descrito e procedeu-se a análise de regressão com auxílio do software SAEG v. 9.0 em função das doses N e de P₂O₅ (RIBEIRO JÚNIOR, 2001). As equações de regressão foram escolhidas com base na significância do modelo de regressão adotando-se o nível de 5% de probabilidade e dos coeficientes da equação de regressão, adotando-se o nível de 10% de probabilidade.

Resultados e Discussão

Considerando os teores de macro e micronutrientes em função das doses de N e P₂O₅

(Tabela 1) verificou-se que em todos os tratamentos o N foi o elemento mais absorvido pelas folhas das cultivares Olímpia e Leopard. O Ca foi segundo elemento mais absorvido pela cultivar Olímpia, seguido pelo K, Mg e P, com exceção apenas dos tratamentos T1, T5, T10 e T12 em que o P foi mais absorvido do que o Mg.

O K foi o segundo elemento mais absorvido pela cultivar Leopard em oito tratamentos (T1, T6, T8, T9, T11, T12, T13 e T16) e nos demais tratamentos o Ca foi mais absorvido que o K, embora a diferença entre estes elementos sejam mínimas, considerando a média geral, os teores foliares foram de 30,1 e 30,2 g kg⁻¹, respectivamente, para Ca e K. O Mg em média (4,1 g kg⁻¹) foi mais absorvido que o P (3,1 g kg⁻¹).

Com relação à absorção foliar de micronutrientes (Tabela 1), as duas cultivares apresentaram comportamento similares, onde os elementos mais absorvidos em ordem decrescente foram Fe, Mn, Zn e Cu.

Grangeiro e Cecílio Filho (2004) verificaram que no período de florescimento e início da frutificação o híbrido de melancia Tide acumulou na parte vegetativa em g kg⁻¹: 40,6 de N, 7,9 de P, 59,0 de K, 15,0 de Ca e 9,0 de Mg. Em outro experimento, desta vez com o híbrido de melancia

sem sementes Nova, as quantidades foliares acumuladas foram em g kg⁻¹: 63,0 de N, 7,6 de P, 30,9 de K, 14,7 de Ca e 4,6 de Mg (GRANGEIRO; CECÍLIO FILHO, 2005a).

Houve diferença significativa entre as cultivares, pelo teste de F, nos teores foliares de N, P, K, Mg e Fe (Tabela 1). Os teores foliares de N, P e Mg foram maiores na cultivar Olímpia, em torno de 3,5%; 45% e 24,4%, respectivamente, em relação a cultivar Leopard. Para esta, os teores foliares de K e Fe foram 48,3% e 24,3% maiores em relação à melancia Olímpia.

Pela análise de variância, verificou-se efeito isolado de doses de N e P₂O₅ nos teores foliares de P e micronutrientes, interação N x P₂O₅ para os teores foliares de N, K e Ca e interação cultivares x N x P₂O₅ para o Mg. Desdobrando as doses de P₂O₅ dentro das doses de N, pode-se observar pela Figura 1A que os teores foliares de N em função das doses de P₂O₅ responderam diferentemente para cada dose de N aplicada. Para as doses 0,0 e 218 kg ha⁻¹ de N a concentração de nitrogênio nas folhas foi de 47,3 e 51,2 g kg⁻¹ em média, respectivamente, sendo que nenhum modelo de regressão ajustou-se aos dados, evidenciando que a adubação fosfatada não influenciou nos teores foliares de nitrogênio quando se aplicou essas doses extremas de N.

Tabela 1. Valores foliares médios de macro e micronutrientes em melanciaira ‘Olímpia’ e ‘Leopard em função de doses de nitrogênio e fósforo.

Tratamentos	Doses		-----Nutrientes-----								
	N	P ₂ O ₅	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Zn	Mn	Cu
	-----kg ha ⁻¹ -----		-----g kg ⁻¹ -----						-----mg kg ⁻¹ -----		
Cultivar Olímpia											
1	0	0	45,6	5,1	22,6	37,5	4,0	205,7	26,8	80,8	12,2
2	0	88	50,2	3,5	18,4	36,1	4,6	213,2	19,2	94,7	13,0
3	0	220	43,7	4,1	15,8	34,1	5,4	184,8	21,4	92,7	12,7
4	0	397	47,7	3,8	20,0	30,3	6,1	191,4	20,5	77,1	11,8
5	48	0	47,0	4,8	22,1	25,0	4,2	212,5	22,2	72,6	15,3
6	48	88	49,5	4,3	20,2	24,8	5,8	222,9	16,7	92,6	12,0
7	48	220	51,9	5,0	19,9	32,4	5,8	183,8	17,6	100,6	12,1
8	48	397	49,7	4,8	21,1	33,9	6,2	238,4	18,1	90,6	11,5
9	121	0	49,9	5,1	22,3	26,2	6,0	218,2	24,5	72,3	12,7
10	121	88	43,1	4,4	19,4	30,3	4,3	264,5	24,1	72,2	13,0
11	121	220	52,6	4,4	22,5	28,0	4,8	290,8	17,1	102,2	12,3
12	121	397	57,1	5,1	14,0	28,2	4,6	270,5	12,5	100,7	12,1
13	218	0	53,5	4,9	24,2	22,4	5,1	176,4	21,8	66,2	14,9
14	218	88	53,3	4,2	21,5	38,3	4,3	198,1	30,3	83,9	14,3
15	218	22	58,5	4,4	18,3	39,2	5,0	214,1	20,1	96,3	11,2
16	218	397	50,0	4,7	21,7	29,5	5,1	172,5	20,7	74,6	12,0
	Média*		50,2A	4,5A	20,3B	31,0A	5,1A	216,1B	20,9A	85,6A	12,7A
Cultivar Leopard											
1	0	0	50,1	2,7	32,0	31,4	4,7	274,2	21,1	80,5	11,3
2	0	88	45,5	3,1	27,1	38,8	4,9	228,1	16,4	96,5	9,5
3	0	220	43,5	3,3	24,3	30,3	3,6	280,9	19,8	104,6	9,5
4	0	397	49,6	3,1	27,3	29,1	4,8	228,5	19,2	88,2	10,5
5	48	0	42,0	3,5	24,4	25,8	3,2	194,8	19,9	48,9	10,7
6	48	88	40,8	3,3	37,1	32,8	4,1	317,5	23,1	107,8	11,1
7	48	220	53,1	2,6	29,7	33,4	2,9	294,7	31,4	69,5	9,4
8	48	397	50,4	3,3	30,6	29,2	3,9	237,2	20,3	74,0	11,4
9	121	0	53,1	3,4	31,6	25,2	4,1	314,7	25,9	115,7	11,8
10	121	88	46,7	3,2	32,0	33,4	4,2	248,0	20,6	74,3	9,8
11	121	220	50,0	3,4	33,6	26,5	3,6	311,1	25,8	109,5	11,7
12	121	397	52,4	3,5	32,3	30,9	4,3	310,3	36,7	97,8	12,3
13	218	0	46,8	2,8	30,6	24,9	3,5	275,6	23,0	71,5	12,3
14	218	88	54,4	3,1	30,5	30,5	4,6	259,3	34,3	80,3	11,4
15	218	22	43,7	2,6	28,8	33,5	4,4	257,3	35,5	85,1	11,2
16	218	397	53,7	3,3	30,5	27,1	4,7	266,9	18,5	91,4	10,3
	Média*		48,5B	3,1B	30,1A	30,2A	4,1B	268,7A	24,4A	87,2A	10,9B

*Letras maiúsculas nas colunas comparam médias para cada nutriente entre cultivares pelo teste de F a 5% de probabilidade.

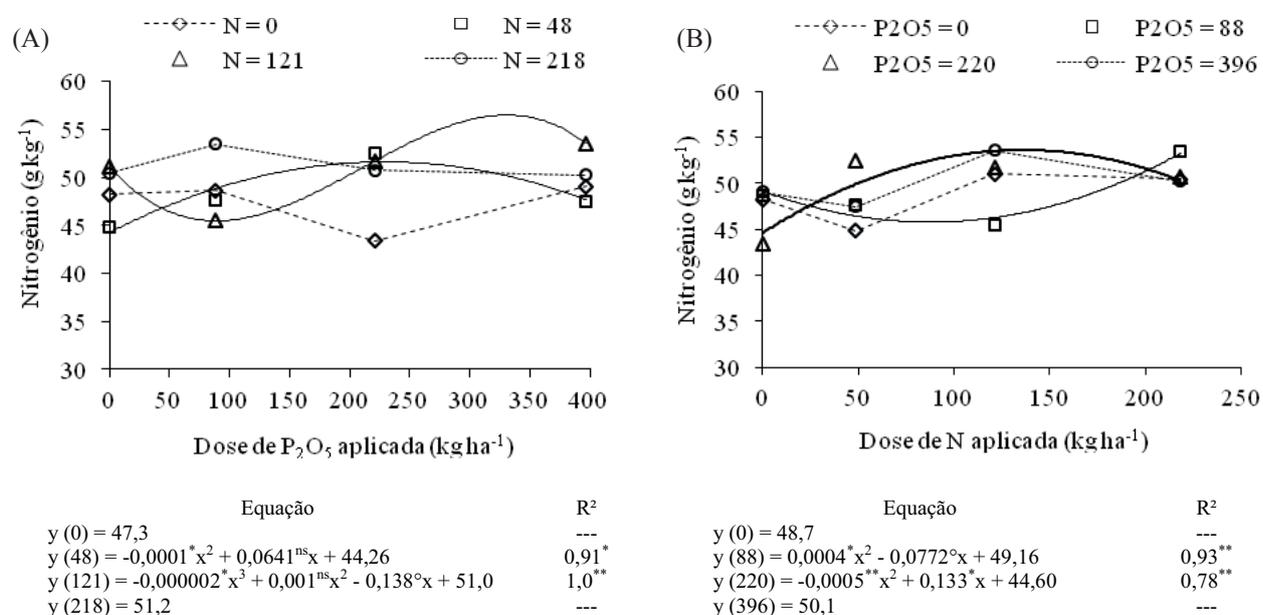
Fonte: Elaboração dos autores.

Já, na dose 48 kg ha⁻¹ de N ajustou-se um modelo quadrático, onde a máxima concentração de nitrogênio foi de 54,53 g kg⁻¹ na dose 320 kg ha⁻¹ de P₂O₅. Para a dose 121 kg ha⁻¹ de N ajustou-

se um modelo cúbico com um ponto de máxima e mínima concentração foliar de nitrogênio de 47,82 e 45,26 g kg⁻¹ nas doses 250 e 98 kg ha⁻¹ de P₂O₅, respectivamente. Assim, de modo geral, as doses crescentes de N aumentaram o teor de N foliar na melancia, resultados semelhantes aos obtidos por Nogueira (2011), que estudando doses crescentes

de N e K para as cultivares de melancia Quetzali e Leopard, observaram para esta, que houve efeito linear, onde as maiores doses de N (818 kg ha⁻¹) proporcionaram maior acúmulo de N (42,4 g kg⁻¹); para a cultivar Quetzali, a adubação nitrogenada não afetou o teor de N nas folhas cujo valor médio foi de 44,4 g kg⁻¹.

Figura 1. Teores foliares de N em plantas de melancia em função da adubação com fósforo e diferentes níveis de N (A) e da adubação nitrogenada e diferentes níveis de P₂O₅ (B).



Fonte: Elaboração dos autores.

No desdobramento das doses de N dentro das doses de P₂O₅ (Figura 1B), observa-se que para as doses 88 e 220 kg ha⁻¹ de P₂O₅ ajustou-se modelos quadráticos. Pode-se observar um efeito depressivo no teor absorvido de nitrogênio pelas folhas, na dose 88 kg ha⁻¹ de P₂O₅ com a aplicação de N até a dose de 100 kg ha⁻¹, onde o teor na folha alcança o valor mínimo de 45,44 g kg⁻¹ de N, a partir daí, o teor de nitrogênio foliar aumentou com o crescimento das doses de N. Já para a dose 220 kg ha⁻¹ de P₂O₅ o teor máximo de N nas folhas 53,44 g kg⁻¹ foi observado na dose 135 kg ha⁻¹ de N. Nas doses 0,0 e 396 kg ha⁻¹ de P₂O₅ não houve efeito da adubação nitrogenada na concentração de nitrogênio nas folhas.

Kikuti et al. (2006) verificaram que os teores de N nas folhas de feijão foi influenciado somente pelas doses de N, não havendo efeito das doses de P₂O₅.

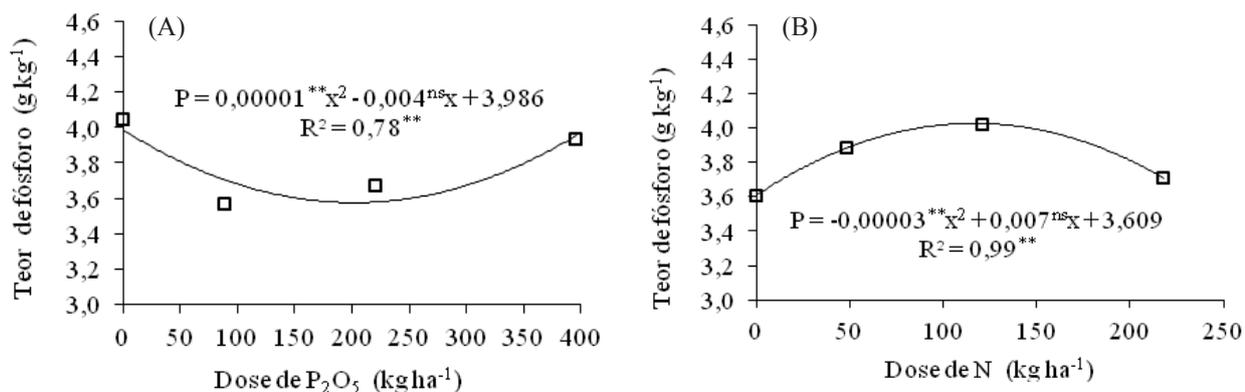
Segundo Vichiato (1996), o fósforo requerido para o ótimo crescimento das plantas varia conforme a espécie ou órgão analisado, variando de 0,1 a 0,5% da matéria seca. Além de ajudar as raízes e as plântulas a se desenvolverem mais rapidamente, o fósforo aumenta a resistência ao frio, melhora a eficiência no uso da água, favorece a resistência às doenças em algumas plantas (POZZA et al., 2002) e aumenta a absorção de nutrientes, especialmente, do nitrogênio (NOVAIS; SMYTH, 1999).

Os teores de nitrogênio (Figura 1A e B) nas folhas de melancia encontraram-se dentro da faixa adequada 25,0 a 50,0 g kg⁻¹ (TRANI; RAIJ, 1996) e 40,0 a 55,0 g kg⁻¹ (JONES JÚNIOR; WOLF; MILLS, 1991). Grangeiro et al. (2005) estudando a cultivar de melancia MickyLee e Lucena et al. (2011) a cultivar Quetzale, encontraram teores médios de N na parte vegetativa de 31,4 e 32,14 g kg⁻¹, respectivamente, no período de florescimento e início da frutificação.

A Figura 2A expõe a relação entre os teores de fósforo nas folhas de melancia e as doses utilizadas de P₂O₅. É possível observar um efeito depressivo

no teor absorvido de fósforo pelas folhas, com a aplicação de P₂O₅ até a dose de 200 kg ha⁻¹, onde o teor na folha alcança o valor mínimo de 3,58 mg kg⁻¹ de P. A partir daí, o teor de fósforo aumentou com o incremento das doses de P₂O₅. Provavelmente, esse decréscimo no teor de P nas folhas ocorreu porque houve efeito de diluição da concentração de P na planta, em função do maior crescimento das plantas até a dose 200 kg ha⁻¹ de P₂O₅, a partir dessa dose a produção de matéria seca diminuiu causando assim, um novo incremento na concentração de P nas folhas. Petrilli (2007) trabalhando com doses de fósforo incorporado ao solo, em feijão, observou resultado semelhante.

Figura 2. Teores foliares de P em plantas de melancia em função das doses de P₂O₅ (A) e N (B).



Fonte: Elaboração dos autores.

Já, as doses de N afetaram a concentração de P nas folhas de forma quadrática, onde a dose de 117,0 kg ha⁻¹ de N proporcionou o máximo acúmulo de P nas folhas, 4,01 mg kg⁻¹ (Figura 2B). Os teores de fósforo (Figura 2A e B), nas folhas de melancia, encontraram-se dentro da faixa adequada de 3,0 a 7,0 g kg⁻¹ (TRANI; RAIJ, 1996) e 2,0 a 6,0 g kg⁻¹ (LOCASCIO, 1996). Grangeiro e Cecílio Filho (2005a e 2005b) trabalhando com as cultivares de melancia Nova e Shadow encontraram concentrações médias de P foliar divergentes desse trabalho, 7,3 e 1,4 g kg⁻¹, respectivamente, no estágio de florescimento e formação de pequenos frutos.

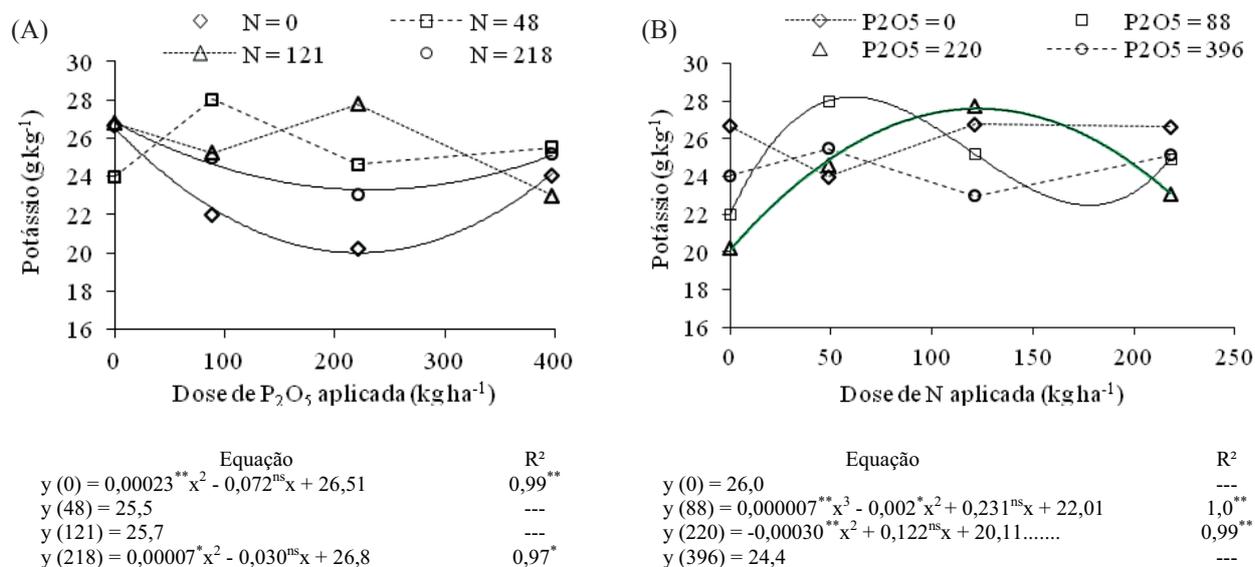
A concentração de K nas folhas de melancia foi influenciada significativamente pela interação doses de P₂O₅ dentro das doses de N (Figura 3A). Nas doses extremas de N (0,0 e 218,0 kg ha⁻¹) o teor de K teve uma tendência a diminuir com a aplicação de P₂O₅ alcançando um valor mínimo de 20,8 e 23,58 g kg⁻¹ nas doses de 156,5 e 214,0 kg ha⁻¹ de P₂O₅, respectivamente. Nas doses de 0 e 48 kg ha⁻¹ de N, o teor de K nas folhas praticamente manteve-se constante, não respondendo a aplicação de P₂O₅. No desdobramento das doses de N dentro das doses de P₂O₅ (Figura 3B), para a dose 220 kg ha⁻¹ de P₂O₅ ocorreu efeito positivo da adubação nitrogenada

até a dose 140 kg ha⁻¹ de N, alcançando o valor máximo de 28,51 g kg⁻¹ de K na folha, a partir desse ponto ocorreu redução nos teores com o aumento das doses de nitrogênio. Na dose 88 kg ha⁻¹ de P₂O₅ ajustou-se um modelo cúbico onde tem-se um ponto de máxima e mínima concentração de K nas folhas nas doses 58 e 190 kg ha⁻¹ de N, para as doses 0,0 e 396 kg ha⁻¹ de P₂O₅ os teores foliares de K não responderam a adubação nitrogenada.

Assim, observa-se que para as doses extremas de N e P₂O₅ não houve respostas na concentração de N

e K foliar, indicando que o crescimento das plantas e conseqüentemente a absorção de nutrientes é limitada pelo nutriente menos disponível para as plantas. Além disso, em doses altas de fertilizantes, ocorre o desequilíbrio das relações entre nutrientes no solo (antagonismo, inibição competitiva e inibição não competitiva); afetando a absorção dos nutrientes pela planta, debilitando-a nutricionalmente. Dessa forma, para um bom rendimento das culturas, é necessário que os nutrientes sejam fornecidos de forma equilibrada e balanceada e esteja em equilíbrio químico com o solo.

Figura 3. Teores foliares de K em plantas de melancia em função da adubação com fósforo e diferentes níveis de N (A) e da adubação nitrogenada e diferentes níveis de P₂O₅ (B).



Fonte: Elaboração dos autores.

Os teores de potássio (Figura 3A e B) nas folhas de melancia encontraram-se dentro da faixa adequada 25 a 50 g kg⁻¹ segundo Malavolta, Vitti e Oliveira (1997) e Raij et al. (1997), exceto para a dose N = 0,0 kg ha⁻¹, onde o teor de K foliar ficou em média, abaixo do limite inferior de 25,0 g kg⁻¹ de K.

Os teores de K na parte vegetativa da melancieira, durante o período de florescimento e início de formação dos frutos, relatados na literatura

estão acima dos valores observados neste trabalho. Grangeiro e Cecílio Filho (2005b), Grangeiro et al. (2005) e Lucena et al. (2011) constataram os seguintes teores, respectivamente: 57,5; 41,0 e 39,3 g kg⁻¹ de K.

Kikuti et al. (2006) verificaram que os teores de K nas folhas de feijão foi influenciado pelas doses de N e P isoladamente. Roberto Filho et al. (2006) não observaram efeito significativo das doses de N sobre os teores de K nas folhas de gravioleira, tanto

isolado como interagindo com doses de K_2O .

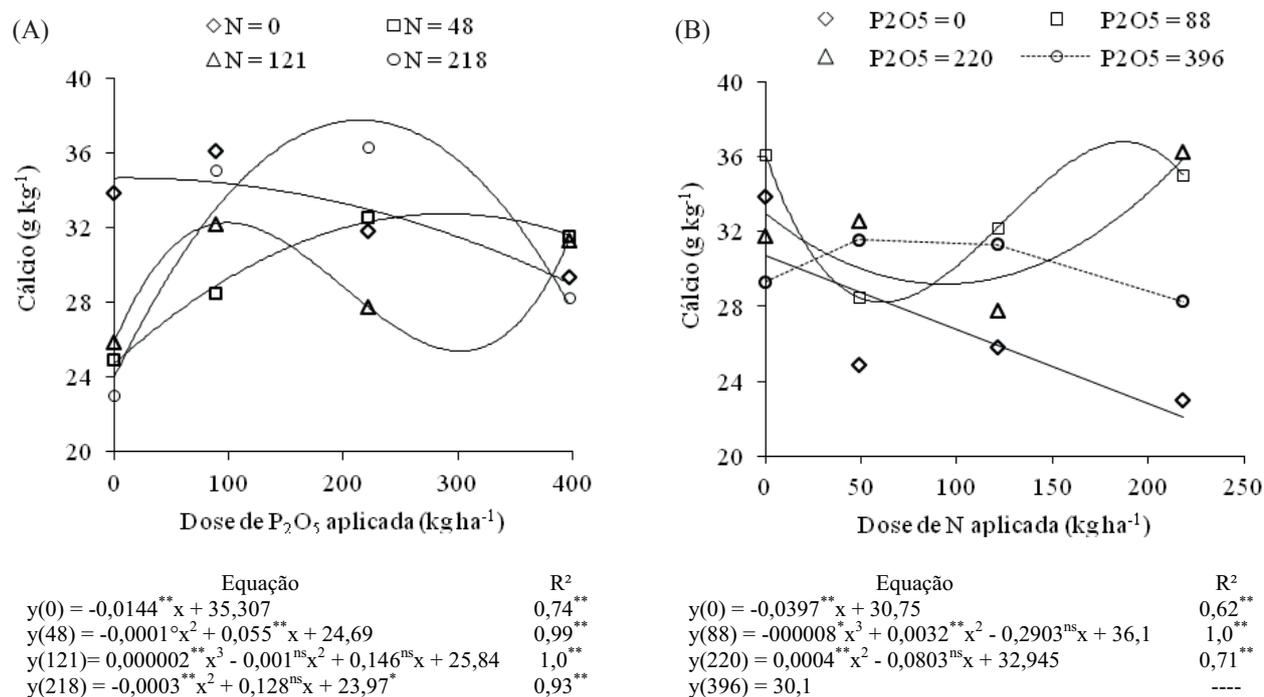
Os teores foliares de Ca foram afetados significativamente pela interação doses de N e P_2O_5 . Fazendo o desdobramento das doses de P_2O_5 dentro das doses de N (Figura 4A), verifica-se que o teor foliar de Ca diminui linearmente na dose N = 0,0 kg ha^{-1} , à medida que aumenta a dose de P_2O_5 aplicada, sendo que na dose 0,0 kg ha^{-1} de P_2O_5 , o teor de Ca foliar foi de 35,3 g kg^{-1} e na maior dose de P_2O_5 (396 kg ha^{-1}) o teor diminui para 29,60 g kg^{-1} .

Considerando os efeitos das doses de P_2O_5 dentro das doses de N verifica-se que as doses 48

e 218 kg ha^{-1} de N ajustou-se equações quadráticas para o teor de Ca foliar em função das crescentes doses de P_2O_5 (Figura 4 A). Na dose 48 kg ha^{-1} de N a concentração máxima de Ca nas folhas foi de 32,2 g kg^{-1} na dose de 275 kg ha^{-1} de P_2O_5 , e quando se aplicou 218 kg ha^{-1} de N o teor foliar máximo de Ca foi de 37,6 g kg^{-1} na dose 213 kg ha^{-1} de P_2O_5 .

Para a dose de 121,0 kg ha^{-1} de N ajustou-se um modelo cúbico onde o ponto de máximo teor de Ca nas folhas foi atingido na dose 110,0 kg ha^{-1} de P_2O_5 e o ponto de menor teor de Ca foi obtido na dose de 225,0 kg ha^{-1} de P_2O_5 , cujos teores foliares foram 32,5 e 30,84 g kg^{-1} Ca, respectivamente.

Figura 4. Teores foliares de Ca em plantas de melancia em função da adubação com fósforo e diferentes níveis de N (A) e da adubação nitrogenada e diferentes níveis de P_2O_5 (B).



Fonte: Elaboração dos autores.

Desdobrando doses de N dentro de P_2O_5 constata-se pela Figura 4B, que para a dose de 0,0 kg ha^{-1} de P_2O_5 o teor foliar de Ca decresceu 27,4%, de 30,8 g kg^{-1} na dose 0,0 kg ha^{-1} de N para 22,3 g kg^{-1} na dose 218 kg ha^{-1} de N aplicadas.

Para as doses 220 e 396 kg ha^{-1} de P_2O_5 ajustou-se modelos quadráticos para a concentração de Ca nas folhas, porém com comportamentos distintos. Para a dose de 220 kg ha^{-1} de P_2O_5 o teor foliar de Ca diminui com a aplicação da adubação nitrogenada

até a dose de 100 kg ha⁻¹ de N, alcançando um valor mínimo de 28,9 g kg⁻¹, aumentando a partir desse ponto até a maior dose de N. Já, para a dose de 396,0 kg ha⁻¹ de P₂O₅, o teor foliar de Ca aumentou até a dose de 115 kg ha⁻¹ de N, onde atingiu 32,16 g kg⁻¹, diminuindo a partir desse ponto com o aumento das doses de N. Apesar desse aumento no teor de Ca foliar, para esta dose de P₂O₅, não houve efeito significativo da adubação nitrogenada, cuja média dos teores de Ca nas folhas foi de 30,1 g kg⁻¹ (Figura 4B).

Na dose de 88 kg ha⁻¹ P₂O₅ houve um ajuste significativo de um modelo cúbico para a concentração de Ca nas folhas em função da adubação nitrogenada. O teor foliar de Ca diminuiu com aumento das doses de N até o valor de 58,0 kg ha⁻¹, onde atingiu 28,4 g kg⁻¹, aumentando a concentração a partir desse ponto, até o limite de 42,1 g kg⁻¹ na dose de 210,0 kg ha⁻¹ de N.

Os teores foliares de Ca observados neste trabalho estão acima dos valores considerados adequados para a cultura da melancia. Segundo IFA (2006), o valor ideal de Ca foliar seria de 13,0 g kg⁻¹ enquanto que Jones Júnior, Wolf e Mills (1991) cita a faixa de 17 a 30 g kg⁻¹.

A maior absorção de Ca pela melancia pode ser devido ao elevado teor de Ca no solo presente na área experimental e, também alto teor de Ca na água de irrigação utilizada.

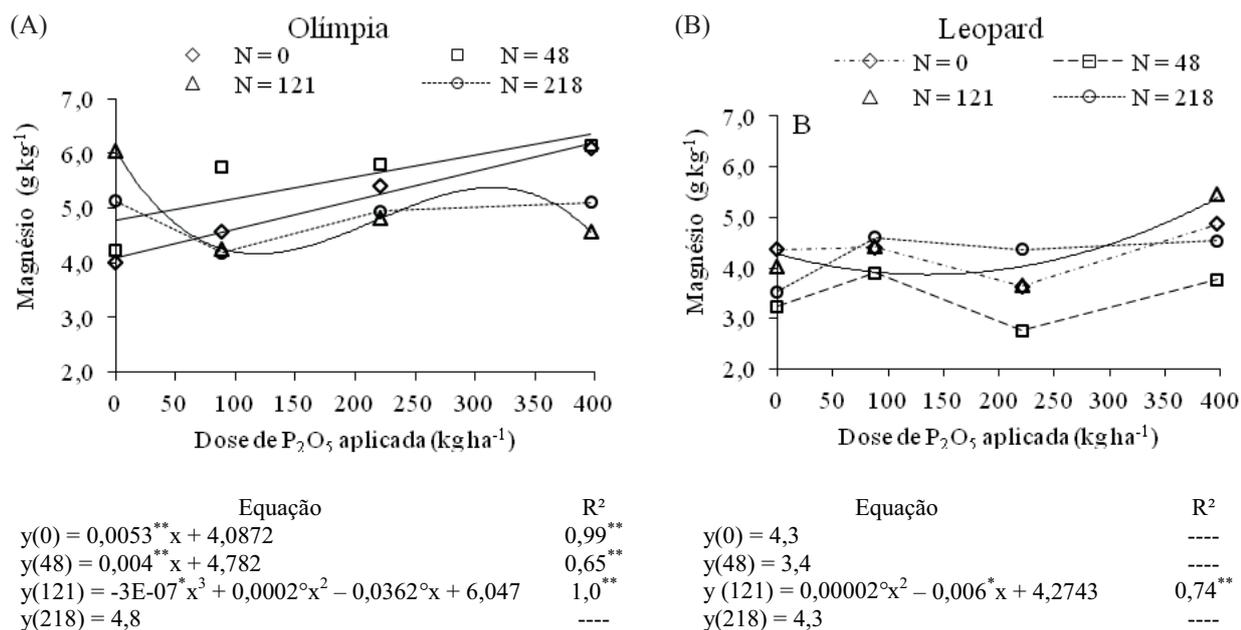
O solo em que foi instalado o experimento é de origem calcária da formação Jandaíra, onde os teores de Ca seguido pelo magnésio predominam em relação aos demais nutrientes, refletindo a riqueza do material originário dos solos nos dois

elementos. De acordo com Malavolta, Vitti e Oliveira (1997) e Tisdale, Nelson e Beaton (1985) os principais fatores que afetam a disponibilidade e absorção de nutrientes são, principalmente, o tipo de solo, o pH, a concentração e o equilíbrio entre a fração trocável e em solução do solo, além de interações iônicas. Segundo Malavolta, Vitti e Oliveira (1997), há inibição competitiva da absorção de K pelos altos teores de Ca no solo. Esse aumento na absorção de Ca explicaria a menor absorção de K pela melancieira, conforme observado neste trabalho em virtude do antagonismo entre tais elementos.

Lucena et al. (2011) encontraram 9,01 g kg⁻¹ de Ca na parte vegetativa de melancia cultivar Quetzale e Grangeiro e Cecílio Filho (2005b), para a cultivar Shadow, 20,4 g kg⁻¹ de Ca, durante a fase de florescimento e início de formação dos frutos.

Houve interação significativa entre cultivares, doses de N e doses de P₂O₅ para os teores foliares de Mg. No desdobramento de cultivares e doses de P₂O₅ dentro das doses de N, revelou para a cultivar Olímpia (Figura 5A), que a concentração de Mg foliar obteve uma relação linear positiva com as doses crescentes de fósforo, para as doses 0,0 e 48 kg ha⁻¹ de N, sendo que na dose de 396 kg ha⁻¹ de P₂O₅ o teor de Mg foliar foi de 6,18 e 6,36 g kg⁻¹, respectivamente, esses valores são 51,2 e 33,0% maiores aos teores foliares quando não se aplicou fósforo (P₂O₅ = 0). Nas doses 0,0; 48,0 e 218 kg ha⁻¹ de N, para a cultivar Leopard (Figura 5B) não houve resposta da adubação fosfatada, em que os teores médios foram 4,3 e 3,4 e 4,3 g kg⁻¹, respectivamente.

Figura 5. Teores foliares de Mg em plantas de melancia Olímpia (A) e Leopard (B) em função da adubação com fósforo e diferentes níveis de N.



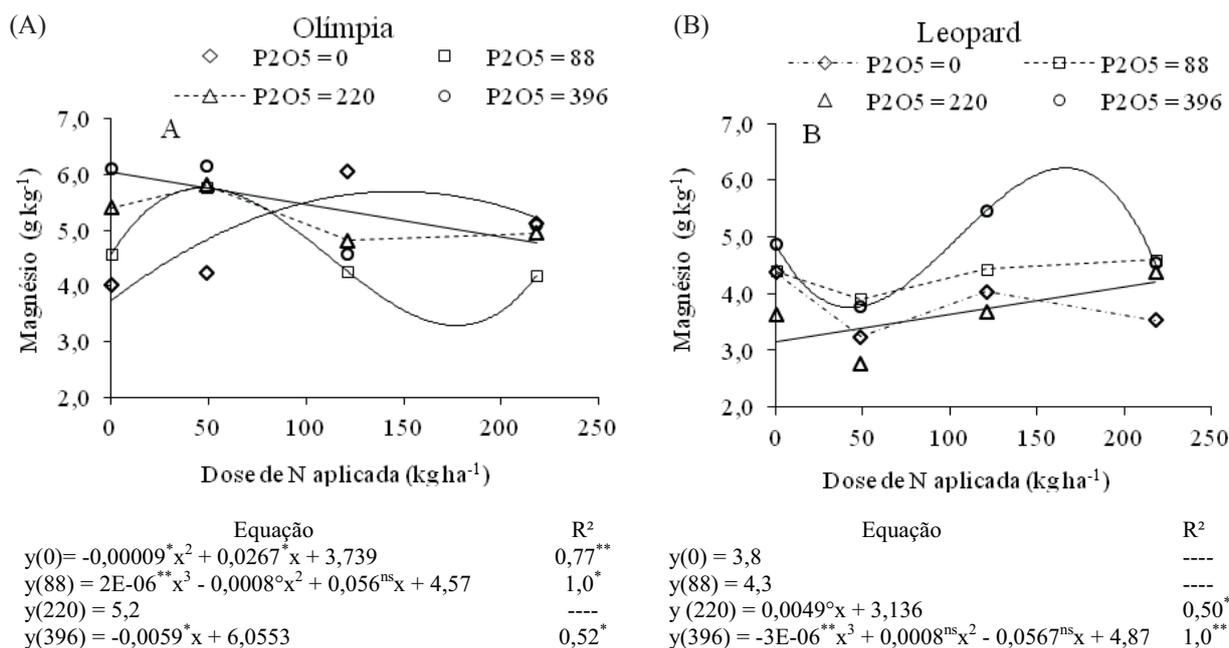
Fonte: Elaboração dos autores.

Na dose de 121,0 kg ha⁻¹ de N, os teores foliares de Mg para a cultivar Olímpia (Figura 5A), em função da adubação fosfatada, ajustou-se um modelo cúbico, enquanto que para a cultivar Leopard (Figura 5B), uma curva quadrática. Para esta cultivar o teor foliar de Mg diminuiu com o incremento nas doses de P₂O₅ até a 150 kg ha⁻¹ de P₂O₅, cujo teor foliar mínimo foi de 3,8 g kg⁻¹, aumentando em seguida, em função do incremento nas doses de P₂O₅, alcançando 5,0 g kg⁻¹ na dose de 396 kg ha⁻¹ de P₂O₅. Já, para a cultivar Olímpia, o ponto de máximo e mínimo teor foliar foi de 5,1 e 4,0 g kg⁻¹ nas doses de 317,0 e 117,0 kg ha⁻¹ de P₂O₅, respectivamente.

Para a dose de 218 kg ha⁻¹ de N, não houve resposta da adubação fosfatada sobre os teores foliares de Mg para as duas cultivares, sendo que,

os teores foliares médios foram de 4,8 g kg⁻¹ para a cultivar Olímpia e 4,3 g kg⁻¹ para a Leopard.

Desdobrando cultivares e doses de N dentro das doses de P₂O₅, observa-se conforme a Figura 6A, para a cultivar Olímpia, que a adubação nitrogenada não teve efeito na absorção de Mg quando se aplicou a dose de 220,0 kg ha⁻¹ de P₂O₅, onde os valores médios foliares foram de 5,2 g kg⁻¹ de Mg. Já, quando não se aplicou fósforo (P₂O₅ = 0), o teor foliar de Mg aumentou com as doses crescentes de N até a dose de 148,0 kg ha⁻¹ de N, onde atingiu o máximo teor de 5,7 g kg⁻¹. Para a dose de 88,0 kg ha⁻¹ de P₂O₅ o maior teor de Mg foliar (5,62 g kg⁻¹) foi observado com a aplicação de 50 kg ha⁻¹ de N, reduzindo, a partir desse ponto a concentração de Mg nas folhas com o aumento das doses de N até 180,0 kg ha⁻¹, onde atingiu o menor teor de 4,1 g kg⁻¹ Mg.

Figura 6. Teores foliares de Mg em plantas de melancia Olímpia (A) e Leopard (B) em função da adubação com nitrogênio e diferentes níveis de P_2O_5 .

Fonte: Elaboração dos autores.

Para a cultivar Leopard (Figura 6B), a adubação nitrogenada não afetou a concentração de Mg foliar nas doses de 0,0 e 88,0 kg ha⁻¹ de P_2O_5 , cujos teores foliares de Mg foram de 3,8 e 4,3 g kg⁻¹, respectivamente, e que as variações nos teores de Mg entre estas doses foram muito semelhantes em função do aumento das doses de N.

Quando se aplicou a dose de 220 kg ha⁻¹ de P_2O_5 , para cultivar Leopard, a concentração foliar de Mg aumentou linearmente em função das doses crescentes de N, sendo que na dose de 218 kg ha⁻¹ de N a concentração de Mg foi de 4,2 g kg⁻¹.

Para a dose de 396 kg ha⁻¹ de P_2O_5 as cultivares Leopard e Olímpia tiveram comportamentos distintos. Enquanto que para a Leopard o teor de Mg nas folhas oscilou em função da adubação nitrogenada, para a Olímpia, ocorreu um efeito linear negativo. Para esta cultivar, o teor foliar de Mg diminuiu com as doses crescentes de N, atingindo o menor teor foliar de 4,77 g kg⁻¹ na dose de 218 kg ha⁻¹ de N. Para a cultivar Leopard ajustou-se um

modelo cúbico, onde o máximo teor de Mg foliar, 4,42 g kg⁻¹, foi atingido na dose de 130 kg ha⁻¹ de N e o valor mínimo, 3,60 g kg⁻¹, na dose 50 kg ha⁻¹.

Diante da discussão exposta, pode-se inferir que a cultivar Olímpia, em média, concentrou mais Mg, independente das doses de N e P_2O_5 , em relação a cultivar Leopard. Porém, não é possível afirmar com certeza, independente da cultivar, qual adubação, nitrogenada ou fosfatada, influenciou mais absorção de Mg pelas plantas.

Segundo IFA (2006), o teor adequado de Mg foliar para a melancia é de 5,0 g kg⁻¹, Jones Júnior, Wolf e Mills (1991) cita a faixa de 5,0 a 8,0 g kg⁻¹ e Trani e Raij (1996) 2,0 a 12,0 g kg⁻¹. Se comparar os teores de Mg foliares obtido nesse trabalho (Figura 5 e 6) com as duas primeiras publicações, observa-se que, para a cultivar Olímpia, os teores médios de Mg estão dentro da faixa adequada proposta por Jones Júnior, Wolf e Mills (1991) e próximo ao valor adequado de 5,0 g kg⁻¹ de Mg (IFA, 2006). Porém, em relação a cultivar Leopard, os teores

foliares de Mg estão abaixo dos valores proposto por IFA (2006) e Jones Júnior, Wolf e Mills (1991), indicando deficiência desse elemento nas folhas de melancia da cultivar Leopard. Entretanto, se compararmos à faixa proposta por Trani e Raij (1996), os teores de Mg foliar estão dentro da faixa de suficiência. No entanto, essas amplas variações na composição mineral da melancia podem ser consideradas normais, pois segundo Malavolta, Vitti e Oliveira (1997), as faixas de nutrientes consideradas adequadas são indicações gerais que podem ser influenciadas por condições de solo, clima e variedade.

Também, assim como para o K, as altas concentrações de Ca podem inibir a absorção de Mg, diminuir sua translocação da raiz à parte aérea, e, assim, causar sua deficiência. Isto acontece porque Ca e Mg competem pelos mesmos sítios de absorção na raiz, de maneira que o cátion em maior concentração na solução do solo tem absorção preferencial em detrimento dos outros (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1997).

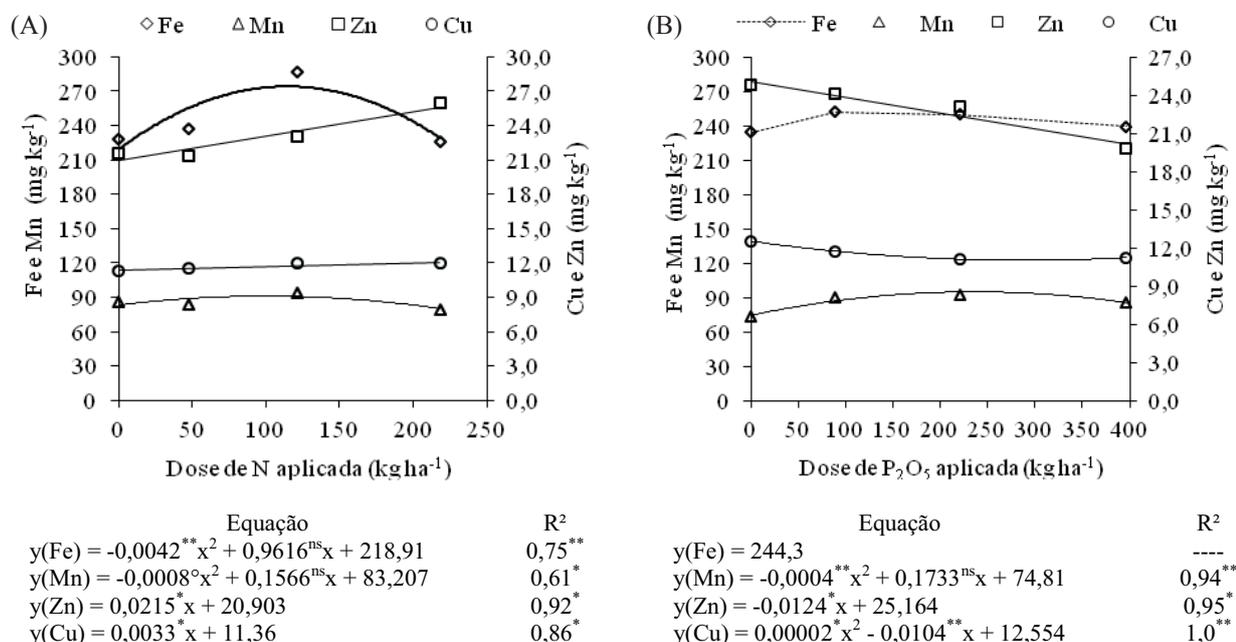
Para a concentração de micronutrientes nas folhas de melancia houve apenas efeito isolado das doses de N sobre os teores foliares de Fe, Zn, Mn e Cu e das doses de P_2O_5 sobre Zn, Mn e Cu.

Conforme a Figura 7A, o teor foliar de Fe aumentou até a dose de 114 kg ha⁻¹ de N, onde atingiu 273,0 mg kg⁻¹ diminuindo até a dose de 218 kg ha⁻¹ de N, cujo teor foi de 228,9 mg kg⁻¹. Para o teor foliar de Mn, também ajustou-se um modelo quadrático em função da adubação nitrogenada, sendo que o ponto de máxima concentração de Mn nas folhas foi de 90,87 mg kg⁻¹ na dose de 91 kg ha⁻¹ de N.

A concentração foliar de Zn e Cu aumentaram com as doses crescentes de N, sendo que, quando não se aplicou N a concentração foliar de Zn e Cu foram de 20,9 e 11,36 mg kg⁻¹ e para a maior dose de N (218 kg ha⁻¹ de N), a concentração aumentou para 25,6 e 12,07 mg kg⁻¹, um aumento de 22% e 6%, respectivamente (Figura 7A)

A adubação fosfatada não teve efeito significativo no teor de Fe nas folhas de melancia, cujo teor médio observado foi de 244,3 mg kg⁻¹ (Figura 7B).

Figura 7. Teores foliares de Fe, Zn, Mn e Cu em plantas de melancia em função da adubação com N (A) e P_2O_5 (B).



Fonte: Elaboração dos autores.

A dose de 216 kg ha⁻¹ de P₂O₅ proporcionou a máxima absorção de Mn, 93,7 mg kg⁻¹, com posterior redução com o aumento nas doses de P₂O₅. O Cu teve um efeito diferente ao Mn, pois a concentração de Cu nas folhas diminuiu até a dose de 260 kg ha⁻¹ de P₂O₅, proporcionando o menor teor foliar de 11,2 mg kg⁻¹, aumentando a partir desse ponto com o acréscimo nas doses de fósforo.

O teor de Zn nas folhas de melancia diminuiu proporcionalmente as doses de P₂O₅, sendo que na maior dose (396 kg ha⁻¹ de P₂O₅) o teor foliar foi de 20,2 mg kg⁻¹. Esse valor é 19,5% menor em relação à dose zero de fósforo (Figura 7B).

Comparando os teores de micronutrientes nas folhas de melancia com os obtidos por Trani e Raij (1996), constata-se que os teores de Fe e Mn estão dentro da faixa de suficiência, mas os teores de Zn e Cu estão abaixo do limite inferior indicando uma possível deficiência desses dois elementos. Segundo Malavolta, Vitti e Oliveira (1997), o Cu estabelece interação de antagonismo com o Ca e de inibição competitiva com o Zn.

Vidigal et al. (2009) encontraram teores foliares, para a melancia cultivar Crimson Sweet, de 243,3 mg kg⁻¹ de Fe, 27,7 mg kg⁻¹ de Zn e 223,2 mg kg⁻¹ de Mn, valores estes, maiores aos encontrados nesse estudo, com exceção para o Cu, cujo teor de 5,0 mg kg⁻¹ ficou abaixo do encontrado para melancia ‘Olimpia’ e ‘Leopard’.

Conclusões

Em nenhum dos tratamentos foi encontrado deficiência de N, P, K, Ca, Mg, Fe e Mn nas folhas da melancia, com exceção de Cu e Zn.

As doses de N e P₂O₅, bem como as suas interações proporcionaram efeito significativo sobre os teores N, K e Ca nas folhas da melancia de ambas as cultivares, e apenas efeito isolado para o fósforo.

Os teores foliares de Mg foram influenciados pela interação cultivar x N x P₂O₅, em ambas as cultivares.

As concentrações de macronutrientes nas folhas de melancia cultivar Olímpia e Leopard foram N>Ca>K>Mg>P e para os micronutrientes Fe>Mn>Zn>Cu.

Referências

- ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, J. *Evapotranspiration del cultivo: guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos*. Roma: FAO, 2006. 298 p. (FAO, Estudio Riego e Drenaje Paper, 56).
- BRAGA, J. M.; DEFELIPO, B. V. Determinação espectrofotométrica de fósforo em extratos de solos e planta. *Revista Ceres*, Viçosa, v. 21, n. 113, p. 73-85, 1974.
- CARMO FILHO, F. do; OLIVEIRA, O. F. de. *Mossoró: um município do semi-árido nordestino, caracterização climática e aspecto florístico*. Mossoró: ESAM, 1995. 62 p. (Coleção Mossoroense, série B).
- CORREA, R. S.; WHITE, R. E.; WEATHERLEY, A. J. Risk of nitrate leaching from two soils amended with biosolids. *Water Resources*, Washington, v. 33, n. 4, p. 453-462, 2006.
- COSTA, J. P. V.; BASTOS, A. L.; REIS, L. S.; MARTINS, G. O.; SANTOS, A. F. Difusão de fósforo em solos de Alagoas influenciada por fontes do elemento e pela umidade. *Revista Caatinga*, Mossoró, v. 22, n. 3, p. 229-235, 2009.
- DYNIA, J. F.; SOUZA, M. D.; BOEIRA, R. C. Lixiviação de nitrato em Latossolo cultivado com milho após aplicações sucessivas de lodo de esgoto. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 41, n. 5, p. 855-862, 2006.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. Rio de Janeiro: CNPS, 1999. 412 p.
- EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. *Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas*. Londrina: Editora Planta, 2006. 402 p.
- GRANGEIRO, L. C.; CECÍLIO FILHO, A. B. Acúmulo e exportação de macronutrientes em melancia sem sementes. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 23, n. 3, p. 763-767, 2005a.
- _____. Acúmulo e exportação de macronutrientes em melancia sem sementes, híbrido Shadow. *Científica*, Jaticabal, v. 33, n. 1, p. 69-74, 2005b.
- _____. Acúmulo e exportação de macronutrientes pelo híbrido de melancia Tide. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 22, n. 1, p. 93-97, 2004.

- GRANGEIRO, L. C.; MENDES, A. M. S.; NEGREIROS, M. Z.; SOUZA, J. O.; AZEVEDO, P. E. Acúmulo e exportação de macronutrientes pela cultivar de melancia Mickylee. *Revista Caatinga*, Mossoró, v. 18, n. 2, p. 73-81, 2005.
- INTERNATIONAL FERTILIZER ASSOCIATION - IFA. *Word fertilizer user manual. Watermelon*. Rome: IFA, 2006. 3 p. Disponível em: <http://http://www.fertilizer.org/ifa/HomePage/LIBRARY/Our-selection2/World-Fertilizer-Use-Manual/by-common-names>. Acesso em: 25 mar. 2011.
- JONES JUNIOR, J. B.; WOLF, B.; MILLS, H. A. *Plant analysis handbook: a practical sampling, preparation, analysis and interpretation guide*. Athens: Micro-Macro Publishing, 1991. 213 p.
- KIKUTI, H.; ANDRADE, M. J. B.; CARVALHO, J. G.; MORAIS, A. R. Teores de macronutrientes na parte aérea do feijoeiro em função de doses de nitrogênio e fósforo. *Bragantia*, Campinas, v. 65, n. 2, p. 347-354, 2006.
- LOCASCIO, S. J. Cucurbits: cucumber, muskmelon and watermelon. In: BENNETT, W. *Nutrient deficiencies & toxicities in crops plant*. Minnesota: APS/Press, 1996. p. 123-130.
- LUCENA, R. R. M.; NEGREIROS, M. Z.; MEDEIROS, J. F.; GRANGEIRO, L. C.; MARROCOS, S. T. P. Crescimento e acúmulo de macronutrientes em melancia 'quetzale' cultivada sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação. *Revista Caatinga*, Mossoró, v. 24, n. 1, p. 34-42, jan./mar. 2011.
- MALAVOLTA, E. *Manual de nutrição mineral de plantas*. São Paulo: Ed. Ceres, 2006. 638 p.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. *Avaliação do estado nutricional de plantas: princípios e aplicações*. Piracicaba: Potafos, 1997. 308 p.
- MERRIAM, J. L.; KELLER, J. *Farm irrigation system evaluation: a guide for management*. Logan: Utah State University, 1978. 271 p.
- NOGUEIRA, F. P. *Produção, crescimento e marcha de absorção de nutrientes da melancia fertirrigada com doses crescentes de N e K*. 2011. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) - Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró.
- NOVAIS, R. F.; SMYTH, T. J. *Fósforo em solos e planta em condições tropicais*. Viçosa, MG: UFV, 1999. 99 p.
- PETRILLI, L. R. T. C. *Doses e modos de aplicação de fósforo na nutrição e produção do feijoeiro cultivar Pérola*. 2007. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Agricultura) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências Agrônomicas, Botucatu.
- PHILLIPS, I.; BURTON, E. Nutrient leaching in undisturbed cores of an acidic sandy Podsol following simultaneous potassium chloride and diammonium phosphate application. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, Ithaca, v. 73, n. 1, p. 1-14, 2005.
- POZZA, A. A. A.; GUIMARÃES, P. T. G.; ROMANIELLO, M. M.; POZZA, E. A.; CARVALHO, J. G. Suprimento de fósforo na produção de mudas de cafeeiro em tubetes. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 26, n. 5, p. 970-976, 2002.
- PRADO, R. M.; VALE, D. W.; ROMUALDO, L. M. Fósforo na nutrição e produção de mudas de maracujazeiro. *Acta Scientiarum. Agronomy*, Maringá, v. 27, n. 3, p. 493-498, 2005.
- RAIJ, B. van. *Fertilidade do solo e adubação*. Piracicaba: Ceres; POTAFOS, 1991. 343 p.
- RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. *Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo*. 2. ed. Campinas: Instituto Agrônômico e Fundação IAC, 1997. 285 p. (Boletim técnico, 100).
- RIBEIRO JÚNIOR, J. I. *Análises estatísticas no SAEG*. Viçosa: UFV, 2001. 301 p.
- ROBERTO FILHO, S. F. H.; SOUSA, V. F.; AZEVEDO, B. M.; ALCANTARA, R. M. C. M.; RIBEIRO, V. Q.; ELOI, W. M. Efeitos da fertirrigação de N e K₂O na absorção de macronutrientes pela gravioleira. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 10, n. 1, p. 43-49, 2006.
- SILVA, M. V. T.; CHAVES, S. W. P.; MEDEIROS, J. F.; SOUZA, M. S.; SANTOS, A. P. F. Relação entre cultivares de melancia fertirrigadas sob ótimas condições de adubação. *Revista Agropecuária Científica no Semiárido*, Patos, v. 8, n. 2, p. 72-82, 2012.
- TISDALE, S. L.; NELSON, W. L.; BEATON, J. D. *Soil fertility and fertilizers*. 4th ed. New York: MacMilan Publ., 1985. 430 p.
- TRANI, P. E.; RAIJ, B. van. Hortaliças. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. S.; FURLANI, A. M. C. *Recomendações de adubação e calagem para o Estado da São Paulo*. Campinas: IAC, 1996. p. 157-164.
- VICHIATO, M. *Influência da fertilização do porta-enxerto tangerineira (Citrus reshni Hort. Ex Tan. cv. Cleópatra) em tubetes, até a repicagem*. 1996. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- VIDIGAL, S. M.; PACHECO, D. D.; COSTA, E. L.; FACION, C. E. Crescimento e acúmulo de macro e micronutrientes pela melancia em solo arenoso. *Revista Ceres*, Viçosa, MG, v. 56, n. 1, p. 112-118, 2009.