

Modificação química no solo em pomares de macieiras conduzidos em quatro diferentes sistemas de produção frente às características naturais dos seus entornos

Soil chemical modification in apple orchards, conducted in four different production systems off the natural characteristics environments

Carlos Roberto Martins², George Wellington de Melo³, João Luiz Carvalho Faria⁴

Resumo

O objetivo do presente estudo foi avaliar modificações químicas dos solos em pomares conduzidos em quatro diferentes sistemas de produção, frente às características naturais dos solos em seus entornos. O experimento foi conduzido em pomares comerciais no município de São Joaquim-SC. Foram selecionadas áreas com macieiras conduzidas nos sistemas de produção integrado (PI), convencional (PC), em transição do convencional para o orgânico (PET) e orgânico (PO). Em cada um destes sistemas e em áreas circunvizinhas aos pomares foram realizadas amostragens de solos e avaliações das características químicas. Os sistemas de produção tiveram influência nas condições químicas do solo, principalmente nas áreas dos pomares. O efeito mais marcante se deu no pH do solo. Os sistemas orgânicos mantiveram os teores de MO originais da região, enquanto que, nos demais sistemas há uma diminuição dos teores nos pomares quando comparados com as áreas circunvizinhas. Com relação aos demais nutrientes observados nos solos não se evidenciaram efeitos dos sistemas de cultivo.

Termos para indexação: fruticultura, maçã, agroecologia, produção orgânica

Abstract

The objective of this study was to evaluate changes in soil chemical properties in orchards conducted in different production systems, in comparison with soils in their natural environments. The experiment was carried out in commercial orchards of the municipality of São Joaquim-SC. The studied areas were selected with trees conducted in systems integrated (PI), conventional (PC), in transition from conventional to organic (PET) and organic (PP). In each of these systems the surrounding areas of the orchards were evaluated in relation to soil chemical characteristics. The production systems had influences on the soil conditions, especially in the areas of orchards. The most evident effect occurred in soil pH. The organic systems maintained the original soil organic matter levels, while, the other systems decreased these levels in comparison with the surrounding areas. In relation to other soil nutrients there were no effects of the cropping systems.

Index terms: friculture, apple, agroecology, organic production

INTRODUÇÃO

A intervenção do homem nos ecossistemas naturais, para produzir alimentos, influencia diversas etapas dos ciclos biogeoquímicos, afetando, em consequência, sua estabilidade (GOMES et al., 2000). O grau de intervenção varia em função do sistema de produção, sendo que as modificações alteram a dinâmica natural dos processos e o ciclo dos

elementos.

Na maioria do sistema de produção, a base está alicerçada no solo, ou mais precisamente, na composição do solo e sua relação com as plantas (GLIESSMAN, 2003). Por sua íntima associação com os processos que ocorrem no solo e sua grande sensibilidade à interferência no ambiente, as condições químicas do solo, bem como, a composição nutricional das plantas pode refletir o padrão de funcionamento do agroecossistema.

Estudos desenvolvidos por pesquisadores em outros países (GLIESSMAN et al., 1996; GLOVER et al., 2000; GENGHINI et al., 2002) vêm demonstrando melhorias na composição do solo e consequentemente, na resposta nutricional das plantas frutíferas, com sistemas de manejo integrado e orgânico em substituição ao manejo convencional. Esses sistemas estão alicerçados, principalmente, na adição de compostos orgânicos com impactos profundos na constituição do solo. No Brasil, alguns estudos vêm sendo realizados com a cultura da maçã, no entanto, são estudos iniciais que necessitam da continuidade para a melhor compreensão e elucidação de inúmeras questões pertinentes aos sistemas de cultivo (MALUCHE et al., 2003; MAFRA et al., 2003). O objetivo do trabalho foi avaliar as modificações químicas do solo, frente às características naturais em áreas do entorno dos pomares de maçã em diferentes sistemas de produção.

O experimento foi conduzido no município de São Joaquim, Santa Catarina, na safra 2002/2003, onde o relevo é constituído de planalto de superfícies suave a onduladas de formação basáltica. Os solos da região possuem diferentes faixas de fertilidade com alto teor de MO, com índices médios superiores a 5%, com pH ácido (abaixo de 4,5 pelo índice SMP). Os solos são de textura argilosos, relativamente rasos, pedregosos, sendo os tipos predominantes ácidos Neossolos (Litosolos e solos Litólicos), Cambissolos e Argissolos (Epagri, 1999).

Pomares com mais de oito anos foram conduzidos em sistemas integrado: (PI), convencional (PC), transição do convencional para o orgânico (PET) e no sistema orgânico (PO). Em cada pomar foram realizadas 20 amostras por sistema de produção, sendo 10 amostras correspondentes à área do pomar e 10 amostras nas áreas circunvizinhas do pomar (mata, campo nativo), dentro da faixa aproximada de 100 metros de distância dos pomares. Em cada ponto amostrado, foram separadas em quatro camadas, 0-2,5cm; 2,5-5,0cm; 5,0-10cm e 10-20cm de profundidade. Todas as análises foram realizadas nas dependências da Embrapa Uva e Vinho.

Para realizar esta amostragem de solo em diferentes profundidades, fez-se uso de tubos de PVC, utilizando metodologia empregada pelo LAST, que permite amostrar o solo em relação ao seu perfil em profundidade. Para efetuar a coleta a campo, colocou-se o tubo verticalmente sobre o solo, introduzindo-se o mesmo no solo até atingir a profundidade desejada. Posteriormente a retirada, a amostra foi acondicionada em uma caixa para o transporte até o LAST. Após a retirada do solo, realizou-se o corte das fatias de solo, de acordo com as profundidades desejadas. O solo foi colocado para secar em estufa a 40°C,

¹ Parte da Tese de Doutorado apresentado pelo primeiro autor no Curso de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal de Pelotas (UFPEL), em Abril de 2004. Apoio: Bolsa de estudos da CAPES

² Engenheiro Agrônomo, Doutor, professor da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia da PUCRS Campus Uruguaiana-RS. E-mail carlos.martins@pucrs.br

³ Engenheiro Agrônomo, Doutor, pesquisador da Embrapa Uva e Vinho, Rua Livramento, 515 - Caixa Postal 130 95.700-000 Bento Gonçalves, RS

⁴ Engenheiro Agrônomo, Doutor, Professor do Departamento de Fruticultura, FAEM/UFPEL, CP 354, 96010-900, Pelotas,RS

(Recebido para Publicação em 12/03/2008, Aprovado em 29/07/2008)

por dois dias. Nas amostras secas e peneiradas (2mm), foram avaliados conforme metodologia desenvolvida por TEDESCO et al. (1995), pH em água, MO, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, cobre e zinco.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4x2x4 com dez repetições por tratamento. Os resultados da análise química do solo foram submetidos à análise de variância e à comparação de médias pelo teste Tukey, ao nível de 5% significância.

Independente da profundidade do solo e sistemas de produção, o pH do solo nos pomares foi maior que o encontrado nos solos das áreas adjacentes de mata ou campo. Evidentemente que esta alteração é provocada pelo adicionamento de calcário nos pomares que provocam a diminuição da acidez. No sistema PO e em PET apresentaram pH abaixo de 6,0; valores estes, inferiores aos valores detectados em PC e PI, que apresentaram pH do solo superior a 6,5 (Tabela 1). Diferente dos demais sistemas de produção, no momento da implantação do pomar, o conduzido em sistema PO recebeu uma menor quantidade de calcário (PO 2T ha⁻¹, PI 30T ha⁻¹, PC e PET 12T ha⁻¹). No PO não são estabelecidos níveis máximos permitidos de corretivos de solo, mas a correção deve ser feita de forma gradativa, durante anos, evitando aplicações maciças de corretivo em um único ano agrícola (NTCPO, 2001). Em estudo semelhante a esse, MAFRA et al. (2003) encontram resultados também semelhantes, ou seja, no solo do PO o pH foi de 5,9; enquanto que, no solo do PC o pH foi 6,4.

O teor de matéria orgânica (MO) observado nos solos dos pomares não apresentou diferenças entre os sistemas de produção (Tabela 1). O solo da mata/campo adjacente ao pomar orgânico apresentou menor teor de matéria orgânica que as demais áreas (mata/campo) adjacentes aos outros pomares. Um fato importante de se destacar refere-se a esse contraste de MO do solo dos pomares para suas áreas adjacentes. Somente no PO ocorre semelhança no teor de MO do solo entre o pomar e

suas áreas adjacentes (mata/campos). Essas observações podem sugerir que com o sistema de cultivo orgânico se pode manter preservado os níveis de MO do solo do local, mesmo quando cultivado.

Segundo SWEZEY et al. (2000) o manejo buscando a priorização da MO nos solos em pomares de maçãs orgânicos, promove a estruturação positiva do solo, aumenta a disponibilidade de nutrientes, sendo requisito fundamental do sistema a manutenção de bons níveis de MO. Em um estudo realizado em PC, PI e PO de maçãs, pesquisadores (GLOVER et al., 2000) concluíram após quatro anos de avaliação sobre as características do solo, que o incremento de MO no PO e PI proporcionaram melhor qualidade do solo do que no PC, principalmente na estruturação do solo, maior biomassa microbiana e de minhocas.

No PC de maçãs, as medidas de implementação da fertilidade do solo enfocam basicamente aos atributos químicos, enquanto que, PO está alicerçado na manutenção do nível adequado de matéria orgânica do solo, mediante a adição de compostos orgânicos, cujos efeitos repercutem mais em longo prazo, na qualidade do solo, especialmente pela atividade biológica promovida por microorganismos do solo (Gomes et al., 2002; Salvador et al., 2002).

Em relação aos teores de fósforo (P) entre as profundidades, constatou-se que o PC e o PET, apresentaram diferenças significativas no teor de P entre as camadas analisadas. Assim, no PC, essa diferença ocorreu da camada inicial de 0-2,5cm, em relação às últimas duas camadas avaliadas 5-10 e 10-20cm. Enquanto que, no PET, a diferença ocorreu somente da primeira camada 0-2,5cm para a última camada 10-20cm (Tabela 1). Na PI e PO não houve diferença no teor de P no perfil do solo. Possivelmente, no PI, essa situação ocorra em função das condições de preparo e correção do solo, em que, tanto o calcário quanto o P, foram aplicados e incorporados ao solo previamente ao plantio das macieiras.

1

Tabela 1 – pH em água, teor de matéria orgânica (M.O.), fósforo (P) e potássio (K) em diferentes profundidades de solo em matas/campos e pomares de maçãs conduzidos em sistemas convencional (PC), integrado (PI) e orgânico (PO), na safra de 2002/2003. São Joaquim, SC, 2004.

Profundidade (cm)	SISTEMAS DE PRODUÇÃO							
	PC		PI		PET		PO	
	Pomar	MC*	Pomar	MC	Pomar	MC	Pomar	MC
-----pH (H ₂ O)-----								
0-2,5	6,9A ¹	5,2B	6,7A	5,1B	6,2A	5,1B	6,2A	5,2B
2,5-5	6,8A	4,8B	6,8A	4,8B	6,1A	4,8B	5,9A	5,1B
5-10	6,4A	5,0B	6,6A	4,7B	6,0A	5,0B	5,6A	5,1B
10-20	5,9A	4,9B	6,5A	4,7B	5,7A	4,9B	5,5A	4,9B
-----M.O. (g dm ³)-----								
0-2,5	50,5	79,3	46,5	89,1	49,1	79,3	49,7	65,9
2,5-5	49,7	59,8	44,1	63,5	53,2	60,0	47,0	58,1
5-10	47,7	55,5	43,4	55,0	50,5	55,5	46,0	49,6
10-20	43,2	49,6	41,3	46,1	49,4	45,6	43,2	41,5
-----P (mg dm ³)-----								
0-2,5	A45,1aA	A11,0B	A16,3bA	A9,7A	A27,5bA	A11,0B	A21,1bA	A6,8B
2,5-5	AB23,1aA	A7,7B	A14,6aA	A8,7A	AB20,1aA	A7,7B	A18,7aA	A7,8B
5-10	B9,4aA	A5,8A	A13,7aA	A7,3A	AB8,5aA	A5,8A	A16,8aA	A5,8B
10-20	B3,4aA	A4,8A	A14,5aA	A8,0A	B4,4aA	A4,8A	A13,2aA	A5,6A
-----K (mg dm ³)-----								
0-2,5	187,5A	60,3B	151,6A	89,6B	167,5A	60,3B	177,5A	82,5B
2,5-5	137,0A	42,6B	113,1A	60,1B	138,6A	43,8B	148,8A	58,7B
5-10	96,4A	34,2B	81,2A	51,8A	79,6A	34,2B	102,9A	37,7B
10-20	71,8A	61,4A	59,8A	60,0A	51,2A	61,4A	73,8A	27,8A

¹ Médias seguidas de mesma letra minúsculas na linha comparam sistema de produção e maiúsculas na linha comparam pomar com matas/campos em cada uma das profundidades do mesmo sistema; maiúsculas na coluna antecedendo a média comparam profundidades; quando da não constatação da letra, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P=0,05).

* Proximidades do pomar em matas e campos

Glover et al. (2000) verificaram que o conteúdo de fósforo não diferiu entre as profundidades de 0-7,5 e 7,5 a 15cm. Porém, os pomares conduzidos em sistema integrado apresentaram maior quantidade de P do que os sistemas convencional e orgânico de maçãs. Resultado encontrado por MAFRA et al. (2003) verificaram para as condições do Planalto Catarinense, níveis de P superior em PC comparado ao sistema PO. Porém, os níveis de P no PC foram considerados altos, para a cultura da maçã, enquanto, que o teor de P no PO foi considerado de nível médio. O que de certa forma corrobora com os resultados encontrados nesse trabalho, com teores elevados de P em PC, ocasionado pela deliberada aplicação de adubos fosfatados principalmente em cobertura. Esta situação também ocorreu com K do solo.

Os teores de K detectados nos solos dos sistemas, tanto em pomares quanto nas matas/campos adjacentes, não apresentaram diferenças entre si, mas nos solos dos pomares foram sensivelmente superiores aos das matas/campos, independente do sistema de produção. Consta-se que os pomares apresentaram teor de K variando de 100-120mg dm³, enquanto que, em solos das matas/campos sem adubação, os teores variam de 50 a 70mg dm³.

Com relação aos teores de Ca e Mg verificaram-se menores valores destes elementos no PO, o que possivelmente, esteja relacionado

com a menor quantidade de calcário aplicado nesse sistema, o que de certa forma se reflete no menor pH do solo observado. No estudo realizado por MAFRA et al. (2003) encontraram menores teores de Ca e Mg em solo de PO comparados aos PC. Ainda pode ser observado que os teores de cálcio das matas/campos sempre foram inferiores aos encontrados nos solos dos pomares, independentemente do sistema de produção (Tabela 2).

O teor de Cu detectado nos solos dos pomares não apresentou variação entre os sistemas de produção. Quanto à comparação do nível de Cu do solo das matas/campos com o solo dos pomares, verifica-se que, em todos os sistemas de produção o teor de Cu do solo dos pomares foram menores que as matas/campos adjacentes. A exceção ocorreu no PO. Nesse sistema, as modificações provocadas pelo sistema de produção foram mínimas mantendo similaridade no teor de Cu no solo do pomar para áreas adjacentes ao mesmo. Possivelmente, em função da elevação do pH, que pode diminuir o teor de Cu disponível (SUZUKI & BASSO, 2002).

Mais do que sua deficiência, o que se discute atualmente é o excesso de cobre no agroecossistema, pois nas macieiras este elemento é aplicado no controle de doenças em todos os sistemas de produção, principalmente, no sistema orgânico que se enfatiza seu uso, o que de certa forma tem se questionado quanto a sua viabilidade.

Tabela 2 – Teor de cálcio (Ca), magnésio (Mg), cobre (Cu) e zinco (Zn) em diferentes profundidades de solo em matas/campos e pomares de maçãs conduzidos em sistemas convencional (PC), integrado (PI) e orgânico (PO), na safra de 2002/2003. São Joaquim, SC, 2004.

Profundidade (cm)	SISTEMAS DE PRODUÇÃO							
	PC		PI		PET		PO	
	Pomar	MC*	Pomar	MC	Pomar	MC	Pomar	MC
-----Ca (mmol _c dm ³)-----								
0-2,5	A123aA	A62abB	A108aA	A71aB	A118aA	A62abB	A73bA	A39bB
2,5-5	AB102aA	AB44abB	A95aA	AB59aB	A105aA	AB44abB	A65bA	A27bB
5-10	BC91aA	B32aB	A94aA	B39aB	A96aA	B32aB	A58bA	A27aB
10-20	C54bA	B29aB	A86aA	C32aB	B59abA	B29aB	A50bA	A24aB
-----Mg (mmol _c dm ³)-----								
0-2,5	67aA	30B	68aA	34B	68aA	30B	34bA	16B
2,5-5	60aA	24B	68aA	30B	61aA	24B	34bA	10B
5-10	53aA	18B	67aA	25B	58aA	18B	24aA	8B
10-20	40aA	17B	65aA	18B	43aA	17B	23aA	7B
-----Cu (mg dm ³)-----								
0-2,5	8,2A	23,5A	11,6A	15,0A	8,3A	23,5A	11,2A	11,0A
2,5-5	7,6A	27,6B	11,5A	16,3A	8,9A	27,6A	12,0A	11,1A
5-10	7,7A	28,7B	11,2A	20,5A	11,4A	28,7B	13,3A	10,0A
10-20	9,8A	28,6B	13,4A	22,7A	19,4A	28,6B	13,1A	9,2A
-----Zn (mg dm ³)-----								
0-2,5	85	66	46	60	85	66	49	36
2,5-5	59	47	36	52	63	47	46	31
5-10	40	40	32	35	52	40	52	29
10-20	36	39	41	31	54	39	36	18

¹ Médias seguidas de mesma letra minúsculas na linha comparam sistema de produção e maiúsculas na linha comparam pomar com matas/campos em cada uma das profundidades do mesmo sistema; maiúsculas na coluna antecedendo a média comparam profundidades; quando da não constatação da letra, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P=0,05).

* Proximidades do pomar em matas e campos

O teor de Zn no solo apresentou pequenas alterações em função dos sistemas de produção, não sendo observada qualquer diferença significativa entre os sistemas (Tabela 2). Não houve diferenças significativas entre pomares e matas/campos, além de não apresentarem qualquer alteração significativa em relação às avaliações entre profundidades do solo avaliado.

As alterações nas características químicas dos solos entre os sistemas de produção e nas profundidades consideradas foram mínimas. A prática de calagem se mostrou ponto crucial e determinante, nem tanto pela modificação do valor de pH, que se apresentaram dentro de

patamares aceitáveis, mas, principalmente nos baixos teores de cálcio no solo.

Os sistemas de produção tiveram efeito marcante no pH do solo relacionado à aplicação de calcário. O sistema orgânico teve pH mais baixo e também os menores teores de Ca e Mg. A matéria orgânica não apresenta diferenças entre os pomares, mas o sistema orgânico manteve os teores de matéria orgânica originais da região, enquanto que, nos sistemas houve diminuição dos teores nos pomares quando comparados com os teores das áreas circunvizinhas. Com relação aos demais nutrientes nos solos não se evidenciaram efeitos dos sistemas de cultivo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- EPAGRI. **Diagnostico do meio rural: Levantamento Sistemático da produção Agropecuária**. Escritório local da Epagri São Joaquim, 1999. 73p.
- GLIESSMAN, S.R; Agroecologia y agroecosistemas. **Ciência & Ambiente**. Santa Maria, v1, n.27. p. 107-121. 2003.
- GLIESSMAN, S.R.; WERNER, M.W.; SWEZEY, S.L.; et al. Conversion to organic strawberry management changes ecological processes. **California Agriculture**. Califórnia, v.50, n.1, p.24-31. 1996.
- GLOVER, J.D; REGANOLD, J.P; ANDREWS, P.K. Systematic method for rating soil quality of conventional, organic, and integrated apple orchards in Washigton State. **Agriculture, Ecosystems and Environment**. v.80, p.29-45. 2000.
- GOMES, M.F.; SOUZA, M.D.; BOEIRA, R.C.; et al. **Nutrientes vegetais no meio ambiente: ciclos biogeoquímicos, fertilizantes corretivos**.Jaguariúna: Embrapa meio ambiente, (18) 2000, 50p.
- MALUCHE, C.R.D; AMARANTE, C. V. T.; KLAUBERG, O.; et al. Biondicadores de qualidade do solo em sistemas de produção orgânico e convencional de maçãs. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA, I; SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE AGROECOLOGIA, IV; SEMINÁRIO ESTADUAL DE AGROECOLOGIA, V. Porto Alegre, RS. **Anais : conquistando a soberania**. Emater/RS, 2003.
- MAFRA, A.L.; ALBUQUERQUE, J.A.; SCHEIDT, F.R.; et al. Atributos do solo em pomares de macieira conduzidos nos sistemas orgânico e convencional de produção. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA, I; SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE AGROECOLOGIA, IV; SEMINÁRIO ESTADUAL DE AGROECOLOGIA, V. Porto Alegre, RS. **Anais : (cd-rom) conquistando a soberania**. Emater/RS, 2003.
- NTCPO. **Normas Técnicas para Certificação dos produtos orgânicos: Maçã Orgânica**. São Joaquim. Econeve. 2001. 12p.
- SALVADOR, A. G.; HERNÁNDEZ, J. C.; CANDEL, C. D.; GUERRERO, V.; RAIGÓN, M. D. Efecto de la cubierta vegetal y la dosificación del estiércol sobre la actividad biológica en suelos cítricos ecológicos In: CONGRESO DE LA SEAE, CONGRESO IBEROAMERICANO DE AGROECOLOGIA, 5 e1, Asturias, España. **TOMO I**. 2002, p.465-473.
- SUZUKI, A.; BASSO, C. Solos e nutrição da macieira. In: EPAGRI. **A cultura da macieira**. Florianópolis, 2002. 341-381p.
- SWEZEY, L.S.; VOSSSEN, P.; CAPRILE, J.; BENTLEY, W. **Organic apple production manual**. California, University of California, 2000. 72p.
- TEDESCO, J. M.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; et al. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 174 p.