

TÂNIA REGINA PELIZZA

**MANEJO DE COBERTURAS DO SOLO E DE PLANTAS
ESPONTÂNEAS EM POMAR ORGÂNICO DE MAÇÃ**

Lages -SC

2007

**UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA – UDESC
CENTRO DE CIÊNCIAS AGROVETERINÁRIAS - CAV
PROGRAMA DE MESTRADO EM AGRONOMIA
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: PRODUÇÃO VEGETAL**

TÂNIA REGINA PELIZZA

**MANEJO DE COBERTURAS DO SOLO E DE PLANTAS
ESPONTÂNEAS EM POMAR ORGÂNICO DE MAÇÃ**

Dissertação apresentada à Universidade do Estado de Santa Catarina, para obtenção do título de Mestre em Agronomia, área de concentração Produção Vegetal.

Orientador: Prof. Álvaro Luiz Mafra

Lages -SC

2007

TÂNIA REGINA PELIZZA

**MANEJO DE COBERTURAS DO SOLO E DE PLANTAS
ESPONTÂNEAS EM POMAR ORGÂNICO DE MAÇÃ**

Dissertação apresentada à Universidade do Estado de Santa Catarina, para obtenção do título de Mestre em Agronomia, área de concentração Produção Vegetal.

Banca examidora:

Orientador: _____
Dr. Álvaro Luiz Mafra
Universidade do Estado de Santa Catarina

Membro: _____
PhD. Cassandro Vidal T. do Amarante
Universidade do Estado de Santa Catarina

Co-orientador: _____
Dr. Leandro Vargas
EMBRAPA/CNPT

Membro: _____
Dr. Leo Rufato
Universidade do Estado de Santa Catarina

LAGES (SC), fevereiro de 2007.

A todas as pessoas que contribuíram para que
mais uma etapa em minha vida fosse
concluída, dedico.

Em especial à minha família e ao Norberto.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho só foi possível após extrema dedicação e esforço desta pesquisadora bem como através da participação de pessoas que considero especiais.

À pessoa que abriu as portas pra mim em 2004, na EMBRAPA/CNPUV, quando sem experiência nenhuma em pesquisa chamou-me para a vaga de bolsista DTI/CNPQ. Ao Luciano Gebler, e à família, pela ajuda que sempre recebo de vocês, obrigada.

Na seqüência, os créditos de confiança, apoio, incentivo do Dr. Leandro Vargas, hoje EMBRAPA/CNPT e co-orientador deste trabalho.

Ao professor Álvaro Luiz Mafra, pela coragem em aceitar uma orientada sem mesmo conhecer. Espero não tê-lo decepcionado.

Aos professores Cassandro V. T. do Amarante e Leo Rufato pelas contribuições na realização deste trabalho.

Ao Professor Jefferson Luís Meirelles Coimbra, pela contribuição nos esclarecimentos de estatística.

Aos demais professores, da Produção Vegetal e de Solos, que contribuíram com seus conhecimentos nas disciplinas cursadas e nos contatos do dia-a-dia.

Aos colegas do curso de Mestrado em Produção Vegetal e Ciência do Solo, pelas alegrias e tristezas compartilhadas, pelo enriquecimento através dos estudos, da troca de idéias, experiência e da convivência nestes dois anos.

Aos colaboradores na EMBRAPA/CNPUV, aos funcionários de campo, da administração, pesquisadores, bolsistas que sempre se dispuseram a contribuir nas atividades relacionadas a este trabalho.

À instituição EMBRAPA/CNPUV por oferecer o espaço físico e a mão-de-obra para a realização deste trabalho.

À UDESC por oferecer espaço e recursos para a realização do curso de mestrado. Pela concessão da bolsa PROMOP, mesmo que parcial.

Aos bolsistas de Iniciação Científica dos Departamentos de Solos e da Fitotecnia demais voluntários, pela contribuição nesta pesquisa, em especial ao acadêmico Marcos André Nohatto (CAV/UDESC).

Ao apoio recebido por quem, há longo tempo, divide comigo momentos bons e não tão bons. Obrigada Norberto, pela compreensão incondicional, sempre.

À minha família, suporte diário.

Enfim, a todos os que, à sua maneira, tiveram a participação nesse trabalho, sou grata.

“A perseverança é a base da vitória. Não
olvides que ceifarás, mais tarde, em tua lavoura
de amor e luz, mas só alcançarás a divina
colheita se caminhares para diante, entre o suor
e a confiança sem nunca desfaleceres”.

Francisco Cândido Xavier.

RESUMO

A demanda por alimentos saudáveis e livres de contaminantes tem aumentado entre os consumidores que se tornam cada vez mais exigente em termos de qualidade alimentar. Os produtos orgânicos surgem como uma opção para a exigência destes consumidores. No entanto, pesquisas envolvendo a produção orgânica de frutos ainda são incipientes. Assim sendo, este estudo foi conduzido com o objetivo de avaliar o controle de plantas espontâneas por coberturas de solo, sua ação sobre as plantas espontâneas presentes na linha da cultura da macieira em pomar orgânico, a resposta da macieira em termos de crescimento e os atributos químicos e físicos do solo. O experimento foi conduzido na Embrapa Uva e Vinho, em Vacaria-RS. O pomar foi implantado no ano de 2003, com a cultivar Galaxy, porta-enxerto Marubakaido e filtro M9, em baixa densidade, condução líder central, em um Latossolo Bruno. Utilizou-se 13 tratamentos, que foram: capina manual, cobertura com plástico preto, sombrite, serragem nova, acícula de pinus, palha de capim rabo-de-burro (*Andropogon sp.*), avevém (*Lolium multiflorum L.*), aveia (*Avena strigosa L.*), aveia + ervilhaca (*Avena strigosa L. + Vicia sativa L.*), aveia + nabo (*Avena strigosa L. + Raphanus sativus L.*), avevém + trevo branco + espécies nativas, roçada na linha, e sem controle na linha. Utilizou-se delineamento inteiramente casualizado, com três repetições. Foi avaliado a incidência das plantas espontâneas e o crescimento da macieira (altura e diâmetro do caule de plantas). Os atributos químicos e físicos do solo foram analisados nas camadas 0 a 5 e 5 a 10 cm de profundidade. A acícula de pinus, o plástico preto, a capina na linha e a serragem foram os tratamentos que mais reduziram a incidência das plantas espontâneas, controlando em mais de 90 %. O uso de coberturas do solo afetou a altura e o diâmetro do caule das macieiras, sendo que o plástico preto e a acícula de pinus foram as coberturas que proporcionaram maiores valores para estas variáveis. Os atributos químicos do solo, nos diferentes manejos de coberturas do solo, se mostraram adequados para o crescimento das macieiras, mostrando diferença mais expressiva apenas nos tratamentos em relação à mata. As condições físicas do solo não foram afetadas pelas diferentes coberturas do solo a ponto de interferir na qualidade do mesmo, já que esta foi preservada devido ao manejo adequado que lhe foi dado.

Palavras-chave: *Malus domestica* Borkhausen. Competição. Física do solo. Fruticultura. Manejo do solo. Produção orgânica. Plantas espontâneas. Química do solo.

ABSTRACT

The demand for healthy and non-contaminated foods has increased between the consumers that become more and more exigent in terms of quality. The organic products appear as an option for the requirements of these consumers. However, research involving the organic production of fruits is still incipient. Thus, this study was carried out to evaluate the weed control by ground covers, its action on the weeds in the line of the apple trees in an organic orchard, the response in terms of apple tree vegetative development, and soil chemical and physical properties. The experiment is located at Embrapa/CNPUV, in Vacaria, RS, Southern Brazil. The orchard was planted in 2003, with cv. Galaxy on Marubakaido rootstock and M9 filter, in a Brown Latosol. The treatments were as follows: manual hoeing control, black plastic film, black plastic shade screen, new pinus sawdust, pinus needle mulch, *Andropogon* sp mulch, annual ryegrass (*Lolium multiflorum*), black oat (*Avena strigosa*), black oat + common vetch (*Vicia sativa*), black oat + fodder radish (*Raphanus sativus*), annual ryegrass + white clover (*Trifolium repens*) + native plant cover, weed mowing; control without weed management. A completely randomized experimental design was used, with three replications. The weed incidence and the growth of apple tree were evaluated. Soil chemical and physical properties were analyzed in the layer 0-5 and 5-10 cm depth. Pinus needle mulch, black plastic, manual weed control, and new pinus sawdust were more effective to reduced the weed incidence, controlling more than 90%. The use of soil cover affected the height and the diameter of the trees, and black plastic and pinus needle mulch were the better covers concerning apple development. Soil chemical properties under these managements were adequate for apple tree growth, showing differences only between the orchard condition in relation to the natural forest. Soil physical properties were not affected by the different ground covers and showed its good quality, maintained in adequate conditions to plant growth.

Keywords: *Malus domestica* Borkhausen. Competition. Ground cover. Horticulture. Organic production. Soil chemistry. Soil physic.

LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1 - Vista geral do local de instalação do experimento (a) e (b), tratamento com plástico preto (c), acícula de pinus (d), serragem (e), capina (f), palha de capim rabo-de-burro (g), e plantas de cobertura (h). 15
- FIGURA 2 - Controle de plantas espontâneas com o uso de diferentes materiais e manejos na linha de plantio da macieira, em pomar orgânico, durante parte do período de crescimento em 2004/2005 e 2005/2006, Vacaria, RS. Barras verticais indicam diferenças mínimas significativas (Duncan; $P = 0,05$) entre os tratamentos a cada período. 19
- FIGURA 3 - Decomposição da matéria seca de plantas de cobertura de inverno estimada pela perda de massa durante o período de outubro de 2005 a fevereiro de 2006, na linha da cultura de macieiras em pomar orgânico, Vacaria, RS (* significativo $P = 0,01 - 0,05$; ** significativo $P = 0,01$; $n = 15$). 21
- FIGURA 4 - Relações entre ocorrência de plantas espontâneas, altura de planta e diâmetro do caule de macieiras em diferentes materiais e manejos do solo na linha de plantio, em pomar orgânico, durante parte do período de crescimento em 2004/2005 e 2005/2006, Vacaria, RS (* significante $P = 0,01 - 0,05$; ** significante $P < 0,01$; $n = 39$). 23
- FIGURA 5 - Precipitação média mensal verificada na Estação Experimental de Fruteiras Temperadas, nos anos 2004, 2005 e 2006, Vacaria, RS. 56
- FIGURA 6 - Temperaturas médias mensais verificadas na Estação Experimental de Fruteiras Temperadas, nos anos 2004, 2005 e 2006, Vacaria, RS. 56

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Altura e diâmetro do caule de plantas de macieiras aos 24 e 36 meses após o plantio em pomar orgânico de maçã, com o uso de diferentes coberturas do solo, Vacaria, RS	22
TABELA 2 - Análise de variância e teste de normalidade dos atributos químicos do solo avaliados em pomar orgânico de maçã com o uso de diferentes coberturas do solo.....	34
TABELA 3. Atributos químicos do solo em pomar orgânico de maçã com o uso de diferentes coberturas do solo. Letras maiúsculas comparam profundidades em cada tratamento e letras minúsculas comparam tratamentos em cada profundidade, pelo teste de Duncan ($P < 0,05$). Tratamentos: T1: capina manual; T2: plástico preto; T3: sombrite; T4: serragem; T5: acícula de pinus; T6: palha de capim rabo-de-burro; T7: aveia preta; T8: azevém; T9: aveia+ervilhaca; T10: aveia+nabo; T11: trevo+azevém+nativas; T12: roçada; T13: testemunha infestada; M: Mata.....	36
TABELA 4. Análise de variância e teste de normalidade dos atributos físicos do solo avaliados em pomar orgânico de maçã com o uso de diferentes coberturas do solo.....	41
TABELA 5. Atributos físicos do solo em pomar orgânico de maçã com o uso de diferentes coberturas do solo. Letras maiúsculas comparam profundidades em cada tratamento e letras minúsculas comparam tratamentos em cada profundidade, pelo teste de Duncan ($P < 0,05$). Tratamentos: T1: capina manual; T2: plástico preto; T3: sombrite; T4: serragem; T5: acícula de pinus; T6: palha de capim rabo-de-burro; T7: aveia preta; T8: azevém; T9: aveia+ervilhaca; T10: aveia+nabo; T11: trevo+azevém+nativas; T12: roçada; T13: testemunha infestada; M: Mata.....	42
TABELA 6. Atributos físicos do solo em pomar orgânico de maçã com o uso de diferentes coberturas do solo. Letras maiúsculas comparam profundidades em cada tratamento e letras minúsculas comparam tratamentos em cada profundidade, pelo teste de Duncan ($P < 0,05$). Tratamentos: T1: capina manual; T2: plástico preto; T3: sombrite; T4: serragem; T5: acícula de pinus; T6: palha de capim rabo-de-burro; T7: aveia preta; T8: azevém; T9: aveia+ervilhaca; T10: aveia+nabo; T11: trevo+azevém+nativas; T12: roçada; T13: testemunha infestada; M: Mata.....	46
TABELA 7 - Calendário de aplicações de produtos fitossanitários permitidos na produção orgânica e executados durante a execução do experimento.....	54

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1 A cultura da macieira.....	3
2.2 Produção orgânica de alimentos.....	3
2.3 Cobertura do solo: efeitos em atributos edáficos e manejo de plantas espontâneas	6
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	9
3. CAPÍTULO I. MANEJO DE PLANTAS ESPONTÂNEAS COM COBERTURAS DO SOLO E CRESCIMENTO DA MACIEIRA NA IMPLANTAÇÃO DE UM POMAR ORGÂNICO	12
3.1 INTRODUÇÃO.....	13
3.2 MATERIAL E MÉTODOS	14
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	18
3.4 CONCLUSÕES	26
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	27
4. CAPÍTULO II. MANEJO DA COBERTURA E ATRIBUTOS QUÍMICOS E FÍSICOS DO SOLO NA IMPLANTAÇÃO DE UM POMAR ORGÂNICO DE MAÇÃ.....	29
4.1 INTRODUÇÃO.....	30
4.2 MATERIAL E MÉTODOS	32
4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
4.3.1 Atributos químicos do solo	34
4.3.2 Atributos físicos do solo	40
4.4 CONCLUSÕES	47
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	48
CONSIDERAÇÕES FINAIS	52
APÊNDICE	53

1. INTRODUÇÃO GERAL

A macieira (*Malus domestica* Borkh.) é uma fruteira de clima temperado pertencente à família *Rosaceae*. Por sua exigência climática, o plantio no Brasil ocorre principalmente na região Sul, sendo os estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul os maiores produtores nacionais da fruta.

Entre os sistemas de produção de alimentos destacam-se o convencional, a produção integrada e o sistema orgânico. A adoção do sistema orgânico no cultivo de fruteiras de clima temperado no Brasil é um desafio, sendo feito por alguns produtores localizados no planalto de Santa Catarina e noroeste do estado do Rio Grande do Sul. Em nível mundial, há tendência de aumento na produção orgânica. Tal fato se constata principalmente no mercado consumidor, pela demanda crescente por frutas orgânicas, que teriam maior qualidade, identificada por características organolépticas mais pronunciadas que as frutas produzidas no sistema convencional. Os consumidores estão cada vez mais exigentes em qualidade, e os alimentos orgânicos surgem como forma de suprir essa necessidade, ofertando frutos isentos de resíduos de produtos sintéticos.

Acompanhando essa tendência de mercado, pela procura de alimentos saudáveis, é necessário que o produtor também mude seus hábitos em produzir alimentos, reduzindo ou eliminando, o uso de produtos sintéticos. A produção orgânica não faz uso destes produtos, apenas utilizando produtos orgânicos e naturais. No caso específico deste trabalho, enfoca-se o manejo do solo, de forma a evitar o uso de herbicidas no pomar, buscando alternativas

viáveis, econômicas e eficientes para manejar as plantas espontâneas presentes em áreas de produção de maçãs.

Dependendo do local onde as plantas espontâneas estão localizadas, elas podem apresentar vários efeitos negativos, como a competição por água, luz, nutrientes e espaço com a macieira. No entanto, da mesma forma como sua presença é negativa exercendo competição, elas também exercem ação positiva, sob vários aspectos: são capazes de reciclar nutrientes das camadas mais profundas do solo, disponibilizando-os novamente à cultura; promovem a descompactação do solo; protegem o solo da erosão e da insolação; aumentam a aeração e a retenção de água dos solos; aumentam a diversidade de espécies ocorrentes na área, podendo auxiliar no controle biológico de pragas; servem para a preparação de compostos orgânicos e de biofertilizantes; são produtoras de biomassa vegetal; atuam como plantas fitoterápicas, como alimento humano e animal, dentre outros benefícios.

As coberturas do solo testadas neste trabalho incluem plantas de cobertura de inverno, coberturas mortas e outros materiais, empregados com objetivo de manejar plantas espontâneas, verificar seu efeito no crescimento da macieira, e em atributos químicos e físicos do solo, na fase de implantação de um pomar orgânico.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A cultura da macieira

A macieira é uma planta de clima temperado, adaptada às condições de clima subtropical úmido, e cultivada no Sul do Brasil em altitudes superiores a 800m (HOFFMANN e NACHTIGALL, 2004). Pertence à família Rosaceae, Subfamília Pomoideae, com muitas espécies em estado selvagem, sendo *Malus domestica* Borkh. a espécie cultivada. Seu centro de origem está entre a região do Cáucaso e o leste da China. A macieira é uma planta que apresenta folhas simples e caducas. A inflorescência é uma umbela formada por seis a oito flores. Os frutos são excelente alimento, fontes de vitamina C, minerais, carboidratos e fibras, importantes para uma dieta adequada (HOFFMANN e BERNARDI, 2004).

O Brasil, na safra 2003/2004, produziu 973,3 mil toneladas, com área plantada correspondendo a 32,8 mil hectares. No entanto, é a Região Sul a responsável pela maior parte da produção nacional, ou seja, 98% do total. O Estado de Santa Catarina possui 18.831 ha plantados com a cultura, onde se obtém aproximadamente 60% da produção nacional (516.786 ton), seguida pelo Rio Grande do Sul com 14.952 há, e uma produção de 296.599 toneladas de maçãs (VIEIRA, 2005).

2.2 Produção orgânica de alimentos

O sistema orgânico de produção agropecuária e industrial foi estabelecido pela Instrução Normativa n. 7, de 17 de maio de 1999, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (1999). É caracterizado como todo aquele em que se adotam tecnologias que

otimizem o uso de recursos naturais e sócio-econômicos, respeitando a integridade cultural e tendo por objetivo a auto-sustentação no tempo e no espaço, a maximização dos benefícios sociais, a minimização da dependência de energias não renováveis e a eliminação do emprego de agrotóxicos e outros insumos artificiais tóxicos (MINISTÉRIO, 2003).

O sistema orgânico de produção visa minimizar as modificações ao ambiente, tendo como base o uso de resíduos vegetais e animais, como forma de manter e melhorar o equilíbrio biológico e promover a ciclagem de nutrientes no sistema. Em termos de defesa fitossanitária são levados em consideração os níveis de danos e novas técnicas de manejo de doenças e insetos. Da mesma forma, não é feito o uso de herbicidas ou qualquer agroquímico em pós-colheita (SANTOS e MENDONÇA, 2001; FACHINELLO, 2003).

A Argentina e a Austrália são os países que detêm as maiores áreas com produção orgânica no mundo, 11.300.00 e 2.800.00 ha, respectivamente. Isso se deve à principal atividade exercida por ambos: a pecuária de leite e corte, sob pastagens naturais em sistema extensivo. Reino Unido, Canadá e Estados Unidos, também se destacam pelo manejo orgânico com atividades pecuárias. A Suécia, além de atividades pecuárias, destaca-se pela produção de grãos. Portugal destina grande parte de sua área para o cultivo orgânico de azeitonas e de uvas. De modo geral, os demais países que praticam a agricultura orgânica, apresentam uma produção mais diversificada, onde predomina a produção de frutas, legumes e vegetais, destinados, geralmente, para o consumo *in natura* (DULLEY, 2005).

A Itália apresenta o maior número de propriedades rurais que se dedicam a produzir alimentos orgânicos, o que representa um total de 6 % da área agrícola. Sobre o comércio de produtos orgânicos, na União Européia, a Espanha exporta 75 % de sua produção, enquanto a Itália, a Dinamarca, Áustria e Portugal exportam 67% de sua produção. O México tem como principal comprador de produtos orgânicos os Estados Unidos, e o Canadá exporta 80 % de

sua produção orgânica, o que segue em grande parte também para os Estados Unidos (ORMOND, 2002).

No Brasil, são cultivados no sistema orgânico cerca de 810 mil hectares, num total de 15 mil produtores, concentrados nos estados do Paraná, São Paulo, Rio Grande do Sul, Minas Gerais e Espírito Santo. De acordo com as regiões brasileiras, a percentagem dos produtores com área orgânica é representada por 4% na região Norte, 13% na Região Nordeste, 68% na região Sul, 10% na região Sudeste e 5% na região Centro-Oeste. Em relação as maiores áreas de produção com orgânicos, fica assim distribuída: 1% na região Norte, 9% na região Nordeste, 15% na região Sul, 10% na região Sudeste e 65 % na região Centro-Oeste, não incluindo aqui as áreas com extrativismo. O Brasil exporta 70 % dos produtos orgânicos produzidos, sendo que os principais produtos são o café, o cacau, a soja, o açúcar mascavo, a erva-mate, o suco de laranja, o óleo de dendê, as frutas secas, a castanha de caju e o guaraná. Dentre as frutíferas, as espécies mais cultivadas organicamente são: goiaba, mamão, manga, maracujá, banana, uva, morango e citrus (MAPA, 2006).

Em Santa Catarina, há mais de 2.000 famílias de pequenos agricultores que cultivam produtos orgânicos, no entanto algumas empresas também estão investindo no setor. Existe estimativa de aumento na produção de produtos orgânicos em Santa Catarina. Aqui no Estado esse percentual é representado por 15% a 20 % ao ano (EPAGRI, 2005). No mercado consumidor há demanda pelas frutas orgânicas, por não permitirem o uso de agrotóxicos, além da suposta melhoria na qualidade organoléptica em relação às frutas produzidas no sistema convencional. Dentre as frutas orgânicas ofertadas no mercado, a maçã apresenta maior desenvolvimento de cor vermelha e maior firmeza de polpa. No entanto, apresenta maior retardo na maturação dos frutos e severidade ao “russetting” quando comparadas com aquelas produzidas no sistema de produção convencional (AMARANTE et al., 2006; RIBEIRO, G. M. et al., 2002), e valores similares em termos de índice de amido e qualidade

sensorial (odor, sabor, textura) (AMARANTE et al., 2006). Entretanto, quando são avaliadas diferentes cultivares e sistemas de produção de maçãs, os atributos de qualidade dos frutos, como acidez e sólidos solúveis totais, podem sofrer modificações (AMARANTE et al., 2006).

2.3 Cobertura do solo: efeitos em atributos edáficos e manejo de plantas espontâneas

A cobertura morta consiste na ação de cobrir o solo com uma camada de resíduos vegetais, como cascas, folhas ou palhas, o que pode ter efeitos significativos sobre os atributos edáficos. Pode reduzir a germinação das plantas espontâneas pela barreira física imposta, alterando as condições de iluminação, umidade e temperatura que interferem na quebra de dormência das sementes. O mesmo acontece com a emergência das plântulas, dificultada pela cobertura morta (CONSTANTIN, 2001).

A cobertura morta pode atuar no manejo das plantas espontâneas, contribuindo para proteger o solo contra a erosão. Além disso, mantém níveis adequados de umidade no solo, acumula matéria orgânica e nutrientes na camada superficial do solo, promove maior atividade microbiana, melhora a estrutura do solo, a porosidade e a capacidade de armazenamento de água (PETRI et al., 2002). Os resíduos vegetais deixados na superfície podem diminuir a acidez e reduzir o efeito do alumínio (MIYAZAWA et al., 1993).

Além do uso de coberturas mortas sobre o solo, as plantas vivas também têm demonstrado eficiência no manejo das plantas espontâneas. O uso de coberturas vivas pode recuperar as condições físicas, químicas e biológicas do solo (HEINRICHES e FANCELLI, 1999). Segundo Igue (1984), as plantas de cobertura mantém a qualidade do solo, pois agem protegendo o mesmo e conservando atributos como porosidade, densidade, agregação e aeração do solo. A vegetação espontânea e as leguminosas promovem a ciclagem de nutrientes, fundamental para manter e acrescentá-los nas camadas superficiais do solo,

principalmente em se tratando daqueles de fácil mobilidade e em solos muito permeáveis (FÁVERO e JUCKSCH, 2000).

As plantas espontâneas, em geral, são capazes de se adaptar em condições bastante adversas, não sendo exigentes quanto à fertilidade do solo. No entanto, elas exercem competição com a cultura por recursos como luz, água, nutrientes, espaço, são hospedeiras de insetos, nematóides e outros agentes causadores de moléstias, dificultam os tratos culturais, depreciam a qualidade dos produtos, aumentam o custo de produção, reduzem o rendimento da cultura e seu manejo pode ocasionar distúrbios no ambiente (CARVALHO e VARGAS, 2004). Por outro lado, a presença de plantas espontâneas em sistemas consorciados oferece cobertura mais completa do terreno, com benefícios adicionais em termos de qualidade do solo (SKÓRA NETO, 1993).

As plantas em crescimento vegetativo ou em decomposição podem promover estímulo sobre as outras espécies, tanto espontâneas como cultivadas. É o que se chama de efeito alelopático. Os aleloquímicos podem agir tanto reduzindo a germinação das sementes, como a emergência ou o crescimento de plântulas (ALMEIDA, 1988). Entre as espécies, as gramíneas se destacam como plantas que apresentam os maiores efeitos alelopáticos, com variações entre elas. Como exemplo, pode-se citar a cobertura morta de aveia, que tem sido eficiente na inibição da germinação de papuã. No entanto, não apresenta efeito sobre o capim colchão. Já o azevém, demonstrou ação sobre a guanxuma e o amendoim bravo, que se apresentavam insensíveis à ação de diferentes coberturas mortas (LORENZI, 1984).

O tempo de ação da cobertura morta sobre o solo depende da taxa de decomposição dos resíduos vegetais, que pode ser dependente da relação carbono/nitrogênio do tecido e de sua incorporação ou não ao solo. Resíduos que permanecem na superfície do solo têm taxa de decomposição mais lenta do que se forem incorporados (KOCHHANN e SELLES, 1991).

Espécies vegetais como a ervilhaca e o nabo forrageiro tendem a se decompor mais rapidamente que gramíneas como aveia preta. A decomposição mais rápida daquelas espécies está relacionado à sua baixa disponibilidade de nitrogênio. Menor taxa de decomposição também reflete em melhor manejo de plantas espontâneas sobre o solo (CERETTA et al., 2002). Assim, quando se pensa em equilíbrio em termos de velocidade de decomposição e liberação de nutrientes, pode-se optar pelo cultivo consorciado de espécies invernais como aveia + ervilhaca, aveia + nabo, o que tem apresentado maior formação de biomassa que cultivos solteiros das mesmas espécies (BALBINOT, 2004).

Em termos de manejo da vegetação espontânea, a forma mais usual de controle é com uso de herbicidas. No entanto, outras formas de controle podem ser utilizadas, especialmente nas áreas de pomares. Neste caso, métodos mecânicos e culturais, como uso da roçadeira manual ou a enxada, representam uma forma alternativa de manejo das plantas espontâneas na linha e na entrelinha das fruteiras (CARVALHO e VARGAS, 2004). Um método físico com possibilidade de uso é o plástico preto. Essa prática é considerada eficiente, pois previne o desenvolvimento da maioria das plantas espontâneas, além de manter a umidade no solo, porém tem como desvantagem seu custo elevado (DEUBER, 1992).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, F. S. de. **A alelopatia e as plantas.** IAPAR: Londrina, 1988. 60 p. (Circular nº 53).
- AMARANTE, C. V. T. do et al. Fisiologia de plantas e qualidade de frutos em pomares de macieira conduzidos nos sistemas orgânico e convencional de produção. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 1, n. 1, p. 1227-1230, nov. 2006.
- BALBINOT JÚNIOR, A.A. et al. Desempenho de plantas invernais na produção de massa e cobertura do solo sob cultivos isolado e em consórcios. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, n. 2, p.38-42, 2003.
- CARVALHO, J. E. B. de; VARGAS, L. Manejo e Controle de Plantas Daninhas em Frutíferas. In: VARGAS, L.; ROMAN, E. S. **Manual de Manejo e Controle de Plantas Daninhas**. 1. ed. Bento Gonçalves: EMBRAPA/CNPUV, 2004. 652 p. p.481-517.
- CERETTA, C. A. et al. Produção e decomposição de fitomassa de plantas invernais de cobertura de solo e milho, sob diferentes manejos da adubação nitrogenada. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n. 1, p. 49-54, jan./fev. 2002.
- CONSTANTIN, J. Métodos de Manejo. In: OLIVEIRA JUNIOR, R. S. de; CONSTANTIN, J. **Plantas daninhas e seu manejo**. Guaíba: Agropecuária, 2001. p. 103-121.
- DEUBER, R. **Ciência das plantas daninhas: Fundamentos**. Jaboticabal, UNESP, 1992. 431 p.
- DULLEY, R. D. **Produtos Agrícolas Orgânicos: Brasil sobe para a quinta posição em extensão de área.** Planeta Orgânico, 2005. Disponível em: <<http://www.planetaorganico.com.br/trabdulley-iea.htm>>. Acesso em: 06 ago. 2006.
- EPAGRI. **A Agroecologia em Santa Catarina**. Florianópolis, 2005. Disponível bem : <<http://www.epagri.rct-sc.br/epagri/index.jsp>>. Acesso em: 05 set. 2005.
- FACHINELLO, J. C. Situação e perspectiva da produção integrada na Europa. In: PROTAS e SANHUENZA (Ed.). **Produção Integrada de Frutas: o caso da maçã no Brasil**. Bento Gonçalves: Embrapa EMBRAPA/CNPUV , 2003. 192 p.p. 21-33.
- FÁVERO, C.; JUCKSCH, I. Daninhas ou companheiras? **Boletim Informativo, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 25, n. 2, p. 26-27, 2000.

HOFFMANN, A.; BERNARDI, J. Aspectos Botânicos. In: NACHTIGALL, G. R. (Ed.). **Maçã: produção.** Bento Gonçalves: Embrapa Uva e vinho; Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. 169 p. p. 17-24.

HEINRICHS, R.; FANCELLI, A. L. Influência do cultivo consorciado de aveia preta (*Avena strigosa* Schieb.) e ervilhaca comum (*Vicia sativa* L.) na produção de fitomassa e no aporte de nitrogênio. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 56, n. 1, p. 27-32, jan./mar. 1999.

HOFFMANN, A.; NACHTIGALL, G. R. Fatores Edafoclimáticos. In: NACHTIGALL, G. R. (Ed.). **Maçã: produção.** Bento Gonçalves: Embrapa Uva e vinho; Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. 169 p. p. 25-31.

IGUE, K. Dinâmica da matéria orgânica e seus efeitos nas propriedades do solo. In: **Adubação verde no Brasil**, Campinas: FUNDAÇÃO CARGIL, 1984. 363 p. p. 232-267.

KOCHHANN, R. A.; SELLES, F. O solo no sistema de manejo conservacionista. In: FERNÁNDEZ, J. M. et al. **Manual de manejo conservacionista do solo para os estudos do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná.** Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT/CIDA, 1991.

LORENZI, H. Inibição alelopática em plantas daninhas. In: **Adubação verde no Brasil**, Campinas: FUNDAÇÃO CARGIL, 1984. 363 p. p. 183-198.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Agricultura Orgânica – Dados e Estatística. Situação da Produção Orgânica 2006. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/pls/portal/docs>> Acesso em: 20 ago. 2006.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Instrução Normativa n. 7, de 17 de maio de 1999. Disponível em: <<http://www.ecovida.org.br/normat7.html>> Acesso em: 20 ago. 2006.

MIYAZAWA, M.; PAVAN, M.A.; CALEGARI, A. Efeito de material vegetal na acidez do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 17, n. 3, p. 411-416, set./dez. 1993.

ORMOND, J. G. P. et al. **Agricultura orgânica: quando o passado é futuro:** BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 15, mar. 2002.

PETRI, J. L. et al. **Manejo da planta e do Solo na Produção Integrada de Maçã.** Bento Gonçalves: EMBRAPA/CNPNUV, 2002. 8 p. (Embrapa Uva e Vinho. Circular Técnica, 32).

PITELLI, R. A.; DURIGAN, J. C. Ecologia das plantas daninhas no sistema de plantio direto. In: DIAZ ROSSELLO, R. (Coord.). **Siembra directa en Cono Sur.** Montevideo: PROCISUR, 2001. p. 203-210.

RIBEIRO, G. M. et al. Qualidade de frutos em macieiras conduzidas nos sistemas orgânico e convencional de produção. 2002. Disponível em: <http://www.ufpel.tche.br/sbfruti/anais_xvii_cbf/fitotecnia/131.htm> Acesso em: 18 nov. 2006.

SANTOS, R. H. S.; MENDONÇA, E. de S. Agricultura Natural, Orgânica, Biodinâmica e Agroecologia. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 22, n. 212, p. 5-8, set./out. 2001.

SKÓRA NETO, F. Controle de plantas daninhas através de coberturas verdes consorciadas com milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 10, p. 1165-1171, out. 1993.

VIEIRA, L. M. Maçã. In: **Síntese Anual da Agricultura em Santa Catarina**. ICEPA: 2005. p. 114-121.

3. CAPÍTULO I. MANEJO DE PLANTAS ESPONTÂNEAS COM COBERTURAS DO SOLO E CRESCIMENTO DA MACIEIRA NA IMPLANTAÇÃO DE UM POMAR ORGÂNICO

RESUMO - O uso de coberturas do solo representa uma opção no manejo de plantas espontâneas em pomares conduzidos no sistema orgânico. O objetivo do trabalho foi avaliar o controle de plantas espontâneas por coberturas de solo e a resposta em crescimento da macieira. O experimento foi conduzido em pomar orgânico localizado em Vacaria, RS, plantado em 2003, com a cv. Galaxy sobre porta-enxerto Marubakaido com filtro M9, com espaçamento 1,5 x 5,0 m. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com três repetições, envolvendo os seguintes tratamentos na faixa de 1 m de largura na linha de plantio: capina manual, cobertura com plástico preto, sombrite, serragem nova, acícula de pinus, palha de capim rabo-de-burro, azevém, aveia, aveia + ervilhaca, aveia + nabo, azevém + trevo branco + espécies nativas, roçada na linha, e sem controle na linha. A incidência de plantas espontâneas foi avaliada mensalmente e relacionada com o diâmetro do caule e altura das macieiras, avaliados no segundo e terceiro anos da implantação do pomar. Os tratamentos capina, plástico preto, acícula de pinus e palha de capim rabo-de-burro reduziram em mais de 90% a incidência de plantas espontâneas. O manejo de coberturas do solo realizado com o uso de coberturas vivas, roçada e testemunha sem controle, interferiu na altura e no diâmetro do caule das plantas, evidenciando competição, à medida que se aumentou o percentual médio de cobertura do solo no período de crescimento das árvores.

3.1 INTRODUÇÃO

O uso de coberturas do solo pode contribuir no manejo de plantas espontâneas em sistemas de produção orgânica. Nesse caso, o terreno é manejado com espécies vegetais de rápido crescimento e boa produção de biomassa, como também, podem ser utilizados materiais como plástico preto, sombrite, serragem e acícula de pinus. O manejo cultural pode assim, reduzir a dependência por herbicidas, o que seria benéfico em termos ecológicos, com possível redução nos custos e melhoria dos recursos naturais (CARVALHO E VARGAS, 2004).

O manejo adequado das plantas de cobertura pode proporcionar outros efeitos benéficos em pomares, como melhoria de atributos do solo (MEDEIROS, 1992; NEVES et al., 2006), o que auxilia na melhoria da produção das fruteiras (RAGOZO, 2006), e merece especial atenção em sistemas de produção orgânica (WALSH et al., 1996; GOH et al., 2000).

Pouco se conhece em relação aos efeitos do manejo das coberturas de solo em termos de ocorrência de plantas espontâneas e sobre a competição com a macieira nas condições do Sul do Brasil. Dessa forma, pode variar a eficiência dessa prática no manejo das plantas espontâneas e sua resposta no crescimento da macieira. Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar a resposta de crescimento de macieiras, na fase de implantação de um pomar conduzido no sistema de produção orgânica, manejado com diferentes coberturas do solo visando controle de plantas espontâneas presentes na linha de plantio.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em Vacaria, RS, num pomar orgânico de maçã, implantado em 2003, sendo o solo um Latossolo Bruno. O clima da região (Cfb segundo classificação de Köppen) é mesotérmico úmido com verões amenos e precipitação bem distribuída ao longo do ano, A variedade de maçã é a Galaxy com porta enxerto Marubakaido e filtro M9. O espaçamento é de 1,5 x 5,0 m e o sistema de condução é líder central.

Os tratamentos consistiram de capina manual, cobertura com plástico preto, sombrite, serragem nova de pinus, acícula de pinus, palha de capim rabo-de-burro (*Andropogon* sp.). As plantas de cobertura utilizadas foram aveia-preta (*Avena strigosa*), azevém (*Lolium multiflorum*), aveia-preta + ervilhaca (*Vicia sativa*), aveia-preta + nabo forrageiro (*Raphanus sativus*), azevém + trevo branco (*Trifolium repens*) + espécies nativas, e os tratamentos com roçada e testemunha infestada (Figura 1). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com três repetições, em parcelas constituídas por cinco plantas úteis.

Os tratamentos foram instalados na linha da cultura, numa faixa de 1 metro de largura. O plástico preto e sombrite foram fixados nas laterais com uma camada de solo e arame. O plástico preto utilizado é polietileno, comumente utilizado na produção de morangos no solo. O sombrite, marca “Nortene tela sombrax preta”, apresenta sombreamento de 70%. As coberturas mortas de serragem, acícula e palha foram colocadas com uma camada de 10 cm de espessura sobre o solo. Estes tratamentos foram instalados no mês de outubro. As plantas de cobertura foram semeadas a lanço em abril, com as seguintes quantidades de sementes nas faixas de cultivo: 50 kg/ha para aveia-preta; 70 kg/ha para ervilhaca, 20 kg/ha para nabo

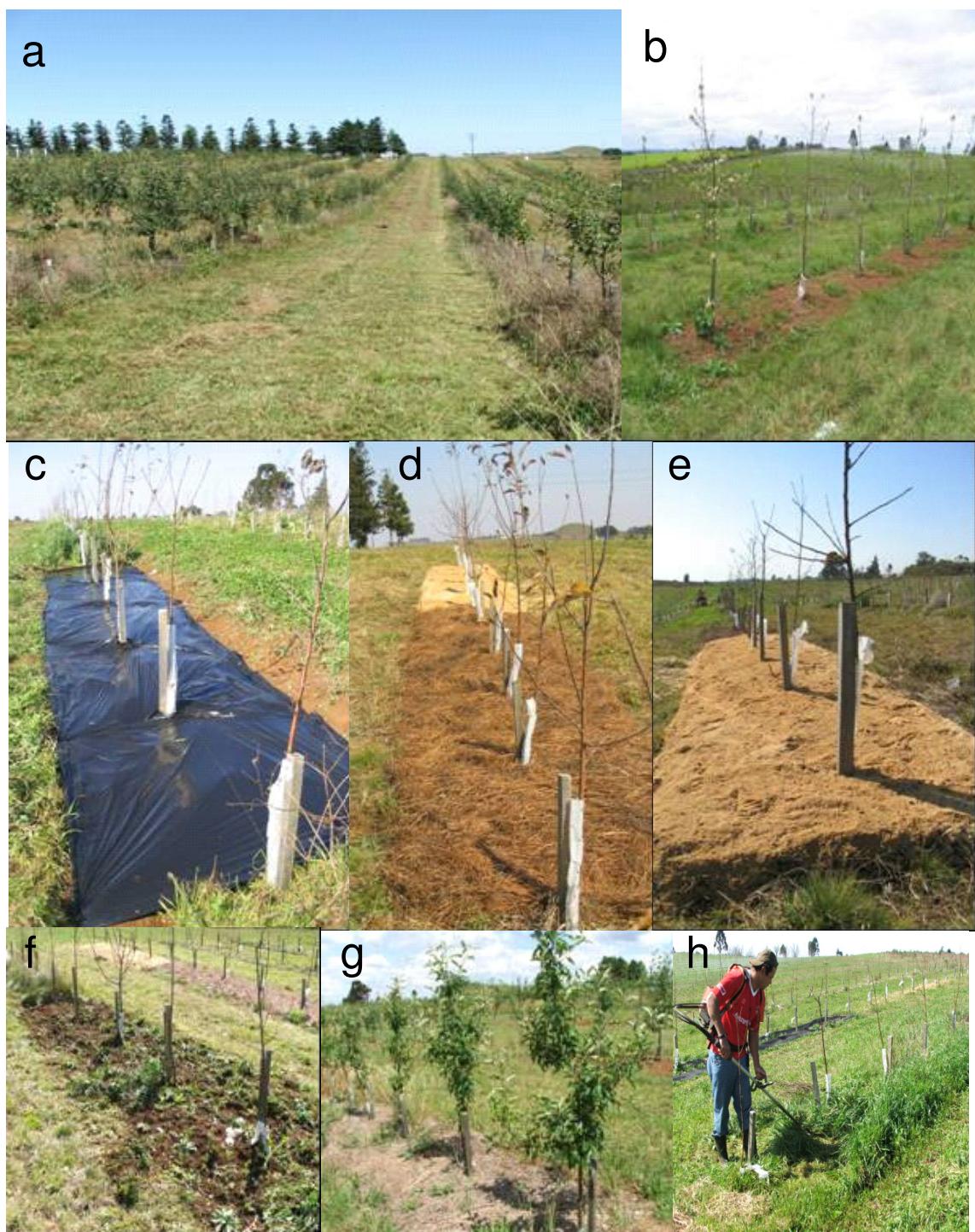


FIGURA 1 - Vista geral do local de instalação do experimento (a) e (b), tratamento com plástico preto (c), acícula de pinus (d), serragem (e), capina (f), palha de capim rabo-de-burro (g), e plantas de cobertura (h).

e 20 kg/ha para azevém. Nos consórcios, estas quantidades foram reduzidas proporcionalmente em 50%. O azevém + trevo branco cresceram espontaneamente,

juntamente com outras espécies presentes no local. Após serem roçados, na entrelinha do pomar, o material era adicionado na linha, formando camada de 10 cm de espessura. No intervalo dos ciclos da cultura, entre os anos de 2005 e 2006, todos os tratamentos foram novamente confeccionados e em seguida reiniciadas as avaliações. O manejo da biomassa da parte aérea das plantas de cobertura foi realizado com roçada no mês de setembro. O tratamento roçado foi conduzido com equipamento mecanizado, efetuando as operações a 10 cm de altura, durante todo ano, quando a vegetação atingia 40 cm. A capina foi realizada manualmente a cada 30 dias, mantendo o terreno constantemente descoberto.

O manejo do pomar seguiu os procedimentos preconizados no sistema orgânico, sendo utilizado calda bordalesa, calda sulfocálcica e óleo de neem nos tratamentos fitossanitários. A calagem e adubação foram realizadas conforme recomendações técnicas, baseadas na análise do solo, sendo utilizado calcário dolomítico, fosfato natural e adubos orgânicos. No momento da instalação do pomar o solo apresentava as seguintes características: pH CaCl₂ = 4,5; pH SM P = 5,3; Al³⁺ = 0,6 cmol/dm³; Mg = 0,4 cmol/dm³; Ca = 3,1 cmol/dm³; K = 36 cmol/dm³; P = 3,8 mg/dm³; Argila = 56%, MO = 1,8%, o que foi determinado em profundidade de 0 – 20 cm.

As avaliações da infestação de plantas espontâneas foram realizadas mensalmente, de outubro a fevereiro nos períodos de crescimento de 2004/2005 e 2005/2006, por observação visual da percentagem de solo coberto, considerando 100% no tratamento testemunha, e 0% nos tratamentos capina e plástico preto. No tratamento sombrite foi contabilizado apenas as plantas espontâneas que ultrapassaram a cobertura. A produção de massa seca das plantas de cobertura acumulada no período de crescimento foi avaliada em setembro de 2005. A taxa de decomposição dessas espécies foi avaliada pela perda de massa na superfície do solo, em amostras de 0,12 m², coletadas mensalmente até janeiro de 2006. As macieiras foram avaliadas em fevereiro de 2005 e 2006, medindo-se as variáveis de altura das plantas desde a

superfície do solo até a extremidade do ramo mais alto; e o diâmetro do caule, tomado 10 cm acima do porta-enxerto, sendo medidas duas plantas centrais por repetição.

Os resultados foram submetidos à análise de variância e comparação de médias pelo teste de Duncan. A cobertura do solo pelas plantas espontâneas foi correlacionada com a altura e o diâmetro do caule das macieiras.

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A ocorrência de plantas espontâneas variou entre os tratamentos nos dois períodos de crescimento da macieira avaliados. No período de 2004/2005 as coberturas mantiveram a incidência inferior a 40% na maioria dos tratamentos, exceção feita ao tratamento com sombrite e testemunha sem manejo. Já no segundo período de avaliação, houve maior diferença entre os tratamentos (Figura 2). Os tratamentos serragem, acícula de pinus e palha de capim foram em geral os mais eficientes no controle das plantas espontâneas na linha da cultura da macieira, possibilitando menos de 20% de cobertura. A capina e o plástico preto foram os tratamentos que mantiveram o solo completamente limpo e a testemunha infestada apresentou a presença das plantas espontâneas em 100% da área do tratamento.

A eficiência do uso de coberturas mortas no manejo de plantas espontâneas verificado neste trabalho confere com Shribbs e Skroch (1986), em experimento conduzido em pomar de maçã. Ressalta-se que o papel da cobertura do solo em termos de supressão da vegetação espontânea depende do estabelecimento inicial das plantas, da densidade populacional e da biomassa produzida (CARVALHO e VARGAS, 2004). Outra alternativa para impedir o crescimento das plantas espontâneas é a colocação de plástico preto, que se mostra um método eficiente e prático em muitas culturas agrícolas. Da mesma forma, a capina proporciona bom controle das plantas espontâneas, entretanto, requer alta mão-de-obra. Entre as práticas de manejo da cobertura verde mais utilizada nas áreas frutícolas destaca-se a roçada, que controla o desenvolvimento das plantas e deixa uma camada de biomassa protegendo a superfície do solo (MATHEIS et al., 2006).

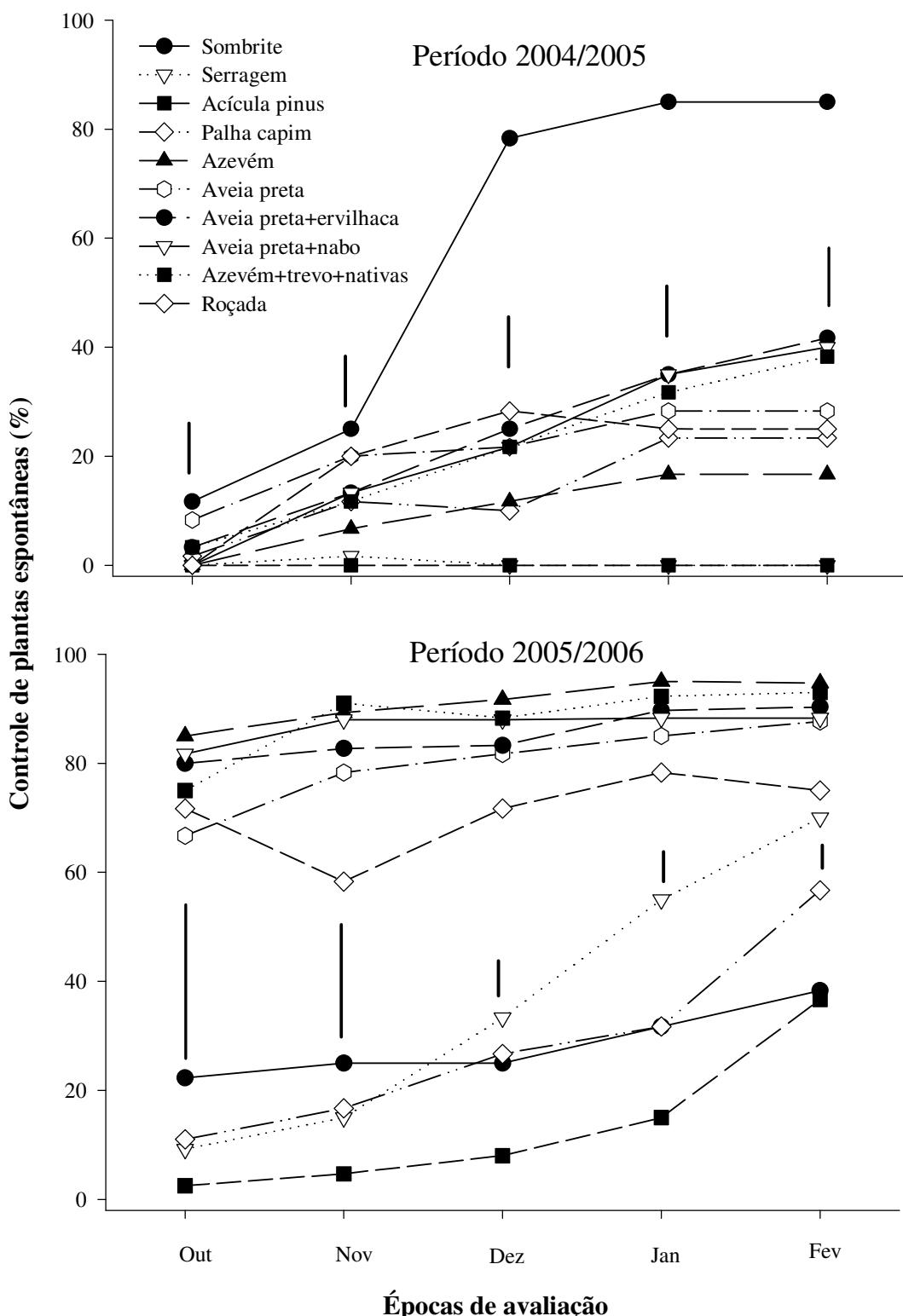


FIGURA 2 - Controle de plantas espontâneas com o uso de diferentes materiais e manejos na linha de plantio da macieira, em pomar orgânico, durante parte do período de crescimento em 2004/2005 e 2005/2006, Vacaria, RS. Barras verticais indicam diferenças mínimas significativas (Duncan; $P = 0,05$) entre os tratamentos a cada período.

As plantas de cobertura de inverno mostraram variações quanto à incidência de espécies espontâneas, controlando cerca de 80% destas no primeiro período de avaliação (Figura 2). O tratamento com sombrite foi o único que apresentou, durante esse período de avaliação, o menor controle das plantas espontâneas, sendo a guanxuma (*Sida rhombifolia*) a espécie predominante. Segundo Pitelli & Durigan (2001), dentre outras características, as plantas espontâneas que possuírem sementes com grande quantidade de reservas terão maior probabilidade de perpetuarem-se em um sistema de produção com o uso de coberturas do solo, onde há o efeito físico destas sobre as plântulas das espécies espontâneas. No segundo ciclo de avaliação, os percentuais de controle pelo uso de plantas de cobertura de inverno foram menores, ficando próximo a 15% na média das avaliações. Essa redução pode ser atribuída à estiagem ocorrida em 2004/2005, fazendo com que as plantas espontâneas, e da mesma forma, as plantas de cobertura de inverno, apresentassem menor crescimento e baixa produção de biomassa. No segundo período de avaliação o acúmulo de massa seca pelas plantas de cobertura na linha de plantio variou de 0,26 kg m⁻² no tratamento aveia preta, até 0,50 kg m⁻² para o azevém + trevo + material nativo (Figura 3). Em relação à facilidade de decomposição desses materiais de cobertura, o azevém e o azevém + trevo + nativas apresentaram as maiores perdas de massa no período avaliado (Figura 3). No entanto, foram estes dois tratamentos que proporcionaram melhor cobertura do solo durante todo o período de avaliação. Uma das práticas utilizadas para aumentar a cobertura do solo é o cultivo consorciado, que pode produzir maior biomassa em relação aos cultivos solteiros (BALBINOT et al., 2004). Esse mesmo efeito se manifestou para os tratamentos azevém + trevo + nativas e para a aveia preta + ervilhaca, em relação aos cultivos solteiros destas gramíneas. Ressalta-se que a quantidade de biomassa produzida pelas plantas de cobertura é um dos principais fatores que influencia sua contribuição em termos de controle de espécies espontâneas (ERASMO et al., 2004).

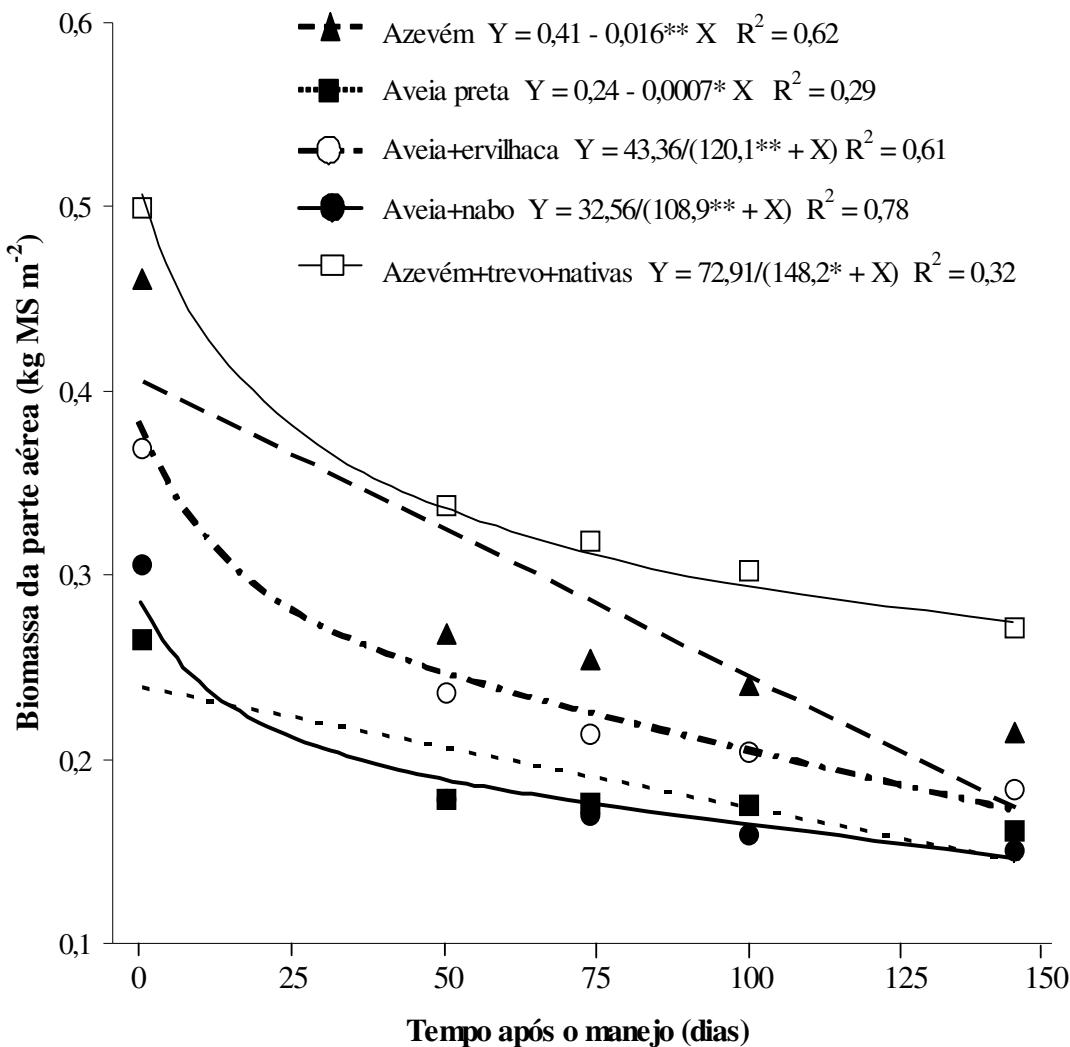


FIGURA 3 - Decomposição da matéria seca de plantas de cobertura de inverno estimada pela perda de massa durante o período de outubro de 2005 a fevereiro de 2006, na linha da cultura de macieiras em pomar orgânico, Vacaria, RS (* significativo $P = 0,01 - 0,05$; ** significativo $P = 0,01$; $n = 15$).

A resposta da macieira à cobertura do solo evidenciou variações entre os tratamentos aos 24 e 36 meses após o plantio (Tabela 1). A altura de planta aos 24 meses após o plantio passou de 1,37 m no tratamento sem controle, para 1,74 m na acícula de pinus. O diâmetro do caule neste mesmo período foi menor no tratamento sem controle (1,28 cm), e atingiu 1,81 cm no tratamento plástico preto, o qual foi superior aos manejos com aveia + ervilhaca, roçada e testemunha, e não diferiu dos demais tratamentos. A altura de planta avaliada aos 36 meses

após o plantio demonstrou efeito dos tratamentos, passando de 1,55 m no sistema sem controle, para 2,33 m no manejo com plástico preto. O tratamento plástico preto foi igual à acícula de neste período foi obtido na aveia + nabo (1,73 cm), e o maior valor correspondeu ao plástico preto (3,23 cm), o qual diferiu dos demais tratamentos, com exceção da acícula de pinus.

TABELA 1 - Altura e diâmetro do caule de plantas de macieiras aos 24 e 36 meses após o plantio em pomar orgânico de maçã, com o uso de diferentes coberturas do solo, Vacaria, RS.

Tratamentos	Alturas das plantas (m)		Diâmetro do caule (cm)	
	24 meses	36 meses	24 meses	36 meses
Capina	1,47 cde*	2,05 abc	1,41 abc	2,58 bc
Plástico preto	1,66 ab	2,23 a	1,81 a	3,23 a
Sombrite	1,55 cd	1,79 de	1,52 abc	2,22 cd
Serragem nova	1,56 bc	1,94 bcd	1,52 abc	2,68 bc
Acícula de pinus	1,74 a	2,07 ab	1,75 ab	3,00 ab
Palha de capim rabo-de-burro	1,49 cde	1,87 bcde	1,44 abc	2,28 cd
Azevém	1,47 cde	1,77 def	1,41 abc	1,82 de
Aveia	1,45 cde	1,69 def	1,55 abc	1,90 de
Aveia+ervilhaca	1,39 de	1,71 def	1,27 c	1,95 de
Aveia+nabo	1,45 cde	1,68 ef	1,41 abc	1,73 de
Azevém+trevo+espécies nativas	1,38 e	1,82 cde	1,44 abc	1,97 de
Roçada	1,45 cde	1,80 de	1,35 c	1,98 de
Sem controle	1,37 e	1,55 f	1,28 c	1,45 e
CV (%)	6	7	14	14

*Letras iguais entre si na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Duncan ($P < 0,05$).

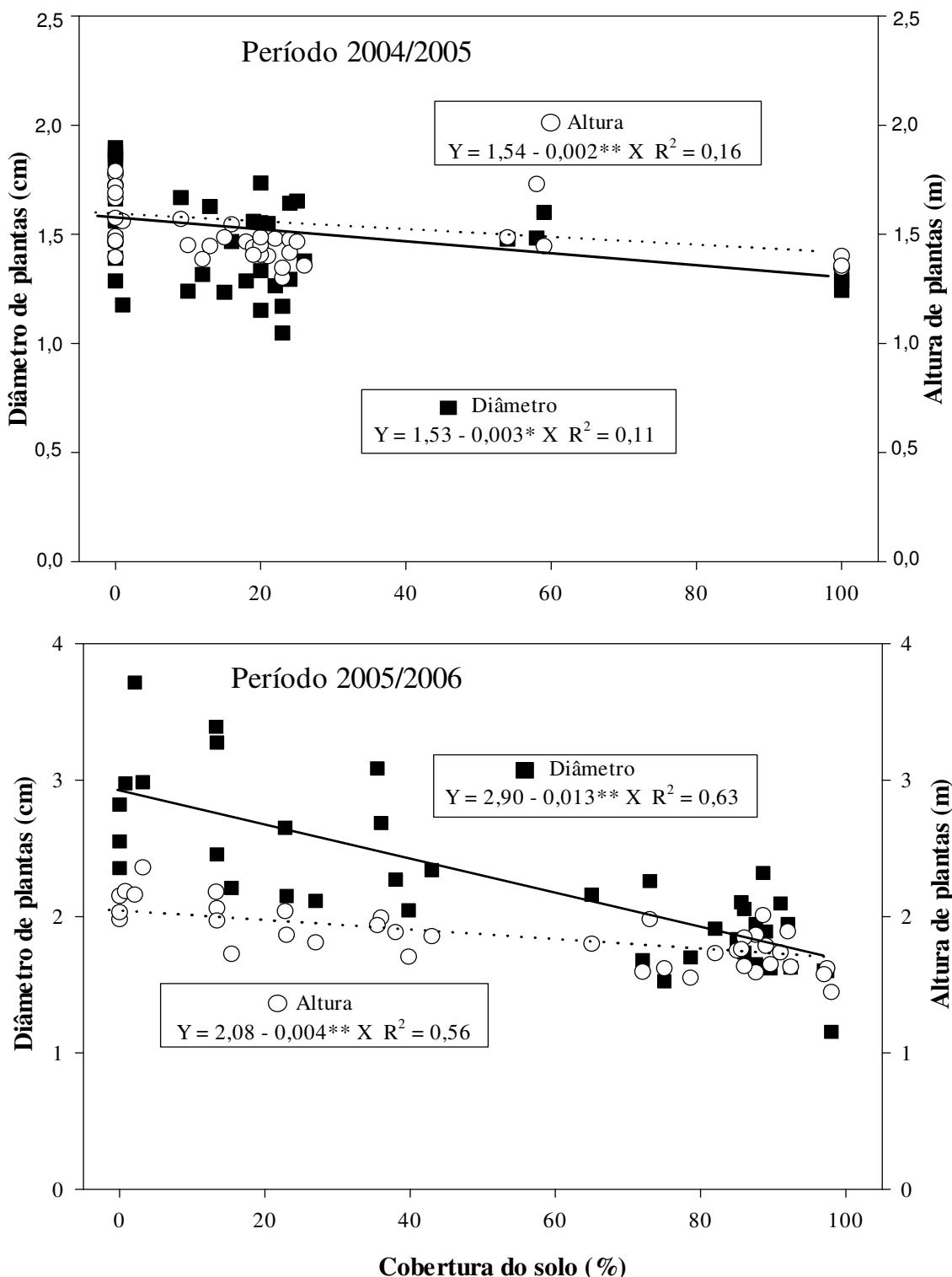


FIGURA 4 - Relações entre ocorrência de plantas espontâneas, altura de planta e diâmetro do caule de macieiras em diferentes materiais e manejos do solo na linha de plantio, em pomar orgânico, durante parte do período de crescimento em 2004/2005 e 2005/2006, Vacaria, RS (* significante P = 0,01 – 0,05; ** significante P < 0,01; n = 39).

As avaliações do desenvolvimento das plantas realizadas aos 24 e 36 meses após o plantio evidenciaram correlações negativas, tanto para altura quanto para diâmetro do caule das macieiras em relação ao controle das plantas espontâneas no período de crescimento (Figura 4). Isto aponta para competição pelas plantas de cobertura do solo na linha de plantio, que se tornou mais intensa e nítida no segundo período de avaliação, indicada pelo aumento nos coeficientes angulares e de determinação das equações. Nesse sentido, alguns estudos têm buscado a resposta das fruteiras de clima temperado ao manejo do solo, como reportado por Dal Bó e Becker (1994), em relação ao uso de plantas de cobertura de inverno em parreirais com 16 anos de idade. Neste caso, o cultivo de cobertura aumentou a produtividade de uva em relação ao solo capinado, possivelmente por melhorias no solo. Em outro experimento, o cultivo de leguminosas em pomares de ameixeira na região montanhosa da Índia resultou em decréscimo na produção de frutas em avaliação no sexto ano, quando comparado ao tratamento dessecado. Apesar disso, o manejo com plantas intercalares resultou em frutos maiores e mais pesados (SHYLLA e CHAUHAN, 2004). Mais recentemente, verificou-se que o uso de plantas de cobertura de inverno beneficiou a produtividade e não teve efeito sobre o diâmetro do tronco de pêssego, em pomar conduzido no sistema de produção integrado, avaliado até o quarto ano de implantação (RUFATO et al., 2006).

No caso da cultura da macieira, especialmente nas condições de cultivo orgânico na região sul do Brasil, pouco se conhece sobre sua resposta ao manejo do solo. Outra questão a ser melhor definida, e que orientaria melhor as práticas de cobertura do solo, é o período crítico de competição por plantas espontâneas, muito embora acredite-se que seja compreendido entre o início da floração até a colheita (CARVALHO e VARGAS, 2004). Dessa forma, o manejo do solo nas áreas de produção frutícola deve ser orientado no sentido de oferecer cobertura permanente do solo, o que pode ser benéfico sob o aspecto ecológico (FADINI et al., 2001), mas evitando o excesso de crescimento das espécies intercalares

durante o período vegetativo e de frutificação do pomar. Salienta-se assim, que os resultados aqui apresentados representaram o desenvolvimento da vegetação espontânea sem controle complementar durante o período de primavera-verão (outubro a fevereiro). Sugere-se assim, continuidade das avaliações realizadas, incluindo roçadas adicionais durante este período, de forma a reduzir a competição com a macieira.

3.4 CONCLUSÕES

As coberturas do solo mais eficientes no controle da vegetação espontânea na linha de plantio das macieiras em pomar na fase de implantação foram: capina, plástico preto, acícula de pinus e palha de capim rabo-de-burro.

O manejo de coberturas do solo realizado com o uso de coberturas vivas, roçada e testemunha sem controle, interferiu na altura e no diâmetro do caule das plantas, evidenciando competição, à medida que se aumentou o percentual médio de cobertura do solo com plantas espontâneas, no período de crescimento das árvores.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BALBINOT JÚNIOR, A.A. et al. Desempenho de plantas invernais na produção de massa e cobertura do solo sob cultivos isolado e em consórcios. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v. 3, n. 1, p.38-42, 2004.
- CARVALHO, J. E. B. de; VARGAS, L. Manejo e Controle de Plantas Daninhas em Frutíferas. In: VARGAS, L.; ROMAN, E. S. **Manual de Manejo e Controle de Plantas Daninhas**. 1. ed. Bento Gonçalves: EMBRAPA/CNPUV, 2004. 652 p. p.481-517.
- DAL BÓ, M. A.; BECKER, M. Avaliação de sistemas de manejo do solo para a cultura da uva. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 2, p. 263-266, fev. 1994.
- ERASMO, E. A. L. et al. Potencial de espécies utilizadas como adubos verde no manejo integrado de plantas daninhas. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 22, n. 3, p.337-342, jul./set. 2004.
- FADINI, L. A. M. et al. Efeito da cobertura vegetal sobre a abundância e diversidade de inimigos naturais de pragas em vinhedos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 23, n. 3, p. 573-576, dez. 2001.
- GOH, K. M. et al. Effects of apple orchard production systems on some important soil physical, chemical and biological quality parameters. **Biological Agriculture and Horticulture**, Bicester, v. 18, p. 269–292, 2000.
- MATHEIS, H. A. S. M. et al. Adubação verde no manejo de plantas daninhas na cultura de citros. **Laranja**, Cordeirópolis, v. 27, p.101-110, 2006.
- MEDEIROS, A. R. M. Leguminosas de inverno: uma opção no manejo do solo em pomares de fruteiras de clima temperado. **Hortisol**, Pelotas, v. 2, n. 1, p.14-15, 1992.
- NEVES, C. S. V. J. et al. Efeito do manejo do solo e da matéria orgânica solúvel em água quente na estabilidade de agregados de um latossolo argiloso. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 5, p. 1410-1415, set./out. 2006.
- RAGOZO, C. R. A. et al. Adubação verde em pomar cítrico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 28, n.1, p. 69-72, abr. 2006.
- RUFATO, L. et al. Plantas de cobertura de solo em pomar de pessegueiro (*Prunus persica* L. Batsch) conduzido no sistema de produção integrada. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 3, p.814-821, maio/jun., 2006.

SHYLLA, B.; CHAUHAN, J. S. Influence of orchard floor management practices on cropping and quality of Santa Rosa plum grown under mid hill conditions. **Acta Horticulturae**, Leuven, v. 662, p. 213-216, 2004.

SHRIBBS, J. M; SKROCH, W. A. Influence of 12 ground cover systems on young 'Smoothee Golden Delicious' apple trees: I. Growth. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.111, n. 4, p. 525-528, 1986.

WALSH, B. D. et al. Impact of soil management systems on organic dwarf apple orchards and soil aggregate stability, bulk density, temperature and water content. **Canadian Journal of Soil Science**, Ottawa, v. 76, p. 203–209, 1996.

4. CAPÍTULO II. MANEJO DA COBERTURA E ATRIBUTOS QUÍMICOS E FÍSICOS DO SOLO NA IMPLANTAÇÃO DE UM POMAR ORGÂNICO DE MAÇÃ

RESUMO – O objetivo do estudo foi avaliar efeitos da cobertura sobre atributos químicos e físicos do solo em pomar de macieiras. O experimento foi conduzido em pomar instalado no ano de 2003 com a cultivar Galaxy sob porta enxerto Marubakaido com filtro M-9, em Vacaria - RS. Os tratamentos foram: capina manual, cobertura com plástico preto, sombrite, serragem nova, acícula de pinus, palha de capim rabo-de-burro, azevém, aveia, aveia + ervilhaca, aveia + nabo, azevém + trevo branco + espécies nativas, roçada na linha, e sem controle na linha, com três repetições e delineamento inteiramente casualizado. Os atributos químicos e físicos do solo foram avaliados nas camadas de 0-5 e 5-10 cm. O solo no pomar nos diferentes tratamentos apresentou pH próximo à neutralidade e teores adequados de nutrientes. As diferentes coberturas do solo comportaram-se de forma semelhante, sendo que diferenças nos atributos químicos foram expressas principalmente dos tratamentos quando comparados com a mata. O uso de coberturas do solo não alterou os atributos físicos do solo, tais como a densidade do solo, a porosidade total e a condutividade hidráulica, o que vem a refletir em condições favoráveis ao desenvolvimento das plantas.

4.1 INTRODUÇÃO

O manejo nas áreas de produção frutícola deve buscar produção adequada e conservação da fertilidade do solo, garantindo a sustentabilidade do sistema em questão. Dessa forma, o estudo entre o uso do solo e a modificação de seus atributos é um importante instrumento na análise da resposta das culturas ao manejo agrícola, a fim de adotar técnicas culturais que possibilitem o desenvolvimento da planta e aumento da produção.

Nesse sentido procura-se adequar o conceito de qualidade do solo, que se refere à natureza dinâmica dos solos, influenciada pelo uso e manejo pelo homem, de forma a manter a produção sustentável. Busca-se assim, equilíbrio entre aspectos físicos, químicos e biológicos do solo (DORAN e PARKIN, 1994).

A cobertura do solo pode interferir na dinâmica dos nutrientes, especialmente quando os resíduos vegetais são deixados na superfície, alterando seus atributos. Além disso, o não revolvimento do solo, o uso de rotação de culturas e a cobertura da superfície são manejos que podem melhorar a qualidade do solo (BAYER, 2004) e assim favorecer o desenvolvimento das plantas. O uso de espécies vegetais, como gramíneas e leguminosas, tem recebido atenção nos sistemas de cultivo, por contribuírem na estabilidade e recuperação da estrutura do solo.

Em termos de atributos químicos do solo, diversos estudos relatam alterações em termos de acidez e disponibilidade de nutrientes, quando são comparados manejos do solo ou sistemas de produção em áreas de pomares (WERNER, 1997; RIBEIRO, 2003; MALUCHE, 2004; MAFRA et al., 2006).

Pomares manejados com leguminosas têm proporcionado melhoria nas propriedades físicas do solo, como porosidade total, macroporosidade e condutividade hidráulica saturada,

além do aumento na produtividade final da cultura, consequentemente aumentando a renda líquida do produtor (LOPES, 2003). Por outro lado, o aumento na densidade do solo e diminuição da macroporosidade pode ser observado em pomares, devido ao tráfego de máquinas e equipamentos (SANCHES et al., 1998).

BURIOL et al. (1994) mostram que o uso de tela de polietileno provoca uma redução da radiação fotossinteticamente ativa, além de alterar a temperatura do ar e do solo.

Dessa forma, embora sejam incipientes as pesquisas na área de produção orgânica, este sistema atende aos preceitos de qualidade do solo, preocupando-se principalmente com a restrição do uso de agroquímicos, a fim de preservar o meio ambiente, e a saúde do consumidor e do produtor rural.

O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito de diferentes coberturas do solo na linha de cultivo em pomar orgânico de maçã, sobre os atributos químicos e físicos do solo.

4.2 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida em pomar de macieira localizado na Estação Experimental de Fruteiras Temperadas, EMBRAPA Uva e Vinho, em Vacaria, RS. A localização e caracterização da área experimental, bem como os tratamentos, delineamento experimental e análise estatística são descritos no Capítulo 1. Foi analisada também uma área de mata, adjacente ao local onde se instalou o experimento, para servir como padrão de referência das condições edáficas.

As amostras de solo foram coletadas em fevereiro de 2006, no período de frutificação das macieiras, nas camadas de 0-5 e 5-10 cm de profundidade. Os locais de coleta foram aleatórios na linha de plantio. Para caracterização química utilizou-se trado com 3 cm de diâmetro, coletando-se amostras compostas.

Foram feitas determinações químicas de carbono orgânico (C), pH (em água, SMP e em CaCl_2), Al, Ca, Mg, P e K, segundo metodologia descrita por Tedesco et al., (1995). A avaliação dos teores de carbono orgânico foi realizada por titulometria. O pH em água, SMP e em solução de CaCl_2 0,01 mol L⁻¹ foram determinados em relação solo:solvente de 1:1, utilizando-se potenciômetro. Os teores de Al, Ca e Mg foram extraídos com KCL, determinando-se o Al por titulometria, e os teores de Ca e Mg por espectrofotometria de absorção atômica. O P e o K foram extraídos com solução Mehlich-1, com determinação de P por colorimetria e K por fotometria de chama.

Foram avaliados os atributos físicos de resistência do solo à penetração, estabilidade de agregados, densidade do solo, micro, macroporosidade, porosidade total, argila dispersa em água e em NaOH, grau de floculação e condutividade hidráulica saturada (EMBRAPA,

1997). A resistência do solo à penetração foi medida com penetrômetro de bolso modelo Soiltest, com escala de 0 a 5 kg cm⁻². As leituras foram feitas em cinco pontos, na parede da trincheira onde foram coletados os anéis volumétricos. A estabilidade de agregados em água foi obtida com agregados compreendidos entre 8,35 e 4,76 mm, com umidade corrigida (KEMPER e CHEPIL, 1965). As amostras foram agitadas num jogo de peneiras sobrepostas (4,76; 2,00; 1,00 e 0,25 mm). Após a tamisação, os agregados foram secos e pesados, calculando-se o diâmetro médio ponderado (DMP). A densidade do solo foi determinada pelo método do anel volumétrico e a densidade de partículas, pelo método do balão volumétrico. A microporosidade foi determinada através do método de mesa de tensão com areia, sob sucção de 0,006 MPa. A porosidade total foi determinada pela relação entre densidade do solo e de partículas. A macroporosidade foi calculada pela diferença entre porosidade total e microporosidade. A distribuição do tamanho das partículas em água e em hidróxido de sódio (NaOH) foi determinada pelo método da pipeta, calculando-se o grau de floculação. A condutividade hidráulica saturada foi analisada pelo método do permeâmetro de carga constante.

4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.3.1 Atributos químicos do solo

A análise de variância evidenciou que os atributos químicos do solo, carbono orgânico (C) e Al, apresentaram interação tratamento e profundidade. Os atributos: pH água, pH CaCl_2 , pH SMP, Ca, Mg, K apresentaram efeito de tratamento e de profundidade e apenas o atributo P não apresentou efeito para profundidade (Tabela 2).

Tabela 2 - Análise de variância e teste de normalidade dos atributos químicos do solo avaliados em pomar orgânico de maçã com o uso de diferentes coberturas do solo.

	Variáveis								
	C	pH água	pH CaCl_2	pH SMP	Al	Ca	Mg	P	K
Trat	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,03	<0,01	<0,01	<0,01
Prof	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	0,77	<0,01
Trat*Prof	<0,01	0,52	0,55	0,48	<0,01	0,82	0,44	0,64	<0,01
CV (%)	17	6	7	4	15	26	28	28	22
W: normal	0,93*	0,87	0,96	0,98	0,98*	0,99	0,96	0,91*	0,96*

Trat = tratamento; Prof = profundidade; C = carbono orgânico; pH água; pH CaCl_2 ; pH SMP; Al = Alumínio; Ca = Cálcio; Mg = Magnésio; P = Fósforo; K = Potássio.

* Normalidade após valores transformados através da fórmula: $\sqrt{y+3/8}$

Os teores de C do solo variaram entre 28 a 77 g kg^{-1} entre os tratamentos avaliados, sendo que para a mata encontrou-se valor superior a 70 g kg^{-1} na camada superficial do solo, de 0-5 cm de profundidade, e os menores valores foram encontrados nos tratamentos sob plástico e aveia + nabo forrageiro. Os tratamentos azevém, trevo + azevém + nativas, palha de

capim rabo-de-burro e mata apresentaram teores de carbono maiores na profundidade de 0-5 cm, se comparado aos teores encontrados na profundidade de 5-10 cm. Na profundidade de 5-10 cm não houve diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 3).

O maior teor de carbono orgânico total para a mata, encontrado na camada de 0-5 cm, possivelmente esteja relacionado à deposição superficial de resíduos vegetais, e pela grande quantidade de raízes no solo sob floresta, resultando em um teor mais elevado de carbono na superfície.

Em pesquisa realizada por Mertz et al. (2004), ao avaliar sistemas de produção orgânico e convencional em pomar de maçã ‘Gala’ e ‘Fuji’ enxertados em porta-enxerto EM-7, implantados em 1992, em um Cambissolo Húmico, em Urupema (SC), reportam maiores teores médios de carbono no sistema de produção orgânico em relação ao sistema convencional. Outros trabalhos também reportam à melhores resultados para atributos físicos (AMARANTE et al. 2004), químicos (REGANOLD, 1989; AMARANTE et al. 2004) e biológicos do solo para pomar em produção orgânica (REGANOLD, 1989).

Ribeiro (2003), conduzindo experimento em Ipê (RS), analisou atributos químicos do solo em pomar de maçã, orgânico e convencional, em cultivar ‘Royal Gala’ com porta-enxerto EM-7, com seis anos de idade, encontrando, para a camada de 0-10 cm, teores semelhantes de carbono orgânico para a mata adjacente e para pomar orgânico de maçã. No entanto, comparando-se o sistema convencional de produção e mata adjacente, na camada de 0-10 cm, os teores de carbono foram superiores no sistema convencional, e decresceram em profundidade, o que não ocorreu com a mata, onde os teores de carbono orgânico permaneceram iguais nas camadas de 0-10, 10-20 e 20-40 cm.

Pesquisas relatam que o uso de plantas de cobertura estivais proporcionam incremento de carbono e nitrogênio ao solo (BAYER et al., 2003) assim como plantas de cobertura de inverno (KUO et al., 1997).

Tabela 3. Atributos químicos do solo em pomar orgânico de maçã com o uso de diferentes coberturas do solo. Letras maiúsculas comparam profundidades em cada tratamento e letras minúsculas comparam tratamentos em cada profundidade, pelo teste de Duncan ($P < 0,05$). Tratamentos: T1: capina manual; T2: plástico preto; T3: sombra; T4: serragem; T5: acícula de pinus; T6: palha de capim rabo-de-burro; T7: aveia preta; T8: azevém; T9: aveia+ervilhaca; T10: aveia+nabó; T11: trevo+azevém+nativas; T12: roçada; T13: testemunha infestada; M: Mata.

Trat.	C g/kg	Água	CaCl ₂	SMP	AL	Ca cmolc/dm ³	Mg	P	K mg/kg
Profundidade: 0 - 5 cm									
1	30,8 Acb	6,14	5,40	6,55	0,51 Ab	8,44	4,11	35,47 Ab	113,33
2	28,3 Bc	6,26	5,63	6,18	0,30 Ab	7,72	5,67	74,46 Ab	96,33
3	43,0 Ab	6,53	5,61	6,26	0,31 Ab	7,84	5,33	20,03 Ab	83,33
4	30,9 Acb	6,33	5,38	6,19	0,34 Ab	7,72	3,52	95,33 Ab	144,67
5	35,5 Acb	6,12	5,50	6,18	0,40 Ab	6,04	4,84	25,82 Ab	77,00
6	33,5 Acb	6,38	5,75	6,35	0,50 Ab	8,48	4,31	39,55 Ab	235,00
7	32,5 Acb	5,95	5,01	5,84	0,39 Ab	6,40	4,07	46,47 Ab	191,67
8	37,1 Acb	6,13	5,13	5,90	0,36 Ab	7,48	4,78	62,06 Aa	391,83
9	32,6 Acb	6,17	5,16	6,12	0,55 Ab	6,64	2,47	38,48 Ab	107,00
10	29,9 Ac	6,36	5,57	5,99	0,26 Ab	6,24	3,97	35,42 Ab	251,00
11	35,4 Acb	6,22	5,58	6,05	0,51 Ab	7,36	5,08	50,40 Ab	310,20
12	31,4 Acb	5,84	4,91	5,78	0,84 Ab	5,88	4,15	42,61 Ab	223,00
13	31,0 Acb	6,38	5,19	6,24	0,33 Ab	8,16	3,17	26,87 Ab	184,50
M	77,6 Aa	4,35	4,21	5,34	1,62 Aa	5,44	1,89	26,12 Ab	165,00
Média	36,1 A	6,08 A	5,29 A	6,03 A	0,71 A	7,13 A	4,12 A	41,84 A	183,85 A
Profundidade: 5 - 10 cm									
1	30,1 Aa	6,24	5,40	6,41	0,40 Abc	7,16	3,79	22,99 Ac	43,67
2	30,3 Aa	5,73	5,09	5,86	0,27 Ac	6,52	4,19	42,45 Aab	65,00
3	35,1 Aa	6,12	5,26	6,02	0,32 Ac	6,88	4,11	42,94 Abc	34,67
4	34,9 Aa	6,11	5,22	6,14	0,34 Ac	6,20	3,83	96,17 Aa	84,83
5	31,7 Aa	6,49	5,76	6,44	0,51 Abc	6,20	4,09	36,37 Abc	65,33
6	31,3 Aa	5,59	4,85	5,88	1,08 Ab	4,76	3,30	28,51 Ac	133,33
7	30,7 Aa	5,92	4,94	5,91	0,45 Abc	4,92	3,91	35,19 Abc	66,00
8	32,1 Ba	5,40	4,61	5,58	0,62 Abc	5,68	2,41	24,60 Ac	173,33
9	33,9 Aa	6,30	5,33	6,20	0,41 Abc	5,88	3,77	36,51 Abc	38,00
10	33,8 Aa	6,08	5,15	5,83	0,37 Ac	5,68	4,01	30,14 Ac	61,67
11	29,5 Ba	5,75	5,00	5,72	0,45 Abc	4,76	4,07	42,25 Abc	170,70
12	27,5 Aa	5,71	4,85	5,65	0,47 Abc	4,60	3,40	47,21 Abc	58,67
13	34,8 Aa	6,03	5,07	5,97	0,42 Abc	5,64	3,42	33,04 Abc	58,67
M	33,6 Ba	4,13	3,95	5,17	3,33 Aa	2,00	0,85	15,68 Bbc	115,00
Média	31,9 B	5,80 B	5,00 B	5,91 B	0,48 B	5,49 B	3,53 B	39,07 A	83,49 B
Efeito dos tratamentos na média das profundidades									
1	30,4	6,19 ab	5,40 abc	6,48 a	0,45	7,80 a	3,95 ab	26,11 c	78,50 de
2	29,3	5,99 ab	5,36 abc	6,02 bcde	0,29	7,12 ab	4,93 a	58,46 b	80,67 de
3	37,7	6,33 a	5,44 ab	6,14 abc	0,31	7,36 ab	4,73 a	37,77 bc	59,00 e
4	32,6	6,22 ab	5,30 abc	6,17 abc	0,33	6,96 ab	3,68 ab	95,75 a	114,75 cde
5	33,6	6,27 ab	5,61 a	6,28 ab	0,45	6,12 ab	4,46 ab	31,09 bc	71,17 de
6	32,3	5,98 ab	5,30 abc	6,12 bcd	0,85	6,62 ab	3,81 ab	34,03 bc	184,17 bc
7	31,6	5,94 ab	4,97 bc	5,88 cde	0,43	5,66 b	3,99 ab	40,83 bc	128,83 cde
8	34,6	5,84 ab	4,92 bc	5,77 de	0,49	6,58 ab	3,59 ab	43,33 bc	282,58 a
9	33,3	6,23 ab	5,25 abc	6,16 abc	0,48	6,26 ab	3,12 b	37,50 bc	72,50 de
10	31,8	6,22 ab	5,37 abc	5,91 cde	0,31	5,96 ab	3,99 ab	32,78 bc	156,33 cd
11	32,4	5,99 ab	5,29 abc	5,88 cde	0,48	6,06 ab	4,57 a	46,32 bc	240,42 ab
12	29,4	5,77 b	4,89 c	5,69 e	0,66	5,24 bc	3,77 ab	44,91 bc	140,83 cde
13	32,9	6,21ab	5,14 abc	6,11 bcd	0,38	6,62 ab	3,57 ab	30,57 bc	121,58 cde
M	55,6	4,24 c	4,08 d	5,25 f	2,48	3,72 c	1,37 c	20,90 c	140,00 cde

Os valores de pH em água oscilaram de 4,2 a 6,3 na média dos tratamentos sendo que foi na mata onde se encontrou menor valor (4,2), em relação aos demais tratamentos, em função da calagem realizada na época de instalação do pomar. Diferenças significativas foram observadas entre os tratamentos sombrite, roçada e mata (Tabela 3). Pode-se observar diferença entre profundidades, passando de pH 6,08 na camada superficial, para 5,8 na camada de 5-10 cm. Os valores de pH em CaCl₂ oscilaram entre 4,08 e 5,60 na média dos tratamentos. A mata diferiu dos demais tratamentos por apresentar menor valor de pH em CaCl₂ (4,08). O tratamento acícula de pinus apresentou maiores valores de pH em CaCl₂ do que os tratamentos azevém, roçada, testemunha infestada e mata, não diferindo estatisticamente dos demais. Entre as profundidades, encontrou-se na camada mais superficial do solo maior pH em CaCl₂ do que na camada de 5-10 cm. (Tabela 3). Os valores do pH SMP estiveram entre 5,25 e 6,48, sendo o menor valor (5,25) obtido na mata, e o maior valor (6,48) no tratamento capina. A capina igualou-se aos tratamentos sombrite, serragem, acícula de pinus e aveia + ervilhaca. Entre as profundidades, maiores valores de pH SMP foram encontrados na camada de 0-5 cm (Tabela 3).

Maiores teores de pH do solo foram encontrados por GOH et al., 2001; MAFRA et al., 2006 e MERTZ et al., 2004 em pomares comerciais conduzidos no sistema de produção convencional de maçã, em relação ao sistema de produção orgânica. No entanto, em área de pomar experimental, GOH et al., (2001) obteve valores iguais e superiores para pH do solo quando comparou sistema de produção biológico com o sistema convencional. WERNER, (1997) observou maiores valores para pH do solo em área com pomar com dois anos de transição para o sistema orgânico, quando comparado ao sistema de produção convencional, na Califórnia. REGANOLD, 1989 encontrou maiores valores de pH em sistema de produção orgânica, no entanto GLOVER et. al., (2000) não verificou diferenças quando comparou sistemas de produção de maçãs em Washington, EUA.

Os teores de Al no solo variaram entre 0,33 e 1,62 cmol_c dm⁻³, sendo este último valor encontrado para a mata, na profundidade de 0-5 cm. Na profundidade de 5-10 cm os teores de alumínio estiveram entre 0,27 e 3,33 cmol_c dm⁻³, sendo novamente o maior teor de Al encontrado na mata (Tabela 3). De modo geral, os teores de Al no solo dos diferentes tratamentos no pomar, foram baixos e adequados ao desenvolvimento das plantas (Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2004). Na profundidade de 0-5 cm todos os tratamentos apresentaram teores de Al inferiores à mata. Na profundidade de 5-10 cm não foram verificadas diferenças entre os tratamentos.

Miyazawa et al. (1993), avaliando o efeito de materiais vegetais na acidez do solo (0-5 cm de profundidade), em Londrina (PR), na safra agrícola de 85/86, em três tipos de solo (Latossolo Roxo distrófico, Latossolo Roxo álico e Cambissolo álico) obtiveram resposta positiva para o uso de espécies de plantas para adubação verde e de resíduos de culturas na diminuição dos teores de Al trocável no solo. A serragem de pinus foi o material que apresentou a menor capacidade de neutralização de H⁺, enquanto as leguminosas ervilhaca-comum e feijão-bravo-do-ceará foram as mais eficientes em diminuir a acidez no solo. As gramíneas azevém, capim colonião, centeio, aveia-preta e palha de milho apresentaram comportamento intermediário entre leguminosas e serragem de pinus.

O tratamento capina apresentou valores superiores de teores de Ca em relação à roçada, aveia e da mata. Os teores de cálcio no solo variaram de 3,72 cmol_c dm⁻³ para a mata a 7,80 cmol_c dm⁻³ para a capina. Entre as profundidades, os teores de cálcio foram maiores na camada de 0-5 cm de profundidade, (7,13 cmol_cdm⁻³) do que na profundidade de 5-10 cm (5,19 cmol_c dm⁻³) (Tabela 3). A disponibilidade e a absorção de cálcio são extremamente importantes para a cultura da macieira. Baixas concentrações deste elemento estão associadas a distúrbios fisiológicos em maçãs, como é o caso do “bitter pitt” (NACHTIGALL et al., 2004).

De acordo com a Sociedade Brasileira de Ciência do Solo (2004), teores de cálcio no solo acima de $4,0 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ são considerados altos, e como se pode verificar apenas a mata, na média dos tratamentos, apresentou valor inferior. Tais resultados podem ser relacionados à calagem, efetuada na implantação do pomar. Nos tratamentos com coberturas vegetais, deve-se também ao acúmulo de resíduos sobre a superfície, que colaboram no aumento na CTC do solo e na ciclagem de nutrientes.

Os teores de Mg variaram de $1,37 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ (mata) a $4,93 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ (plástico preto) (Tabela 3). O tratamento plástico preto apresentou maiores valores de teores de Mg do que a aveia+ervilhaca e a mata, não havendo diferença entre os demais tratamentos. Em profundidade, os maiores teores de magnésio ocorreram na camada superficial do solo ($4,12 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$) do que na camada de 5-10 cm ($3,53 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$) (Tabela 3). Segundo a Sociedade Brasileira de Ciência do Solo (2004), teores acima de $1,0 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ de Mg no solo são considerados altos.

Ribeiro (2003) encontrou para o sistema orgânico de produção maior teor de Ca no solo do que no sistema convencional, ainda para que ambos os teores foram considerados altos. Mertz et. al. (2004), encontraram maiores teores médios de Ca na camada de 0-10 cm de profundidade no sistema convencional em relação ao sistema orgânico, em um Cambissolo Húmico, no município de Urupema – SC. Para Mg não houve diferença entre os sistemas na camada superficial. Observação semelhante foi feita por Mafra et al. (2004), em experimento conduzido também em Urupema.

Para relação Ca/Mg, observaram-se valores entre 1,4 na mata e 2,7 no tratamento com azevém. De acordo com a Sociedade Brasileira de Ciência do Solo (2004), esta relação, para a cultura da macieira, deve estar entre 3:1 e 5:1, o que não foi atingido por nenhum dos tratamentos testados.

Os teores de fósforo extraível variaram entre os tratamentos, observando maiores valores na serragem (96 mg kg^{-1}) (Tabela 3). Para este solo, com teor de argila maior que 60%, os teores de P acima de 18 mg kg^{-1} são considerados muito altos (SBCS, 2004). Neste estudo, foram observados em todos os tratamentos avaliados, valores acima de 20 mg kg^{-1} .

Os teores de potássio no solo variaram de 35 a 392 mg kg^{-1} , entre as profundidades, sendo considerados como médio a muito alto. Em termos de profundidade, os teores de K foram maiores na camada de 0-5 cm em relação à camada de 5-10 cm (Tabela 3).

Mertz et al. (2004) encontrou, para a camada de 0-10 cm de profundidade do solo, teores médios de fósforo de 23 mg kg^{-1} em pomar de maçã convencional, o que foi superior ao observado no pomar orgânico, que teve valores médios de fósforo de $4,8 \text{ mg kg}^{-1}$. Mafra et al. (2006), encontraram em pomar de maçã convencional maiores valores de P e K que em pomar orgânico.

Os tratamentos azevém e trevo + azevém + nativas tiveram os maiores teores de K. Tais resultados podem estar relacionados à ação dessas coberturas, já que ambas são plantas que atuam na ciclagem de nutrientes, disponibilizando maior quantidade de potássio ao solo (Giacomini et al., 2003).

4.3.2 Atributos físicos do solo

O uso de diferentes coberturas do solo influenciou a resistência do solo à penetração, a estabilidade de agregados, a macro e a microporosidade, a argila dispersa em água, a argila total e o grau de flocação das argilas (Tabela 4).

A resistência do solo à penetração variou de 0,89 (acícula de pinus) a $2,93 \text{ kg cm}^{-2}$ (mata). A mata diferiu de todos os tratamentos. Entre as profundidades, a camada superficial do solo apresentou menor resistência à penetração ($1,18 \text{ kg cm}^{-2}$) em relação à camada de 5 a 10 cm do solo ($1,87 \text{ kg cm}^{-2}$) (Tabela 5). A resistência do solo à penetração normalmente se

eleva com o incremento da densidade do solo e com a redução da umidade (SILVA et al., 2004).

TABELA 4. Análise de variância e teste de normalidade dos atributos físicos do solo avaliados em pomar orgânico de maçã com o uso de diferentes coberturas do solo.

	Variáveis									
	RP	DMP	DS	Micro	Macro	PT	Argila água	Argila total	GF	CHS
Trat	<0,01	<0,01	0,22	<0,01	0,02	0,08	<0,01	0,03	<0,01	0,38
Prof	<0,01	<0,01	0,96	<0,01	<0,01	0,93	<0,01	<0,01	<0,01	0,40
Trat*Prof	0,80	0,17	0,37	0,97	0,91	0,08	0,32	0,10	0,47	0,55
CV (%)	42	5	19	7	20	13	6	12	6	80
W: normal	0,86	0,98	0,83	0,90	0,97	0,79	0,95	0,97	0,95	0,93

Trat = tratamento; Prof = profundidade; RP = resistência à penetração; DMP = diâmetro médio ponderado; DS = densidade do solo; Micro = microporosidade; Macro = macroporosidade; PT = porosidade total; GF = grau de floculação; CHS = condutividade hidráulica saturada.

Os valores críticos máximos para a resistência do solo à penetração, para o equipamento utilizado, são de 2,0 kg cm⁻². Valores de resistência do solo à penetração abaixo deste limite são adequados para o crescimento das plantas e de seu sistema radicular, que terá maior área de solo para ser explorado a fim de absorver água e nutrientes, contribuindo para elevar a produtividade e sua longevidade (SCHENATO et al., 2004). Os valores obtidos neste trabalho para esse atributo do solo foram baixos e podem ser correlacionados com os altos índices de macroporosidade e de porosidade total. Sua faixa de variação foi semelhante ao obtido por Mafra et al. (2004), em experimento com plantas de cobertura em vinhedos, na região da Serra Gaúcha. A resistência do solo à penetração sofre alta variabilidade espacial e temporal, o que pode ser verificado pelo coeficiente de variação, de 42% (Tabela 5).

TABELA 5. Atributos físicos do solo em pomar orgânico de maçã com o uso de diferentes coberturas do solo. Letras maiúsculas compararam profundidades em cada tratamento e letras minúsculas compararam tratamentos em cada profundidade, pelo teste de Duncan ($P < 0,05$). Tratamentos: T1: capina manual; T2: plástico preto; T3: sombrite; T4: serragem; T5: acícula de pinus; T6: palha de capim rabo-de-burro; T7: aveia preta; T8: azevém; T9: aveia+ervilhaca; T10: aveia+nabo; T11: trevo+azevém+nativas; T12: roçada; T13: testemunha infestada; M: Mata.

Trat.	Resist. kg cm ⁻²	DMP mm	Micro -----m ³ m ³ -----	Macro	DS g cm ³
Profundidade: 0 - 5 cm					
1	1,63	6,12	0,39	0,23	1,07
2	1,37	6,01	0,38	0,22	1,07
3	0,76	6,22	0,37	0,26	1,04
4	0,86	6,09	0,42	0,16	1,09
5	0,89	6,24	0,42	0,20	1,11
6	0,53	5,65	0,38	0,27	1,86
7	1,03	6,08	0,37	0,23	1,07
8	1,57	6,08	0,36	0,26	1,01
9	1,25	4,84	0,40	0,22	1,01
10	0,86	5,89	0,42	0,21	1,24
11	1,02	6,17	0,39	0,21	1,04
12	1,05	6,02	0,40	0,21	1,06
13	0,88	6,32	0,38	0,22	1,02
M	2,61	5,64	0,51	0,15	0,94
Média	2,61 B	5,96 B	0,4 B	0,22 A	1,10 A
Profundidade: 5 - 10 cm					
1	1,88	6,13	0,43	0,16	1,14
2	2,50	6,65	0,43	0,16	1,14
3	2,08	6,36	0,41	0,18	1,06
4	0,93	6,31	0,43	0,16	1,12
5	1,09	6,60	0,46	0,18	1,11
6	1,10	6,54	0,40	0,17	1,17
7	1,51	6,30	0,41	0,20	1,06
8	2,82	6,08	0,42	0,19	1,16
9	1,63	5,63	0,45	0,15	1,13
10	1,64	6,30	0,43	0,16	1,11
11	2,23	6,10	0,42	0,17	1,09
12	2,06	6,14	0,46	0,17	1,20
13	1,53	6,20	0,41	0,18	1,11
M	3,24	5,63	0,53	0,07	1,07
Média	1,87 A	6,21 A	0,44 A	0,16 B	1,12 A
Efeito dos tratamentos na média das profundidades					
1	1,76 bcd	6,13 a	0,41 bcd	0,20 ab	1,11 b
2	1,94 bc	6,33 a	0,41 bcd	0,19 ab	1,11 b
3	1,42 bcde	6,30 a	0,38 d	0,23 a	1,10 b
4	0,89 e	6,20 a	0,43 bcd	0,17 b	1,11 b
5	0,99 de	6,41 a	0,44 b	0,19 ab	1,11 b
6	0,88 e	6,19 a	0,39 cd	0,20 ab	1,51 a
7	1,27 cde	6,20 a	0,40 cd	0,22 ab	1,10 b
8	2,20 b	6,08 a	0,39 cd	0,22 ab	1,11 b
9	1,44 bcde	5,24 c	0,42 bcd	0,18 ab	1,10 b
10	1,25 cde	6,10 a	0,44 bc	0,17 ab	1,17 b
11	1,62 bcde	6,14 a	0,41 bcd	0,19 ab	1,10 b
12	1,56 bcde	6,08 a	0,43 bcd	0,20 ab	1,13 b
13	1,21 cde	6,26 a	0,40 cd	0,20 ab	1,10 b
M	2,93 a	5,64 b	0,52 a	0,11 c	1,00 b

A estabilidade de agregados, expressa pelo diâmetro médio ponderado (DMP) variou entre 5,64 mm (aveia + ervilhaca) e 6,33 mm (sombrite) (Figura 5). Entre profundidades, o DMP foi menor na camada de 0 a 5 cm em relação à camada de 5 a 10 cm. Os tratamentos aveia + ervilhaca e mata apresentaram os menores valores de DMP.

Segundo Vezzani (2001), agregados maiores que 2 mm indicam nível alto de qualidade do solo. De acordo com os dados obtidos neste trabalho, a estabilidade de agregados foi alta na maioria dos tratamentos o que indica alta estabilidade do solo em relação à ação da água, característica possivelmente relacionada ao elevado teor de argila do solo, óxidos e material orgânico, que atuam como agentes cimentantes, bem como à ação direta das raízes das plantas e ao não revolvimento do solo (DENARDIN e KOCHHANN, 2006). Mafra et al. (2004), encontraram valores entre 4,8 e 5,2 mm para DMP em condições de solo sob coberturas vegetais em vinhedos, com destaque maior para os sistemas com pensacola e vegetação nativa sem preparo e aveia com preparo do solo.

A densidade do solo não foi afetada pelas coberturas do solo, assim como a condutividade hidráulica saturada e a porosidade total. Através dos resultados obtidos evidencia-se que a porosidade total do solo está adequada à qualidade do solo e ao desenvolvimento das plantas, sendo que as avaliações foram efetuadas na linha de plantio das macieiras, onde o solo sofre menor ação de máquinas e equipamentos, evitando a compactação.

Em termos de distribuição dos poros no solo, verificou-se que a microporosidade variou entre $0,38 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ (serragem) e $0,52 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ (mata) na média das profundidades (Figura 5a). O tratamento mata diferiu-se de todos os demais tratamentos. Entre as profundidades, o menor valor para microporosidade foi encontrado na camada de 0 a 5 cm do solo. A macroporosidade esteve entre $0,11 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ (mata) e $0,23 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ (sombrite) (Figura 5). A mata,

a serragem e a acíula de pinus diferiram entre si. A mata apresentou os menores valores de macroporosidade.

A microporosidade do solo está relacionada com o armazenamento de água no solo, influenciando o desenvolvimento das plantas, principalmente em situações de défice hídrico no solo (VEIGA, 2005). Por outro lado, os macroporos, com diâmetro maior que 50 mm, atuam na drenagem rápida da água, na aeração do sistema radicular, e seus valores limitantes ao crescimento vegetal são inferiores a $0,10 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ (REYNOLDS et al., 2002). De acordo com os resultados obtidos nesse trabalho, os valores encontrados estiveram dentro dos aceitáveis, com o menor valor, de $0,11 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ para a mata, indicando a qualidade deste solo sob o uso de diferentes coberturas.

Ribeiro (2003), encontrou valores de $0,21 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ para macroporos em sistema orgânico de produção na camada superficial do solo e de $0,37 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ para microporos. Na camada de 10 a 20 cm do solo, obteve valores de $0,14$ e $0,43 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$, respectivamente, para macro e microporos. Seus valores levantados em pomar orgânico de maçã não diferiram dos resultados obtidos no pomar convencional, com exceção feita para a profundidade de 0 a 10 cm, onde no pomar orgânico a microporosidade foi maior em relação ao convencional. Mafra et al. (2004) não verificaram diferenças significativas para macroporosidade nos tratamentos com coberturas vegetais, na região de Bento Gonçalves, RS. No entanto, encontraram menor valor para microporosidade do solo para o tratamento pensacola sem preparo do solo. Minatel et al. (2006), em experimento com laranjeira Valêncica, em Latossolo Vermelho distroférreico típico, no município de Santa Adélia, SP, observaram maior macroporosidade nas camadas superficiais do solo, na região da copa das plantas, diferindo das regiões do rodado e não rodado, que apresentaram menor macroporosidade, trazendo como consequência aumento na resistência do solo à penetração das raízes e redução na condutividade hidráulica do solo. Lopes et al. (2003), conduzindo experimento com a cultura do mamão em Latossolo Amarelo

álico coeso, em Cruz das Almas-BA, avaliando a influência de manejos do solo e coberturas vegetais sobre as propriedades físicas, verificaram que o uso da subsolagem em conjunto com o cultivo de leguminosas (feijão de porco e feijão caupi) reduziu a microporosidade e a densidade do solo, e aumentou a macroporosidade e a porosidade total.

O grau de floculação das argilas esteve entre 73% (serragem e acícula de pinus) e 82% (mata), (Tabela 6). Baixos valores de floculação relacionam-se com maior quantidade de argila dispersa, o que favorece sua mobilidade no solo, podendo provocar obstrução dos poros e redução na infiltração de água no solo (AZEVEDO e BONUMA, 2003). Neste trabalho, os valores de grau de floculação são considerados altos. Mafra et al. (2004), trabalhando com o uso de coberturas vegetais em vinhedos, onde encontrou entre 83 e 92 % das argilas floculadas, na média dos tratamentos. Ribeiro (2003), encontrou valores de 54 % a 58 % de floculação das argilas na camada de 0 a 20 cm do solo, em pomares orgânico e convencional de maçã.

Portanto, para a cultura da macieira, embora as avaliações dos atributos químicos e físicos do solo tenham sido realizados na linha de plantio, onde não há o trânsito de máquinas pesadas, as observações feitas nos mostram que o solo do local onde está instalado este experimento, encontra-se em boas condições para o desenvolvimento da cultura. Sugere-se a continuidade das avaliações dos atributos do solo a fim de se detectar possíveis alterações nos resultados encontrados.

TABELA 6. Atributos físicos do solo em pomar orgânico de maçã com o uso de diferentes coberturas do solo. Letras maiúsculas compararam profundidades em cada tratamento e letras minúsculas compararam tratamentos em cada profundidade, pelo teste de Duncan ($P < 0,05$). Tratamentos: T1: capina manual; T2: plástico preto; T3: sombrite; T4: serragem; T5: acícula de pinus; T6: palha de capim rabo-de-burro; T7: aveia preta; T8: azevém; T9: aveia+ervilhaca; T10: aveia+nabo; T11: trevo+azevém+nativas; T12: roçada; T13: testemunha infestada; M: Mata.

Trat.	DP g cm ⁻³	PT m ³ m ⁻³	Arg. T ----- g kg ⁻¹ -----	Arg. H m ³ m ⁻³	GF	CHS cm h ⁻¹
Profundidade: 0-5 cm						
1	2,88	0,62	630,93	132,04	0,79	58,50
2	2,77	0,61	583,94	136,92	0,76	66,03
3	2,82	0,63	620,77	167,19	0,73	90,03
4	2,07	0,59	675,58	173,21	0,74	43,95
5	2,69	0,59	668,55	151,03	0,77	50,78
6	----	0,62	333,20	72,19	0,89	81,89
7	2,74	0,62	659,85	134,92	0,79	14,81
8	2,67	0,62	652,02	123,92	0,81	74,18
9	2,68	0,61	712,03	140,14	0,80	42,11
10	2,73	0,54	656,09	134,96	0,79	37,82
11	2,64	0,60	660,60	137,20	0,79	32,00
12	2,66	0,61	651,00	126,57	0,80	69,27
13	2,59	0,60	681,26	124,26	0,81	44,01
M	2,73	0,65	559,88	87,70	0,85	11,83
Média	1,74 A	3,99 A	631,8 B	133,04 B	0,79 A	50,2 A
Profundidade: 5-10 cm						
1	2,79	0,59	683,74	181,57	0,74	48,34
2	2,77	0,58	662,38	173,51	0,74	50,92
3	2,78	0,62	687,17	203,66	0,71	12,74
4	2,70	0,60	671,65	205,82	0,69	27,55
5	2,68	0,59	706,31	204,18	0,71	93,09
6	2,80	0,58	684,20	160,02	0,76	63,78
7	2,73	0,61	697,96	173,19	0,75	75,85
8	2,73	0,57	732,57	161,68	0,80	34,61
9	2,78	0,59	716,66	172,15	0,76	20,09
10	2,74	0,59	695,32	143,96	0,80	6,40
11	2,68	0,60	653,40	133,49	0,79	64,23
12	2,77	0,61	693,15	172,49	0,75	53,78
13	2,70	0,59	687,28	134,71	0,80	46,66
M	2,73	0,61	672,72	110,27	0,84	10,59
Média	2,75 A	0,6 A	687,84 A	166,3 A	0,769 B	41,6 A
Efeito dos tratamentos na média das profundidades						
1	2,84	0,61	657,34 a	156,81 bcd	0,76 bcde	53,42
2	2,78	0,60	623,16 ab	155,21 bcd	0,75 bcde	58,47
3	2,81	0,62	653,97 a	185,43 ab	0,72 e	59,12
4	2,75	0,60	673,62 a	189,52 a	0,72 e	39,85
5	2,68	0,60	687,43 a	177,61 abc	0,74 de	72,37
6	----	0,70	543,83 b	124,88 de	0,82 ab	68,30
7	2,74	0,61	678,90 a	150,23 cd	0,78 bcd	51,43
8	2,71	0,60	684,24 a	142,8 d	0,81 abc	50,44
9	2,73	0,61	714,34 a	156,14 bcd	0,78 bcd	31,10
10	2,74	0,60	675,70 a	139,37 d	0,80 abcd	22,11
11	2,66	0,60	657,00 a	135,34 cd	0,79 abcd	51,33
12	2,72	0,61	672,08 a	149,53 cd	0,78 bcd	61,53
13	2,65	0,60	683,66 a	129,49 d	0,82 ab	45,33
M	2,73	0,63	616,3 ab	98,98 e	0,83 a	6,69

4.4 CONCLUSÕES

Os teores de nutrientes do solo, assim como os valores de pH não foram afetados pelo uso de diferentes manejos de coberturas do solo, o que indica condições adequadas para o crescimento das macieiras nestas condições. Diferenças quanto à composição química do solo foram observadas apenas da mata em relação aos demais tratamentos.

Diferenças entre as condições físicas do solo foram expressas nos tratamentos em relação à mata. Atributos como a densidade do solo, a porosidade total e a condutividade hidráulica não foram afetadas pelo uso das coberturas do solo, refletindo as condições favoráveis ao desenvolvimento das plantas.

De maneira geral, tanto em aspectos químicos como físicos do solo, diferenças mais expressivas foram verificadas quando comparados os tratamentos com a mata.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMARANTE, C. V. T. do et. al. Análise multivariada de atributos físicos e químicos do solo em pomares de macieira conduzidos nos sistemas de produção orgânico e convencional. In: FERTBIO 2004: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 26., REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 10., SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 7., REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO, 5., 2004, Lages. **Avaliação das conquistas: base para estratégias futuras.** Lages: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Universidade do Estado de Santa Catarina, 2004. 1 CD-ROM.
- AZEVEDO, A. C. e BONUMA, A. S. Partículas coloidais, dispersão e agregação em Latossolos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 2, p. 609-617, mar./abr. 2003.
- BAYER, C. Manejando os solos agrícolas para alta qualidade em ambientes tropicais e subtropicais. In: FERTBIO 2004: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 26., REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 10., SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 7., REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO, 5., 2004, Lages. **Avaliação das conquistas: base para estratégias futuras.** Lages: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Universidade do Estado de Santa Catarina, 2004. 1 CD-ROM.
- BAYER, C. et al. Incremento de carbono e nitrogênio num Latossolo pelo uso de plantas estivais para cobertura do solo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n. 3, p. 469-475, maio/jun. 2003.
- BURIOL, G. A. et al. Alterações micrometeorológicas causadas por túneis baixos de tela plástica preta cultivados com alface. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 24, n. 1, p.1-6, jan./abr. 1994.
- DENARDIN, J. E.; KOCHHANN, R. A. Desafios à caracterização de solo fértil em manejo e conservação do solo e da água. In: REUNIÃO SUL BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO, 6., 2006. Passo Fundo. **Fertilidade em solo...(Re)emergindo sistêmica.** Passo Fundo: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, EMBRAPA/CNPT , 2006. 1 CD-ROM.
- DORAN J.W.; PARKIN T.B. Defining and assessing soil quality. In: Doran JW, Coleman DC, Bezdicek DF & Stewart BA (eds) **Defining Soil Quality for a Sustainable Environment.** SSSA Special Pub. 35. Soil Science Society of America, Madison, WI p. 3–21, 1994.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de Métodos de Análises de Solo.** 2 ed. Rio de janeiro, 1997. 212p.

GIACOMINI, S. J. et al. Matéria seca, relação C/N e acúmulo de nitrogênio, fósforo e potássio em misturas de plantas de cobertura de solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 27, n. 2, p. 325-334, mar./abr. 2003.

GOH, K. M. et al. Effects of apple orchard production systems on some important soil physical, chemical and biological quality parameters. **Biological Agriculture and Horticulture**, v. 18, p. 269-292, 2001.

KEMPER, W. D. E CHEPIL, W. S. Size distribution of aggregates. In: BLACK, C.A. (Ed.) **BLACK, C.A. Methods of soil analysis**. Madison, American Society of Agronomy, p. 495-509, 1965.

KUO, S. et al. Winter cover crop effects on soil organic carbon and carbohydrate in soil. **Soil Science Society American Journal**, Madison, v. 61, n.1, p. 145-152, jan./fev. 1997.

LOPES, L. C. et al. Manejo de coberturas vegetais e seus efeitos sobre as propriedades físicas de um Latossolo Amarelo álico coeso e produtividade do mamoeiro ‘Sunrise Solo’. **Magistra**, Cruz das Almas, v. 15, n. 2, jul./dez. 2003.

MAFRA, A. L. et al. Atributos do solo em pomares de macieira conduzidos nos sistemas orgânico e convencional de produção. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Porto Alegre, v. 1, n. 1, p. 1513-1517, nov. 2006.

MAFRA, A. L. et al. Manejo da cobertura do solo em videiras visando a preservação ambiental: II. Efeito das coberturas na fertilidade e física do solo. In: FERTBIO 2004: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 26., REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 10., SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 7., REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO, 5., 2004, Lages. **Avaliação das conquistas: base para estratégias futuras**. Lages: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Universidade do Estado de Santa Catarina, 2004. v. 1, p. 1-4.

MERTZ, L. M. et. al. Atributos químicos e físicos do solo em pomares de macieira nos sistemas de produção orgânico e convencional. In: FERTBIO 2004: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 26., REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 10., SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 7., REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO, 5., 2004, Lages. **Avaliação das conquistas: base para estratégias futuras**. Lages: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Universidade do Estado de Santa Catarina, 2004.1 CD-ROM.

MALUCHE, C. R. D. **Atributos microbiológicos e químicos do solo em sistema de produção de maçã convencional e orgânico**. 2004. 72 p. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Curso de Pós-graduação em Ciência do Solo, Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages.

MINATEL, A. G. et al. Efeitos da subsolagem e da adubação verde nas propriedades físicas do solo em pomar de citros. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 26, n. 1, p.86-95, jan./abr. 2006.

MIYAZAWA, M.; PAVAN, M.A.; CALEGARI, A. Efeito de material vegetal na acidez do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 17, n. 3, p. 411-416, set./dez. 1993.

NACHTIGALL, et. al. **Nutrição e adubação de pomares**. In: In: Maçã: produção. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e vinho; Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. p. 63-77.

REGANOLD, J. P. et al. Comparasion of soil properties as influenced by organic and conventional farming systems. **American Journal of Alternative Agriculture**, v. 3, n. 4, p. 144-155, 1989.

REYNOLDS, W. D. et al. Indicators of good soil physical quality: density and storage parameters. **Geoderma**, v. 110, p. 131-146, 2002.

RIBEIRO, G. M. **Características químicas, físicas e biológicas do solo em pomares de macieiras conduzidos nos sistemas orgânico e convencional de produção**. 2003. 56 p. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Curso de Pós-graduação em Ciência do Solo, Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages.

SANCHES, A.C. Conservação do solo em pomares cítricos. In: SEMINÁRIO NTERNACIONAL DE CITROS-TRATOS CULTURAIS, 5., 1998, Bebedouro. **Anais...** Bebedouro: Fundação Cargill, 1998. p.167-87.

SCHENATO, R. B. et al. Caracterização de atributos físicos do solo em três zonas de manejo com potenciais produtivos distintos. In: REUNIÃO SUL-BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO, 5., 2004. Florianópolis. **A ciência do solo e o desafio do desenvolvimento sistêmico**. Florianópolis: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Universidade Federal de Santa Catarina, 2004. 1 CD-ROM.

SILVA, I. F. et al. Variabilidade espacial da resistência do solo à penetração em plantio direto. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 2, p. 339-406, mar./abr. 2004.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO. **Manual de Adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Comissão de Química e Fertilidade do Solo. 10 ed. Porto Alegre, 2004. 400 p.

TEDESCO, M.J. et al. **Análises de solos, plantas e outros materiais**. 2. ed. Porto Alegre: UFRGS, 1995.

VEIGA, M. **Propriedades de um Nitossolo Vermelho após nove anos de uso de sistemas de manejo e efeito sobre culturas**. 2005. 110 p. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) – Programa de Pós-graduação em Ciência do solo, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

VEZZANI, F. M. **Qualidade do sistema solo na produção agrícola**. 2001. 184 p. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) – programa de Pós-graduação em Ciência do Solo, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

WERNER, M. R. Soil quality characteristics during conversion to organic orchard management. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, n, 2, p. 151-167, maio 1997.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O manejo das coberturas do solo afetou o crescimento da macieira, com redução na altura e diâmetro do caule de plantas na medida em que se diminuiu o controle de plantas espontâneas.

Os teores de nutrientes e as características físicas do solo foram adequados, assim como os valores de pH que estiveram próximos à neutralidade, nos diferentes manejos de coberturas do solo, o que indica condições favoráveis ao crescimento das macieiras. Diferenças quanto à composição química e física do solo foram observadas apenas da mata em relação aos demais tratamentos.

Vasta gama de informações foi levantada durante a execução desta pesquisa. No entanto, novas informações poderão ser buscadas com a continuidade deste trabalho a campo. Recomendam-se novas avaliações quanto às características químicas e físicas do solo em anos seguintes, especialmente no que diz respeito à relação C:N, disponibilidade de água e temperatura, afim de se avaliar eventuais alterações devido ao uso das coberturas do solo. Sugerem-se futuras avaliações direcionadas às macieiras, tais como crescimento de ramos, frutificação efetiva e produção e qualidade de frutos.

APÊNDICE

Tabela 7 - Calendário de aplicações de produtos fitossanitários permitidos na produção orgânica e executados durante a execução do experimento.

DATA	DOSE/100L	PRODUTO
3/9/2004	1 L	calda sulfocálcica
3/9/2004	500 ml	óleo mineral
16/9/2004	3 L	calda sulfocálcica
21/9/2004	500 g.	Kumulus
24/9/2004	3 L	calda sulfocálcica
6/10/2004	500 g	Kumulus
13/010/04	2 L	calda sulfocálcica
18/10/2004	2 L	calda sulfocálcica
26/10/2004	2 L	calda sulfocálcica
3/11/2004	2 L	calda sulfocálcica
10/11/2004	2 L	calda sulfocálcica
13/11/2004	1 L	calda sulfocálcica
16/11/2004	150 ml	óleo de neen
19/11/2004	1 L	calda sulfocálcica
25/11/2004	1 L	calda sulfocálcica
1/12/2004	1 L	calda sulfocálcica
08/012/04	1 L	calda sulfocálcica
21/12/2004	1 L	calda sulfocálcica
4/1/2005	1 L	calda sulfocálcica
25/1/2005	1 L	calda sulfocálcica
3/3/2005	100	oxicloreto de cobre
18/3/2005	100	oxicloreto de cobre
15/9/2005	4 L	óleo mineral
15/9/2005	2 L	calda sulfocálcica
19/9/2005	3 L	calda sulfocálcica

23/9/2005	3 L	calda sulfocálcica
27/9/2005	3 L	calda sulfocálcica
3/10/2005	3 L	calda sulfocálcica
5/11/2005	2 L	calda sulfocálcica
10/10/2005	2 L	calda sulfocálcica
15/10/2005	2 L	calda sulfocálcica
28/10/2005	500 g	kumulus (enxofre)
4/11/2005	500 g	kumulus (enxofre)
7/11/2005	100 g	oxicloreto de cobre
25/11/2005	1 L	calda sulfocálcica
2/12/2005	1 L	calda sulfocálcica
14/12/2005	1 L	calda sulfocálcica
28/12/2005	1 L	calda sulfocálcica
02/1/2006	1 L	calda sulfocálcica
16/1/2006	50 g	gara (cobre)
26/1/2006	50 g	gara (cobre)
13/3/2006	50 g	gara (cobre)
21/3/2006	50 g	gara (cobre)
30/03/2006	50 g	gara (cobre)

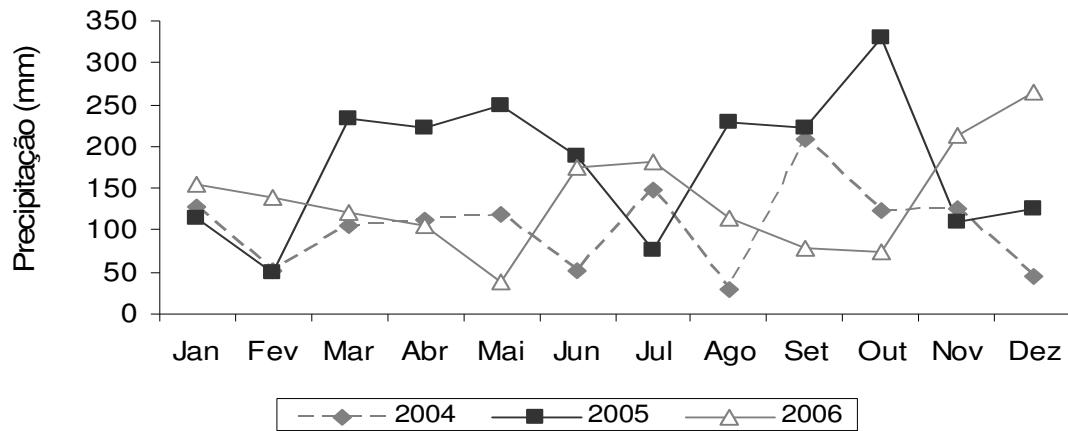


FIGURA 5 - Precipitação média mensal verificada na Estação Experimental de Fruteiras Temperadas, nos anos 2004, 2005 e 2006, Vacaria, RS.

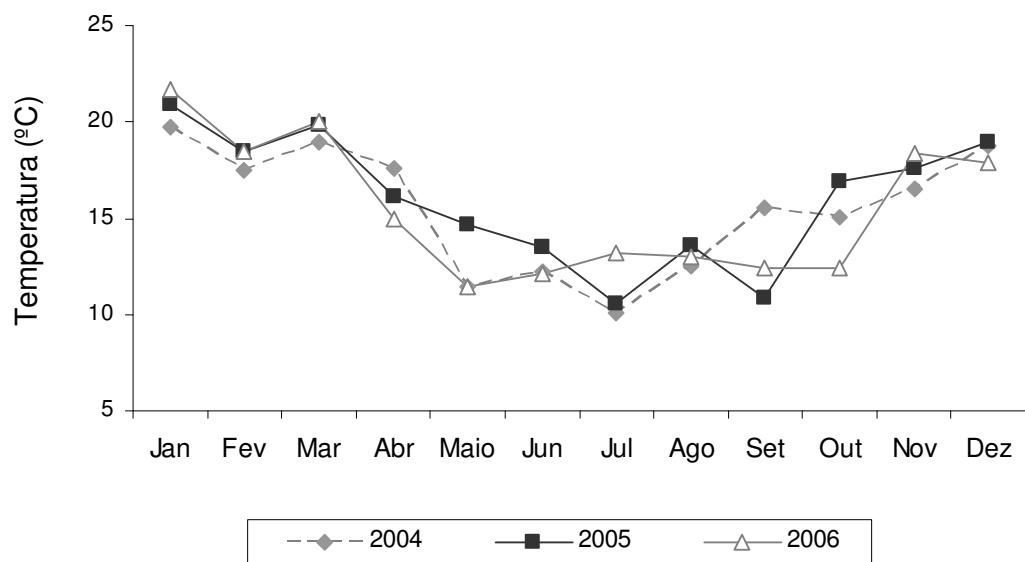


FIGURA 6 - Temperaturas médias mensais verificadas na Estação Experimental de Fruteiras Temperadas, nos anos 2004, 2005 e 2006, Vacaria, RS.

