

TEORES DE MACRONUTRIENTES EM FOLHAS DE TANGERINEIRAS 'PONKAN' CULTIVADAS EM SOLO MANEJADO COM LODO DE ESGOTO⁽¹⁾

Hélio Grassi Filho ⁽²⁾, Carlos Henrique dos Santos ⁽³⁾, José Carlos Coelho, ⁽⁴⁾ Bruna Badra Penteado ⁽⁵⁾, Jacqueline Camilo dos Santos ⁽⁵⁾

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi avaliar o estado nutricional de tangerineiras 'Ponkan' (*Citrus reticulata* Blanco), através da análise do teor de macronutrientes nas folhas, cultivadas em solo manejado com resíduos orgânicos e apenas adubação química. O experimento foi instalado no Departamento de Recursos Naturais - Área de Ciência do Solo da Faculdade de Ciências Agrônomicas - UNESP/Botucatu-SP. As tangerineiras foram plantadas em recipientes com volume de 500 L, contemplando o manejo do solo com lodo de esgoto e esterco de curral curtido e o manejo sem a adição de resíduos, adotando-se o delineamento estatístico inteiramente casualizado, com 12 repetições. Para a determinação do teor foliar dos macronutrientes, amostras de folhas fisiologicamente maduras foram coletadas de ramos não frutíferos de todas as plantas, na altura mediana da copa, em cada quadrante. O manejo do solo com lodo de esgoto foi importante no desenvolvimento e no estado nutricional das tangerineiras 'Ponkan', uma vez que proporcionou incrementos substanciais nos teores de N, P e Ca e S no tecido foliar comparado às outras formas de manejo.

Termos de indexação: *Citrus reticulata*, nutrientes, macronutrientes, teor foliar, resíduos orgânicos

MACRONUTRIENT CONTENT OF 'PONKAN' MANDARIN LEAVES GROWING IN A SOIL MANAGED WITH SEWAGE SLUDGE

ABSTRACT: The aim of this work was to evaluate the nutritional status of 'Ponkan' Mandarin (*Citrus reticulata* Blanco), by analysis foliar macronutrients contents, in the soil managed with sewage sludge. The experiment was held at the Natural Resource Department - Soil Science Area in the College of Agronomic Science - UNESP/Campus of Botucatu, São Paulo State, Brazil. Ponkan Mandarin were cropped in 500-liter pots and soil management was carried out using organic residues (sewage sludge and cattle manure) and conventional management in a completely randomized statistic design with 12 replications. To evaluate the macronutrients content in the tissue, physiologic mature leaves samples were collected in the no fruiting branches (vegetative branches) in the four quadrants localized in the medium scion. Based on these results it could be inferred that concerning soil management with sewage sludge was important for to 'Ponkan' mandarin development and to nutritional status, because proportioned increases in the N, P, Ca and S contents leaves tissue compared to others management forms.

⁽¹⁾ Parte do Projeto de Auxílio à Pesquisa - Processo nº 00/12964-4, Financiado pela Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo - FAPESP.

⁽²⁾ Professor Titular do Departamento de Solos e Recursos Ambientais - Faculdade de Ciências Agrônomicas - UNESP/Botucatu-SP. CEP: 18610-307. Caixa Postal 237. Bolsista PQ/CNPq. E-mail: heliograssi@fca.unesp.br

⁽³⁾ Engenheiro Agrônomo, Doutor, Professor da Faculdade de Ciências Agrárias/Curso de Agronomia - Universidade do Oeste Paulista (UNOESTE) - Rod. Raposo Tavares, Km. 572 - Presidente Prudente/SP - CEP: 19067-175. E-mail: chenrique@unoeste.br

⁽⁴⁾ Engenheiro Agrônomo, Departamento de Solos e Recursos Ambientais - Faculdade de Ciências Agrônomicas - UNESP/Botucatu-SP. CEP: 18610-307 - Caixa Postal 237 - jccoelho@fca.unesp.br

⁽⁵⁾ Acadêmicas do curso de graduação em Agronomia - Departamento de Solos e Recursos Ambientais - Faculdade de Ciências Agrônomicas - UNESP/Botucatu-SP. CEP: 18610-307. Caixa Postal 237. E-mail: secdcs@fca.unesp.br

Index terms: *Citrus reticulata*, nutrients, macronutrients, leaves content, organic residues

INTRODUÇÃO

O aumento na geração de resíduos sólidos, proporcional ao crescimento e desenvolvimento das populações urbanas, vem se transformando num dos maiores problemas ambientais da atualidade. O lodo de esgoto e as águas residuárias são os resíduos que mais tomam importância neste contexto, uma vez que são produzidos em grandes volumes e são potencialmente poluentes (Oliveira, 1995).

A aplicação no solo constitui uma das práticas mais antigas de tratamento e ou disposição final de esgotos sanitários. Porém, o desenvolvimento da microbiologia sanitária e as crescentes preocupações com a saúde pública fizeram com que esta alternativa se tornasse praticamente desaconselhada em meados deste século (Mara & Cairncross, 1989 citados por Bastos, 1999). Por outro lado, diversos fatores vieram a contribuir para que mais recentemente o interesse pela utilização de resíduos provenientes do tratamento de esgoto fosse renovado, citando, como exemplo, a crescente escassez de recursos hídricos, economia de água e fertilizantes, reciclagem de nutrientes e aumento da produção agrícola (Bastos, 1999).

O lodo de esgoto contém matéria orgânica e nutrientes que exercem um papel fundamental na fertilidade do solo. Entretanto, a adição deste resíduo ao mesmo deve ser monitorada, sobretudo, para evitar um desequilíbrio iônico no sistema solo-água-planta.

É de conhecimento geral que o desequilíbrio nutricional, dentre alguns aspectos, provoca uma alternância de produção nas principais variedades de tangerinas, afetando a produção das plantas e a qualidade dos frutos entre as safras sucessivas (Smith, 1976). Entretanto, apesar deste conhecimento, e sabendo da importância do estado nutricional das plantas para a produção e qualidade dos frutos das tangerinas, poucas informações são abordadas na literatura para embasar o assunto (Mattos Júnior, 2004).

Neste contexto, a obtenção destas informações torna-se de suma importância uma vez que, o grupo das tangerinas e seus híbridos ocupam posição de destaque em relação aos plantios comerciais de citros em todo o mundo (Pio, 2003). De acordo com o Agrianual (2004), o Brasil está classificado como o quarto produtor mundial de tangerinas, sendo o Estado de São Paulo responsável por aproximadamente 50% do total de frutas produzidas. Bonilla (1992) já afirmava que existe a necessidade de pesquisas com o objetivo de desenvolvimento e aprimoramento do manejo de culturas na forma orgânica.

Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o estado nutricional das tangerineiras ‘Ponkan’ enxertadas em citrumelo Swingle cultivadas em um solo manejado com lodo de esgoto, através do monitoramento dos teores de macronutrientes nas folhas, uma vez que, a análise detalhada do impacto deste manejo pode proporcionar uma utilização correta do lodo de esgoto em sistemas produtivos agrícolas, e desta maneira gerar economia para o produtor e benefícios ao sistema solo-água-planta-atmosfera.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Departamento de Recursos Naturais - Área de Ciência do Solo, da Faculdade de Ciências Agrônômicas - UNESP/Botucatu-SP de 2001 a 2004. O clima da região é definido como Cwb, de clima quente com inverno seco, verão chuvoso e brando conforme classificação de Köppen. As coordenadas geográficas da área experimental são: Latitude 22° 52' 47" S, Longitude 48° 25' 12" W (GRW) e altitude de 810 metros.

As mudas de tangerineira ‘Ponkan’ (*Citrus reticulata* Blanco) com 18 meses de idade, enxertadas em plantas de citrumelo Swingle (*Citrus paradisi* Mcf. x *Poncirus trifoliata* Raf.) foram plantadas na segunda quinzena de dezembro de 2001, em recipientes com capacidade para 500 L de solo. No enchimento destes recipientes foi utilizado um solo identificado como Latossolo Vermelho, cuja caracterização química (Raij et al., 2001) encontra-se apresentada no Quadro 1.

Através dos resultados presentes no quadro 1 e com base nas recomendações do Grupo Paulista de Adubação e Calagem para Citros (1996) (GPACC, 1996) realizou-se a calagem a 20 cm de profundidade, utilizando-se calcário dolomítico, para elevar a saturação por bases a 70%, 45 dias antes do plantio.

Posteriormente, em cada recipiente foram abertas covas de 30x30x40cm, onde se adicionou P_2O_5 na forma de superfosfato simples (180 g kg^{-1} de P_2O_5), K_2O na forma de cloreto de potássio (600 g kg^{-1} de K_2O), B na forma de bórax (110 g kg^{-1} de B) e de Zn na forma de sulfato de zinco (200 g kg^{-1} de Zn), segundo recomendação do GPACC (1996). Além desta adubação, também foram aplicados 10 L de lodo de esgoto (Produzido na SABESP - Unidade de Franca/SP) e 10 L de esterco de curral curtido, ambos em base úmida, nos respectivos tratamentos. As análises químicas dos resíduos orgânicos, segundo metodologia descrita pelo Laboratório Nacional de Referência Vegetal - LANARV (1988) são apresentadas no Quadro 2.

As adubações de cobertura, no primeiro ano, foram parceladas em quatro fertirrigações (15, 20, 30 e 35% de N) aos 30, 60, 90 e 120 dias após o plantio e três (20, 30 e 50% de K_2O), aos 60, 90 e 120 dias após o plantio. Trinta dias após o mesmo também foram aplicados 10 L de lodo de esgoto e 10 L de esterco de curral curtido, em base úmida, em cobertura. Os resíduos orgânicos apresentavam, na ocasião, as mesmas características dos materiais aplicados no plantio. Posteriormente, nas adubações em cobertura das tangerineiras com o lodo de esgoto, utilizou-se o material produzido na Opersan Serviços Ambientais SC Ltda, Jundiaí/SP, e o esterco de curral curtido (base úmida) a cada 6 meses.

A irrigação, para a manutenção do potencial da água no solo próximo à capacidade de campo, foi proporcionada por um sistema de irrigação por gotejamento (24 L h^{-1}), sendo instalado um gotejador na área de projeção da copa das plantas.

O ensaio constituiu o manejo do solo com lodo de esgoto, esterco de curral curtido e um manejo sem adição de resíduos orgânicos (apenas adubação química convencional), adotando-se o delineamento estatístico em que os 3 tratamentos foram distribuídos em esquema inteiramente casualizado, com 12 repetições, totalizando 36 plantas.

Em abril de 2003, amostras de folhas fisiologicamente maduras foram coletadas de ramos *não frutíferos* de todas as plantas, na altura mediana da copa, em cada quadrante. Foram coletadas 4 folhas de cada planta/repetição de cada tratamento, totalizando 144 folhas.

Após a coleta, as folhas foram lavadas com detergente e água deionizada e colocadas para secar em estufa com circulação forçada de ar e temperatura variando entre 65-70 °C, até peso constante. Após a secagem, as folhas 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/Campus de Botucatu, para as determinações analíticas dos macronutrientes N, P, K, Ca, Mg e S segundo metodologia de Malavolta et al. (1997).

Os resultados foram submetidos à análise de variância, avaliando-se o efeito dos tratamentos pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, utilizando-se o software SISVAR 4.6/UFLA (Universidade Federal de Lavras).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve uma melhoria gradativa das propriedades químicas do solo através da adição de resíduos orgânicos, sendo possível destacarem reflexos diretos no aspecto nutricional das plantas. Na Figura 1 observa-se que houve um incremento significativo nos valores de N nas folhas das tangerineiras manejadas com lodo de esgoto comparado ao manejo convencional. As plantas cultivadas em solo manejado com esterco de curral apresentaram comportamento intermediário. Entretanto, observa-se claramente o potencial de fornecimento de N proveniente dos resíduos orgânicos ao solo e conseqüentemente às plantas. Salienta-se também que os valores expressos na Figura 1 encontram-se na faixa considerada adequada para o desenvolvimento das plantas cítricas (23-27 g kg⁻¹, Quaggio et al., 1997). Estes dados corroboram àqueles encontrados por Berton et al. (1989) e Silva (1995).

Fidalski & Stenzel (2006) também relatam que o desenvolvimento das plantas e a produção de frutos cítricos podem estar diretamente relacionados com manejo do solo com matéria orgânica. Segundo os autores, o manejo do solo com plantas de cobertura (gramíneas e leguminosas) proporcionou aumento do teor de N em folhas de laranjeira “Folha Murcha” enxertadas em limoeiro “Cravo”, para valores muito próximos aos encontrados no presente experimento.

Almeida et al. (2005) destacam ainda que as plantas apresentam um melhor vigor vegetativo, quando cultivadas em solo manejado, por exemplo, com esterco de curral, principalmente quando se considera o tempo de manejo. Em função disso, pode-se obter maior mineralização do material orgânico adicionado ao solo e, conseqüentemente maior disponibilização de nutrientes para absorção pelas plantas. Mattos Júnior et al. (2004) relatam que a produção de frutos de tangor ‘Murcott’, de qualidade, se correlaciona positivamente com o teor foliar de N nas folhas em torno de 29 g kg⁻¹ (Quaggio et al., 1997), sendo que valores próximos a este foram obtidos neste experimento.

O teor do elemento P nas folhas das tangerineiras também reflete o efeito da adição do lodo de esgoto e do esterco de curral ao solo. Observa-se pela Figura 2 que existe uma diferença nítida entre os manejos com material orgânico comparado ao manejo apenas com adubação química, não havendo, entretanto, diferença significativa. Esta diferenciação no teor de P no solo, entre os manejos adotados, está relacionado com o maior teor de matéria orgânica encontrado nos solos manejados com lodo de esgoto (122,88% maior) e esterco de curral (77,13% maior) comparados com o manejo somente com adubação química, o que favoreceu a maior disponibilização do P ao solo e, conseqüentemente às plantas.

De acordo com Ayuso et al. (1992) e Tsutiya (2001) 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. Existem dados na literatura indicando que cerca de 50% do P encontra-se na forma orgânica podendo ser aproveitado pelas plantas em quantidades satisfatórias logo no primeiro ano de adição ao solo. Os valores apresentados pelas plantas encontram-se acima da faixa ideal (1,2-1,6 g kg⁻¹, Quaggio et al., 1997) para o desenvolvimento das plantas cítricas, entretanto não foram observados sintomas de toxidez.

De acordo com as informações disponíveis na literatura, sabe-se também que o lodo de esgoto apresenta baixos valores de K (Figura 3), o que não lhe permite suprir as necessidades das plantas quando aplicado isoladamente. Assim sendo, há a necessidade de haver uma complementação com outra fonte de K (Melo et al., 2001).

Entretanto, os resultados apresentados na Figura 3 mostram que os teores de K, nas folhas de tangerineira ‘Ponkan’, cultivadas em solos manejados com resíduos orgânicos, estão dentro da faixa considerada ideal (10-15 g kg⁻¹, Quaggio et al., 1997) para o seu desenvolvimento, refletindo a real condição do solo. Deve-se destacar que foram realizadas adubações de cobertura padronizadas entre os tratamentos visando suprir as necessidades das plantas e, que o teor de K está significativamente maior, nas folhas das plantas manejadas no solo sem a adubação com resíduos orgânicos. Provavelmente, estas plantas apresentam este

maior teor de K nas folhas em decorrência de um menor desenvolvimento vegetativo observado através da avaliação de alguns parâmetros biométricos. Além disso, outro fator que merece ser considerado, neste contexto, é uma possível interação entre os íons Ca e K na solução do solo ocasionando uma menor absorção deste último, comparando-se os manejos.

O lodo de esgoto também apresenta potencial de fornecimento de Ca para as tangerineiras, sendo, inclusive diferente estatisticamente dos demais tratamentos (Figura 4). Berton et al. (1989) observaram aumento na absorção de Ca pelas plantas de milho manejadas com lodo de esgoto e Silva et al. (1998) observaram o mesmo na cultura da cana-de-açúcar.

As plantas cultivadas no solo manejado com lodo de esgoto apresentaram um maior teor de Ca nas folhas devido a sua presença neste resíduo (Quadro 2). Neste estágio, as plantas cítricas apresentam um intenso fluxo de desenvolvimento vegetativo exigindo maior absorção de Ca, dentre outros nutrientes, para a manutenção das funções do metabolismo vegetal, podendo enfocar, por exemplo, a locação do Ca a polissacarídeos na parede celular, contribuindo para a estabilidade da mesma. Epstein & Bloom (2006) citaram não somente esta como outras funções relacionadas ao elemento Ca no metabolismo vegetal. Com este comportamento, pode ter havido maior direcionamento de Ca para as folhas das tangerineiras submetidas ao manejo com resíduos orgânicos.

Embora haja esta diferenciação significativa entre os tratamentos, os dados (Figura 4) mostram que os teores dos mesmos encontram-se abaixo do nível considerado adequado para as plantas cítricas (35,0-45,0 g kg⁻¹, Quaggio et al., 1997), o que pode ser considerado normal neste estágio de intenso desenvolvimento, uma vez que não foram diagnosticados sintomas de deficiência nutricional. Deve-se destacar que estes valores estão relacionados na literatura às plantas em idade produtiva.

Todavia, com o Mg (Figura 5) não foi possível observar diferença significativa no teor foliar em função do manejo do solo. As tangerineiras, cultivadas em todas as formas de manejo de adubação, apresentaram um teor foliar de Mg próximo ao indicado como adequado para as plantas cítricas (2,5-4,0 g kg⁻¹, Quaggio et al., 1997). Estes teores podem ter sido originados pela calagem, com calcário dolomítico, realizada para a elevação da saturação destas bases a 70%. Considera-se que possa de ter ocorrido uma interação entre os íons Ca e Mg na solução do solo proporcionando maior absorção de Ca pelas plantas cultivadas no solo manejado com lodo de esgoto e com esterco de curral, em função de sua disponibilidade, comparado com o manejo sem adubação orgânica. A interação entre os íons Ca e Mg também foram observados por Fidalski & Stenzel (2006) através da interpretação dos teores destes elementos em folhas de laranjeira ‘Folha Murcha’ enxertadas em Trifoliata.

As tangerineiras cultivadas em solo manejado com lodo de esgoto também apresentaram maior teor de S (Figura 5) comparado com os demais manejos. Cerca de 95% do S do solo encontra-se na forma orgânica, a qual constitui importante reserva desse nutriente (Tabatabai & Bremner, 1972), especialmente nos solos com alto grau de intemperização. O teor deste elemento no solo é influenciado pela precipitação pluvial, temperatura, adubação, manejo dos restos culturais além dos fertilizantes minerais e orgânicos utilizados. O S orgânico pode se tornar disponível às plantas pela mineralização da matéria orgânica (David et al., 1982).

Nas condições deste experimento, o lodo de esgoto aplicado apresentou tendência de adicionar mais S-orgânico ao solo comparado aos demais manejos, o que pode ter proporcionado melhores condições de absorção pelas plantas. Segundo Tabatabai & Bremner (1970) a enzima arilsulfatase é uma enzima que participa do ciclo do S no solo, ao hidrolisar ligações do tipo éster de sulfato, o que libera íons sulfato. A atividade desta enzima no solo decresce com a profundidade e com a diminuição do teor de matéria orgânica, por constituir a principal reserva de ésteres de sulfato, que são substratos da enzima (Baligar et al., 1988 citados por Nogueira & Melo, 2003).

O resultados apresentados mostram que a utilização promissora de lodo de esgoto em áreas cultivadas com tangerineira ‘Ponkan’, indicando uma possibilidade de economia na fertilização mineral, dependente, entretanto, de resultados a serem obtidos a médio/longo prazo.

CONCLUSÃO

O manejo do solo com lodo de esgoto foi importante para o desenvolvimento vegetativo e no estado nutricional das tangerineiras ‘Ponkan’, pois proporcionou incrementos substanciais nos teores de N, P e Ca e S no tecido foliar comparado às outras formas de manejo.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo - FAPESP pelo suporte financeiro, na forma de Auxílio à Pesquisa (Processo nº 00/12964-4), e na forma de concessão de Bolsas de Pós-Doutorado no Brasil (Processo nº 12345-5) e de Iniciação Científica, para o desenvolvimento deste projeto, gerando resultados importantes que poderão ser aplicados com êxito em prol do desenvolvimento de nossa agricultura.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRIANUAL: **Anuário da agricultura brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio, 2004. 376p.
- ALMEIDA, T.R.P. de; LEONEL, S.; TECCHIO, M.A.; MISCHAN, M.M. Formação do pomar de tangerineira ‘Ponkan’, em função da adubação química e orgânica. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 27, n.2, p. 288-291, 2005.
- AYUSO, M., HERNANDEZ, T., GARCIA, C., COSTA, F. Utilización dun lodo aeróbio como substitutivo de fertilizantes fosforados inorgânicos. **Suelo y Planta**, Madrid, v. 2, n. 2, p. 271-280, 1992.
- BASTOS, R.K.X. Fertilização com águas residuárias. In: WORKSHOP DE FERTIRRIGAÇÃO, 1, 1999, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Guaíba Agropecuária, 1999, p. 279-291.
- BERTON, R.S., CAMARGO, A.O., VALADARES, J.M.A.S. Absorção de nutrientes pelo milho em resposta à adição de biossólidos a cinco solos paulistas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 13, p. 187-92, 1989.
- BONILLA, J.A. **Fundamentos da agricultura ecológica: sobrevivência e qualidade de vida**. São Paulo: Nobel, 1992. 260 p.
- DAVID, M.B.; MITCHELL, M.J.; NAKAS, J.P. Organic and inorganic sulfur constituents of a forest soil and their relationship to microbial activity. **Soil Science Society American Journal**, Madison, v. 46, p. 847-852, 1982.
- EPSTEIN, E.; BLOOM, A. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas**. 2 ed., Londrina: Planta, 2006. 401 p.
- FIDASLKI, J.; STENZEL, N.M.C. Nutrição e produção de 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.
- LABORATÓRIO NACIONAL DE REFERÊNCIA VEGETAL. **Análise de corretivos, fertilizantes e inoculantes**. Métodos oficiais do Ministério da Agricultura. 1 ed., Brasília: Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária, 1988. p. 76-79.

- MALAVOLTA, E., VITTI, G.C., OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional de plantas: princípios e aplicações**. 2. ed., Piracicaba: Potafos, 1997. 304 p.
- MATTOS JUNIOR, D.; QUAGGIO, J.A.; CANTARELLA, H.; CARVALHO, S.A. Superfícies de resposta do tanger 'Murcott' à fertilização com N, P e K. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 1, p. 164-167, 2004.
- MELO, W.J.; MARQUES, M.O.; MELO, V.P. O uso do biossólido e as propriedades do solo. In: TSUTIYA, M.T.; COMPARINI J.B.; SOBRINHO, P.A.; et al. eds. **Bioossólidos na Agricultura**. 1 ed. São Paulo: SABESP, 2001. p 289-363.
- NOGUEIRA, M.A.; MELO, W.J. Enxofre disponível para a soja e atividade de arilsulfatase em solo tratado com fosfogesso. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 27, n. 4 p. 655-663, 2003.
- OLIVEIRA, F.C. Metais pesados e formas nitrogenadas em solos tratados com lodo de esgoto. Piracicaba, 1995, 90 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, 1995.
- PIO, R.M. A qualidade e as exigências do mercado de tangerinas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 3, p. 375-558, 2003.
- QUAGGIO, J.A.; RAIJ, B. van; PIZA JUNIOR, C.T. Faixas de teores adequados de macro e micronutrientes em folhas de plantas frutíferas. 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**. Campinas, Instituto Agrônomo. 1997. p. 124-125.
- RAIJ, B. van.; ANDRADE, J.C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. Análise Química para **Avaliação da Fertilidade de Solos Tropicais**. 2. ed. Campinas: Instituto Agrônomo, 2001. p. 173-250.
- SILVA, F.C. Uso agrônomo do bioossólido: efeitos em fertilidade do solo e qualidade da cana-de-açúcar. Piracicaba, 1995, 170 p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, 1995.
- SILVA, F.C., BOARETTO, A.E., BERTON, R.S., ZOTELLI, H.B., PEIXE, C.A., MENDONÇA, E. Cana-de-açúcar cultivada em solo adubado com bioossólido. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 33, n. 1, p. 1-8, 1998.
- SMITH, P.F. Colapse of Murcott tangerines trees. **Journal of the American Society of Horticultural Science**, Alexandria, v. 101, n. 1, p. 23-24, 1976.
- TABATABAI, M.A., M.A.; BREMNER, J.M. Arylsulfatase activity of soils. **Soil Science Society American Journal Proceedings**, Hilgardia, v. 34, p. 225-229, 1970.
- TABATABAI, M.A., M.A.; BREMNER, J.M. Distribution of total and available sulfur in selected soils and soils profiles. **Agronomy Journal**, Madison, v. 64, p. 40-44, 1972.
- TSUTIYA, M.T. Características de bioossólidos gerados em estações de tratamentos de esgotos. In: TSUTIYA, M.T.; COMPARINI J.B.; SOBRINHO, P.A.; et al. eds. **Bioossólidos na Agricultura**, 1 ed., São Paulo: SABESP, 2001. 133-180.

Quadro 1. Caracterização química de amostra de solo anterior à implantação do experimento.

Prof. cm	pH CaCl ₂	MO g dm ⁻³	P _{resina} mg dm ⁻³	Al ³⁺	H+Al	K	Ca	Mg	SB	CTC	V
							mmol _c dm ⁻³				%
0-20	4,3	12	5	5	31	0,5	7	1	9	40	22
21-40	4,4	9	3	4	24	0,6	6	1	8	32	26

Quadro 2. Caracterização química dos resíduos orgânicos utilizados no manejo do solo.

Resíduos Orgânicos	pH CaCl ₂	MO	Umidade	N _{total}	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg	S	C _{total}	C/N
			e								
					g kg ⁻¹						
Lodo-Plantio	7,5	367	660	50,0	25,0	1,5	14,6	2,0	14,0	350,0	7/1
Lodo-2ª Cob.	5,0	550	110	42,0	20,2	1,4	12,6	1,2	17,6	305,6	7/1
Lodo-3ª Cob.	6,5	530	50	34,0	16,0	1,6	10,6	1,7	20,0	270,9	8/1
Lodo-4ª Cob.	3,6	550	520	28,0	18,0	2,20	15,0	2,5	2,7	306,0	11/1
Esterco-Plantio	4,3	320	550	10,5	8,7	2,1	6,1	0,8	6,8	177,8	17/1
Esterco-2ª Cob.	4,1	280	410	14,0	13,2	2,6	11,1	1,8	17,0	155,6	11/1
Esterco-3ª Cob.	4,2	230	90	11,2	8,6	0,7	5,9	1,12	6,6	127,8	11/1
Esterco-4ª Cob.	8,5	460	100	12,2	10,0	6,0	8,0	5,0	5,0	256,0	21/1

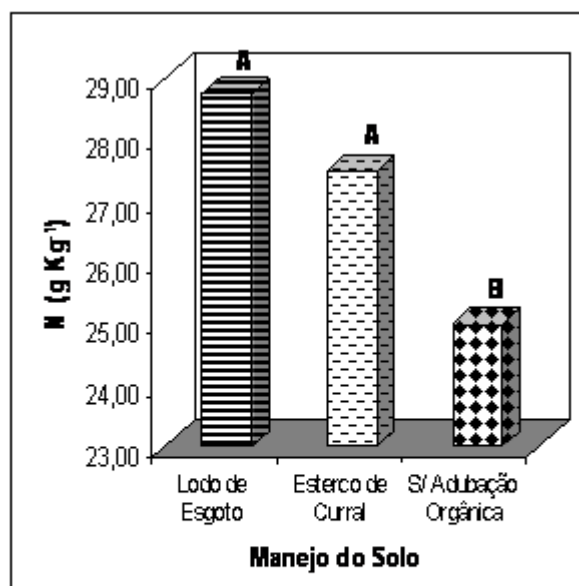


Figura 1. Resultados do teor de N nas folhas de tangerineira “Poncã” em função do manejo do solo. CV = 2,38% e dms = 1,27 (Teste de Tukey).

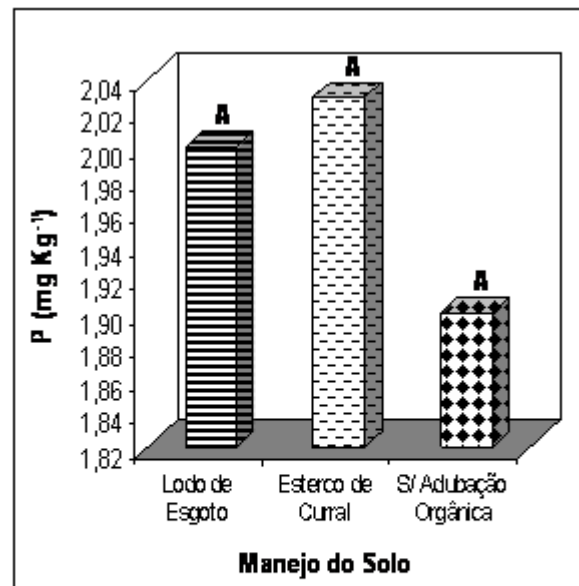


Figura 2. Resultados do teor de P nas folhas de tangerineira “Poncã” em função do manejo do solo. CV = 9,36% e dms = 0,37 (Teste de Tukey).

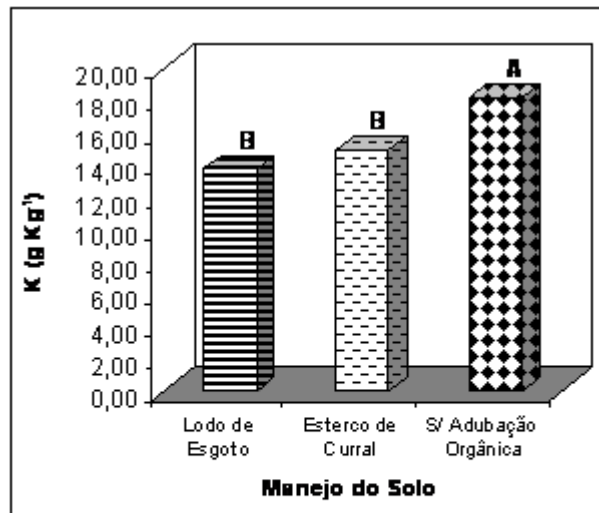


Figura 3. Resultados do teor de K nas folhas de tangerineira “Poncã” em função do manejo do solo. CV = 7,22% e dms = 2,23 (Teste de Tukey).

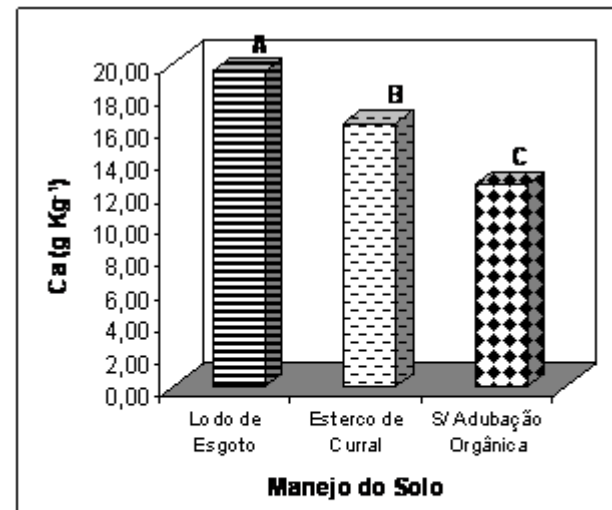


Figura 4. Resultados do teor de Ca nas folhas de tangerineira “Poncã” em função do manejo do solo. CV = 7,96% e dms = 2,53 (Teste de Tukey).

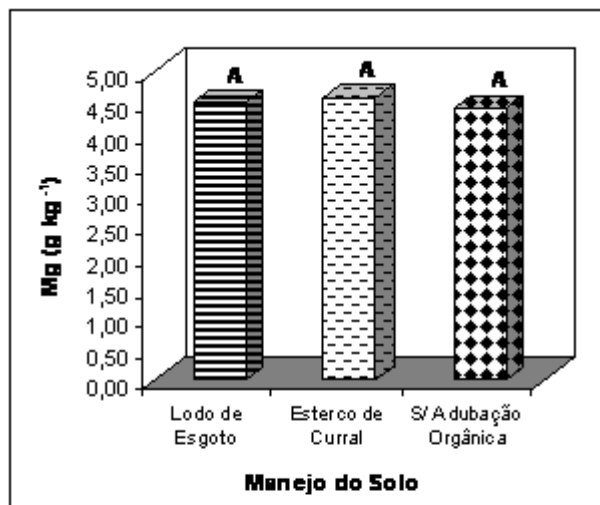


Figura 5. Resultados do teor de Mg nas folhas de tangerineira “Poncã” em função do manejo do solo. CV = 6,22% e dms = 0,60 (Teste de Tukey).

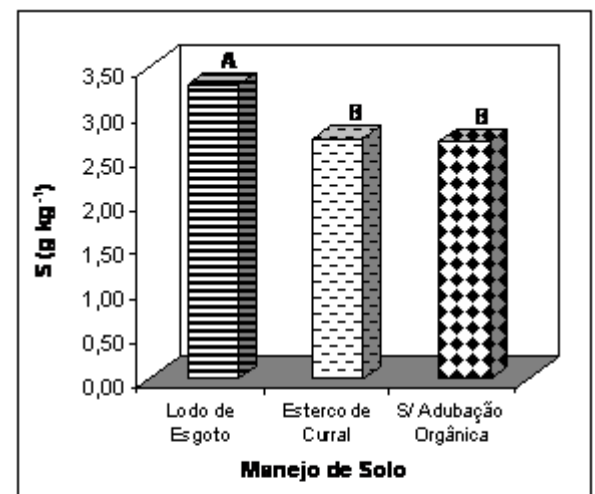


Figura 6. Resultados do teor de S nas folhas de tangerineira “Poncã” em função do manejo do solo. CV = 6,40% e dms = 0,25 (Teste de Tukey).