

Adubação com compostos orgânicos e cobertura verde do solo em pomar de tangerineiras sob cultivo orgânico¹

Henrique Belmonte Petry², Otto Carlos Koller³, Carlos Alberto Bissani⁴ Emiliano Santarrosa⁵, Bruno Casamali⁶, Luís Carlos Laux⁷, Roberto Pedroso de Oliveira⁸, Sergio Francisco Schwarz⁹

Resumo - O objetivo foi avaliar a influência da adubação com composto orgânico e da cobertura verde do solo em um pomar adulto de tangerineiras (*Citrus deliciosa* Ten.) ‘Montenegrina’ sob cultivo orgânico, localizado em Montenegro-RS, no período de 2007 a 2010. Os tratamentos constaram dos seguintes manejos de adubações: A – cobertura verde do solo com aveia-preta e ervilhaca (inverno) / feijão-miúdo (verão); B - adubação bienal com 200 m³ ha⁻¹ de composto orgânico; C - adubação anual com 100 m³ ha⁻¹ de composto orgânico; D - adubação em anos alternados, num ano com 100 m³ ha⁻¹ de composto e noutro com biofertilizante líquido. Avaliaram-se a produção de frutos nos anos de 2008 a 2010, a massa de frutos excedentes raleados (manual), parâmetros qualitativos dos frutos e o estado nutricional das plantas. O tratamento A foi superior aos demais tratamentos quanto à produtividade das plantas, aos teores de suco (Ts) e de sólidos solúveis totais (SST), sem afetar as demais características avaliadas. Os tratamentos não influenciaram o estado nutricional das plantas, porém verificou-se que todas as tangerineiras apresentaram teores foliares insuficientes de N, K, Zn e Mn. Concluiu-se que a adubação de cobertura verde aumenta a produtividade das tangerineiras ‘Montenegrina’ e melhora alguns atributos qualitativos dos frutos, como SST e Ts, sem alterar o nível nutricional das plantas. A aplicação continuada dos materiais orgânicos estudados tem efeito depressivo sobre a quantidade e a qualidade da produção das tangerineiras, devido a desequilíbrios promovidos em alguns atributos químicos do solo.

Palavras-chave: *Citrus deliciosa*. Qualidade dos frutos. Citricultura orgânica.

¹ Manuscrito submetido em 20/10/2012 e aceito para publicação em 08/04/2013. Trabalho realizado com apoio financeiro do CNPq, Capes, Fapergs e UFRGS.

² Engº Agrº, Mestre, doutorando do Programa de Pós-graduação em Fitotecnia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Bolsista CNPq. Av. Bento Gonçalves, 7712, CEP: 91501-970, Porto Alegre – RS, Brasil. E-mail: hbpetry@gmail.com; Telefone: (51) 33086020;

³ Profº Aposentado do Programa de Pós-graduação em Fitotecnia da UFRGS. E-mail: ockoller@ufrgs.br; Telefone: (51) 33086020

⁴ Profº Adjunto do Departamento de Solos e do Programa de Pós-graduação em Ciência do Solo - UFRGS. E-mail: carlos.bissani@ufrgs.br; Telefone: (51) 33086020;

⁵ Engº Agrº, Mestre, doutorando do Programa de Pós-graduação em Fitotecnia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Analista A de Transferência de Tecnologia da Embrapa Florestas, Estrada da Ribeira, km 111, Caixa Postal 319, CEP 83411-000 - Colombo, PR - Brasil. E-mail: emiliano@cnf.embrapa.br.

⁶ Engº Agrº, Estudante de Mestrado Acadêmico em Horticultural Sciences na University of Florida, EUA. E-mail: bcasamali@gmail.com;

⁷ Biólogo, produtor associado à Cooperativa dos Citricultores Ecológicos do Vale do Rio Caí – Ecocitrus. E-mail: ecocitrus@ecocitrus.com.br; Telefone: (51) 33086020;

⁸ Engº Agrº, Doutor, Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq - Nível 2, Pesquisador A da Embrapa Clima Temperado, Rodovia BR 392 km 78, Monte Bonito 96001-970 - Pelotas, RS – Brasil. e-mail: roberto.pedroso@embrapa.br;

⁹ Profº Adjunto do Departamento de Horticultura e Silvicultura e do Programa de Pós-graduação em Fitotecnia - UFRGS, bolsista produtividade - CNPq. E-mail: schwarz@ufrgs.br (autor correspondente); Telefone: (51) 33086020.

Fertilization with organic compost and green groundcover in mandarin orchard under organic cultivation¹

Abstract - The objective was investigate the influence of fertilization with organic compost and green ground cover in an 'Montenegrina' mandarin (*Citrus deliciosa* Ten.) mature orchard, under organic cultivation, in Montenegro county, RS. The treatments consisted of the following fertilization management since 2007: A - green covering the soil with *Avena strigosa* and *Vicia sativa* (winter) / *Vigna unguiculata* (summer), B - biennial fertilization with 200 m³ ha⁻¹ of organic compost, C - annual fertilization with 100 m³ ha⁻¹ of organic compost D - fertilizer in alternate years, one year with 100 m³ ha⁻¹ and another with liquid biofertilizer. They were evaluated the fruit production in the years 2008 to 2010, the fruit mass manually thinned, fruit quality parameters and nutritional status of plants. Treatment A was superior to other treatments on the productivity of plants and some fruit quality variables, such as higher juice content (Jc) and soluble solids (SS), without affecting other properties. Treatments did not affect the plants nutritional status, but all the mandarin had insufficient foliar levels of N, K, Zn and Mn. Therefore the fertilization with green cover species increases the fruit yield of the 'Montenegrina' mandarins and improves some quality attributes of the fruit as SST and Ts, without changing the nutritional level of the plants. The continuous application of studied organic material has depressive effects on quantity and quality of mandarin production due to negative changes in the equilibrium among some soil chemical attributes.

Key words: *Citrus deliciosa*, fruit quality, organic citriculture.

Introdução

A citricultura é uma das principais atividades das propriedades rurais do Vale do Rio Caí, RS, destacando-se a produção de tangerinas 'Montenegrina' (*Citrus deliciosa* Ten.) (PANZENHAGEN et al., 2008). A região também se destaca na produção ecológica de frutas *in natura* e seus derivados, como sucos, geleias e doces para o comércio local e de outros Estados e países (GRUPEX, 2005). Os pomares sob sistema orgânico estão regidos pela Lei nº 10.831 (BRASIL, 2003), incluindo todos aqueles em que se adotam técnicas específicas que tenham por objetivo principal a sustentabilidade ecológica e econômica. Segundo Gliessman (2001), o manejo sustentável de agroecossistemas requer o conhecimento de como fatores individuais afetam organismos cultivados e de como todos os fatores interagem para formar o complexo ambiental. Os manejos conservacionistas do solo são aqueles que têm por objetivo manter, controlar ou restaurar as propriedades afetadas pela degradação (RIENZI e MAGGI, 2007). A matéria orgânica do solo (MOS) é a principal fonte de energia para os microorganismos, de alguns nutrientes para as plantas, principalmente o N, e condiciona o solo dando estabilidade aos agregados, tendo assim, função vital na manutenção da fertilidade do solo. Segundo Gliessman (2001), aportes elevados de matéria orgânica são fundamentais para estimular a diversificação de espécies, sendo o insumo matéria orgânica um componente-chave da agricultura

orgânica para elevar o conteúdo de MOS em sistemas de agricultura orgânica. Em muitos sistemas de produção orgânica, este conceito é aplicado de maneira equivocada, quando se considera que para recuperar o solo e torná-lo mais produtivo são necessárias aplicações maciças de matéria orgânica. No entanto, é preciso considerar que, em princípio, nas adubações orgânicas não é necessário aplicar as doses de nutrientes que seriam requeridas em adubações químicas (KOLLER, 2005), porque a liberação geralmente, como no caso do N, é mais lenta e gradual, facilitando sua absorção pelas raízes; além disso, a disponibilização de nutrientes com adubações orgânicas é maior do que com adubações químicas, porque os adubos orgânicos ativam a microflora e fauna, melhorando as propriedades físicas e biológicas do solo. Entretanto, além da contribuição em nutrientes, é importante caracterizar os adubos e resíduos orgânicos quanto a outros componentes ou propriedades indesejáveis, como metais pesados e alcalinização, que possam limitar as doses aplicadas, de modo a evitar a poluição do sistema solo-água (COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO – RS/SC, 2004).

A utilização de compostos orgânicos é uma das melhores formas para adicionar nutrientes em pomares orgânicos de citros. Estes normalmente contêm um amplo espectro de nutrientes e os libera de forma lenta, aumentando a eficiência de uso pelas culturas. Os compostos orgânicos também podem favorecer o aumento de microorganismos benéficos e húmus, além de melhorar a estrutura do solo (MORTON e PROEBST, 2003).

Dentre as plantas utilizadas como adubos verdes ou de cobertura, destacam-se as leguminosas, pela fixação de nitrogênio atmosférico; e as gramíneas, pela alta produção de biomassa e reciclagem de nutrientes, sendo estas utilizadas solteiras ou em consórcios. Estas plantas promovem o aporte e reciclagem de nutrientes, aumento do teor de MOS, refúgio de inimigos naturais das pragas, competição com plantas daninhas, entre outros atributos (BARNI et al., 2003), sendo uma importante ferramenta de manejo do solo em cultivos plurianuais.

Damatto Junior et al. (2005) verificaram em um experimento de adubação orgânica (esterco curtido), com doses variando de 0 a 200% do recomendado para a cultura do maracujazeiro-doce (*Passiflora alata* Dryand), que a dose recomendada para a cultura (100%) aumentou a produção de frutos em número e em massa. Panzenhagen et al. (1999) verificaram que as adubações orgânicas (esterco de aves e bovino) associadas à aplicação de calcário dolomítico e adubações minerais com NPK aumentaram a produção total das tangerineiras 'Montenegrina' e de frutos de 1ª e 2ª classe em relação aos tratamentos testemunha (sem adubação) e de correção do pH do solo, porém, não verificaram diferenças significativas na produção entre as adubações com estrume de aves e estrume de bovinos., em seis safras avaliadas. Cruz et al. (1971) não verificaram diferenças no desenvolvimento de laranjeiras 'Natal' (*Citrus sinensis* Osb.), até a primeira safra, entre doses e fontes de adubos orgânicos aplicados na cova de plantio.

O presente trabalho teve como objetivo estudar a influência do manejo da adubação com composto orgânico e cobertura verde do solo, em um pomar de tangerineiras 'Montenegrina' sob sistema de cultivo orgânico, no estado nutricional das plantas, produção e qualidade dos frutos.

Material e Métodos

O experimento foi instalado em maio de 2007, em um pomar comercial de tangerineiras 'Montenegrina', localizado no município de Montenegro, na região do Vale do Rio Caí, no Rio Grande do Sul. Foram avaliadas plantas adultas (20 anos), enxertadas sobre *Poncirus trifoliata* (L.) Raf., plantadas no espaçamento de 6 x 3 m e conduzidas sob sistema de cultivo orgânico. O solo do pomar foi classificado como Argissolo Vermelho Distrófico espessarênico (STRECK et al., 2008) e apresentava as características constantes na Tabela 1. Segundo a classificação de Köppen (1948), a região apresenta clima subtropical úmido de verão quente do tipo Cfa. Os meses mais quentes são

janeiro e fevereiro, com temperatura média próxima de 25 °C e os meses mais frios são junho e julho, com temperatura média de 9 °C. A precipitação pluviométrica média anual é de 1.440 mm e a umidade relativa média do ar de 77,3% (BERGAMASCHI et al., 2003). O manejo do pomar compreendeu: duas roçadas anuais (novembro e fevereiro) da vegetação espontânea sob a copa das tangerineiras e nas entrelinhas (exceto no tratamento de adubação verde); raleio do excesso de frutos fixados, nos meses de fevereiro e março, segundo metodologia de Rodrigues et al. (1998); aplicação de calda bordalesa (0,25 %) na plena floração e nos meses de novembro e janeiro e calda sulfocálcica (4%), no inverno. Até o início do experimento tinham sido realizadas três adubações com composto orgânico da Ecocitrus, na quantidade de 200 m³ ha⁻¹, sendo uma na implantação do pomar e outras duas a cada 5 anos; e outra com biofertilizante líquido produzido pela Ecocitrus, na quantidade de 100 m³ ha⁻¹, em 2006.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com quatro tratamentos dispostos em faixas, quatro repetições e três plantas úteis por parcela. Os tratamentos constaram do seguinte manejo da adubação na área experimental: A – Adubação verde: sementeira de aveia-preta (*Avena strigosa* Schreber), 60 kg ha⁻¹, e ervilhaca (*Vicia sativa* L.), 30 kg ha⁻¹, no inverno, e feijão-miúdo [*Vigna unguiculata* (L.) Walp], 60 kg ha⁻¹, no verão; B - adubação bienal com 200 m³ ha⁻¹ de composto orgânico da Cooperativa Ecocitrus; C - adubação anual com 100 m³ ha⁻¹ de composto orgânico da Ecocitrus; D - adubação em anos alternados, num ano com 100 m³ ha⁻¹ de composto orgânico e noutro com 100 m³ ha⁻¹ de biofertilizante líquido da Ecocitrus.

Os tratamentos B, C e D foram realizados a partir de maio de 2007, sempre no referido mês. A distribuição a lanço, nas entrelinhas do pomar, do composto sólido foi realizada com um distribuidor de adubos orgânicos. Já a distribuição do biofertilizante ocorreu com a utilização de um distribuidor de adubo orgânico líquido lobular. A composição físico-química de ambos os compostos orgânicos está apresentada na Tabela 2. A sementeira das espécies de cobertura verde do solo do tratamento A foi realizada com distribuição manual em cobertura, em março/abril de cada ano para as espécies de inverno (aveia e ervilhaca) e em setembro/outubro para o feijão-miúdo, sendo que as sementes das leguminosas foram previamente inoculadas com o rizóbio correspondente à espécie, fornecido pelo Laboratório de Fixação Biológica de Nitrogênio – MIRCEN, da Fepagro-RS. Após a distribuição, as sementes foram levemente incorporadas ao solo pela passagem de

uma grade de discos destravada, ao longo das entrelinhas do pomar, antes da semeadura do cultivo intercalar seguinte.

Foi avaliada a produção de tangerinas (número e peso de frutos), nos anos de 2008 a 2010, e a massa de frutos excedentes, resultantes do raleio, nos anos de 2008 e 2010. Também foram coletadas amostras anuais de folhas, segundo as recomendações do Grupo Paulista de Adubação e Calagem para Citros (1994), para avaliação da condição nutricional das tangerineiras submetidas aos tratamentos supracitados, com análise dos teores totais de N, P, K, Ca, Mg, Zn, Mn e Fe, segundo metodologia descrita por Tedesco et. al. (1995).

A qualidade dos frutos foi determinada no Laboratório de Fisiologia Pós-Colheita do Departamento de Horticultura e Silvicultura da UFRGS, no período de 2008 a 2010, a partir de quatro amostras por tratamento, cada qual composta de 20 frutos, colhidos aleatoriamente de cada parcela, no mês de setembro de cada ano. Determinaram-se a massa média dos frutos (MMF), o diâmetro transversal e longitudinal e a coloração da casca das tangerinas. Após, foram separados 10 frutos por amostra para determinação do teor de suco (Ts), que foi calculado pela razão massa de suco/massa de frutos, expressa em valor percentual.

A partir do suco das tangerinas, foram determinados o teor de sólidos solúveis totais (SST), a acidez total titulável (ATT) e a relação SST/ATT. O teor de SST foi determinado por refratometria e expresso em °Brix. A ATT, expressa em percentual de equivalente em ácido cítrico, foi determinada pela titulação de 6 g de suco com solução 0,1 N de NaOH até pH 8,1 (AOAC, 1995). A acidez em percentual de ácido cítrico foi calculada pela equação: $ATT = [(ml \text{ de NaOH}) \times (\text{Normalidade do NaOH}) \times 0,064 \times 100] / (\text{massa de suco})$. A relação SST/ATT foi calculada pela divisão do valor de °Brix pelo valor de percentual de ácido cítrico.

A cor da casca (média de três medidas ao longo do eixo equatorial do fruto) foi determinada em 2009 e 2010, com o uso de um colorímetro (Konica/Minolta, CR400), obtendo-se as variáveis L, a e b. Estas variáveis foram utilizadas para calcular o índice de cor da casca (ICC) e a cromaticidade (C). O ICC foi calculado pela fórmula $(1000 \times a) / (L \times b)$ (JIMENEZ-CUESTA et al., 1981). O ICC, quando negativo, indica cores verdes e quando positivo, cores alaranjadas. O zero corresponde à cor amarela. O ICC varia entre -20 a +20. A cromaticidade reflete a pureza da cor em relação ao cinza e quanto maior seu valor mais pura é a cor. O cálculo foi realizado pela equação $C = (a^2 + b^2)^{1/2}$ (JIFON e SYVERTSEN, 2001).

Anualmente, no outono de cada ano, foi feita a amostragem do solo e a análise de atributos relacionados à sua fertilidade, segundo metodologia descrita por Tedesco et al. (1995).

Para a análise estatística, foi utilizado o programa Assistat 7.5 beta. Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias foram comparadas entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Resultados e Discussão

Verificou-se que, quanto à massa da produção acumulada de frutos ao longo das safras de 2008 a 2010, o tratamento com adubação verde (A) apresentou rendimento superior aos tratamentos (B) adubação bienal de 200 m³ ha⁻¹ e (C) adubação anual de 100 m³ ha⁻¹ de composto orgânico e que o tratamento D, aplicação em anos alternados de 100 m³ ha⁻¹ de composto orgânico e de biofertilizante líquido, apresentou comportamento intermediário (Figura 1 – I). Entretanto, nas avaliações anuais, verificou-se que, em 2008, o tratamento D apresentou produção superior aos tratamentos B e C, enquanto que o tratamento A apresentou comportamento intermediário. Já em 2009, não houve diferenças significativas entre os tratamentos e a produção foi muito baixa, visto que, antes da floração de 2008, houve um vendaval com precipitação de granizo na área experimental, o que causou diminuição na produção do ano seguinte na ordem de 80%, motivo pelo qual, neste ano, não houve necessidade da realização de raleio de frutos verdes excedentes (Figura 1 – III). Em 2010, no tratamento A, obteve-se produção superior à dos tratamentos B e D, tendo o tratamento C desempenho intermediário (Figura 1 – I). Quanto ao número de frutos produzidos por planta (Figura 1 – II), o comportamento dos tratamentos foi semelhante ao da produção das plantas em massa de frutos (Figura 1 - I), tendo comportamento diferente somente no acumulado dos anos, onde a produção de frutos do tratamento A somente foi superior à do tratamento B, mas não diferiu dos tratamentos C e D. Este comportamento pode ser atribuído, entre outros fatores, à alternância de produção característica da tangerineira 'Montenegrina' (SCHWARZ, 2009).

A massa de frutos verdes raleados (Figura 1 – III), no ano de 2008, não apresentou diferença significativa entre os tratamentos. Já em 2010, os tratamentos A e C apresentaram maior quantidade de frutos verdes raleados, contudo, na produção acumulada dos dois anos, o tratamento A apresentou a maior quantidade de frutos desbastados em relação aos tratamentos B e D, tendo o tratamento C ficado em situação intermediária. Isso mostra que as

tangerineiras submetidas à adubação verde (tratamento A), além de terem superado as dos tratamentos B e C na produção de frutos colhidos, revelaram superior capacidade produtiva em relação às tangerineiras submetidas aos demais tratamentos, por terem requerido raleio mais intenso. Panzenhagen et al. (1999) e Damatto Junior et al. (2005) verificaram aumento de produção ($t\ ha^{-1}$) com a utilização de adubos orgânicos em áreas não adubadas previamente, diferentemente do presente estudo, onde, provavelmente, a resposta negativa à adubação orgânica pode ser devida às adubações previamente realizadas.

Os teores insuficientes de N, Zn e Mn (Tabela 3), segundo os parâmetros do Grupo Paulista de Adubação e Calagem para Citros (1994), que ocorreram em todos os tratamentos, indicam que, mesmo com altas quantidades de adubos orgânicos aplicados nos tratamentos B e C (em média $488\ kg\ de\ N\ ha^{-1}\ ano^{-1}$; $86\ kg\ de\ P\ ha^{-1}\ ano^{-1}$; $218\ kg\ de\ K\ ha^{-1}\ ano^{-1}$) e no D (em média $320\ kg\ de\ N\ ha^{-1}\ ano^{-1}$; $76\ kg\ de\ P\ ha^{-1}\ ano^{-1}$; $140\ kg\ de\ K\ ha^{-1}\ ano^{-1}$), não houve suficiente disponibilização ou eficiência de aproveitamento desses nutrientes pelas plantas. Mesmo que os teores de K sejam interpretados como suficientes nos tratamentos B e D, situam-se no limiar inferior da suficiência.

Os tratamentos com aplicação dos materiais orgânicos resultaram nos teores de macro e micronutrientes no solo apresentados na Tabela 1. Os solos foram interpretados como básicos ou pouco básicos na sua grande maioria, conforme a classificação de Volkweiss (1989) e no aumento ou manutenção de altos valores de pH ($\geq 7,4$), na camada de 0-20 cm do solo (Figura 2), o qual já era interpretado como muito alto antes do início do experimento (média de 7,5). No tratamento A, sem aplicação dos compostos, houve a diminuição do pH a 6,3. Este marcante efeito dos tratamentos com adubação orgânica sobre o pH do solo está associado à combinação entre o poder de neutralização de acidez do composto orgânico (Tabela 2), às doses aplicadas e ao baixo poder tampão de acidez do solo do pomar. Os valores determinados para alguns atributos de solo podem justificar as deficiências de alguns nutrientes nas folhas e a tendência de efeito depressivo para algumas variáveis quantitativas e qualitativas de produção das tangerineiras.

Os altos valores de pH do solo implicam em diminuição da disponibilidade de micronutrientes para as plantas (BISSANI et al., 2008), como é o caso de Zn e Mn no presente trabalho, com efeitos nas diversas variáveis avaliadas. Os baixos teores foliares de K podem ser atribuídos aos efeitos competitivos de absorção promovidos pelos altos teores de Ca e Mg

no solo com aplicação dos materiais orgânicos (BISSANI et al., 2008). Já os baixos teores foliares de N, embora as quantidades totais aplicadas sejam relativamente altas, podem ser justificados pela possível predominância de formas de N de lenta liberação e perdas de N na forma de nitrato no período entre a aplicação dos materiais e a época de maior absorção pelas plantas, considerando-se a textura arenosa das camadas superficiais do solo. Os resultados indicam a necessidade de estudos mais específicos quanto às formas químicas e taxas de liberação dos nutrientes presentes nos materiais orgânicos avaliados. Os resultados obtidos para as variáveis de solo e planta avaliadas apontam para a recomendação da suspensão da aplicação destes materiais orgânicos, em especial o composto orgânico, até que o pH do solo baixe a valores próximos a 6,0, conforme a recomendação da Comissão de Química e Fertilidade do Solo – RS/SC (2004).

A massa média dos frutos (MMF), o diâmetro (\emptyset) longitudinal, a cromaticidade (C), a claridade da cor da casca (L), a acidez total titulável (ATT) e a relação SST/ATT não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos na média dos anos avaliados (Tabela 4). Entretanto, no tratamento A (adubação verde), o \emptyset transversal dos frutos foi menor do que no tratamento B e ambos não diferiram dos tratamentos C e D. Isso se deve, provavelmente, ao maior número de frutos produzidos no tratamento A, diminuindo o tamanho dos mesmos, apesar de não ter havido diferença na MMF. Entretanto, a diferença de aproximadamente 3 mm, na média, entre os tratamentos A e B não é suficiente para alterar a classificação comercial dos frutos, visto que, segundo Sartori (2005), estando entre 57 e 65 mm, os frutos de todos os tratamentos, cujo diâmetro transversal variou de 59,4 a 62,9 mm, são considerados de 2ª categoria.

Na média das safras 2009 e 2010, o índice de cor da casca (ICC) dos frutos do tratamento B foi superior em relação ao tratamento A, tendo comportamento intermediário nos tratamentos C e D.

Quanto aos teores de suco (Ts) e de sólidos solúveis totais (SST) dos frutos, apresentados na Tabela 4, no tratamento A os valores foram superiores aos apresentados no tratamento B, ficando os tratamentos C e D com teores intermediários. Mesmo apresentando diferenças em todos os tratamentos, o Ts dos frutos foi superior ao requerido pela União Européia, que é de 33% para este tipo de tangerinas (CAMPANA, 2007). Além disso, a relação SST/ATT foi, em média, 13,85, o que é muito superior ao mínimo de 7,5, preconizado pelo padrão internacional dos citros (OECD, 2010).

Conclusões

A cobertura verde do solo, utilizando aveia-preta consorciada com ervilhaca no inverno e feijão-miúdo no verão, proporciona aumento da produtividade e dos teores de suco e de sólidos solúveis, sem afetar as demais características qualitativas dos frutos de tangerineiras 'Montenegrina'. Adubações orgânicas adicionais, em pomares que já vinham sendo adubados, não corrigiram as deficiências nutricionais de N, K, Zn e Mn. Os resultados sugerem a suspensão da aplicação dos materiais avaliados, em especial o composto orgânico, até que os valores de pH do solo baixem a valores próximos a 6,0.

Agradecimentos

À Universidade Federal do Rio Grande do Sul, ao CNPq, FAPERGS e CAPES pela concessão de bolsas e apoio financeiro para a execução deste trabalho. À Cooperativa dos Citricultores Ecológicos do Vale do Rio Caí (Ecocitrus) pelo apoio logístico na condução do experimento.

Referências

- AOAC. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis**. 16 ed., Arlington: AOAC, 1995. 1141 p.
- BARNI, N. A.; FREITAS, J. M. DE O.; MATZENAUER, R.; TOMAZZI, D. J.; ZANOTELLI, V.; ARGENTA, G.; SECHIN, J.; TIMM, P. J.; DIDONÉ, I. A.; HILEBRAND, G.; BUENO, A. C.; RIBEIRO, S. S. **Plantas recicladoras de nutrientes e de proteção do solo, para uso em sistemas equilibrados de produção agrícola**. Porto Alegre: FEPAGRO, 2003. 84 p. (Boletim Fepagro, 12).
- BERGAMASCHI, H.; GUADAGNIN, M. R.; CARDOSO, L. S.; SILVA, M. I. G. **Clima da Estação Experimental da UFRGS (e região de abrangência)**. Porto Alegre: UFRGS, 2003. 77p.
- BISSANI, C.A.; CAMARGO, F.A.O.; GIANELLO, C.; TEDESCO, M.J. **Fertilidade dos solos e manejo da adubação de culturas**. 2 ed. Porto Alegre: Metropole, 2008. 344p.
- BRASIL. Lei nº 10.831, de 23 de dezembro de 2003. Dispõe sobre a agricultura orgânica e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 24 de dezembro de 2003, Seção 1, p.8. Capturado em 20 maio 2011. Online. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/consultarLegislacao.do?operacao=visualizar&id=5114>>.
- CAMPANA, B. M. R. Índices de maturiz, cosecha y empaque de frutas In: SOZZI, G. **Árboles Frutales: Ecofisiología, Cultivo y Aprovechamiento**. 1. ed. Buenos Aires: Editorial Facultad de Agronomía – Universidad de Buenos Aires, 2007. Cap. 21, p. 705 – 768.
- COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO – RS/SC. **Manual de Adubação e Calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Porto Alegre: SBCS – Núcleo Regional Sul, 2004. 394 p.
- CRUZ, L. S. P.; RODRIGUEZ, O.; IGUE, T. Reação de laranjeiras Natal à aplicação de adubos minerais e orgânicos nas covas de plantio. **Bragantia**, Campinas, v. 30, n. 14, p. 135-143, out. 1971. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0006-87051971000200006&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 20 mai. 2011. doi: 10.1590/S0006-87051971000200006.
- DAMATTO JUNIOR, E. R.; LEONEL, S.; PEDROSO, C. J. Adubação orgânica na produção e qualidade de frutos de maracujá-doce. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 27, n. 1, p. 188-190, 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-29452005000100051&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 20 mai 2011. doi: 10.1590/S0100-29452005000100051.
- GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável**. 2. Ed. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS, 2001. 653 p.
- GRUPEX. **O cultivo dos citros no Rio Grande do Sul: referências tecnológicas**. Porto Alegre: FEPAGRO, 2005. 141 p. (Boletim Fepagro, 16).
- GRUPO PAULISTA DE ADUBAÇÃO E CALAGEM PARA CITROS. **Recomendações de adubação e calagem para citros no estado de São Paulo. Laranja**, Cordeirópolis. Edição Especial. p.1-27. 1994.
- JIFON, J.L.; SYVERTSEN, J.P. Effects of moderate shade on Citrus leaf gas exchange, fruit yield, and quality. **Proceedings of the Florida State**

- Horticultural Society**, Lake Alfred, v.114, p.177-181, 2001.
- JIMENEZ-CUESTA, M.; CUQUERELLA, J.; MARTINEZ-JÁVAGA. Determination of a color index for citrus fruit degreening. **Proceedings of the International Society of Citriculture**, Tokyo, v.2, p.750-753, 1981.
- KÖEPPEN, W. **Climatologia**: con un estudio de los climas de la Tierra. México: Fondo de Cultura Económica, 1948. 478p.
- KOLLER, O.C. Adubação de pomares de citros. In: XII CICLO DE PALESTRAS SOBRE CITRICULTURA DO RS. **Anais...** Porto Alegre: UFRGS, Emater/RS e Fepagro. 2005, p. 39-64.
- MORTON, A.; PROEBST, D. **Organic citrus resource guide**. Nova Zelândia: Soil and Health Association of New Zealand Inc. and Bio Dynamic Association in New Zealand Inc, 2003. Capturado em 15 mai. 2011. Online. Disponível em: <<http://www.organicnz.org/growing-farmers/>>.
- OECD. **International standards for fruit and vegetables**: Citrus fruit. Paris: OECD Publishing, 2010. 244 p.
- PANZENHAGEN, N. V.; KOLLER, O. C.; SARTORI, I. A.; PORTELINHA, N. V. Respostas de tangerineiras 'Montenegrina' à calagem e adubação orgânica e mineral. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n.4, p. 527-533, 1999. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X1999000400003&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 15 mai. 2011. doi: 10.1590/S0100-204X1999000400003.
- PANZENHAGEN, N. V.; KOLLER, O. C.; VAQUIL, P. D.; SOUZA, P. V. D.; SOGLIO, F. K. D. Aspectos técnico-ambientais da produção orgânica na região citrícola do Vale do Rio Caí, RS. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, p. 90/01-95, 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782008000100015&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 15 mai. 2011. doi: 10.1590/S0103-84782008000100015.
- RIENZI, E. A.; MAGGI, A. E. Manejo y conservación de suelos de sistemas frutícolas. In: SOZZI, G. (Ed. Lit.). **Árboles Frutales: Ecofisiología, Cultivo y Aprovechamiento**. 1. ed. Buenos Aires: Editorial Facultad de Agronomía – Universidad de Buenos Aires, 2007. Cap. 11, p. 343 – 362.
- RODRIGUES, L. R.; SCHWARZ, S. F.; RECKZIEGEL, V. P.; KOLLER, O. C. Raleio manual de frutos em tangerineiras 'Montenegrina'. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 33, n.8, p. 1315-1320, 1998.
- SARTORI, I. A. **Poda raleio e uso de fitorreguladores em tangerineiras (Citrus deliciosa Tenore) cv. Montenegrina**. 2007. 114 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Programa de Pós-graduação em Fitotecnia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- SCHWARZ, S. F. Melhoramento genético e variedades. In: **Citricultura, cultura de tangerineiras**: tecnologia de produção, pós-colheita e industrialização. Porto Alegre: Rígel, 2009. p. 35-48.
- STRECK, E.V.; KÄMPF, N.; DALMOLIN, R.S.D.; KLAMT, E.; NASCIMENTO, P.C. do; SCHNEIDER, P.; GIASSON, E.; PINTO, L.F.S. **Solos do Rio Grande do Sul**. 2.ed. rev. e ampl. Porto Alegre: Emater/RS, 2008. 222p.
- TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S. J. **Análise de solos, plantas e outros materiais**. 2. ed. Porto Alegre: Departamento de Solos da UFRGS, 1995. 174 p.
- VOLKWEISS, S. J. Química da acidez dos solos. In: KAMINSKI, J.; VOLKWEISS, S. J. II SEMINÁRIO SOBRE CORRETIVOS DA ACIDEZ DO SOLO. **Anais...** Santa Maria: Edições UFSM, 1989, p. 7-38.

Tabela 1 - Caracterização química e física do solo (camada 0-20 cm) da área do pomar antes do início do experimento (2007) e em 2009, em função dos tratamentos, Montenegro, RS.

Atributos	2007		2009							
	(Média)		A		B		C		D	
Argila (%)	9,4	-	13,0	-	7,8	-	8,0	-	10,8	-
pH (H ₂ O)	7,5	PB ¹	6,3	PA	7,4	PB	7,6	B	7,4	PB
P - Mehlich (mg/dm ³)	50,7	MA	12,6	B	48	MA	33,8	A	56	MA
K trocável (mg/dm ³)	70	A	52	M	85,3	A	34	B	59	M
Matéria orgânica (%)	2,6	M	1,2	B	1,4	B	1,4	B	2,1	B
Al trocável (cmol _c /dm ³)	0	-	0	-	0	-	0	-	0	-
Ca trocável (cmol _c /dm ³)	7,4	A	4,2	A	6,2	A	6,2	A	7,8	A
Mg trocável (cmol _c /dm ³)	0,7	M	0,8	M	0,6	M	0,5	B	0,7	M
Al+H (cmol _c /dm ³)	1	-	1,6	-	0,8	-	0,8	-	1	-
CTC (cmol _c /dm ³)	9,1	M	6,7	M	7,8	M	7,6	M	9,6	M
Saturação por bases (%)	87,7	A	77	M	89	A	88,8	A	89	A
Saturação por Al (%)	0	MB	0	MB	0	MB	0	MB	0	MB
Relação Ca/Mg	11,5	A	5,6	A	11	A	13,8	A	12	A
Relação Ca/K	42,4	-	32,3	-	29	-	73,5	-	56,8	-
Relação Mg/K	3,7	-	6,1	-	2,7	-	5,5	-	4,6	-
S (mg/dm ³)	7,3	A	4,5	M	5,4	A	4,6	M	6,7	A
Zn (mg/dm ³)	7,8	A	2,2	A	3,6	A	4,9	A	5,5	A
Cu (mg/dm ³)	2	A	2	A	1,9	A	1,7	A	1,7	A
B (mg/dm ³)	0,3	M	0,2	M	0,3	M	0,2	M	0,4	A
Mn (mg/dm ³)	1,5	B	6,5	A	1,5	B	2,5	M	3,5	M

¹ Interpretação do pH do solo (H₂O) segundo VOLKWEISS (1989): PA - pouco ácido; PB - pouco básico; B - básico. ² Interpretação segundo os padrões da COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO – RS/SC (2004): MB - muito baixo; B - baixo; M - médio; A - alto; MA - muito alto. Tratamento A - adubação verde; B - adubação bienal com 200 m³ ha⁻¹ de composto orgânico da cooperativa Ecocitrus; C - adubação anual com 100 m³ ha⁻¹ de composto orgânico da Ecocitrus; D - adubação em anos alternados, em um ano com 100 m³ ha⁻¹ de composto e em outro com 100 m³ ha⁻¹ de biofertilizante da Ecocitrus.

Tabela 2 - Caracterização química e física média (2007 a 2010) dos compostos sólido e líquido (biofertilizante) da Cooperativa dos Citricultores Ecológicos do Vale do Rio Caí - Ecocitrus em Montenegro, RS.

Atributos	Composto sólido	Biofertilizante
Umidade %	48,75	92,75
pH	8,20	7,28
Densidade	0,66	0,99
Carbono orgânico (%)	18,00	40,00
Nitrogênio (%)	1,48	2,10
Fósforo (%)	0,26	0,92
Potássio(%)	0,66	0,87
Cálcio (%)	7,73	4,40
Magnésio (%)	0,54	0,41
Enxofre (%)	0,31	0,62
Cobre (mg/kg)	50,75	150,00
Zinco (mg/kg)	61,75	316,75
Ferro (%)	0,98	1,58
Manganês (mg/kg)	650,50	263,75
Sódio (%)	0,22	1,14
Cádmio (mg/kg)	0,43	1,69
Cromo (mg/kg)	29,50	75,75
Níquel (mg/kg)	16,75	15,75
Chumbo (mg/kg)	13,00	30,50
Molibdênio (mg/kg)	0,40	1,05
Vanádio (mg/kg)	29,50	8,50
Arsênio (mg/kg)	15,00	3,50
Boro (mg/kg)	17,00	17,25
Mercúrio (mg/kg)	0,03	0,05
Poder de neutralização (%)	25,00	3,00

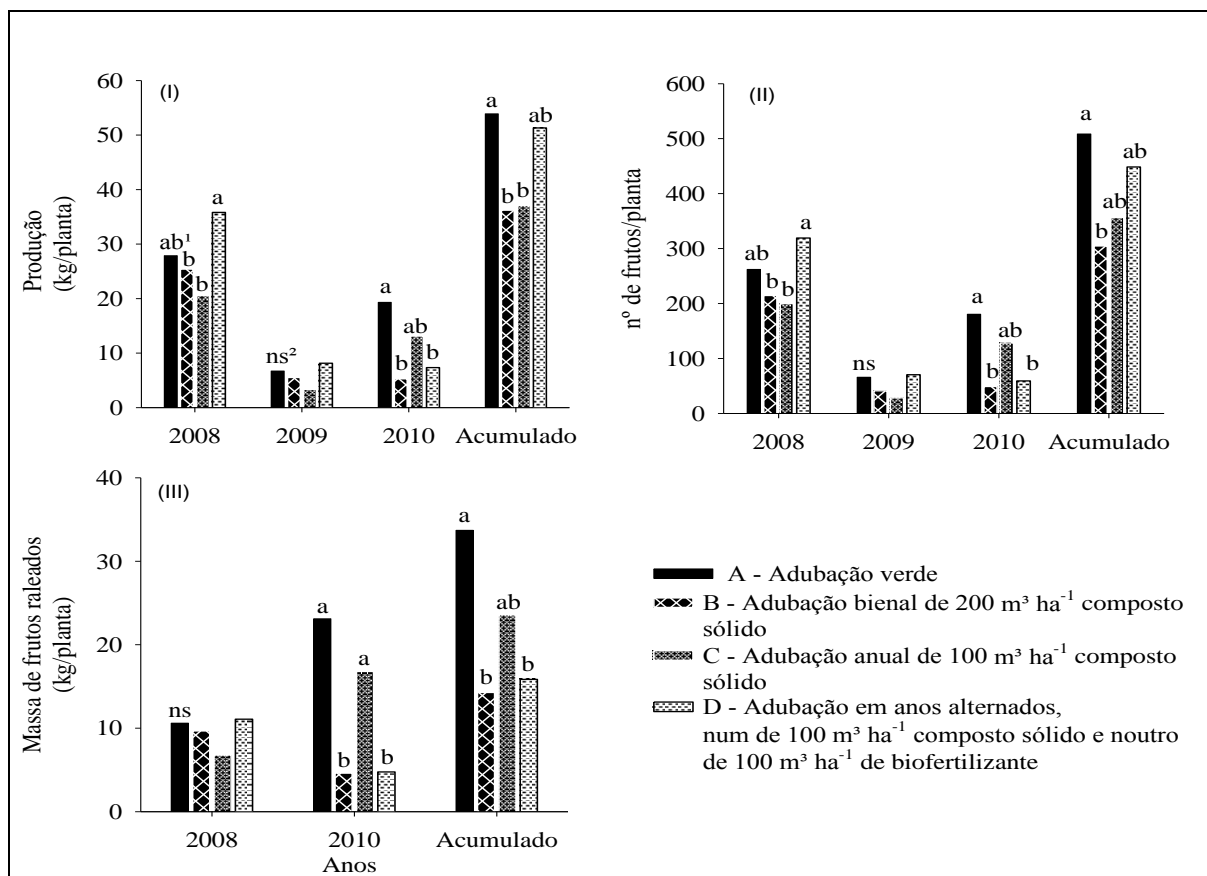
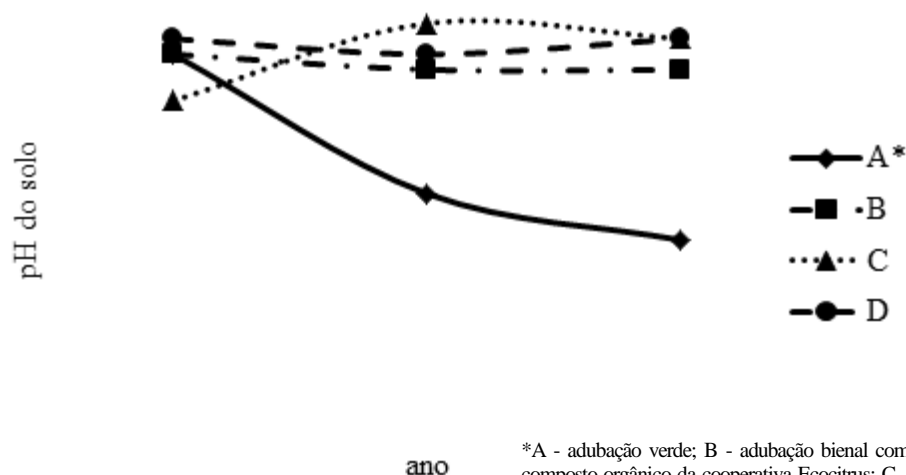


Figura 1 - Produção em massa (I), número de frutos (II) e massa de frutos raleados (III) de tangerineiras (*Citrus deliciosa* Ten.) cv. Montenegrina, submetidas a diversos tratamentos com adubação orgânica, nos anos de 2008 a 2010, em Montenegro, RS. Letras distintas indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ($p < 0,05$); ns - não significativo.

Tabela 3 - Nível nutricional foliar de tangerineiras (*Citrus deliciosa* Ten.) cv. Montenegrina produzidas em pomar orgânico submetido a diversos tratamentos de adubação orgânica em Montenegro, RS, 2010.

Atributos	Tratamentos			
	A	B	C	D
N (g/kg)	20,90 I ¹	20,10 I	21,00 I	21,70 I
P (g/kg)	1,40 S	1,10 I	1,20 S	1,20 S
K (g/kg)	7,60 I	10,20 S	8,00 I	10,40 S
Ca (g/kg)	40,40 S	40,30 S	41,80 S	42,00 S
Mg (g/kg)	3,90 S	3,00 S	3,70 S	3,30 S
Zn (mg/kg)	18,40 I	17,16 I	16,90 I	18,97 I
Mn (mg/kg)	7,95 I	18,85 I	8,27 I	13,08 I
Fe (mg/kg)	138,56 S	120,10 S	154,90 S	136,27 S

¹ Interpretação segundo os padrões nutricionais do GRUPO PAULISTA DE ADUBAÇÃO E CALAGEM PARA CITROS (1994): I - insuficiente; S - suficiente; E - excesso. A - adubação verde; B - adubação bienal com 200 m³ ha⁻¹ de composto orgânico da cooperativa Ecocitrus; C - adubação anual com 100 m³ ha⁻¹ de composto orgânico da Ecocitrus; D - adubação em anos alternados, em um ano com 100 m³ ha⁻¹ de composto e em outro com 100 m³ ha⁻¹ de biofertilizante da Ecocitrus.



*A - adubação verde; B - adubação bienal com 200 m³ ha⁻¹ de composto orgânico da cooperativa Ecocitrus; C - adubação anual com 100 m³ ha⁻¹ de composto orgânico da Ecocitrus; D - adubação em anos alternados, em um ano com 100 m³ ha⁻¹ de composto e em outro com 100 m³ ha⁻¹ de biofertilizante da Ecocitrus.

Figura 2 - Valor de pH (H₂O) do solo de pomar de tangerineiras (*Citrus deliciosa* Ten.) cv. Montenegrina, submetido a diversos tratamentos com adubação orgânica, nos anos de 2007 a 2009, em Montenegro, RS.

Tabela 4 - Médias da massa dos frutos (MMF), diâmetro (Ø) transversal e longitudinal, índice de cor da casca (ICC), cromaticidade da casca (C), luminosidade da cor da casca (L), teor de suco (Ts), teor se sólidos solúveis totais (SST), acidez total titulável (ATT) e relação SST/ATT de tangerinas (*Citrus deliciosa* Ten.) cv. Montenegrina produzidas em pomar orgânico submetido a diversos tratamentos de adubação orgânica, nos anos de 2008 a 2010 (média de três safras), Montenegro, RS.

	Tratamentos				CV (%)
	A	B	C	D	
MMF (g/fruto) ns	115,7	129,3	121,6	119,2	5,40
Ø transversal (mm/fruto)	59,4 b ¹	62,9 a	60,6 ab	61,0 ab	2,04
Ø longitudinal (mm/fruto) ns	57,5	60,4	58,3	58,3	2,73
ICC ³	12,3 b	14,2 a	13,5 ab	13,5 ab	5,26
C ³ ns	40,7	41,4	40,6	40,5	2,27
L ³ ns	54,8	53,7	53,8	53,9	1,20
Ts (%)	41,1 a	34,6 b	37,2 ab	36,4 ab	6,57
SST (° Brix)	13,1 a	11,9 b	12,5 ab	12,3 ab	3,47
ATT (% ác. cítrico) ns	0,93	0,90	0,92	0,93	4,18
Relação SST/ATT ns	14,3	13,5	14,0	13,6	4,47

¹ Letras distintas, na horizontal, indicam diferença significativa pelo teste de Tukey (p < 0,05); ns - não significativo; ³ média das safras de 2009 e 2010. A - adubação verde; B - adubação bienal com 200 m³ ha⁻¹ de composto orgânico da cooperativa Ecocitrus; C - adubação anual com 100 m³ ha⁻¹ de composto orgânico da Ecocitrus; D - adubação em anos alternados, em um ano com 100 m³ ha⁻¹ de composto e em outro com 100 m³ ha⁻¹ de biofertilizante da Ecocitrus.