

ABSORÇÃO DE N, P, K, Ca E Mg POR LARANJEIRAS 'PÊRA' FERTILIZADAS COM LODO DE ESGOTO COMPOSTADO EM SUBSTITUIÇÃO À ADUBAÇÃO NITROGENADA MINERAL

JÚLIO CÉSAR THOALDO ROMEIRO¹; HÉLIO GRASSI FILHO² E LAIS LORENA QUEIROZ MOREIRA³

¹Assistente Agropecuário da Coordenadoria de Assistência Técnica Integral, Escritório de Desenvolvimento Rural de Botucatu, jc.romeiro@hotmail.com

²Professor Titular do Departamento de Solos e Recursos Ambientais da Faculdade de Ciências Agrônomicas - FCA/UNESP, Campus Botucatu (SP), heliograssi@fca.unesp.br

³Doutoranda do Curso de Pós-Graduação em Agricultura na Faculdade de Ciências Agrônomicas - FCA/UNESP, Campus Botucatu (SP), laislorena88@hotmail.com

1 RESUMO

O presente trabalho teve por objetivo avaliar os teores de foliares de N, P, K, Ca e Mg em laranjeiras em função da aplicação de diferentes proporções de lodo de esgoto compostado em substituição à adubação nitrogenada mineral. Para o cálculo das doses aplicadas, considerou-se 2,77% de N presente no resíduo e taxa de mineralização de 30%, perfazendo as doses de 0, 6, 12, 18, 24 e 30 kg planta⁻¹ de lodo de esgoto, complementado com fontes minerais a fim de satisfazer 100% da demanda nutricional. As plantas foram crescidas em vasos com 500 L de solo e irrigadas por gotejamento para reposição da água evapotranspirada no dia anterior. A aplicação de lodo de esgoto compostado ao solo na fertilização de laranjeiras 'Pêra' exerceram efeitos significativos nos teores foliares de N, P e Ca. Os tratamentos que utilizaram doses maiores que 18 kg lodo planta⁻¹ causaram desbalanço nutricional entre Ca e Mg, com prejuízos à absorção de Mg, apresentando teores foliares inferiores aos considerados adequados.

Palavras-chave: *Citrus sinensis*, nitrogênio, lodo de esgoto compostado.

ROMEIRO, J. C. T.; GRASSI FILHO, H.; MOREIRA, L. L.Q
UPTAKE OF N, P, K, Ca AND Mg BY 'PEAR' ORANGE TREES FERTILIZED WITH COMPOSTED SEWAGE SLUDGE TO REPLACE MINERAL NITROGEN FERTILIZATION

2 ABSTRACT

The objective of the study was to evaluate leaf levels of N, P, K, Ca and Mg in orange trees as a function of different levels of composted sewage sludge to replace mineral N fertilization. For dose calculation, 2.77% N in the residue and 30% mineralization rate were considered. Doses consisted of 0, 6, 12, 18, 24 and 30 kg plant⁻¹ of sewage sludge which were supplemented with mineral sources to meet 100% nutritional demand. Plants were grown in 500 L soil pots and drip irrigated to replace evapotranspired water from the day before. The use of composted sewage sludge in soil for fertilization of "Pear" orange trees had significant effects on leaf levels of N, P and Ca. Doses higher than 18 kg sludge plant⁻¹ in the

treatments caused a nutritional imbalance between Ca and Mg, and adversely affected Mg uptake, which showed leaf levels with lower levels of Mg when compared with those considered as appropriate.

Keywords: *Citrus sinensis*, nitrogen, composted sewage sludge.

3 INTRODUÇÃO

A laranjeira é uma planta originária do sudeste asiático, que encontrou no Brasil condições climáticas ótimas para o seu desenvolvimento, possibilitando a produção de frutos com baixo custo, quando comparado a outros países. O Estado de São Paulo é o maior produtor de citros do Brasil, em 2012 o estado produziu 76,3% do volume nacional de frutas cítricas (IBGE, 2012).

A região de Botucatu, no Estado de São Paulo, vem se tornando um importante pólo de produção de laranja, visto a migração ocorrida dos pomares citrícolas das regiões norte e noroeste do estado para as regiões sudoeste e centro-oeste, impulsionado principalmente pela incidência de doenças nas regiões ao norte que tem tornado inviável economicamente a produção de laranja nestas regiões. Atualmente o município possui 15.337 ha ocupados com laranja, configurando-se como o oitavo maior município produtor do Estado, ultrapassando municípios tradicionais no cultivo desta fruta como Araraquara e Matão (LUPA, 2008).

A irrigação na citricultura torna-se cada vez mais necessária, não só para obtenção de produções economicamente viáveis, como também para produção de uma fruta de qualidade ou produções na entressafra visando o abastecimento da indústria. Além da disponibilidade hídrica, a laranjeira requer elevada quantidade de nutrientes no solo, visto que a extração por parte da cultura é alta. Em destaque, cálcio (Ca), nitrogênio (N) e potássio (K) são os elementos extraídos em maior quantidade (VIOLANTE NETTO et al., 1988).

Do sistema de tratamento de esgoto resulta o lodo, cuja disposição final é complexa e pode representar entre 20% e 60% dos custos de operação de uma estação de tratamento. Dentre as alternativas para a destinação final deste resíduo, destaca-se o uso na agricultura, pois é um material rico em nitrogênio, fósforo e outros nutrientes, exceto o potássio (MELO et al., 2001).

Além da disponibilidade de nutrientes, o lodo de esgoto contém considerável percentual de matéria orgânica, capaz de melhorar a capacidade de armazenamento e infiltração da água no solo (MELO & MARQUES, 2001). Armazenando maior quantidade de água no solo, menores serão as lâminas de água aplicadas em função do aumento da eficiência de utilização da água através da redução das perdas por percolação.

O presente trabalho teve por objetivo avaliar os teores foliares de N, P, K, Ca e Mg em laranjeiras em função da aplicação de diferentes proporções de lodo de esgoto compostado em substituição à adubação nitrogenada mineral.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido nas dependências do Departamento de Recursos Naturais – Ciência do Solo, da Faculdade de Ciências Agrônomicas – UNESP/ Campus Botucatu, Estado de

São Paulo. O município encontra-se a 810 m de altitude, nas coordenadas 22°52'55'' S e 48°26'22'' W.

O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo mesotérmico, *Cwa*, ou seja, subtropical úmido com estiagem no período de inverno e com chuvas de novembro a abril, sendo a precipitação média anual de 1.433 mm. A umidade relativa do ar é de 71%, com temperatura média anual de 19,3 °C (CUNHA et al., 1999).

O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho Escuro distrófico (LE_d), série "Patrulha", segundo classificação de Carvalho et al. (1983), atualmente denominado LATOSSOLO VERMELHO de acordo com classificação da EMBRAPA (2006), coletado na Fazenda Experimental Lageado. Este tipo de solo caracteriza-se por apresentar horizonte B latossólico, são solos fortemente ácidos, baixa saturação por bases, distróficos ou aluminicos, típicos de regiões equatoriais e/ou tropicais, em estágio avançado de intemperização, e que apresentam textura média.

As características químicas do solo foram analisadas pelo Laboratório de Fertilidade do Solo do Departamento de Recursos Naturais - Ciência do Solo da UNESP/Botucatu, segundo metodologia descrita por Rajj et al. (2001) e encontram-se nas Tabelas 1 e 2.

Tabela 1. Parâmetros químicos médios de sete amostras do solo utilizado no momento da implantação do experimento.

Prof. cm	pH CaCl ₂	MO g dm ⁻³	P mg dm ⁻³	Al ³⁺ -----mmol _c dm ⁻³ -----	H+Al	K	Ca	Mg	S	SB	CTC	V%
0-20	4,1	7	2	9	86	0,1	3	1	3	4	90	4

Tabela 2. Parâmetros químicos médios de sete amostras do solo utilizado no momento da implantação do experimento.

Prof. cm	B -----mg dm ⁻³ -----	Cu	Fe	Mn	Zn
0-20	0,05	0,7	45	0,4	0,2

O lodo de esgoto utilizado no experimento tem como origem a Companhia de Saneamento de Jundiaí, empresa gerenciadora da Estação de Tratamento de Esgotos da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP). Este material é proveniente do tratamento de esgotos predominantemente domiciliares, por meio de lagoas aeradas de mistura completa, seguidas de lagoas de decantação.

Ao material estabilizado após o tratamento, adicionou-se bagaço de cana-de-açúcar e resíduos de poda das árvores e gramados de Jundiaí, num processo de compostagem, apresentando ao final do tratamento as características descritas na Tabela 3.

Tabela 3. Análise química do lodo de esgoto compostado utilizado no experimento.

pH	C/N	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MO	C	Ca	Mg	S	Na	Cu	Fe	Mn	Zn
-----% na matéria seca-----											---mg.kg ⁻¹ matéria seca--			
6,6	12/1	2,77	2,00	0,4	53	29,4	1,9	0,3	1,6	1340	304	23250	472	3750

O experimento foi instalado em recipientes com capacidade de 500 L de solo. Foi utilizado o delineamento estatístico em blocos casualizados, sendo 6 tratamentos e 12 repetições, totalizando 72 plantas. Para o cálculo das doses de lodo de esgoto aplicadas, considerou-se 2,77% de N presente no resíduo e taxa de mineralização de 30%, perfazendo as doses de 0, 6, 12, 18, 24 e 30 kg planta⁻¹ de lodo de esgoto, que representa 0, 25, 50, 75, 100 e 125%, respectivamente, da recomendação de N para a cultura da laranjeira segundo Quaggio et al. (1996). A complementação da dose de N necessária para se alcançar os 100% do requerimento da cultura deu-se pela aplicação de N mineral. Os tratamentos são assim descritos:

T1: 100% da dose de N recomendada fornecida via adubação mineral (0 kg lodo planta⁻¹).

T2: 75% da dose de N recomendada fornecida via adubação mineral e 25% da dose de N recomendada fornecida via lodo de esgoto (6 kg lodo planta⁻¹).

T3: 50% da dose de N recomendada fornecida via adubação mineral e 50% da dose de N recomendada fornecida via lodo de esgoto (12 kg lodo planta⁻¹).

T4: 25% da dose de N recomendada fornecida via adubação mineral e 75% da dose de N recomendada fornecida via lodo de esgoto (18 kg lodo planta⁻¹).

T5: 100% da dose de N recomendada fornecida via lodo de esgoto (24 kg lodo planta⁻¹).

T6: 125% da dose de N recomendada fornecida via lodo de esgoto (30 kg lodo planta⁻¹).

Todos os tratamentos receberam adubações complementares de cobertura juntamente com a água de irrigação (fertirrigação), a fim de satisfazer as necessidades nutricionais da cultura quanto aos elementos P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn, de acordo com recomendação proposta por Quaggio et al. (1997).

Durante o experimento, realizou-se a irrigação de maneira a repor a quantidade de água utilizada pelas plantas devido à evapotranspiração da cultura, obtida diariamente através do método do Tanque Classe A para estimativa da evaporação, corrigida pelo coeficiente da cultura de acordo com a idade das plantas. Para fins deste experimento, considerou-se 95% de eficiência do sistema, conforme Bernardo et al. (2008). O tempo de irrigação foi obtido pela razão entre a lâmina a ser aplicada e a intensidade de aplicação do gotejador.

Visando garantir uniformidade de pressão no sistema e conseqüente uniformidade de aplicação de água, instalou-se uma válvula reguladora de pressão regularizando a pressão a 245,16 kPa, seguido por válvula para retirada de ar. Cada tratamento apresenta registro para abertura e fechamento manual, permitindo a aplicação de água e fertilizantes de maneira individualizada, com gotejador autocompensante de vazão 8 L h⁻¹.

Nos meses de abril de 2010, outubro de 2010 e abril de 2011, quando as plantas estavam com 1,5, 2 e 2,5 anos respectivamente, foram coletadas amostras de folhas a fim de se verificar o estado nutricional das plantas, no intuito de se realizar adubações foliares corretivas caso os teores nutricionais estivessem abaixo dos padrões descritos por Quaggio et al. (1997) para a cultura da laranja. Folhas fisiologicamente maduras (3° ou 4° par de folhas) foram coletadas de

ramos não frutíferos de todas as plantas, na altura mediana da copa, em cada quadrante (Norte-Sul-Leste-Oeste). Coletou-se 8 folhas por planta, 6 repetições por tratamento (onde cada 2 vasos correspondem a 1 repetição) e portanto, 36 amostras no total.

Após a coleta, as folhas foram lavadas com detergente e água deionizada e secas em estufa com circulação forçada a temperatura de 65-70 °C, até peso constante. Após a secagem, as mesmas foram moídas e encaminhadas ao Laboratório de Nutrição Mineral de Plantas do Departamento Recursos Naturais - Área de Ciência do Solo da Faculdade de Ciências Agrônômicas - UNESP/Botucatu, para as determinações analíticas dos nutrientes N, P, K, Ca e Mg segundo metodologia descrita por Malavolta et al. (1997). Os dados foram submetidos à análise de regressão (GOMES, 2000).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na primeira época não houve diferença significativa nos teores foliares de N entre as doses de lodo de esgoto aplicadas. Já na segunda época de amostragem (Figura 1) é possível observar que em todos os tratamentos os teores foliares de N encontraram-se na faixa considerada adequada para o desenvolvimento das plantas cítricas (23-27 g kg⁻¹), de acordo com Quaggio et al. (1997), indicando que o lodo de esgoto foi capaz de suprir totalmente a demanda de N pela cultura.

Na terceira época (Figura 1), todos os tratamentos encontravam-se acima da faixa ideal para o desenvolvimento das plantas cítricas. Os tratamentos com maiores proporções de N-mineral foram superiores aos tratamentos com maior proporção de N-orgânico. Isso possivelmente tenha ocorrido porque essa época coincide com o final das fertirrigações realizadas durante os dois anos de experimento, nas quais aplicava-se o N-mineral nos respectivos tratamentos em formas prontamente disponíveis, assim sendo, os resultados mostrados acima são justificados facilmente. De acordo com Feigenbaum et al. (1987), na adubação mineral convencional estima-se que do total do N aplicado apenas 48% é recuperado, já na adubação via fertirrigação, essa recuperação pode chegar até 90% do N aplicado. Além disto, supõem-se que a irrigação por gotejamento, como utilizada neste estudo, pode elevar a eficiência de recuperação do N aplicado no solo (QUINONES et al., 2005).

Segundo Darwish et al. (1997), a aplicação de 5 L de lodo por planta como fonte de N aumentou a produção de laranja, limão e tangerina no Egito, em média em 60%. Na Espanha também foi constatado que o emprego de lodo de esgoto em pomar de laranjeira 'Valência', nas doses de 12 Mg ha⁻¹ ano⁻¹ durante sete anos consecutivos, dose próxima aos 10,8 Mg ha⁻¹ ano⁻¹ de lodo de esgoto utilizada como substituição total do N mineral neste experimento, proporcionou efeitos no solo e na planta semelhantes aos do manejo realizado apenas com fertilizantes minerais (CANET et al., 1997). De acordo com Bovi et al. (2007), a aplicação de lodo de esgoto no plantio refletiu em aumento do teor foliar de N. Para Panzenhagen et al. (1999) e Fidalski et al. (2006), o desenvolvimento das plantas e a produção de frutos cítricos de qualidade estão diretamente relacionados ao manejo do solo com matéria orgânica.

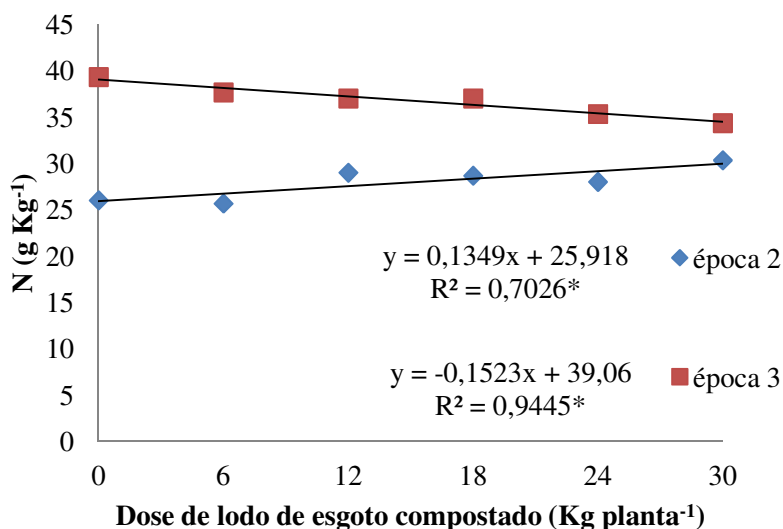


Figura 1. Teores foliares médios de N (g kg^{-1}) em função da aplicação de lodo de esgoto compostado nas doses de 0, 6, 12, 18, 24 e 30 kg planta^{-1} .

Com relação ao P, não houve diferença significativa na primeira e terceira épocas avaliadas. Já na segunda época é possível verificar que com o aumento da dose de lodo de esgoto, houve um aumento nos teores foliares de P (Figura 2). Somente os tratamentos 1 e 2 encontram-se na faixa ideal ($1,2\text{-}1,6 \text{ g kg}^{-1}$ de P de acordo com Quaggio et al., 1997) para o desenvolvimento de plantas cítricas, os demais são considerados acima da faixa ideal.

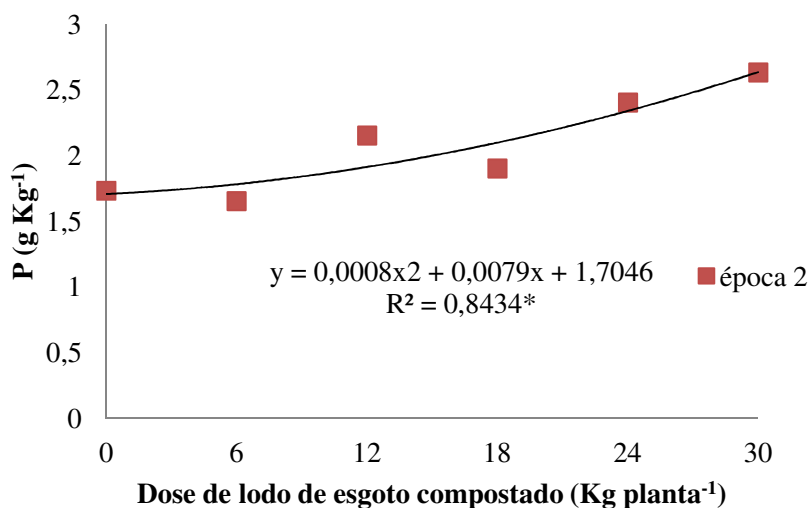


Figura 2. Teores foliares médios de P (g kg^{-1}) em função da aplicação de lodo de esgoto compostado nas doses de 0, 6, 12, 18, 24 e 30 kg planta^{-1} .

Melo et al. (2001) afirmam que o lodo de esgoto é uma fonte potencial de fornecimento de P, sendo grande parte deste elemento proveniente de compostos polifosfatados, além da biomassa microbiana.

No mesmo sentido, Oliveira et al. (1995) verificaram aumentos na absorção de P por plantas de sorgo com a aplicação de doses crescentes de lodo de esgoto. O mesmo efeito foi relatado por Simonete et al. (2003) ao trabalharem com milho cultivado num ARGISSOLO tratado com doses crescentes de lodo de esgoto. Diversos autores corroboram com esses resultados (SILVA, 2002; GUEDES, POGGIANI, 2003; CHIBA, 2005; GUEDES, 2005).

Os resultados (Figura 3) mostraram que os teores de K nas folhas das laranjeiras na primeira época se encontraram na faixa considerada ideal para o seu desenvolvimento, ou seja, de 12-17 g kg⁻¹ (QUAGGIO et al., 1997) somente nos tratamentos 1 e 2, nos demais tratamentos, com o aumento da dose de lodo de esgoto houve decréscimo nos teores de K nas folhas de laranjeiras. Já na terceira época que coincide com o final das fertirrigações realizadas no experimento, houve o acréscimo de K em todos os tratamentos e se encontram dentro da faixa considerada ideal para o desenvolvimento das plantas cítricas.

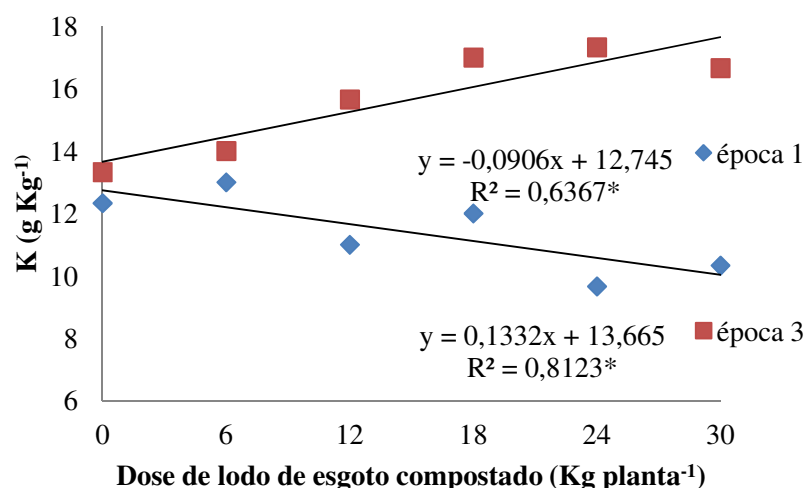


Figura 3. Teores foliares médios de K (g kg⁻¹) em função da aplicação de lodo de esgoto compostado nas doses de 0, 6, 12, 18, 24 e 30 kg planta⁻¹.

Os resultados (Figura 4 e 5) mostram que não houve diferença significativas nos teores foliares de Ca e Mg na primeira época. Já na segunda e terceira épocas nota-se influência significativa, porém de maneira contrária entre os dois nutrientes. Para o Ca, houve o aumento nos teores foliares de forma linear com doses crescentes de lodo de esgoto adicionados ao solo, enquanto para o Mg, este efeito foi contrário. A principal causa é exatamente a competição que existe por parte destes dois nutrientes nos sítios de absorção, ou seja, a medida que a planta extrai o Ca, limita a absorção de Mg, e vice-versa.

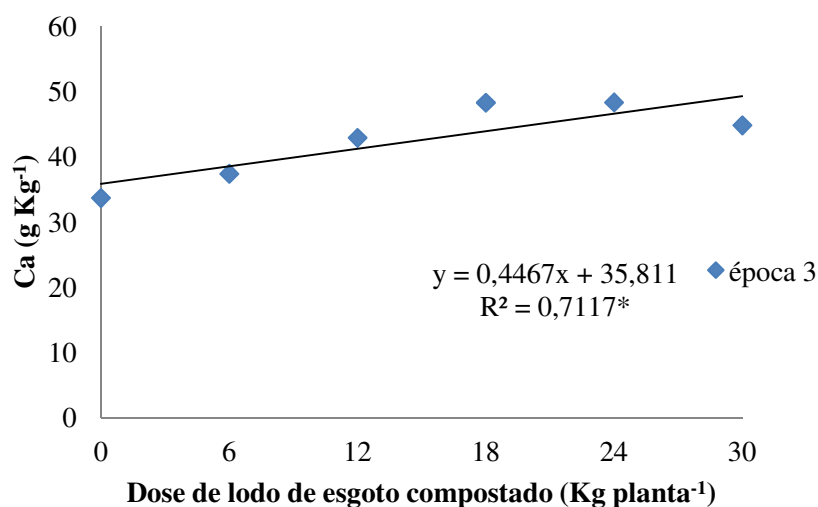


Figura 4. Teores foliares médios de Ca (g kg^{-1}) em função da aplicação de lodo de esgoto compostado nas doses de 0, 6, 12, 18, 24 e 30 kg planta^{-1} .

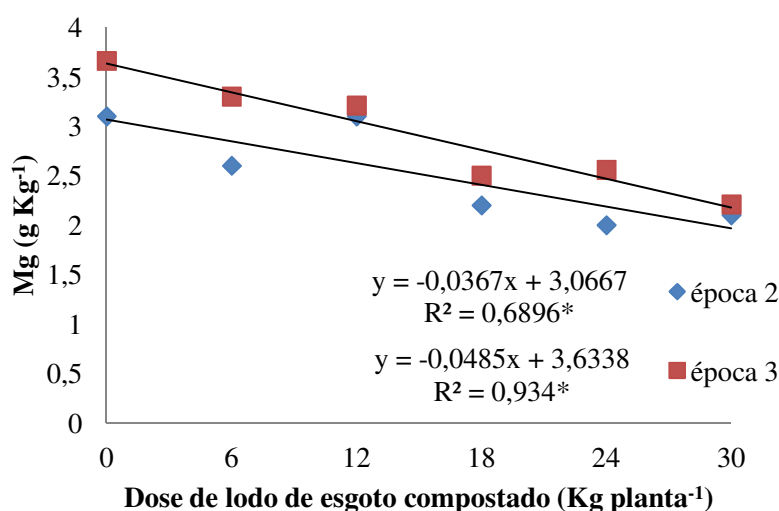


Figura 5. Teores foliares médios de Mg (g kg^{-1}) em função da aplicação de lodo de esgoto compostado nas doses de 0, 6, 12, 18, 24 e 30 kg planta^{-1} .

Segundo Quaggio et al. (1997), considera-se como intervalo adequado para plantas de citros teores foliares de Ca de 35-45 g kg^{-1} e 2,5-4,0 g kg^{-1} para Mg. Em todos os tratamentos se observou teores adequados de Ca nos tecidos foliares, com destaque às maiores doses de lodo aplicadas ao solo. Este resultado é reflexo não só do Ca fornecido via lodo de esgoto, mas também ao efeito positivo que o resíduo imprime no solo no sentido de aumentar a quantidade de cargas negativas do solo, aumentando a CTC deste e conseqüentemente, retendo maior quantidade de cátions, neste caso o Ca^{2+} , proporcionando ambiente propício à planta para absorver este nutriente. Assim como para o Ca, o efeito no Mg seria semelhante se não fosse a

competição entre os dois nutrientes. E esta competição povocou resultados insatisfatórios, visto que os teores foliares de Mg estiveram abaixo do limite inferior da faixa adequada na medida que doses maiores de lodo de esgoto foram aplicadas.

Santos et al. (2011) também observou competição entre Ca e Mg decorrente da aplicação de lodo de esgoto na fertilização de tangerineiras 'Ponkan'. De acordo com Silva et al. (1998) a aplicação de lodo de esgoto nas doses de 15 e 30 Mg ha⁻¹, provocou decréscimos de 6,9 e 17,2% nos teores de K e Mg, respectivamente, comparados com os da adubação mineral sem, entretanto, alterar a classe de teores no solo, estabelecida para a cultura da cana-de-açúcar. O autor corrobora com os dados obtidos neste experimento com relação ao teor de Ca no tecido foliar das tangerineiras, com superioridade estatística ao lodo de esgoto, porém o mesmo não observou competição na absorção entre Ca e Mg, já que os valores de Mg obtidos em folhas foi numericamente semelhante entre os três tratamentos.

Barbosa (2008) ao avaliar a aplicação de doses crescentes de lodo de esgoto na cultura da banana, não observou diferença significativa nos dois ciclos de cultivo analisados para nenhum dos nutrientes em questão, tanto no solo como nos tecidos foliares. Oliveira et al. (1995) verificaram aumentos na absorção de Ca, Mg e K por plantas de sorgo com a aplicação de doses crescentes de lodo de esgoto. O mesmo efeito foi relatado por Simonete et al. (2003) ao trabalharem com milho cultivado num ARGISSOLO tratado com doses crescentes do material.

Duenhas et al. (2002), trabalhando com laranja fertirrigada, observaram que os teores obtidos nas folhas para Ca, Mg e K seguiam tendência na maioria dos tratamentos; quando ocorriam maiores valores de K nas folhas, os teores de Ca e Mg eram baixos. Laurindo (2005) também observou aumento nos teores de Ca e Mg nas folhas de laranjeiras 'Valência' com diminuição do teor de K nos tratamentos fertirrigados. Rêgo (1997) obteve resultado inverso, com redução no teor de Ca nas folhas e aumento do teor de K.

6 CONCLUSÕES

A aplicação de lodo de esgoto compostado ao solo na fertilização de laranjeiras 'Pêra' exerceu efeitos significativos nos teores foliares de N, P e Ca.

Os tratamentos que utilizaram doses maiores de 18 kg lodo planta⁻¹ causaram desbalanço nutricional entre Ca e Mg, com prejuízos à absorção de Mg, levando as laranjeiras submetidas à estes tratamentos apresentarem níveis inferiores aos considerados adequados.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARBOSA, R. D. **Manejo do solo com lodo de esgoto em bananeira irrigada**. 2008. 84 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Irrigação e Drenagem)-Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2008.

BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de irrigação**. 8. ed. Viçosa: UFV, 2008. 596 p.

- BOVI, M. L. A et al. Lodo de esgoto e produção de palmito em pupunheira. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 31, n. 1, p. 153-166, 2007.
- CANET, R.; POMARES, F.; TARAZONA, F. Chemical extractability and availability of heavy metals after seven years application of organic wastes to a citrus soil. **Soil Use and Management**, Aberdeen, v. 13, p. 117-121, 1997.
- CARVALHO, W. A.; ESPÍNDOLA, C. R.; PACCOLA, A. A. Levantamento de solos da Fazenda Lageado – Estação Experimental “Presidente Médici”. **Boletim Científico da Faculdade de Ciências Agronômicas**, Botucatu, n. 1, 1983. 95 p.
- CHIBA, M. K. **Uso de lodo de esgoto na cana-de-açúcar como fonte de nitrogênio e fósforo: Parâmetros de fertilidade do solo, nutrição da planta e rendimentos da cultura**. 2005. 142 p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas)-Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.
- CUNHA, A. R.; MARTINS, D.; RICARTE, R. M.. Classificação climática para o município de Botucatu-SP, segundo Koppen. In: SIMPÓSIO EM ENERGIA NA AGRICULTURA, 1., 1999, Botucatu. **Anais...** Botucatu: Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, 1999. p. 487-491.
- DARWISH, O. H.; AHMED, F. F.; MOHAMED, G. A. Fate of heavy elements in sludge when applied to fruit trees. **Journal of Agricultural Research**, Lahore, v. 42, p. 159-169, 1997.
- DUENHAS, L. H. et al. Fertirrigação com diferentes doses de NPK e seus efeitos sobre a produção e qualidade de frutos de laranja (*Citrus sinensis*) ‘Valência’. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 1, p. 214-218, 2002.
- FIDALSKI, J.; STENZEL, N. M. C. Nutrição e produção da laranjeira “Folha Murcha” em porta-enxertos e plantas de cobertura permanente na entrelinha. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 3, p. 807-813, 2006.
- GOMES, F.P. **Curso de estatística experimental**. 14. ed. Piracicaba: ESALQ/USP, 2000. 477p.
- GUEDES, M. C. **Ciclagem de nutrientes após aplicação de lodo de esgoto (biossólido) sobre Latossolo cultivado com *Eucalyptus grandis***. 2005. 154 p. Tese (Doutorado em Recursos Florestais)-Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.
- GUEDES, M. C.; POGGIANI, F. Variação dos teores de nutrientes foliares em eucalipto fertilizado com biossólido. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 63, p. 188-201, 2003. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Indicadores IBGE**. Janeiro 2013. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa_201212comentarios.pdf>. Acesso em: 10 Fevereiro 2013.

LAURINDO, V. T. **Interferência da fertirrigação, de lâminas e modos de aplicação localizada de água nos atributos químicos do solo e na produtividade da laranja 'Valência'**. 2005. 100 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal)-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2005.

LUPA - Levantamento censitário de unidades de produção agrícola do Estado de São Paulo. São Paulo: SAA/CATI/IEA, 2008. Disponível em: <<http://www.cati.sp.gov.br/projetolupa>>. Acesso em: 28 out. 2011.

MALAVOLTA, E., VITTI, G. C., OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional de plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: Potafos, 1997. 201 p.

MELO, W.J.; MARQUES, M.O.; MELO, V.P. O uso agrícola do bio sólido e as propriedades do solo. In: TSUTIYA, M.T.; COMPARINI, J.B.; SOBRINHO, P.A.; HESPANHOL, I.; CARVALHO, P.C.T. MELFI, A.J.; MELO, W.J. & MARQUES, M.O. eds. **Bio sólidos na agricultura**. São Paulo, SABESP, 2001. p.289-363.

OLIVEIRA, F. C. et al. Lodo de esgoto como fonte de macronutrientes para a cultura do sorgo granífero. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 52, n. 2, p. 360-367, 1995.

PANZENHAGEN, N. V.; KOLLER, O. C.; SARTORI, I. V.; PORTELINHA, N. V.. Respostas de tangerineiras 'Montenegrina' à calagem e adubação orgânica e mineral. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 34, n 4, p. 527 - 533, 1999.

QUAGGIO, J. A.; MATTOS JÚNIOR, D.; CANTARELLA, H. Manejo da fertilidade do solo na citricultura. In: MATTOS JUNIOR, D.; DE NEGRI, J. D.; PIO, R. M.; POMPEU JUNIOR, J. **Citros**. Campinas: Instituto Agronômico/Fundag, 2005. cap. 17, p. 483-507.

QUAGGIO, J. A.; RAIJ, B. Van; PIZA JUNIOR, C. L. Frutíferas. In: RAIJ, B. Van.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. (Ed.). **Boletim técnico 100 - Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas: IAC, 1997. p. 119-154.

QUINONES, A. et al. Recovery of the ¹⁵N-labelled fertilizer in citrus tree in relation with timing of application and irrigation system. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 268, p. 367-376, 2005.

RAIJ, B. VAN. et al. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Instituto Agronômico, 2001. 285 p.

RÊGO, I. C. **Calagem e gessagem num Latossolo Vermelho Escuro cultivado com laranja-pera, sobre limoeiro-cravo**. 74 p. 1997. Tese (Doutorado em Ciências/Energia na Agricultura)-Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1997.

SANTOS, C. H. et al. Fertilidade do solo e nutrição de tangerineiras 'Ponkan' manejados com resíduos sólidos e adubação química. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 15, n. 1, p. 75–83, 2011.

SILVA, F. C. et al. Cana-de-açúcar cultivada em solo adubado com lodo de esgoto. Nutrientes, metais pesados e produtividade. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 33, n. 1, p. 1-8, 1998.

SILVA, J. A. et al. Reciclagem e incorporação de nutrientes ao solo pelo cultivo intercalar de adubos verdes em pomar de laranja 'Pêra'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, p. 225-230, 2002.

SIMONETE, M. A. et al. Efeito do lodo de esgoto em um Argissolo e no crescimento e nutrição de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 38, n. 10, p. 1187-1195, 2003.

VIOLANTE NETTO, A. et al. **Recomendações de adubação e calagem para citros no Estado de São Paulo**. Cordeirópolis: Estação Experimental de Limeira, 1988. 13 p.