

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA

SISTEMAS DE CULTIVO ORGÂNICO E CONVENCIONAL DE LARANJEIRAS
'VALÊNCIA' EM MONTENEGRO-RS

Henrique Belmonte Petry
Engenheiro Agrônomo/UFRGS

Dissertação apresentada como um dos requisitos
à obtenção do Grau de Mestre em Fitotecnia
Ênfase Horticultura

Porto Alegre (RS), Brasil
Março de 2012

HENRIQUE BELMONTE PETRY
Engenheiro Agrônomo - UFRGS

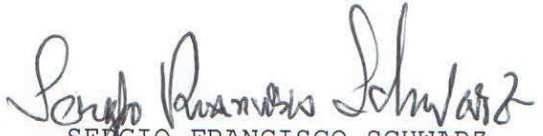
DISSERTAÇÃO

Submetida como parte dos requisitos
para obtenção do Grau de

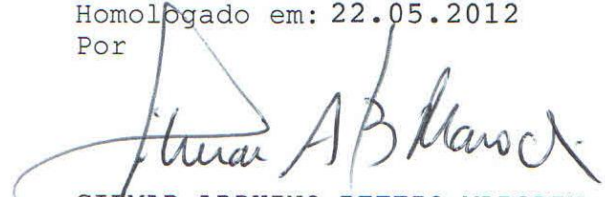
MESTRE EM FITOTECNIA


Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia
Faculdade de Agronomia
Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Porto Alegre (RS), Brasil


Aprovado em: 02.03.2012
Pela Banca Examinadora



SERGIO FRANCISCO SCHWARZ
Orientador - PPG Fitotecnia


Homologado em: 22.05.2012
Por


GILMAR ARDUINO BETTIO MARODIN
Coordenador do Programa de
Pós-Graduação em Fitotecnia


OTTO CARLOS KOLLER
Aposentado UFRGS


PAULO VITOR DUTRA DE SOUZA
PPG Fitotecnia


NESTOR VALTIR PANZENHAGEN
Instituto Federal Catarinense
Blumenau/SC


PEDRO ALBERTO SELBACH
Diretor da Faculdade de
Agronomia

AGRADECIMENTOS

À Deus, pela vida, família e dons que me foram concedidos e que possibilitaram conduzir este trabalho.

Aos meus pais, Osvino Ernesto Petry e Rose Marie Belmonte Petry, pelo amor incondicional e carinho que recebi ao longo da vida, pelo exemplo de vida e incentivo quanto à formação acadêmica.

Aos meus irmãos, Guilherme Belmonte Petry e Fernanda Janaína Belmonte Petry, e minha avó, Daicy Duarte Belmonte, pelo amor, apoio, incentivo e convivência.

À Eng. Agr. Marta Coutinho da Silva pelo amor, dedicação e incentivo recebido.

Aos meus padrinhos Sérgio Juarez Duarte Fialho e Naura Germani Fialho pelo incentivo, amor e dedicação. Ao Eng. Agr. José Renato Duarte Fialho, pelo exemplo profissional e de conduta pessoal, bem como pelo incentivo na minha carreira profissional.

Ao Prof. Dr. Otto Carlos Koller pela amizade, ensinamentos e orientação desde a minha iniciação científica nesta universidade e pelos conselhos de muita valia, tanto na vida profissional quanto na pessoal.

Ao Prof. Dr. Sergio Francisco Schwarz pela orientação durante o período de mestrado e pela amizade.

Aos professores da Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), especialmente Gilmar Schäfer, Paulo Vitor Dutra de Souza, Carlos Alberto Bissani, Ingrid Bergman Inchausti de Barros, Gilmar Marodin e Magnólia Aparecida Silva da Silva pelos ensinamentos e amizade.

Aos colegas que atuam no Departamento de Horticultura e Silvicultura da UFRGS, orientados pelo Prof. Sergio Francisco Schwarz como alunos de pós-graduação e bolsistas de iniciação científica, pelos momentos de apoio no desenvolvimento das pesquisas, nas horas de lazer e pela amizade, especialmente a Mateus Pereira Gonzatto, Ernani Pezzi, Vinicius Boaro, Leonardo André Schneider, Ângelo Azeredo Lopes, Jairo Camargo, Taislane Domenciano, Gerson Nestor Boettcher e Ricardo Benetti Ellwanger.

Aos colegas e amigos do PPG Fitotecnia e PPG Ciência do Solo pela amizade, trocas de experiências e ensinamentos durante o curso de mestrado, especialmente Michael Mazurana, Ricardo Bisotto de Oliveira, Sandra Rieth, Claudimar Sidnei Fior, Daiane Silva Lattuada, Jônatan Müller, Cândida Raquel Scherrer Montero, Edwin Antonio Gutierrez Rodriguez, Cristiane Wesp, Lucéia Fátima Souza, Francisco Stefani Amaro, Wagner Soares, Josiane Pasini, Julio César Giuliani, Fabrício Silva Nunes e Ana Paula Assumpção Cordeiro.

A todos que auxiliaram, de alguma maneira, na condução dos experimentos de citricultura no município de Montenegro – RS, especialmente à Cooperativa dos Citricultores Ecológicos do Vale do Rio Caí (Ecocitrus) e seus integrantes, ao Centro de Treinamento da Emater de Montenegro – RS e seus integrantes, aos colegas Sergiomar Theisen, Ivar Antônio Sartori, Bernadete Reis, Emiliano Santarosa,

Fernanda Severo Nichele, Rafael Lorscheiter, Ricardo Rodrigues Silva, Melissa Luzzi Polto, Leandro Luiz Menegon, Bruno Casamali e Juliano de Fraga Mendes.

A todos os amigos e familiares, especialmente, Sandra Mara Duarte da Silva, Felipe Salvador, Osmar Tomazi, Flavio Alexandre Lopez Almeida, Luís Antônio Candal da Silva e Tales Davi Nunes Vieira pelo apoio, incentivo e entendimento nos momentos de ausência.

À UFRGS pelo ensino gratuito e de qualidade.

À Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (FEPAGRO) pela cedência dos dados climáticos utilizados neste trabalho.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão de bolsas de iniciação científica e de mestrado.

A todos que de alguma maneira fizeram parte deste processo e da minha formação pessoal e profissional.

SISTEMAS DE CULTIVO ORGÂNICO E CONVENCIONAL DE LARANJEIRAS 'VALÊNCIA' EM MONTENEGRO-RS¹

Autor: Henrique Belmonte Petry

Orientador: Sergio Francisco Schwarz

RESUMO

No Rio Grande do Sul (RS), a produção citrícola é predominantemente de agricultores familiares e isso faz com que haja uma heterogeneidade nos sistemas de cultivo. O cultivo orgânico dos citros no Brasil é baseado em conhecimentos empíricos dos agricultores, dos técnicos e segundo trabalhos de outros países, necessitando de pesquisas científicas para a geração de conhecimento local. Objetivou-se nesta pesquisa avaliar o desempenho de dois sistemas de cultivo, orgânico e convencional, em pomares de laranjeiras 'Valência' (*Citrus sinensis* (L.) Osb), enxertadas sobre *Poncirus trifoliata* Raf. Os pomares foram instalados no município de Montenegro, em julho de 2001, em solo Argissolo Vermelho Distrófico espessarênico, em espaçamento de 2,5 m x 5,0 m, cada um possuindo uma área de 0,25 ha e distantes 300 m um do outro. Foram coletados dados sobre a fertilidade do solo e nutrição das plantas, o crescimento das plantas, volume da produção e qualidade dos frutos, a evolução da maturação, a aceitação dos frutos e sobre a incidência de cancro cítrico e outras pragas desde a implantação das áreas experimentais até janeiro de 2012. O delineamento experimental foi completamente casualizado com cinco repetições. Os resultados foram submetidos à ANOVA e/ou à MANOVA. As laranjeiras conduzidas sob cultivo convencional apresentaram maior crescimento, produção e eficiência de produção, também apresentaram menor alternância de produção. A qualidade das laranjas foi muito semelhante entre os tratamentos, observando-se apenas que os frutos do sistema convencional apresentaram casca mais brilhosa e maior conteúdo de vitamina C que os frutos do sistema orgânico e estes apresentaram maturação interna antecipada em relação aos do convencional. Não houve diferença na aceitação dos frutos pelos consumidores. Portanto, o sistema de cultivo influencia em diversas características agrônomicas em pomares de laranjeiras 'Valência' nas condições edafoclimáticas do Vale do Rio Caí, RS.

¹Dissertação de Mestrado em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil. (131 p.) Março, 2012.

‘VALÊNCIA’ ORANGES ORGANIC AND CONVENTIONAL PRODUCTION SYSTEMS AT MONTENEGRO, RS, BRAZIL¹.

Author: Henrique Belmonte Petry
Adviser: Sergio Francisco Schwarz

ABSTRACT

At the State of Rio Grande do Sul (RS), Brazil, the citrus production is predominantly from family farmers which means that there is heterogeneity in the production systems. The organic farming in Brazil is based on the farmer's empirical knowledge, techniques and experiences in other countries, requiring scientific approach to generate local knowledge. The aim of the present study was to evaluate the performance of two cropping system, organic and conventional, of the ‘Valência’ orange (*Citrus sinensis* (L.) Osb.), grafted onto *Poncirus trifoliata* Raf. The orchards were established in July 2001, on a sandy soil (Argissolo Vermelho Distrófico espessarênico), at spacing of 2,5m X 5,0m between plants, both with an area of 0,25 ha and 300 m distant one each other. Data from soil fertility and plant nutrition, plant growth, yield and yield efficiency indicators, fruit quality and ripening evolution, fruit consumer's acceptance, citrus canker incidence and others pests were collected since the experiment establishment until January 2012. The experimental design was completely randomized with five replicates. The results were submitted to ANOVA and/or MANOVA. The orange trees from the conventional production system showed more growth, yield and yield efficiency in comparison to the organic system and also showed lower alternate bearing. The quality of the oranges from both production systems was very similar. However, only oranges from the conventional oranges showed peel brighter and more vitamin C content in comparison to organic oranges. These fruits demonstrated earlier internal ripening in relation of conventional fruits. There was no difference on the oranges consumer's acceptance. The production systems influence in several agronomical features of ‘Valência’ oranges orchards under the climatic and soil conditions in Vale do Rio Caí, RS, Brazil,

¹Master of Science dissertation in Agronomy, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil. (131 p.) March, 2012.

SUMÁRIO

	Página
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1. Citricultura brasileira.....	3
2.2. Laranjeira ‘Valência’.....	3
2.3. Produção de citros orgânico e convencional no RS.....	4
2.4. Legislação específica da agricultura orgânica.....	5
2.5. Manejo da cobertura do solo.....	9
2.6. Nutrição e adubação dos citros.....	13
2.7. Manejo de cancro cítrico e outras pragas.....	24
2.8. Qualidade pós-colheita e o mercado de frutas cítricas.....	26
2.9. Maturação dos frutos cítricos.....	28
2.10. Aceitação dos frutos cítricos.....	29
2.11. Experimentos com agricultura convencional e orgânica.....	29
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	33
3.1. Tratos culturais do pomar submetido ao manejo orgânico.....	34
3.2. Tratos culturais do pomar submetido ao manejo convencional.....	37
3.3. Avaliação da fertilidade do solo e nutrição das plantas.....	38
3.4. Avaliações do crescimento das plantas.....	39
3.5. Avaliação da produção e dos indicadores de eficiência produtiva..	40
3.6. Avaliação da qualidade dos frutos.....	41
3.7. Evolução da maturação dos frutos.....	43
3.8. Avaliação da aceitação dos frutos.....	43
3.9. Incidência de cancro cítrico e outras pragas.....	44
3.10. Análises estatísticas.....	45
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	47
4.1. Fertilidade do solo e nutrição das laranjeiras.....	47

	Página
4.2. Crescimento e produção de frutos das laranjeiras.....	72
4.3. Qualidade dos frutos.....	82
4.4. Evolução da maturação dos frutos	94
4.5. Aceitação dos frutos.....	102
4.6. Incidência de cancro cítrico e outras pragas.....	105
5. CONCLUSÕES.....	112
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	114
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	117
8. APÊNDICES.....	125

RELAÇÃO DE TABELAS

	Página
1. Volume de copa (VC), área de projeção da copa (APC) e altura (h) de laranjeiras 'Valência' sob sistema de cultivo orgânico e convencional, Montenegro-RS, 2009 a 2011	73
2. Correlação entre indicadores de eficiência de produção acumulada de frutos em relação ao volume de copa (PA/VC; kg m ⁻³), a área de projeção da copa (PA/APC; kg m ⁻²) e a altura da copa (PA/h; kg m ⁻¹) de laranjeiras 'Valência' produzidas em sistema de cultivo orgânico e convencional, Montenegro - RS, 2004 a 2011.....	79
3. Índice de alternância de produção de frutos (IAP) de laranjeiras 'Valência' produzidas em sistema de cultivo orgânico e convencional, Montenegro - RS, 2004 a 2011.....	80
4. Diâmetro equatorial (Øf), altura (hf) e relação de forma do fruto (Ff=Øf/hf) de laranjas 'Valência' produzidas em sistema de cultivo orgânico e convencional, Montenegro - RS, 2010 e 2011.....	82
5. Índice de cor da casca (ICC), ângulo de cor (hº), luminosidade (L) e cromaticidade (C) de laranjas 'Valência' produzidas em sistema de cultivo orgânico e convencional, Montenegro - RS, 2010 e 2011.....	92
6. Teor de ácido ascórbico (Vitamina C) de laranjas 'Valência' produzidas sob sistema de cultivo orgânico e convencional. Montenegro, RS, 2010 e 2011.....	94
7. Índice de maturação (SST/ATT), teor de suco (Ts), massa média (MMF) e diâmetro equatorial (Øf) de laranjas 'Valência' orgânicas e convencionais colhidas em diferentes épocas no ano de 2011, Montenegro - RS, 2011.....	98

RELAÇÃO DE FIGURAS

	Página
1. pH do solo, 00-20 cm de profundidade, em pomares de laranjeiras 'Valência' sob sistema de cultivo orgânico e convencional, Montenegro - RS, 2001 a 2011.....	48
2. Matéria orgânica do solo (MOS), 00-20 cm de profundidade, em pomares de laranjeiras 'Valência' sob sistema de cultivo orgânico e convencional, Montenegro - RS, 2001 a 2011.....	49
3. Distribuição de composto orgânico no pomar orgânico, Montenegro - RS, 2006.....	50
4. Nitrogênio foliar de laranjeiras 'Valência' sob sistema de cultivo orgânico e convencional, Montenegro - RS, 2002 a 2011.....	51
5. Teor de fósforo no solo, 00-20 cm de profundidade, em pomares de laranjeiras 'Valência' sob sistema de cultivo orgânico e convencional, Montenegro - RS, 2001 a 2011.....	52
6. Teor de fósforo foliar de laranjeiras 'Valência' sob sistema de cultivo orgânico e convencional, Montenegro - RS, 2002 a 2011.....	53
7. Teor de potássio no solo, 00-20 cm de profundidade, em pomares de laranjeiras 'Valência' sob sistema de cultivo orgânico e convencional, Montenegro - RS, 2001 a 2011.....	55
8. Teor de potássio foliar de laranjeiras 'Valência' sob sistema de cultivo orgânico e convencional, Montenegro - RS, 2002 a 2011.....	56
9. Teor de cálcio no solo, 00-20 cm de profundidade, em pomares de laranjeiras 'Valência' sob sistema de cultivo orgânico e convencional, Montenegro - RS, 2001 a 2011.....	57
10. Teor de cálcio foliar de laranjeiras 'Valência' sob sistema de cultivo orgânico e convencional, Montenegro - RS, 2002 a 2011.....	58
11. Teor de magnésio no solo, 00-20 cm de profundidade, em pomares de laranjeiras 'Valência' sob sistema de cultivo orgânico e convencional, Montenegro - RS, 2001 a 2011.....	59

	Página
12. Teor de magnésio foliar de laranjeiras 'Valência' sob sistema de cultivo orgânico e convencional, Montenegro - RS, 2002 a 2011.....	60
13. Relação Ca Mg^{-1} no solo, 00-20 cm de profundidade, em pomares de laranjeiras 'Valência' sob sistema de cultivo orgânico e convencional, Montenegro - RS, 2001 a 2011.....	61
14. Relação $(\text{Ca} + \text{Mg}) \text{K}^{-1}$ no solo, 00-20 cm de profundidade, de pomares de laranjeiras 'Valência' sob sistema de cultivo orgânico e convencional, Montenegro - RS, 2001 a 2011.....	62
15. Teor de boro no solo, 00-20 cm de profundidade, em pomares de laranjeiras 'Valência' sob sistema de cultivo orgânico e convencional, Montenegro - RS, 2002 a 2011.....	63
16. Teor de boro foliar de laranjeiras 'Valência' sob sistema de cultivo orgânico e convencional, Montenegro - RS, 2002 a 2010.....	64
17. Teor de zinco no solo, 00-20 cm de profundidade, de pomares de laranjeiras 'Valência' sob sistema de cultivo orgânico e convencional, Montenegro - RS, 2002 a 2011.....	66
18. Teor de zinco foliar de laranjeiras 'Valência' sob sistema de cultivo orgânico e convencional, Montenegro - RS, 2002 a 2011.....	67
19. Teor de manganês no solo, 00-20 cm de profundidade, de pomares de laranjeiras 'Valência' sob sistema de cultivo orgânico e convencional, Montenegro - RS, 2002 a 2011.....	68
20. Teor de manganês foliar de laranjeiras 'Valência' sob sistema de cultivo orgânico e convencional, Montenegro - RS, 2002 a 2011.....	69
21. Teor de cobre no solo, 00-20 cm de profundidade, de pomares de laranjeiras 'Valência' sob sistema de cultivo orgânico e convencional, Montenegro - RS, 2001 a 2011.....	70
22. Diâmetro do tronco (cm) de laranjeiras 'Valência' cultivadas sob sistema de cultivo orgânico e convencional, Montenegro - RS, 2001 a 2011.....	72
23. Produção de frutos (kg planta^{-1}) de laranjeiras 'Valência' produzidas sob sistema de cultivo orgânico e convencional, Montenegro - RS, 2004 a 2011.....	74

	Página
24. Produção acumulada de frutos (kg planta ⁻¹) em laranjeiras 'Valência' produzidas sob sistema de cultivo orgânico e convencional, Montenegro – RS, 2004 a 2011.....	76
25. Indicadores de eficiência de produção de frutos de laranjeiras 'Valência' produzidas em sistema de cultivo orgânico e convencional, Montenegro - RS, 2004 a 2011.....	78
26. Laranjeiras 'Valência' do pomar orgânico apresentando estresse hídrico devido à infestação de grama-estrela, em verão seco. Montenegro, RS, 2006.....	81
27. Teores de suco (%) de laranjas 'Valência' produzidas em sistema de cultivo orgânico e convencional. Montenegro, RS, 2005 a 2011..	83
28. Produção acumulada de suco (kg suco planta ⁻¹) de laranjeiras 'Valência' produzidas sob sistema de cultivo orgânico e convencional, Montenegro – RS, 2005 a 2011.....	84
29. Massa média (g/fruto) de laranjas 'Valência' produzidas em sistema de cultivo orgânico e convencional, Montenegro - RS, 2005 a 2011.....	85
30. Teor de sólidos solúveis totais (°Brix) de laranjas 'Valência' produzidas em sistema de cultivo orgânico e convencional, Montenegro - RS, 2005 a 2011.....	86
31. Produção de sólidos solúveis totais (kg SST planta ⁻¹) de laranjeiras 'Valência' produzidas sob sistema de cultivo orgânico e convencional, Montenegro – RS, 2005 a 2011.....	88
32. Produção acumulada de sólidos solúveis totais (kg SST planta ⁻¹) em laranjeiras 'Valência' produzidas sob sistema de cultivo orgânico e convencional, Montenegro – RS, 2005 a 2011.....	89
33. Acidez total titulável (% de ácido cítrico) de laranjas 'Valência' produzidas em sistema de cultivo orgânico e convencional, Montenegro - RS, 2005 a 2011.....	90
34. Índice de maturação (relação SST/ATT) de laranjas 'Valência' produzidas em sistema de cultivo orgânico e convencional, Montenegro - RS, 2005 a 2011.....	91
35. Teores de sólidos solúveis totais (SST) ao longo da maturação, no ano de 2011, de laranjas 'Valência' sob sistemas de cultivo orgânico e convencional, Montenegro – RS, 2011.....	95

	Página
36. Acidez total titulável (ATT) ao longo da maturação, no ano de 2011, de laranjas 'Valência' sob sistemas de cultivo orgânico e convencional, Montenegro – RS, 2011.....	96
37. Relação SST/ATT ao longo da maturação, no ano de 2011, de laranjas 'Valência' sob sistemas de cultivo orgânico e convencional, Montenegro – RS, 2011.....	97
38. Índice de cor da casca (ICC) de laranjas 'Valência', ao longo da maturação no ano de 2011, sob sistemas de cultivo orgânico e convencional, Montenegro – RS, 2011.....	99
39. Ângulo de cor (h°) de laranjas 'Valência', ao longo da maturação no ano de 2011, sob sistemas de cultivo orgânico e convencional, Montenegro – RS, 2011.....	100
40. Cromaticidade (C) de laranjas 'Valência', ao longo da maturação no ano de 2011, sob sistemas de cultivo orgânico e convencional, Montenegro – RS, 2011.....	101
41. Análise sensorial de laranjas 'Valência' (escala hedônica de 1-9) provenientes de sistemas de cultivo orgânico e convencional, em duas épocas, a (n=40) e b (n=27), Montenegro – RS, 2011.....	103
42. Frutos produzidos sob sistema de cultivo convencional (a) e do sistema de cultivo orgânico (b) em Montenegro, RS, 2011.....	104
43. Incidência de cancro cítrico (%) nas folhas de laranjeiras 'Valência' cultivadas em sistema de cultivo orgânico e convencional, Montenegro - RS, 2003 a 2009.....	105
44. Incidência acumulada de cancro cítrico nas folhas (%) de laranjeiras 'Valência' produzidas em sistema de cultivo orgânico e convencional, Montenegro - RS, dez/2010 a jan/2012.....	107
45. Incidência de cancro cítrico (%) em laranjas 'Valência' produzidas em sistema de cultivo orgânico e convencional, Montenegro - RS, 2009 a 2011.....	108
46. Acúmulo de palha na superfície do solo do pomar orgânico, Montenegro, RS, 2005.....	110

1 INTRODUÇÃO

No Rio Grande do Sul (RS), a produção citrícola é predominantemente proveniente de agricultores familiares e isso faz com que haja uma heterogeneidade nos sistemas de cultivo, levando à adoção de diversas técnicas em seus pomares, em qualquer que seja o sistema de cultivo adotado pelos agricultores, tendo como objetivo final a obtenção de melhores rendimentos.

Os pomares sob sistema orgânico estão regidos pela Lei nº 10.831 (Brasil, 2003), onde são incluídos todos aqueles que adotam técnicas específicas que tenham por objetivo a sustentabilidade ecológica e econômica, entre outras características. Os sistemas de produção biodinâmico, ecológico, natural, regenerativo, agroecológico e outros que atendam os princípios estabelecidos por esta Lei, são considerados sistemas orgânicos. Já os pomares convencionais não estão sob uma legislação específica e sim submetidos às leis gerais que regem o uso de agrotóxicos e insumos na agricultura.

Apesar da existência de legislação específica e moderna, não há pesquisas suficientes que possam definir manejos adequados aos sistemas de produção orgânica dos citros no Brasil. Em geral, o cultivo orgânico dos citros no Brasil é baseado na maior parte em conhecimentos empíricos dos agricultores, dos técnicos e segundo trabalhos de outros países, necessitando

de pesquisas científicas para a geração de conhecimento local. Segundo Gliessman (2001), o manejo sustentável de agroecossistemas requer o conhecimento de como fatores individuais afetam organismos e plantas cultivadas e como todos os fatores interagem para formar o complexo ambiental.

A citricultura nacional está fortemente alicerçada na utilização de insumos externos para a maximização produtiva dos pomares, causando desequilíbrios nos cultivos e no ambiente ao seu redor, além de, em muitos casos, resultar na produção de frutos de baixa qualidade para o consumo humano por estarem contaminados com agrotóxicos.

A alta demanda por produtos livres de agrotóxicos, produzidos em sistemas menos prejudiciais ao ambiente e em condições de trabalho com justiça social e de segurança, a exemplo de sistemas orgânicos de cultivo, é crescente em todo mundo, porém os consumidores exigem que o padrão visual dos produtos orgânicos seja igual ao dos produtos produzidos em sistemas convencionais, estando aí um grande desafio para a pesquisa e desenvolvimento tecnológico de produção de frutas cítricas no Brasil.

Objetivou-se nesta pesquisa avaliar o desempenho de dois sistemas de cultivo, orgânico e convencional, em pomares de laranjeiras (*Citrus sinensis* (L.) Osb) sobre a fertilidade do solo e nutrição das plantas, o crescimento das plantas, volume da produção e qualidade dos frutos, a evolução da maturação, a aceitação dos frutos e a incidência de cancro cítrico e outras pragas.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Citricultura brasileira

O Brasil é o maior produtor mundial de laranjas, cuja produção, em 2009, foi de aproximadamente 17,6 milhões de toneladas, com um valor de aproximadamente 3,4 bilhões de dólares (FAO, 2012). O Estado do Rio Grande do Sul (RS) é um dos grandes produtores e apresenta condições edafoclimáticas favoráveis à produção de frutas cítricas de mesa (Koller, 1994), tendo uma produção anual estimada de 371,2 mil toneladas, em uma área de 27,7 mil ha e um rendimento médio de 13,3 t ha⁻¹ (IBGE, 2012).

Segundo Oliveira *et al.* (2010), mesmo sendo pequena a produção, quando comparada a do Estado de São Paulo, principal produtor nacional, é maior que a de muitos países e representa a principal atividade econômica em dezenas de municípios do RS.

2.2 Laranjeira ‘Valência’

As laranjeiras-doces predominam na maioria dos países citrícolas, com cerca de dois terços dos plantios. A laranjeira ‘Valência’, cultivar utilizada neste experimento, é a principal variedade copa, desta espécie, cultivada no Rio Grande do Sul (João & Conte, 2007). Segundo Pio *et al.* (2005), esta cultivar ocupa lugar de destaque entre os produtores, pela boa produtividade e

adequado tamanho de frutos, que se prestam tanto ao consumo *in natura* quanto à industrialização.

Segundo Schwarz (2006), a colheita da laranja 'Valência' na Depressão Central do Rio Grande do Sul vai de meados de agosto a meados de fevereiro; as plantas são grandes, de crescimento ereto, muito produtivas, com tendência à alternância de produção e moderadamente resistentes ao cancro cítrico causado por *Xanthomonas citri* subsp. *citri*.

2.3 Produção de citros orgânico e convencional no RS

No Rio Grande do Sul, os citros são cultivados sob diversos sistemas de produção, como orgânico, convencional, produção integrada, agroflorestal, biodinâmico, natural, alternativo, permacultural e sistemas mistos. O mais usual é o sistema convencional, o qual não possui regras definidas ou legislação específica definida (GRUPEX, 2005).

A citricultura é a principal atividade das unidades de produção agrícola do Vale do Caí, com predominância no cultivo de tangerineiras, principalmente da cultivar 'Montenegrina' (Panzenhagen *et al.*, 2008), cultivadas sob diversos sistemas de cultivos, dentre os supracitados, principalmente os sistemas convencional e orgânico.

Em função de dificuldades no manejo de pragas e de doenças pelos métodos convencionais e da preocupação com a viabilidade econômica da propriedade familiar e com a preservação do meio ambiente, nos anos 90, os citricultores dos Vales dos Rios Caí e Taquarí buscaram sistemas de produção alternativos aos convencionais (Oliveira *et al.*, 2010).

Segundo GRUPEX (2005), o sistema orgânico é aquele que adota tecnologias que otimizam o uso dos recursos naturais e socioeconômicos,

respeitando a integridade cultural em qualquer processo de produção, preservando a saúde ambiental e humana, enquanto o sistema convencional tem como características o uso intensivo de insumos químicos e tráfego intenso de máquinas nos pomares, deixando comumente o solo exposto, com baixa produção de biomassa nas linhas e entrelinhas dos mesmos.

Uma das diferenças fundamentais do sistema orgânico em relação ao convencional é a promoção da agrobiodiversidade e da manutenção dos ciclos biológicos na unidade produtiva, procurando a sustentabilidade econômica, social e ambiental da unidade, no tempo e no espaço. Neste contexto, a flora presente assume grande importância quando as espécies da comunidade atuam como protetoras do solo, como hospedeiras alternativas de inimigos naturais, pragas ou como mobilizadoras ou cicladoras de nutrientes, competidoras de água, etc. (Pereira & Melo, 2008).

2.4 Legislação específica da agricultura orgânica

A lei 10.831, de 23 de dezembro de 2003, conhecida como a lei dos orgânicos, considera um sistema orgânico de produção agropecuária, no seu artigo primeiro:

(...) todo aquele em que se adotam técnicas específicas, mediante a otimização do uso dos recursos naturais e socioeconômicos disponíveis e o respeito à integridade cultural das comunidades rurais, tendo por objetivo a sustentabilidade econômica e ecológica, a maximização dos benefícios sociais, a minimização da dependência de energia não renovável, empregando, sempre que possível, métodos culturais, biológicos e mecânicos, em contraposição ao uso de materiais sintéticos, a eliminação do uso de organismos geneticamente modificados e radiações ionizantes, em qualquer fase do processo de produção, processamento, armazenamento, distribuição e comercialização, e a proteção do meio ambiente (Brasil, 2003, p. 8).

A finalidade dos sistemas orgânicos de produção, à luz da lei dos orgânicos, artigo primeiro, primeiro parágrafo, incisos de I ao IX é:

- I - a oferta de produtos saudáveis isentos de contaminantes intencionais;
- II - a preservação da diversidade biológica dos ecossistemas naturais e a recomposição ou incremento da diversidade biológica dos ecossistemas modificados em que se insere o sistema de produção;
- III - incrementar a atividade biológica do solo;
- IV - promover um uso saudável do solo, da água e do ar, e reduzir ao mínimo todas as formas de contaminação desses elementos que possam resultar das práticas agrícolas;
- V - manter ou incrementar a fertilidade do solo a longo prazo;
- VI - a reciclagem de resíduos de origem orgânica, reduzindo ao mínimo o emprego de recursos não-renováveis;
- VII - basear-se em recursos renováveis e em sistemas agrícolas organizados localmente;
- VIII - incentivar a integração entre os diferentes segmentos da cadeia produtiva e de consumo de produtos orgânicos e a regionalização da produção e comércio desses produtos;
- IX - manipular os produtos agrícolas com base no uso de métodos de elaboração cuidadosos, com o propósito de manter a integridade orgânica e as qualidades vitais do produto em todas as etapas (Brasil, 2003, p. 8).

Outro conceito importante disposto no artigo segundo da lei dos orgânicos é de que se considera:

(...) produto da agricultura orgânica ou produto orgânico, seja ele *in natura* ou processado, aquele obtido em sistema orgânico de produção agropecuário ou oriundo de processo extrativista sustentável e não prejudicial ao ecossistema local (Brasil, 2003, p. 8).

A instrução normativa nº 46 (IN 46), de 6 de outubro de 2011, aprova o regulamento técnico para os sistemas orgânicos de produção animal e vegetal, as listas de substâncias permitidas para uso nos sistemas orgânicos de produção animal e vegetal, entre outros, considera no artigo terceiro, incisos de I a III:

- I - biofertilizante: produto que contém componentes ativos ou agentes biológicos capazes de atuar, direta ou indiretamente, sobre o todo ou parte das plantas cultivadas, melhorando o desempenho do sistema de produção e que seja isento de substâncias proibidas pela regulamentação de orgânicos;
- II - compostagem: processo físico, químico, físico-químico ou bioquímico, natural ou controlado, a partir de matérias-primas de origem animal ou vegetal, isoladas ou misturadas, podendo o material ser enriquecido com minerais ou agentes capazes de melhorar suas características físicas, químicas ou biológicas e isento de substâncias proibidas pela regulamentação de orgânicos;

III - composto orgânico: produto obtido por processo de compostagem
(Brasil, 2011, p. 4).

Os objetivos dos requisitos gerais dos sistemas orgânicos de produção,
que constam nos artigos quarto ao sexto da IN 46 são:

Art. 4º Quanto aos aspectos ambientais, os sistemas orgânicos de produção devem buscar:

- I - a manutenção das áreas de preservação permanente;
- II - a atenuação da pressão antrópica sobre os ecossistemas naturais e modificados;
- III - a proteção, a conservação e o uso racional dos recursos naturais;
- IV - incremento da biodiversidade animal e vegetal; e
- V - regeneração de áreas degradadas;

Art. 5º As atividades econômicas dos sistemas orgânicos de produção devem buscar:

- I - o melhoramento genético, visando à adaptabilidade às condições ambientais locais e rusticidade;
- II - a manutenção e a recuperação de variedades locais, tradicionais ou crioulas, ameaçadas pela erosão genética;
- III - a promoção e a manutenção do equilíbrio do sistema de produção como estratégia de promover e manter a sanidade dos animais e vegetais;

Art. 6º Quanto aos aspectos sociais, os sistemas orgânicos de produção devem buscar:

- I - relações de trabalho fundamentadas nos direitos sociais determinados pela Constituição Federal;
- II - a melhoria da qualidade de vida dos agentes envolvidos em toda a rede de produção orgânica; e
- III - capacitação continuada dos agentes envolvidos em toda a rede de produção orgânica (Brasil, 2011, p. 4).

Segundo o artigo 94 da IN 46 em sistemas orgânicos de produção vegetal devem ser priorizados:

- I - a utilização de material de propagação originário de espécies vegetais adaptadas às condições edafoclimáticas locais e tolerantes a pragas e doenças;
- II - a reciclagem de matéria orgânica como base para a manutenção da fertilidade do solo e a nutrição das plantas;
- III - a manutenção da atividade biológica do solo, o equilíbrio de nutrientes e a qualidade da água;
- IV - a adoção de manejo de pragas e doenças que:
 - a) respeite o desenvolvimento natural das plantas;
 - b) respeite a sustentabilidade ambiental;
 - c) respeite a saúde humana e animal, inclusive em sua fase de armazenamento; e
 - d) privilegie métodos culturais, físicos e biológicos;
- V - a utilização de insumos que, em seu processo de obtenção, utilização e armazenamento, não comprometam a estabilidade do

habitat natural e do agroecossistema, não representando ameaça ao meio ambiente e à saúde humana e animal (Brasil, 2011, p. 7).

Quanto às práticas de manejo dos sistemas de cultivo, no que tange as sementes e mudas, a fertilidade do solo e fertilização e o manejo de pragas, consta nos artigos, a seguir transcritos da IN 46:

Art. 95. A diversidade na produção vegetal deverá ser assegurada, no mínimo, pela prática de associação de culturas a partir das técnicas de rotação e consórcios.

Parágrafo único. Para culturas perenes, a diversidade deverá ser assegurada, no mínimo, pela manutenção de cobertura viva do solo.

Art. 96. A irrigação e a aplicação de insumos devem ser realizadas de forma a evitar desperdícios e poluição da água de superfície ou do lençol freático.

Art. 97. As instalações de armazenagem e manipulação de esterco, incluindo as áreas de compostagem, deverão ser projetadas, implantadas e operadas de maneira a prevenir a contaminação das águas subterrâneas e superficiais.

Art. 98. É proibido o uso de reguladores sintéticos de crescimento na produção vegetal orgânica.

Parágrafo único. Os reguladores de crescimento similares aos encontrados na natureza são permitidos, desde que obedeçam ao mesmo modo de ação dos reguladores de origem natural ou biológica, respeitados os princípios da produção orgânica.

Art. 99. Nas atividades de pós-colheita, a unidade de produção deve instalar sistemas que permitam o uso e a reciclagem da água e dos resíduos, evitando o desperdício e a contaminação química e biológica do ambiente.

Art. 100. As sementes e mudas deverão ser oriundas de sistemas orgânicos.

Art. 101. É proibida a utilização de organismos geneticamente modificados em sistemas orgânicos de produção vegetal.

Art. 102. É vedado o uso de agrotóxico sintético no tratamento e armazenagem de sementes e mudas orgânicas.

Art. 103. Somente é permitida a utilização de fertilizantes, corretivos e inoculantes que sejam constituídos por substâncias autorizadas no Anexo VI desta Instrução Normativa e de acordo com a necessidade de uso prevista no Plano de Manejo Orgânico.

Art. 106. Somente poderão ser utilizados para o manejo de pragas, nos sistemas de produção orgânica, as substâncias e práticas elencadas no Anexo VIII desta Instrução Normativa.

Art. 107. Os insumos destinados ao controle de pragas na agricultura orgânica não deverão gerar resíduos, nos seus produtos finais, que possam acumular-se em organismos vivos ou conter contaminantes maléficos à saúde humana, animal ou do ecossistema.

Art. 108. É vedado o uso de agrotóxicos sintéticos, irradiações ionizantes para combate ou prevenção de pragas e doenças, inclusive na armazenagem.

Art. 109. São proibidos insumos que possuam propriedades mutagênicas ou carcinogênicas (Brasil, 2011, p. 7).

2.5 Manejo da cobertura do solo

As plantas cítricas são propensas a sofrer com estresse hídrico e deficiências de nutrientes, devido ao seu sistema de raízes limitado. Ambos os problemas podem resultar da concorrência das ervas espontâneas gerando déficit no crescimento das plantas. O tempo desde o plantio à primeira colheita influencia a viabilidade econômica de um pomar, assim os produtores devem procurar evitar retrocessos no crescimento inicial das árvores, principalmente nos pomares orgânicos (Madge, 2009).

Os manejos conservacionistas do solo são aqueles que têm por objetivo manter, controlar ou restaurar as propriedades afetadas pela degradação (Rienzi & Maggi, 2007). A matéria orgânica do solo (MOS) é a principal fonte de energia para os micro-organismos; de nutrientes para as plantas, principalmente o N; e condiciona o solo dando estabilidade aos agregados, tendo assim, função vital na manutenção da fertilidade do solo.

O manejo do solo é uma das práticas mais importantes em pomares orgânicos, devendo o solo ser mantido permanentemente com cobertura viva e/ou morta, utilizando-se adubos verdes e/ou compostos. Os fatores que determinam a qualidade do solo são aqueles que têm influência no crescimento das plantas, tais como agregação, retenção de água, teores de nutrientes, presença de patógenos e população microbiana. (Borges *et al.*, 2003).

A cobertura do solo cumpre várias funções nos pomares orgânicos, principalmente na estruturação do solo e no incremento de matéria orgânica do mesmo, bem como na redução da lixiviação de nutrientes no solo. As interações entre as raízes das plantas, solo e a microbiota do solo tem um grande papel na formação e manutenção dos agregados do solo. A reciclagem

da matéria verde produzida pelas plantas da cobertura do solo adiciona grandes quantidades de MOS (Morton & Proebst, 2003).

O manejo com cobertura vegetal permanente se caracteriza pela manutenção de plantas de porte baixo no pomar, espontâneas ou implantadas, controlando seu crescimento com roçadas. A cobertura vegetal controla a erosão, melhora a estrutura do solo, pode adicionar nitrogênio ao solo (no caso das leguminosas), serve de alimento e abrigo para inimigos naturais de pragas. Concorrência, principalmente de gramíneas, por água, luz e nutrientes com os citros, alelopatia e hospedagem de moléstias e pragas são desvantagens desses sistemas de manejo (Koller, 1994).

Portelinha (1995) verificou que os sistemas de manejo de solo de pomares de citros que mantêm o solo livre de plantas espontâneas proporcionam melhor ambiente para o crescimento e produção das frutíferas. Porém, os mesmos podem proporcionar degradação e perda de solo.

A manutenção de plantas espontâneas de porte baixo no pomar melhora a estrutura do solo e os teores de matéria orgânica, além de prevenir perdas excessivas de solo e água. Sistemas que mantenham vegetação na entrelinha e a linha limpa, ou vegetação na época de chuvas e controle dela na seca, provavelmente tem um grande potencial de uso, pois permitem usufruir as vantagens do solo limpo e da vegetação. A utilização de cobertura morta, produzida no pomar ou não, evita a erosão do solo sem competir com as plantas cítricas. Pode-se produzir palha durante a época de menor exigência dos citros e maior pluviosidade, controlando a cobertura antes da época crítica (Portelinha, 1995).

As plantas de cobertura do solo são consideradas como recicladoras de nutrientes, pois absorvem os tais elementos das camadas subsuperficiais do solo e as liberam na superfície, aumentando a eficiência de uso dos nutrientes pelas plantas (Silva *et al.*, 2002).

Produtores orgânicos citam as plantas espontâneas como o mais significativo problema encontrado por eles e grandes perdas podem ocorrer em sistemas de cultivo orgânico por causa das plantas daninhas (Bond *et al.*, 2003; Madge, 2009).

Na agricultura em geral, inclusive em pomares de citros, o manejo de pragas e de plantas espontâneas tende a ser realizado por vias curativas, utilizando-se de substâncias tóxicas ou manejos para matar ou suprimir o organismo não desejado (Madge, 2009).

As raízes dos citros estão concentradas onde há maior oferta de nutrientes e água, no mesmo nível das raízes das plantas espontâneas. Muitas dessas espécies são muito eficientes no consumo de água e nutrientes e, portanto, são muito competitivas com outras espécies espontâneas, assim como as plantas cítricas. O sistema de raízes dos citros é raso e rapidamente limita a produção e crescimento pela competição das plantas daninhas. A competição das plantas espontâneas por água e nutrientes é, talvez, o maior fator limitante da produtividade e crescimento em pomares orgânicos (Morton & Proebst, 2003).

Já para Theisen & Theisen (2010), as plantas espontâneas não são consideradas as responsáveis pelas maiores perdas de produção e qualidade dos frutos cítricos, quando comparados aos prejuízos causados pelas demais pragas existentes nos pomares. Contudo, em pomares recém-instalados,

quando não há ainda um sistema de raízes bem formado, a presença de plantas espontâneas pode causar prejuízos pela competição por água e nutrientes. Um impacto negativo do mau manejo de plantas invasoras em pomares jovens, antes do estabelecimento pleno das plantas cítricas, é o atraso no alcance da plenitude produtiva destes.

Nienow (2006) também indica que se deve atentar ao manejo da cobertura do solo em pomares jovens. A razão está no maior nível de concorrência por água e nutrientes, consequência do menor volume de raízes das laranjeiras nos primeiros anos. Após, com a expansão lateral e em profundidade do sistema de raízes, a tolerância à presença de outras plantas é incrementada.

Theisen & Theisen (2010) citam que os problemas da presença de plantas espontâneas podem ser agravados em solos arenosos, onde há maior competição por nutrientes (N e K, principalmente) e por água, principalmente em períodos de seca prolongada.

Quando os pomares possuem cultivos de cobertura do solo torna-se necessário levar em conta a competição que esta poderá ocasionar às plantas frutíferas, sendo necessário compensar as perdas em água e nutrientes, para que não haja redução de produção nas frutíferas (Agustí, 2010).

A grama-bermuda (*Cynodon dactylon*) é considerada uma das mais severas plantas daninhas do mundo e causa prejuízos a citricultores orgânicos e convencionais. Essa espécie não apenas compete por água e nutrientes, mas também suprime o crescimento através de substâncias alelopáticas, principalmente nas plantas jovens (Madge, 2009).

2.6 Nutrição e adubação dos citros

Segundo Koller (2005) os elementos químicos indispensáveis para que uma planta cítrica cresça e se reproduza são apenas 15: C – carbono, O – oxigênio, H – hidrogênio, N – nitrogênio, P – fósforo, K – potássio, Ca – cálcio, Mg – magnésio, S – enxofre, B – boro, Cu – cobre, Fe – ferro, Mn – manganês, Mo – molibdênio e Zn – zinco. Os três primeiros advêm da água e da atmosfera, onde são elementos abundantes, restando 12 elementos que são considerados essenciais para a nutrição mineral dos citros. Estes elementos são absorvidos normalmente pelas raízes e sua disponibilidade deve estar adequada para atender as necessidades vitais e o bom desempenho das plantas, em crescimento e produção de frutos. Além dos elementos supracitados, o mesmo autor indica que o sódio (Na), o cloro (Cl) e o silício (Si) também podem exercer efeitos nutricionais. Ainda Obreza *et al.* (2008a) consideram que além do Cl, o níquel (Ni) também seria outro nutriente essencial para os citros.

Os nutrientes estão divididos em relação a sua função na planta e sua quantidade requerida para um bom desenvolvimento da cultura. Segundo Du Plessis (1992), as funções dos nutrientes estão divididas em quatro grupos:

- 1 - Estrutura básica (C, H e O);
- 2 - Elementos envolvidos no armazenamento e ponto de transferência de energia (N, S e P);
- 3 - Balanceamentos de cargas (K, Ca e Mg);
- 4 - Ativação de enzimas e transporte de elétrons (Fe, Mn, Zn, B, Cu, Mo e Cl).

Os grupos 2 e 3 são denominados de macronutrientes porque eles são requeridos em maiores quantidades que os do grupo 4, que são considerados micronutrientes (Koller, 2005).

O N é um nutriente de primária importância na produção dos citros (Obreza *et al.*, 2008a). É um componente chave de enzimas, vitaminas, da clorofila e de outros constituintes celulares, sendo essencial para a produção e desenvolvimento da cultura. É um dos nutrientes mais importantes para obtenção de altas produtividades (Yara, 2006) e atua como regulador na assimilação de P e K (Bertuzzi, 2007). Em quantidades adequadas, favorece o crescimento, a brotação e a frutificação. Em excesso, torna os tecidos suculentos e frágeis, aumentando a suscetibilidade ao ataque de diversas pragas. Além disso, os frutos se tornam muito grandes, com casca grossa e coloração deficiente, diminuindo seu valor comercial (Koller, 2006; Koller, 2009). Quando suprido de forma deficiente, a produção fica limitada e as folhas ficam com coloração verde pálida ou amarela. Quando a restrição é de longo prazo, as plantas regulam o equilíbrio interno de N e reciclam das folhas velhas para as novas, levando a uma queda prematura das folhas e uma diminuição da densidade da copa (Obreza *et al.*, 2008a). Segundo Morton & Proebst (2003), o N no solo é muito móvel e pode ser lixiviado em períodos muito chuvosos e indisponibilizado em períodos muito secos. As plantas cítricas podem armazenar N nas raízes e no lenho, o que pode fornecer as quantidades necessárias para o cumprimento das funções fisiológicas correspondentes à época de indisponibilidade.

O P é um participante essencial dos compostos que transferem energia (ATP e outros), do sistema genético de informação (DNA e RNA), membranas

celulares (fosfolipídios) e fosfoproteínas (Du Plessis, 1992). A boa disponibilidade deste nutriente favorece o crescimento inicial e o desenvolvimento das raízes. Os frutos são menores e mais compactos, a casca é mais fina e menos rugosa e os teores de suco e sólidos solúveis totais (SST) são maiores (Koller, 2009).

O K, apesar de não formar parte de nenhuma estrutura orgânica na planta, tem a particularidade de ser um dos nutrientes mais requeridos pelas células vegetais. Participa ativando grande quantidade de enzimas, mantém a turgescência das células e regula a abertura e o fechamento das células-guarda dos estômatos. O seu papel osmótico é fundamental no crescimento celular. Uma nutrição potássica correta é benéfica na taxa de frutificação, com redução na queda anormal de frutos jovens, aumento do calibre dos frutos e melhoria nas qualidades organolépticas (Bertuzzi, 2007). O K aumenta a resistência das plantas ao ataque de pragas por tornar os tecidos mais rígidos (Koller, 2009). Ao lado do N, o K é o nutriente mais importante na produção dos citros (Yara, 2006). O K participa de função vital na fotossíntese pelo aumento direto do crescimento foliar e de sua área e pela assimilação de CO₂ (Du Plessis, 1992).

O Ca é o nutriente absorvido em maior quantidade pela planta. Favorece o crescimento do sistema de raízes e conseqüentemente a absorção de outros nutrientes. Quando presente em excesso inibe a absorção de Mg e K (Koller, 2009). É o mais imóvel dos elementos essenciais e compõe a parede celular, principalmente o agente cimentante Ca-pectato. É essencial para a divisão celular e alongação, não sendo redistribuído para os tecidos novos (Du Plessis, 1992). Entre suas funções se encontram a manutenção da integridade das

membranas celulares, a estabilidade da parede celular e o geotropismo das raízes. Durante a senescência de alguns órgãos ele atua no retardamento da mesma (Bertuzzi, 2007).

O Mg é um constituinte essencial da clorofila (Obreza *et al.*, 2008a), na qual é o átomo central, e é um ativador enzimático (Prado, 2008), sendo este um elemento essencial nos processos fotossintéticos. O Mg está presente em maior quantidade nas folhas e nos frutos, particularmente nas sementes (Koller, 2009). Atua na síntese de gorduras de reserva, produção de proteínas, nucleoproteínas, ácido-ribonucleico e na formação das vitaminas A e C (Magalhães, 2006). O Mg influencia o movimento de carboidratos das folhas para outras partes da planta e também estimula a absorção e transporte de P (Zekri & Obreza, 2009). Boa parte do Mg da planta está envolvida na regulação do pH celular e no balanço iônico (Bertuzzi, 2007).

O S é utilizado pelos citros num montante similar ao P (Obreza *et al.*, 2008a). A maior parte do S da planta está associada a proteínas, já que integra os aminoácidos cistina, cisteína e metionina (Bertuzzi, 2007), sendo um importante componente de enzimas e requerido na formação da clorofila (Yara, 2006). É um dos componentes da matéria orgânica do solo, dos adubos orgânicos, de diversos fertilizantes minerais e também de fungicidas, sendo raros os casos em que há necessidade de fazer adubações específicas com S (Koller, 2009).

O B está envolvido em vários sistemas enzimáticos e no metabolismo e transporte de carboidratos. Assim como o Ca, o B também tem um importante papel na estrutura celular e na integridade da parede celular (Yara, 2006), promovendo a síntese de pectinas e a divisão celular (Koller, 2009). Existem

evidências que sugerem a participação do B na síntese de ácidos nucleicos e no alongamento do tubo polínico (Bertuzzi, 2007). Tem importante papel no florescimento, no processo de frutificação, no metabolismo do N e na atividade hormonal. Mantém o Ca na forma solúvel, garantindo assim sua adequada utilização (Zekri & Obreza, 2009).

O Zn é um elemento envolvido no metabolismo do carbono na planta, elemento necessário de vários sistemas enzimáticos regulando diversas atividades metabólicas nas plantas, como no equilíbrio entre CO₂, ácido carbônico e água. É um componente enzimático, essencial na formação da clorofila e no correto funcionamento da fotossíntese, necessário para a formação das auxinas e está associado nas relações hídricas das plantas e na melhora da absorção da água (Zekri & Obreza, 2009). Tem papel fundamental relacionado à síntese do citocromo C, formação de amido, metabolismo de fenóis e parede do xilema, estabilização dos ribossomos, inibição da RNASE, aumento no tamanho e multiplicação celular e fertilidade do grão de pólen (Magalhães, 2006).

O Mn está envolvido na fotossíntese, na eficiência do uso do N, no metabolismo protéico e na ativação de enzimas (Yara, 2006). Tem uma função estrutural no sistema de membranas do cloroplasto e desempenha importante papel na fotólise da água na fotossíntese. Pode substituir o Mg em diversas reações (Bertuzzi, 2007). É necessário na redução do nitrito e ajuda a torná-lo mais disponível para as plantas (Zekri & Obreza, 2009). É um elemento quase imóvel na planta fazendo com que sua deficiência apareça primeiramente nas brotações (Du Plessis, 1992).

O Cu faz parte de vários sistemas enzimáticos e tem papel na formação da clorofila e na fotossíntese (Zekri & Obreza, 2009). Afeta a produção de proteínas, a viabilidade do pólen, o tamanho dos frutos, a respiração e a eficiência do uso da água (Yara, 2006). Está presente em vários fungicidas que são largamente utilizados na produção cítrica no Brasil e no mundo, sendo mais comum problemas do uso excessivo, com toxidez às plantas, que se manifesta pela redução no crescimento, queda de folhas, diminuição da frutificação e do tamanho do fruto (Koller, 2009).

O Fe é o micronutriente mais consumido pelos citros (Bertuzzi, 2007). O Fe tem seu principal papel na formação na síntese de clorofila como componente estrutural do complexo Fe-porfirina, no desenvolvimento dos cloroplastos e dos ribossomos e na síntese de proteínas, fazendo parte de sistemas enzimáticos (Magalhães, 2006). É constituinte dos sistemas de transporte de elétrons, como dos citocromos e ferredoxinas, que são ativos na fotossíntese e na respiração mitocondrial (Du Plessis, 1992). Está envolvido nos processo de redução de nitratos e sulfatos na planta (Zekri & Obreza, 2009). A mobilidade do Fe na planta é baixa mostrando sintomas de deficiência primeiramente nas brotações (Obreza *et al.*, 2008a).

O Mo é considerado um elemento constituinte da enzima nitrato redutase, que reduz íons nitratos a nitritos; participa da degradação de purinas e há relação com o metabolismo da clorofila (Bertuzzi, 2007); ajuda na formação de amido, aminoácidos e vitaminas (Zekri & Obreza, 2009).

Para o Cl, sua essencialidade para as plantas frutíferas ainda não foi esclarecida. A necessidade de Cl é alta em comparação com outros micronutrientes. O cloro é necessário na manutenção do turgor das células-

guarda dos estômatos, juntamente com o K, e está envolvido com a clorofila e na fotossíntese (Zekri & Obreza, 2009). É o ânion mais comum na natureza e acumula-se nos vacúolos. Sua absorção compete com a do nitrato. Não é móvel na planta e acumula-se nas partes mais velhas. Os excessos em citros são mais desejados que as deficiências, especialmente sob condições de salinidade (Du Plessis, 1992).

Em relação ao Ni, o exato papel deste no metabolismo dos citros não é claro (Obreza *et al.*, 2008a). Não há relatos da deficiência de Ni em cultivos comerciais (Zekri & Obreza, 2009).

A planta cítrica pode ter a absorção de nutrientes influenciada por fatores edáficos, da própria planta e da forma de atuação dos nutrientes no solo e na planta, resultando em deficiência. Esta deficiência poderá ser efetiva, quando o nutriente não está presente no solo e indireta ou fisiológica, decorrente do antagonismo entre os elementos e da reação do solo (pH) (Magalhães, 2006).

Segundo Du Plessis (1992), o aumento das aplicações de N causa diminuição nos níveis foliares de K a níveis deficientes. O aumento de produtividade esperado pelo aumento da dose de N pode ser limitado pelos baixos níveis de potássio na folha, obedecendo à “lei do mínimo”. Uma explicação do efeito positivo da interação N x K na produção se daria pela maior eficiência da utilização do N na presença do K (Prado, 2008). O efeito da aplicação crescente de K no nível foliar de N é normalmente desprezível. Isso implica que para aumentar o nível de K nas folhas, o de N deve ser relativamente baixo (Du Plessis, 1992).

A diminuição da relação Ca Mg^{-1} aumenta os níveis de Mg foliar. Um baixo nível de K nas folhas quase sempre pode ser relacionado a uma alta relação Ca+Mg K^{-1} no solo, apesar do alto teor de K no mesmo (Du Plessis, 1992). O incremento das doses de K causa decréscimo nos teores de Ca e Mg que, em doses extremas, podem causar queda da produção. A absorção preferencial do K é pelo fato de ele ser íon monovalente, com menor grau de hidratação comparado aos divalentes. O Ca e o Mg na solução do solo são antagônicos, ou seja, o excesso de um prejudica a absorção do outro (Prado, 2008). O efeito da aplicação de K só é evidenciado com níveis adequados de Mg (Magalhães, 2006).

O K compete fortemente com os outros nutrientes e o desbalanceamento do seu teor na planta pode afetar quase todos os nutrientes. A deficiência de K eleva os teores de Ca, Mg, N e até P, determinando um acúmulo de B e Cu, podendo apresentar uma clorose férrica. O acúmulo de K diminui a absorção de Na, Ca, P, S e Cl (Magalhães, 2006).

O uso de nitrato de Ca reduz a absorção de B e sua toxicidade e o excesso de Ca induz clorose férrica e pode imobilizar o Cu e Zn, causando deficiências dos mesmos (Magalhães, 2006).

A aplicação de N aumenta o teor de Mg nas folhas; o baixo teor de Mg reduz o de P; como efeito sinérgico a deficiência de Mg agrava a de Zn e o Mn (sendo para este último o contrário verdadeiro); e o teor de Cu é reduzido pelo aumento de Mg (Magalhães, 2006).

Koo & Reese (1971) testaram a importância da deficiência individual dos nutrientes essenciais em um solo de baixa fertilidade natural e extremamente arenoso, no Estado da Florida (EUA). O trabalho mostrou que as restrições de

N, P e K foram as que mais diminuíram a produção (menos de 18 % da produção potencial), devendo ser estes nutrientes priorizados no manejo da adubação em relação aos micronutrientes. Outro aspecto importante a se ressaltar é que as deficiências de micronutrientes se expressaram a partir de cinco anos após a restrição dos mesmos. Portanto, no manejo de pomares, deve-se atentar para o equilíbrio da adubação em relação à quantidade de cada nutriente, e, se possível, utilizar misturas de fertilizantes que venham a suprir de maneira correta os nutrientes, principalmente N, P e K, porque as plantas são mais sensíveis a sua deficiência.

O manejo da adubação interage com a irrigação, controle de pragas, controle de ervas daninhas e com o controle do crescimento vegetativo das plantas cítricas. A melhora da eficiência de absorção de água e dos nutrientes se dá nas plantas mais maduras pelo maior sistema de raízes que elas têm, aumentando a superfície de absorção (Obreza *et al.*, 2008a).

O exuberante crescimento causado pelo uso excessivo de fertilizantes pode aumentar a incidência de doenças como o cancro cítrico (*Xanthomonas citri* subsp. *citri*), mancha de alternaria (*Alternaria alternata*) e outras. O crescimento vegetativo em excesso pode aumentar a incidência de pragas como o minador-dos-citros (*Phyllocnistis citrella*) e o psílídeo *Diaphorina citri*, vetor do huanglongbing (HLB), causado por *Candidatus Liberibacter* spp., também conhecido como “greening”. É mais simples evitar o crescimento excessivo das plantas através do manejo da adubação, do que controlar com podas, as plantas que crescem excessivamente pelo uso inadequado de fertilizantes. Também, o excesso de crescimento vegetativo compete com a produção de frutos e pode até suprimi-la. No caso do HLB, a manutenção de

níveis ideais de micronutrientes pode facilitar sua diagnose (Obreza *et al.*, 2008a).

O controle do pH do solo é importante por que influencia na disponibilidade de nutrientes essenciais e tóxicos para as plantas cítricas (Obreza & Collins, 2008). Considerando o fato de que a elevação do pH, até certos limites, aumenta a concentração da maioria dos elementos na solução do solo, ocorre maior absorção pelas plantas, nos valores de pH (em água) na faixa de 5,5 – 6,5. Nesta faixa a disponibilidade de alguns nutrientes é máxima (macronutrientes) e não limitante para outros (micronutrientes) (Prado, 2008). Para os Estados do RS e SC é recomendado corrigir o pH (em água) para 6,0 (SBCS, 2004).

Na agricultura orgânica, a nutrição é baseada na liberação lenta dos nutrientes, mediados pelos micro-organismos, da matéria orgânica do solo (MOS). A nutrição vegetal convencional se baseia no uso de adubos químicos altamente solúveis que liberam grandes quantidades de nutrientes simultaneamente na solução do solo. Isso pode levar a um crescimento desequilibrado das plantas e à poluição ambiental. O crescimento desequilibrado pode levar ao aumento da susceptibilidade ao ataque de pragas e doenças e à contaminação do ambiente por alguns compostos que estão em excesso (por exemplo, altos níveis de nitrato no lençol freático). Os adubos convencionais também podem causar a diminuição da disponibilidade de outros nutrientes e da matéria orgânica e interferir nos processos de humificação da MOS (Morton & Proebst, 2003).

Segundo Gliessman (2001), aportes elevados de matéria orgânica são cruciais para estimular a diversificação de espécies, sendo o “insumo” matéria

orgânica, um componente chave da agricultura orgânica para elevar o conteúdo de MOS.

Em muitos sistemas de produção orgânica este conceito é aplicado de maneira equivocada, quando se considera que para recuperar o solo e torná-lo mais produtivo são necessárias aplicações maciças de matéria orgânica, porém não levam em consideração que, segundo Koller (2005), em princípio, nas adubações orgânicas não é necessário aplicar as doses de nutrientes que seriam requeridas em adubações químicas, porque a liberação, geralmente, como no caso do N, é mais lenta e gradual, facilitando sua absorção pelas raízes; além disso, a disponibilização de nutrientes, com adubações orgânicas é maior do que com adubações químicas, porque os adubos orgânicos ativam a microflora e fauna, melhorando as propriedades físicas do solo. Entretanto, além da contribuição em nutrientes, é importante caracterizar os adubos e resíduos orgânicos quanto a outros componentes ou propriedades indesejáveis, como metais pesados e alcalinização, que possam limitar as doses aplicadas, de modo a evitar a poluição do sistema solo-água (SBCS, 2004). Outro fator a se considerar é que a aplicação contínua do mesmo adubo orgânico pode resultar em desbalanço dos níveis dos nutrientes no solo, pelo simples fato de que a maioria dos adubos orgânicos não conterem os nutrientes em total equilíbrio (Morton & Proebst, 2003).

Os programas de adubação orgânica para citros enfatizam métodos para melhorar a fertilidade do solo, assim como sua “saúde”, através do uso de fertilizantes orgânicos. O manejo do solo objetiva incrementar o teor de MOS (húmus) por roçadas; pastoreio; produção de adubos verdes nas entrelinhas,

principalmente as leguminosas fixadoras de N atmosférico; e aplicações de esterco, compostos e outros adubos naturais (Obreza *et al.*, 2008b).

A adubação verde é a prática de cultivar espécies vegetais que venham adicionar e incorporar ao solo material vegetal não decomposto, com a finalidade de melhorar a fertilidade do solo, bem como a produtividade das lavouras (Barni *et al.*, 2003). Além de ser um dos requisitos legais para a agricultura orgânica em cultivos perenes (Brasil, 2011), a manutenção da cobertura do solo pode ser realizada com espécies que beneficiam as plantas cítricas suplementando a nutrição do pomar, principalmente pelo fornecimento de N pelas leguminosas e pela reciclagem de nutrientes.

2.7 Manejo de cancro cítrico e outras pragas

Em sistemas orgânicos de produção, o manejo de pragas deve priorizar o uso de variedades resistentes às principais pragas das frutíferas. Contudo, recomenda-se o uso do controle cultural, cujas práticas reduzem a formação de microclimas favoráveis a estas (Borges & Souza, 2005). Na agricultura convencional, incluindo cultivos cítricos, o manejo de pragas e plantas invasoras ou espontâneas tende a ser abordado de forma curativa, utilizando-se substâncias tóxicas para suprimir ou reprimir a espécie indesejada. O impacto do uso dos agrotóxicos nas espécies benéficas resulta em ressurgência ou desenvolvimento de pragas secundárias depois das aplicações (Madge, 2009).

O cancro cítrico, causado por *Xanthomonas citri* subsp. *citri*, é considerada uma das pragas mais prejudiciais à citricultura brasileira, devido aos danos causados, tanto na produção como na qualidade dos frutos (Koller, 1994). O cancro cítrico ataca praticamente todas as variedades de citros,

sendo algumas delas menos suscetíveis, como a laranjeira 'Valência' (FUNDECITRUS, 2008).

Os métodos de controle do cancro cítrico atualmente em vigor, estabelecidos pela Campanha Nacional de Erradicação do Cancro Cítrico (CANECC), baseiam-se unicamente na exclusão e erradicação, que, em pomares do Estado de São Paulo, consistem na erradicação de todas as plantas existentes num raio de 30 metros de plantas foco (Namekata, 1995, FUNDECITRUS, 2008). Este método causa sérios danos econômicos e sua eficiência de controle é questionável (Leite Júnior, 1997).

No RS, por motivos diversos, nunca houve investimentos suficientes nem eficazes para a erradicação, possibilitando a disseminação do cancro cítrico a ponto de assumir níveis de endemia (Ueno, 2010). Normalmente a bactéria causadora da doença só consegue infectar tecidos imaturos, em condições climáticas favoráveis de chuvas frequentes e temperaturas entre 20 e 35 °C que, no RS, ocorrem com frequência na primavera e verão. Segundo Leite Júnior (1990), o manejo integrado preventivo desta doença tem proporcionado controle adequado em regiões onde ela ocorre endemicamente, sendo que, para uma efetiva diminuição do inóculo, o controle, através de pulverizações cúpricas, deve ser realizado nas épocas mais favoráveis ao desenvolvimento do patógeno, nos meses de setembro a fevereiro.

Portanto, o manejo integrado do cancro cítrico deve ser realizado de forma preventiva e equilibrada, utilizando distintas estratégias como: uso de quebra-ventos, aplicações de produtos cúpricos (0,15% de cobre metálico em brotações com folhas de 12 a 30 dias de idade e nos intervalos das épocas de brotações para controle nos frutos), controle do minador-dos-citros, poda

sanitária, racionalização do uso de adubos nitrogenados para que não haja brotação das plantas em excesso e desinfestação do pessoal e ferramentas utilizadas nos talhões (Koller, 2005; Agostini, 2007).

2.8 Qualidade pós-colheita e o mercado de frutas cítricas

A produção de frutas cítricas para consumo *in natura* deve preservar a qualidade interna e externa dos frutos, segundo o que requer cada mercado consumidor. Já para a industrialização, pouca ou nenhuma importância tem o aspecto externo da fruta. Diferentes moléstias afetam a qualidade externa dos frutos cítricos e são consideradas importantes para o mercado de frutas frescas. Outras doenças são consideradas quarentenárias (p. ex.: cancro cítrico e pinta preta) e sua incidência causa restrições de comercialização da fruta tanto *in natura* como para a indústria, em determinados mercados (Agostini, 2007).

O mercado mundial de citros orgânicos (frutas e sucos) é pequeno e a produção corresponde a menos de um por cento da produção mundial de citros, porém há uma expectativa de crescimento contínuo nos próximos anos, mostrando que há um mercado interessante para os citros orgânicos, principalmente na Comunidade Europeia, Estados Unidos e Japão (Liu, 2003; Muthukumar, 2006), acrescido do fato da safra brasileira cobrir a janela de entressafra dos países produtores do hemisfério norte.

O consumidor de frutas orgânicas tem maior preocupação com as condições de produção tanto em termos ambientais como sociais. Ao mesmo tempo, o mercado está pedindo melhores condições de trabalho dos produtores e dos operários, tais como a garantia de preços justos e pagamento de salários justos aos pequenos produtores e operários respectivamente

(UNCTAD, 2011). Mesmo assim não há como prescindir, mesmo em sistemas de agricultura orgânica, de alta qualidade, tanto na aparência quanto no sabor dos frutos, além da segurança alimentar para o consumidor.

Os consumidores consideram que produtos orgânicos são mais saudáveis, principalmente por presumir como risco a possível presença de resíduos de agrotóxicos nos frutos provenientes de pomares convencionais (Saba & Messina, 2003). Porém, ainda não se pode afirmar que os alimentos orgânicos são de fato mais saudáveis, saborosos e nutritivos que os alimentos produzidos convencionalmente por falta de evidências científicas (Magkos *et al.*, 2006).

Segundo a Organização de Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OECD) as laranjas devem apresentar, no mínimo, diâmetro de 53 mm e teor de suco de 35 %, para serem comercializadas. Também devem ter uma relação de sólidos solúveis totais / acidez total titulável (SST/ATT) de, no mínimo, 6,5 para serem adequadas à comercialização *in natura* (OECD, 2010).

A cor da casca é provavelmente o atributo de qualidade externa mais importante para o consumidor identificar o ponto de consumo das laranjas, pois confere aos frutos a atratividade visual. A expressão visual da cor é uma característica de cultivar afetada pelo clima e ambiente, que pode ser manipulada pelas práticas culturais (Oberholster & Cowan, 2001).

Segundo Lee & Kader (2000), o conteúdo de vitamina C nas frutas, a mais importante vitamina das frutas e vegetais para a nutrição humana, pode ser influenciado por vários fatores, como diferenças genotípicas, condições climáticas e de manejo pré-colheita, estágio de maturação, manejo da colheita e pós-colheita. Os autores relatam, ainda, que o uso de agroquímicos, como

pesticidas e reguladores de crescimento podem afetar indiretamente a qualidade de frutas e vegetais.

2.9 Maturação dos frutos cítricos

O desenvolvimento dos frutos cítricos consiste basicamente em três fases: 1^a. Exponencial: vai desde a antese até o final da queda natural dos frutos e se caracteriza pelo rápido aumento do número de células dos tecidos, exceto do eixo central; 2^a. Linear: vai desde o final da queda natural dos frutos até a mudança de cor da casca, período marcado pela expansão das células, em especial com o pleno desenvolvimento das vesículas de suco (Spiegel-Roy & Goldschmidt, 1996); e 3^a. Maturação: nesta fase a taxa de crescimento é reduzida e a epiderme dos frutos começa a adquirir a coloração alaranjada, devido a degradação das clorofilas e síntese de carotenoides (Oberholster & Cowan, 2001). Ainda nesta fase, no interior destes, há redução nos teores de ácidos livres, tanto pelo consumo como pela diluição dos mesmos. Já os açúcares se acumulam em função do aumento da temperatura e da intensidade luminosa (Agustí, 2000), o que resulta em um incremento da relação SST/ATT, que é muito utilizada para indicar o ponto de maturação comercial.

O desenvolvimento da cor nos frutos cítricos ocorre concomitante com a transformação dos cloroplastos em cromoplastos, ricos em carotenoides, o que dá a tonalidade amarelo-alaranjada aos frutos (Oberholster & Cowan, 2001). Na saída do inverno e, em cultivares de colheita tardia como a laranjeira 'Valência', pode ocorrer um reverdecimento da casca, sem prejuízos para a qualidade interna dos frutos. Esse fenômeno é notado de modo acentuado após pesadas adubações nitrogenadas (Bender, 2009).

2.10 Aceitação dos frutos cítricos

A avaliação sensorial baseia-se em técnicas que são fundamentais na percepção psicológica e fisiológica (Dutcosky, 1996). Visando a qualidade, a análise sensorial torna-se insubstituível no desenvolvimento de especificações, quando não é possível utilizar medidas físicas e químicas, para definir propriedades efetivamente subjetivas e que são fundamentais para a aceitação e preferência do consumidor. Sendo assim, ela é essencial para medir e interpretar as reações produzidas pelas características dos alimentos e a forma como são percebidas pelos sentidos humanos (Queiroz & Treptow, 2006).

Os testes sensoriais utilizam os órgãos dos sentidos humanos como "instrumentos" de medida e devem ser incluídos como garantia de qualidade por ser uma medida multidimensional integrada, que possui importantes vantagens, como por exemplo, determinar a aceitação de um produto por parte dos consumidores, auxiliar no desenvolvimento de novos produtos, na modificação de produtos já existentes, na redução de custo, vida útil e pesquisa de mercado (Cardello & Cardello, 1998; Queiroz & Treptow, 2006).

2.11 Experimentos com agricultura convencional e orgânica

Com a expansão da agricultura orgânica, os efeitos do cultivo orgânico sobre as culturas foram motivo de investigação de muitos pesquisadores como por exemplo: Sartori *et al.* (2004), Koller *et al.* (2006), Arruda *et al.* (2011) e Lester *et al.* (2007) na cultura dos citros; DeEll & Prange (1992), Peck *et al.* (2006), Amarante *et al.* (2008) e Roussos & Gasparatos (2009) na cultura da macieira; Amodio *et al.* (2007) na cultura do quivizeiro.

Em experimento realizado no Canadá, DeEll & Prange (1992) avaliaram a qualidade pós-colheita e os atributos sensoriais de maçãs (*Malus domestica*)

'McIntosh' e 'Cortland' produzidas sob cultivo orgânico e convencional em diferentes métodos de armazenamento. O experimento não mostrou diferenças consistentes entre os sistemas de cultivo quanto à qualidade e os atributos sensoriais, sendo as diferenças encontradas devido às cultivares e às diferenças de condição de armazenamento.

No Estado de Washington, EUA, Peck *et al.* (2006) estudaram a produtividade e qualidade de maçãs 'Galaxy Gala' sob cultivo orgânico, convencional e integrado em dois anos de avaliação. Os autores encontraram semelhanças entre os sistemas convencional e integrado e ambos foram diferentes do orgânico quanto às variáveis estudadas. Também verificaram que houve melhorias em algumas características qualitativas das maçãs orgânicas e concluíram que o sistema orgânico pode ser melhorado e expandido com o advento de novas tecnologias e produtos aplicáveis ao sistema.

Em Santa Catarina, Amarante *et al.* (2008) estudaram a influência dos sistemas de cultivo orgânico e convencional sobre a produção e qualidade dos frutos de macieiras 'Fuji' e 'Royal Gala'. Os autores verificaram que as macieiras apresentaram diferenças nutricionais e produtividade na cultivar Fuji, bem como diferenças entre a qualidade dos frutos, principalmente quanto aos teores de SST e ATT. Não foram encontradas diferenças entre os tratamentos quanto ao sabor, aroma e textura dos frutos de ambos os tratamentos.

Roussos & Gasparatos (2009) estudaram o manejo orgânico e convencional em pomares de macieiras 'Starking Delicious' na Grécia, região do Mediterrâneo. Verificaram que as macieiras não foram influenciadas pelo sistema de cultivo quanto à emissão das brotações e na qualidade dos frutos, porém o pomar convencional produziu quase o dobro do pomar orgânico.

Na Califórnia, EUA, foi realizado um estudo comparativo da composição e desempenho de quivis 'Hayward' produzidos orgânica e convencionalmente (Amodio *et al.*, 2007). Os frutos apresentaram características morfológicas diferentes, qualidade interna semelhante, coloração e firmeza dos frutos superior no tratamento convencional. Os quivis orgânicos apresentaram maior concentração de minerais, vitamina C e fenóis.

No mesmo experimento do presente estudo, avaliando os três primeiros anos de cultivo de pomares sob sistemas orgânico e convencional, Sartori *et al.* (2004) verificaram que o pomar convencional apresentou maior crescimento e número de frutos na primeira safra, mas maior suscetibilidade ao cancro cítrico.

Em viveiros de citros a céu aberto sob manejo orgânico e convencional em Montenegro, RS, em área próxima ao presente estudo, Koller *et al.* (2006) avaliaram a incidência e severidade de cancro cítrico no porta-enxerto *Poncirus trifoliata* e na cultivar-copa laranjeira 'Valência'. Os resultados não indicaram diferenças entre os sistemas de cultivo quanto à incidência e severidade do cancro cítrico bem como no desenvolvimento das mudas.

No Estado de São Paulo, nos municípios de Borborema e Itápolis, foi realizado um experimento, nos anos de 2008 e 2009, para avaliar a qualidade físico-química de laranjas 'Valência' sob cultivo orgânico e convencional. Os autores verificaram que não houve influência dos sistemas de cultivo nas características físico-químicas das laranjas, exceto na massa das laranjas, das quais as orgânicas mostraram-se menores (Arruda *et al.*, 2011).

Nos Estados Unidos da América, Estado do Texas, Lester *et al.* (2007) estudaram a influência do sistema de cultivo orgânico e convencional de pomeleiros (*C. paradisi* Macf.) 'Rio Red' sobre a qualidade dos frutos,

qualidade do suco, componentes bioativos para a saúde humana, e aceitação do suco pelos consumidores. Verificaram que os frutos do sistema convencional são mais coloridos e com maior teor de licopeno e o suco menos ácido, com menos amargor e é mais aceito pelos consumidores. Já o suco dos frutos orgânicos apresentou maior teor de vitamina C e açúcares.

3 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada com laranjeiras 'Valência' (*Citrus sinensis* (L.) Osb.), enxertadas sobre *Poncirus trifoliata* Raf., cultivadas em dois pomares experimentais localizados no Centro de Formação da Emater/Ascar (29°42'48"S; 51°28'33"W), situado no município de Montenegro-RS. O solo no local do experimento foi classificado como Argissolo Vermelho Distrófico espessarênico (Streck *et al.*, 2008). Segundo a classificação de Köppen (1948), a região apresenta clima subtropical úmido de verão quente do tipo Cfa. Os meses mais quentes são janeiro e fevereiro, com temperatura média próxima de 25 °C e os meses mais frios são junho e julho, com temperatura média de 9 °C. A precipitação pluviométrica média anual é de 1.440 mm e a umidade relativa média do ar de 77,3% (Bergamaschi & Guadagnin, 1990; Bergamaschi *et al.*, 2003).

Os pomares foram implantados, a aproximadamente 300 m de distância um do outro, em agosto de 2001. As áreas de ambos os pomares tinham sido utilizadas há vários anos como encerras para criação de suínos, cultivadas com grama-estrela (*Cynodon plectostachyum*) e antes da instalação dos pomares estavam sob pastejo de vacas leiteiras, cobertas com vegetação predominante de capim-anonni-2 (*Eragrostis plana*). Um deles foi conduzido no sistema de cultivo convencional e o outro em sistema orgânico (Apêndice 1).

Em cada pomar foram implantadas 147 plantas, espaçadas 5,0 m entre linhas e 2,5 m entre plantas na linha. Ambos os pomares estão protegidos dos ventos por uma linha de *Pinus ellioti*, com espaçamento de 1,5 m entre plantas, e uma faixa com capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) cv. Cameroon, em torno de cada pomar (Apêndice 2). O terreno onde se encontra o pomar submetido ao manejo orgânico apresentou uma declividade de aproximadamente 5%, enquanto o terreno onde está instalado o pomar convencional apresentou uma declividade aproximadamente de 3%, ambos com as linhas de plantas dispostas no sentido sudoeste-nordeste. Antes do plantio, nas áreas dos dois pomares foram realizadas uma lavração e duas gradagens.

As mudas foram de raiz nua e isentas de cancro cítrico, sendo adquiridas de um viveiro comercial da região. As raízes das mudas foram desinfestadas antes do plantio com uma solução cúprica 0,3% de cobre metálico. Foram plantadas em covas pequenas (20 x 20 x 20 cm), foram construídas bacias de irrigação e retiradas metade das folhas de cada muda.

O delineamento experimental utilizado foi o completamente casualizado, sendo a unidade experimental composta por cinco plantas, com cinco repetições.

3.1 Tratos culturais do pomar submetido ao manejo orgânico

No ano de implantação (2001) o manejo do solo consistiu de duas capinas ao redor das laranjeiras, num raio de aproximadamente 50 cm. No segundo ano não foi feito manejo na linha de plantio (uma faixa de aproximadamente 1,5 m). Em 2003 foram realizadas duas roçadas ao longo da linha de plantio. Nas entrelinhas, na primavera-verão de 2002, foi realizado o

plântio de cobertura de milho (*Pennisetum americanum*); no outono-inverno de 2002, ervilhaca (*Vicia sativa*) e aveia-preta (*Avena strigosa*); na primavera-verão 2003, abóbora (*Cucurbita moschata*) e milho (*Zea mays*); e no outono-inverno de 2003, ervilhaca, aveia-preta e nabo-forrageiro (*Raphanus sativus*) (Sartori *et al.*, 2004).

Em 2004 foi aplicada na linha de plântio uma cobertura com aguapés (*Eichornia crassipes*). Em 2005 foram realizadas duas roçadas nas entrelinhas e a palha foi colocada sob a projeção da copa das laranjeiras como cobertura morta; neste mesmo ano, na primavera, foi plantada nas entrelinhas do pomar, a partir de mudas produzidas em viveiro telado, uma linha de mamona (*Ricinus communis*) intercalada com abóbora. A partir de 2006, nas entrelinhas, foi realizado o plântio de cobertura verde, no outono-inverno, com aveia-preta e ervilhaca, numa densidade de sementes de 50 e 25 kg ha⁻¹, respectivamente; na primavera-verão, com feijão-miúdo (*Vigna unguiculata*), numa densidade de 80 kg ha⁻¹ de sementes. A semeadura da cobertura verde foi realizada a lanço, com posterior passagem de grade destravada. De 2006 a 2009 foram realizadas duas roçadas anuais (uma em meados de novembro e outra entre janeiro e fevereiro, dependendo do ano) da vegetação de cobertura do solo, somente ao longo das linhas de plantas, a fim de diminuir a concorrência com as laranjeiras (Santarosa, 2009). A partir de 2010 as roçadas foram feitas quando necessário, somente para controlar plantas trepadeiras que haviam se estabelecido no pomar.

O manejo de pragas consistiu de aplicações de calda bordalesa de 0,25% a 0,5%, para controle preventivo do cancro cítrico (*Xanthomonas citri* subsp. *citri*) e pinta preta (*Guignardia citricarpa*). Para o controle destas foram

realizadas quatro aplicações durante o período de primavera-verão (a partir de setembro de 2002), época em que ocorrem os principais fluxos de brotação e florescimento das laranjeiras, período em que as condições climáticas predispõem com maior intensidade as plantas à incidência das doenças. Para o controle da queda anormal de frutos jovens ou podridão floral (*Colletotrichum acutatum*) foi realizada uma aplicação com calda sulfocálcica (densidade 30 °Baumé), no período de agosto-setembro (na maioria dos anos, antes do primeiro fluxo vegetativo), na concentração de 1%, o que também controla eventuais ataques do ácaro da leprose dos citros (*Brevipalpus phoenicis*), transmissor do vírus da leprose dos citros (CiLV). Desde o plantio até o ano de 2006, foi realizada uma aplicação em cada fluxo vegetativo, nas folhas com metade do desenvolvimento, de Dipel (*Bacillus thuringiensis*) a 0,1%, para controle do minador-dos-citros (*Phyllocnistis citrella*).

Em agosto e outubro de 2001, fevereiro de 2002 e 2004, novembro de 2005 e maio de 2006 foram realizadas adubações utilizando composto sólido (Apêndice 3) elaborado pela Cooperativa dos Citricultores Ecológicos do Vale do Cai (Ecocitrus), nas doses de 145 m³ ha⁻¹, 64 m³ ha⁻¹, 43 m³ ha⁻¹, 85 m³ ha⁻¹, 50 m³ ha⁻¹ e 60 m³ ha⁻¹, respectivamente, recomendadas por especialistas da referida cooperativa. Os adubos não foram incorporados antes do plantio.

Em julho de 2001 e em janeiro de 2002 e 2003 foram realizadas adubações com adubo orgânico líquido, na dose de 48 m³ ha⁻¹, também elaborado pela Ecocitrus. No apêndice 3 consta uma caracterização média dos adubos orgânicos sólido e líquido utilizados. Em janeiro de 2006 foi realizada uma aplicação foliar (1 L de calda planta⁻¹) do adubo orgânico líquido da Ecocitrus (Apêndice 3) a 10% visando controlar uma deficiência de nitrogênio.

Na implantação não foi realizada calagem para correção do pH (adaptado de Sartori *et al.*, 2004), pelo alto valor de neutralização encontrado no adubo orgânico sólido utilizado na adubação do pomar (Apêndice 3).

3.2 Tratos culturais do pomar submetido ao manejo convencional

Consistiram de aplicações de herbicidas, produtos fitossanitários (fungicidas e inseticidas), adubos minerais e corretivos de acidez recomendados para a cultura, segundo Koller (1994).

O controle da vegetação espontânea consistiu de duas a três aplicações anuais de herbicida glifosato (4 L ha^{-1}) na totalidade da área (ao longo das linhas e entrelinhas de laranjeiras) para diminuir a concorrência com as plantas cítricas. A decisão de que o controle das espontâneas, com o uso de herbicidas, fosse realizado em área total, foi definido pelo grupo de especialistas que definiram os manejos antes da instalação dos pomares, a fim de que houvesse maior contraste com o manejo do solo do pomar orgânico.

Utilizou-se diversos fungicidas e inseticidas para o manejo de pragas, de acordo com o estágio fenológico e época de predisposição das plantas a determinadas doenças, sendo principalmente utilizadas aplicações de produtos cúpricos, cinco vezes ao ano, para controle preventivo de cancro cítrico (a partir de setembro de 2003); três aplicações de fungicidas nas suas dosagens recomendadas para a cultura dos citros (carbendazim, tebuconazole e oxicloreto de cobre), na floração, para controle de podridão floral e pinta-preta; duas aplicações anuais de fosfito de potássio para prevenção da incidência de gomose, causada por *Phytophthora* sp., uso de inseticidas para controle esporádico de insetos-praga que incidiram no pomar, como a mosca-das-frutas (*Anastrepha fraterculus*) e formigas-cortadeiras (*Acromirmex* sp.).

Adubações foram realizadas anualmente nos meses de maio e agosto, segundo a recomendação da SBCS (2004) para fertilizantes à base de NPK e corretivos de acidez do solo (calcário dolomítico). O calcário dolomítico foi distribuído em área total, 6 t ha^{-1} , sendo após incorporados por uma lavração seguida de uma gradagem. Antes do plantio foi realizada uma adubação fosfatada (fosfato natural de Arad, 500 g cova^{-1}) e potássica ao redor da cova (cloreto de potássio, 200 kg ha^{-1}).

A adubação de manutenção foi realizada com um formulado 22-00-20, na dosagem de $0,8 \text{ kg planta}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, divididos em duas parcelas. O calcário dolomítico foi aplicado no mês de maio de cada ano, com dose de $3,6 \text{ kg planta}^{-1} \text{ ano}^{-1}$. Em 2011 foi aumentada a dose para $4,5 \text{ kg planta}^{-1} \text{ ano}^{-1}$. A distribuição dos fertilizantes e do calcário foi realizada sob a projeção da copa das laranjeiras entre os anos de 2001 e 2004. De 2005 a 2008 a distribuição foi realizada em faixas, seguindo a relação de 1/3 dos fertilizantes na entrelinha e 2/3 sob a projeção da copa, em ambos os lados da linha de plantio, e de 2009 a 2011 a distribuição dos fertilizantes foi em toda a entrelinha até um terço da projeção da copa das plantas. Também foram efetuadas a partir de 2007, anualmente, pulverizações foliares com Zn, Mn e B, na forma de sulfato de zinco (0,50%) e sulfato de manganês (0,30%), aplicados em setembro (plena floração) e em novembro/dezembro (início da brotação), além de bórax ou ácido bórico (0,20%) aplicados em agosto e dezembro (adaptado de Santarosa, 2009).

3.3 Avaliação da fertilidade do solo e nutrição das plantas

Foi realizada, nos anos de 2001, 2002 e 2006 a 2011, a análise química do solo de ambos os pomares para a avaliação da fertilidade do solo. A

nutrição das plantas foi avaliada pela análise foliar, realizada nos anos 2002, 2003, 2006 a 2011. Os procedimentos para a coleta das amostras foram realizados conforme as indicações da SBCS (2004), compreendendo em cada ano a coleta, no mês de março, uma amostra de solo, sob a periferia da copa das laranjeiras ao longo das entrelinhas (10 subamostras de 00-20 cm de profundidade coletadas com um trado 'Holandês'), e uma de folhas de cada pomar (coletadas em 10 plantas escolhidas aleatoriamente em cada pomar), exceto nos anos de 2010 e 2011, onde foram coletadas três amostras de cada pomar para análise completa no Laboratório de Análise de Solos da UFRGS.

A interpretação dos níveis de cada nutriente e indicadores de fertilidade do solo foi realizada conforme as indicações da SBCS (2004). Já a interpretação do nível de cada nutriente nas folhas foi realizada conforme as indicações técnicas do Grupo Paulista de Adubação e Calagem para Citros (1994) (Apêndice 4).

3.4 Avaliações do crescimento das plantas

Para a avaliação do crescimento das plantas foi medido, trimestralmente de 2001 a 2006, o perímetro do tronco (Pt) acima do ponto de enxertia, com o qual foi determinado o diâmetro médio do tronco ($\emptyset t$) pela fórmula: $\emptyset t = Pt / \pi$, expresso em cm.

A partir de 2009, as avaliações de crescimento foram realizadas anualmente, entre os meses de dezembro e janeiro, onde foi determinado além do diâmetro do tronco, o volume da copa das laranjeiras (VC), após a medição dos diâmetros transversal (DT) e longitudinal (DL) da copa (em relação à linha de plantas) e da altura (h) das plantas, pela fórmula: $VC = (\pi / 6) \times h \times DT \times DL$ (Zekri, 2000), expresso em $m^3 \text{ planta}^{-1}$.

Foi calculada a área de projeção da copa (APC), que representa o espaço ocupado pelas plantas no terreno, através da seguinte fórmula: $APC = \pi (DL + DT) / 4$ (Reis *et al.*, 2008), expresso em m^2 planta⁻¹.

3.5 Avaliação da produção e dos indicadores de eficiência produtiva

A produção anual (Pn) de cada laranjeira foi quantificada através da pesagem e contagem (NF) dos frutos nas colheitas, realizadas nos meses de agosto dos anos de 2004 a 2011. As colheitas foram realizadas de maneira precoce para se evitar furtos dos frutos das áreas experimentais e para reduzir a perda de frutos por ataque de mosca-das-frutas (*A. fraterculus*) em especial no pomar de manejo orgânico.

A produção acumulada (PA) foi calculada pela soma das Pn. Não houve descarte de frutos pela presença de defeitos visuais bem como por apresentarem sintomas de doenças como o cancro cítrico e/ou pinta-preta.

Os indicadores de eficiência de produção (EP) foram estimados dividindo-se a PA pelo VC, pela APC e pela h de cada planta, obtendo-se três indicadores: produção acumulada em relação ao volume de copa (PA/VC; kg m⁻³), à área de projeção da copa (PA/APC; kg m⁻²) e à altura da copa (PA/h; kg m⁻¹).

Foi calculada, nos anos de 2005 a 2011, a produção acumulada de sólidos solúveis totais (PA_SST), que foi obtida pela soma das produções anuais de SST (Pn_SST), sendo essas calculadas pela seguinte fórmula: $Pn_SST = Pn \times SST \times Ts$, sendo Ts, o teor de suco das laranjas. A Pn_SST foi expressa em kg SST planta⁻¹.

O índice de alternância da produção (IAP) foi calculado entre os anos de 2004 e 2011, usando-se a seguinte fórmula: $IAP = 1/n-1 \times \{ |(a_2-a_1)|/(a_2+a_1) + |(a_3-a_2)|/(a_3+a_2)+...+ |(a(n)-a(n-1))|/(a(n)+a(n-1)) \}$, em que n = número de anos e a₁, a₂, ..., a_(n-1), a_(n) = produção dos anos correspondentes (Stenzel et al., 2003).

3.6 Avaliação da qualidade dos frutos

A qualidade dos frutos foi determinada de 2005 a 2011 no Laboratório de Fisiologia Pós-Colheita do Departamento de Horticultura e Silvicultura - UFRGS. A partir de cinco amostras por tratamento, cada qual composta de 20 frutos, colhidos aleatoriamente de cinco plantas, no mês de agosto, quando ocorre o início da maturação. Determinou-se a massa média dos frutos (MMF). Após foram separados 10 frutos por amostra para determinação do teor de suco (Ts), expresso em percentagem pela equação (massa do suco / massa total da amostra) x 100.

Os teores de sólidos solúveis totais (SST) foram determinados por refratometria e expressos em °Brix. A acidez total titulável (ATT), expressa em percentual de equivalente em ácido cítrico, foi determinada pela titulação de 6 g de suco com solução 0,1 N de NaOH até pH de 8,1. A acidez em percentual de ácido cítrico foi calculada através da equação: $ATT = [(ml \text{ de NaOH}) \times (Normalidade \text{ do NaOH}) \times 0,064 \times 100] / (massa \text{ de suco})$. O índice de maturação (relação SST/ATT) foi calculado pela divisão dos valores de °Brix pelos valores de percentual de ácido cítrico.

Em 2010 e 2011 foi determinado, com auxílio de um paquímetro digital, o diâmetro equatorial (\emptyset_f), a altura (hf), bem como a relação de forma dos frutos (Ff) obtida pela seguinte equação: $Ff = \emptyset_f / hf$.

A cor da casca (média de três medidas ao longo do eixo equatorial do fruto) foi obtida com auxílio de um Colorímetro (Konica/Minolta, CR400), obtendo-se as variáveis L , a e b . Estas variáveis foram utilizadas para calcular o índice de cor da casca (ICC), a cromaticidade (C) e o ângulo de cor (h°). Os frutos antes de serem analisados não foram lavados e/ou polidos. O ICC foi calculado pela fórmula $(1000 \times a) / (L \times b)$ (Jimenez-Cuesta *et al.*, 1981) que, quando negativo, indica cores verdes e quando positivo, cores alaranjadas, sendo que o zero corresponde à cor amarela e varia de -20 a +20. Foram considerados aptos à comercialização e/ou exportação os frutos com $ICC > 2$ (Spósito *et al.*, 2006). A C reflete a pureza da cor em relação ao cinza e quanto maior seu valor, mais pura é considerada a cor, sendo calculada através da equação $C = (a^2 + b^2)^{1/2}$ (Jifon & Syvertsen, 2001). O h° representou a cor ocupada entre as diversas possibilidades, num plano de coordenadas retangulares $a:b$, sendo $h^\circ = 0$ ou 360 , vermelho; $h^\circ = 90$, amarelo; $h^\circ = 180$, verde; e $h^\circ = 270$, azul, foi obtido pela fórmula: $h^\circ = \arctan (a/b)$ (Lozano & Ibarz, 1997).

O teor de ácido ascórbico (A.A.) ou vitamina C foi determinado nos frutos das safras de 2010 e 2011 pelo método da reação do corante 2,6-diclorofenol indofenol descrito por Hernández *et al.* (2006) e Montero (2010). Uma amostra de 5 g de suco dos frutos foi diluída em 100 mL de ácido oxálico (4:1000) e filtrada por papel filtro tipo Whatman. Ao filtrado foi adicionado 1,1 mL de EDTA (0,1 M) para estabilizar o ácido ascórbico. Uma alíquota de 10 mL do extrato foi misturada com 3 mL de tampão citrato de sódio (pH 4,5). Uma alíquota de 1,5 mL do extrato final foi adicionada a 1,5 mL de solução de corante e misturada em cubeta descartável de poliestireno. A absorbância da amostra foi lida a 530

nm em um espectrofotômetro UV-VIS, modelo T6 (PG Instruments) e expressa em mg A.A. 100 ml de suco⁻¹.

3.7 Evolução da maturação dos frutos

Para as análises físico-químicas dos frutos, em 2011, quinzenalmente, foram colhidas amostras desde 18 de maio a 31 de outubro, totalizando 12 épocas avaliadas. A partir de cinco amostras por tratamento, em cada época avaliada, cada qual composta de 10 frutos, colhidos aleatoriamente de cinco plantas marcadas em cada pomar, determinou-se, em laboratório, a massa média dos frutos (MMF), o teor de suco (Ts), o diâmetro equatorial ($\emptyset f$), o teor de sólidos solúveis totais (SST), a acidez total titulável (ATT), a relação SST/ATT, bem como os indicadores de cor da casca *ICC*, *C* e *h°*, conforme metodologia já descrita em 3.6.

Para possibilitar essa avaliação, em 2011 não foram colhidas cinco plantas de cada pomar em agosto, viabilizando a colheita de amostras de laranjas nas épocas supracitadas.

3.8 Avaliação da aceitação dos frutos

Na safra de 2011 foram realizados testes comparativos de aceitação, em laboratório, entre os frutos produzidos em cada sistema de produção, utilizando-se escala hedônica de nove pontos que expressam o grau de gostar ou desgostar do produto onde: “1) desgostei muitíssimo”; “2) desgostei muito”; “3) desgostei moderadamente”; “4) desgostei levemente”; “5) nem gostei nem desgostei”; “6) gostei levemente”; “7) gostei moderadamente”; “8) gostei muito”; e “9) gostei muitíssimo”. Esta avaliação foi realizada com frutos colhidos em dois momentos, 22 de setembro e 17 de outubro (em condições de plena maturação).

O estudo foi realizado em cabines individuais sob luz branca com um painel composto por 40 provadores, na primeira avaliação e 27, na segunda (idade de 18 a 64 anos), 73% do sexo feminino (média das duas avaliações), sendo funcionários, estudantes e professores de curso de graduação em Agronomia, Engenharia de Alimentos e Nutrição.

As laranjas foram previamente lavadas e cortadas em quatro porções iguais, no sentido longitudinal ao eixo central. Para cada avaliador foram oferecidas duas porções de laranjas, uma de cada tratamento, codificadas com algarismos de três dígitos aleatórios. As amostras foram servidas aos provadores em prato branco, com um copo com água à temperatura ambiente e uma ficha de avaliação sensorial.

A ficha utilizada (Apêndice 5) foi elaborada no sentido de identificar a percepção de qualidade dos três principais componentes de uma avaliação sensorial de laranjas: I) “atributo visual”: aceitação da aparência da laranja, da casca e da cor dos frutos; II) “atributo olfativo”: odor ; III) “atributo gustativo”: sabor e suculência; e a “aceitação global” da laranja: grau de gostar ou desgostar do produto de maneira global. Na segunda avaliação foram adicionados nas fichas de avaliação os “atributos gustativos”: acidez e doçura.

3.9 Incidência de cancro cítrico e outras pragas

A incidência de cancro cítrico nos frutos (ICCF) foi quantificada na ocasião da colheita, através da contagem dos frutos que apresentassem uma ou mais lesões da doença em cinco caixas de frutos escolhidas aleatoriamente de cada tratamento, sendo expressa em porcentagem e determinada através da relação número de frutos atacados / número total de frutos colhidos. A incidência nas plantas foi realizada através da contagem das folhas em dois

ramos previamente marcados em cada planta útil, sendo um de cada lado e realizada uma a cada ano de 2003 a 2009, entre os meses de abril e maio. Já de dezembro de 2010 a janeiro de 2012 foram realizadas a cada 36 dias, em média. No mesmo ramo marcado, em fevereiro e maio de 2007 foi avaliada a incidência de folhas com a presença de danos causados pelo minador-dos-citros.

A morte de plantas por gomose foi quantificada ao longo dos anos avaliados através da contagem das plantas mortas e determinação da causa através dos sintomas.

Foi observado visualmente a incidência de formigas cortadeiras, sintomas nos frutos da incidência do ácaro-da-falsa-ferrugem e do vírus-da-leprose-dos-citros.

3.10 Análises estatísticas

A partir dos resultados obtidos de crescimento, produção, incidência de cancro cítrico, qualidade, aceitação e maturação dos frutos foram realizados diagnósticos de adequabilidade. Quando os dados não apresentaram normalidade e/ou variâncias constantes, os resultados foram transformados em $(x)^{1/2}$ ou por ordenamento.

Os dados resultantes do levantamento de dados do crescimento das laranjeiras, da produção, indicadores de eficiência de produção, qualidade, aceitação e maturação dos frutos, bem como da incidência de cancro cítrico foram submetidos à análise de variância (ANOVA).

Para determinar a equação que representou o crescimento do diâmetro do tronco das laranjeiras, a produção (em massa), de sólidos solúveis totais e de suco das plantas ao longo dos anos, foi realizado o teste de regressão na

ANOVA por contrastes ortogonais. O mesmo procedimento foi realizado para determinar a evolução da maturação das laranjas em 2011, em cada sistema de cultivo, exceto para o diâmetro equatorial, o teor de suco e massa média dos frutos, em que houve a comparação dos tratamentos dentro de cada época avaliada, sendo consideradas as épocas de colheita dos frutos ao longo do ano as divisões das parcelas principais.

Para o volume de copa, a área de projeção da copa e a altura das plantas foram comparados entre os tratamentos testados, dentro de cada ano avaliado. Os anos foram considerados como a divisão das parcelas principais no modelo de ANOVA.

Os efeitos das interações entre tratamentos e anos, nas análises em parcelas subdividas, foram considerados significativos quando $p < 0,25$ (Perecin & Cargnelutti Filho, 2008).

Os tratamentos foram comparados quanto aos indicadores de eficiência de produção, indicadores de qualidade dos frutos, da aceitação das laranjas e da incidência de cancro cítrico através da análise de variância multivariada (MANOVA), pelo teste de Wilks' Lambda. Os indicadores de eficiência de produção foram correlacionados pelo método de Pearson.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Fertilidade do solo e nutrição das laranjeiras

O sistema de cultivo influenciou na disponibilidade de nutrientes às laranjeiras bem como os seus teores nas folhas.

O pH do solo (Figura 1) no pomar convencional se manteve adequado, [5,5;6,5], na maioria dos anos avaliados, basicamente pela aplicação anual de calcário dolomítico segundo a necessidade do solo pelo índice SMP. A queda apresentada nos anos de 2009 e 2010 foi devida a utilização de adubos nitrogenados a base de sulfato de amônio, que provavelmente contribuiu na acidificação do solo, o que está de acordo com Lopes *et al.* (2004).

No pomar orgânico, o pH do solo foi superior à faixa adequada desde o segundo ano após a implantação do pomar, devido às aplicações de composto orgânico sólido, produzido pela Cooperativa Ecocitrus, realizadas inicialmente em 2001 (209 m³ ha⁻¹, em duas parcelas) e nos anos 2002, 2004, 2005 e 2006 foram aplicados, em média, mais 60 m³ ha⁻¹ ano⁻¹. Após, foi suspenso o uso do composto visando a adequação natural do pH, o que não se verificou até o ano de 2011.

Altas doses de composto orgânico foram por muitos anos recomendadas aos citricultores do Vale do Rio Caí, pois se acreditava que quanto maior a quantidade de matéria orgânica adicionada, mais equilibrado estaria o solo e, conseqüentemente, as plantas, o que está de acordo com Gliessman (2001).

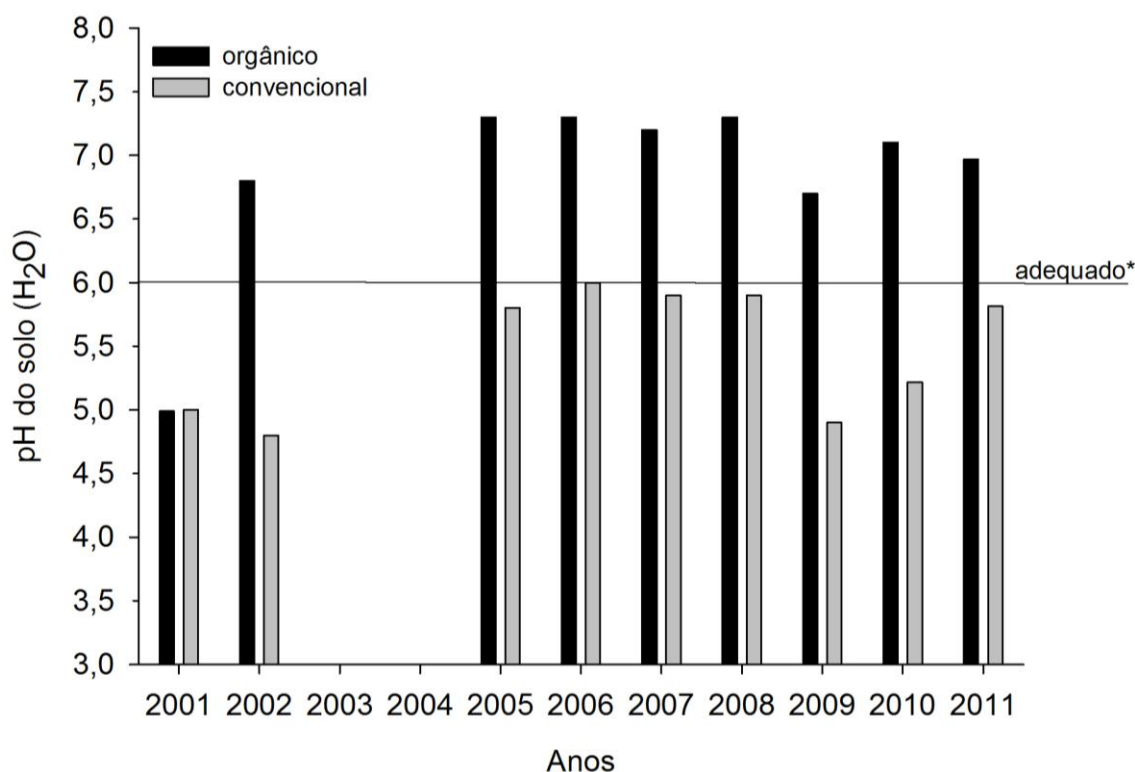


FIGURA 1. pH do solo, 00-20 cm de profundidade, em pomares de laranjeiras 'Valência' sob sistema de cultivo orgânico e convencional, Montenegro - RS, 2001 a 2011.
* interpretação conforme indicações técnicas da SBCS (2004); Média de três amostras nos anos 2010 e 2011.

O composto orgânico sólido apresentou um valor de neutralização de aproximadamente 22% (corresponde a um PRNT de 22%, admitindo uma eficiência relativa do composto de 100%). Considerando a dose aplicada de $209 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ no primeiro ano, concentrado na projeção da copa das plantas, em duas parcelas e considerando umidade de 48% e densidade de 0,69, o volume de composto aplicado representou aproximadamente 35 t ha^{-1} de calcário PRNT 100%. A dose recomendada de calcário PRNT 100%, conforme análise realizada, para atingir pH do solo 6,0 (SMP 6,4), seria $1,4 \text{ t ha}^{-1}$ (SBCS, 2004). Ou seja, aplicou-se cerca de 25 vezes mais composto, em duas aplicações em superfície, que o máximo recomendado para elevar o pH a níveis adequados.

A MOS foi superior no pomar orgânico em todos os anos avaliados em relação ao pomar convencional (Figura 2) e na maioria dos anos (2002, 2005, 2007, 2009 e 2011) se apresentou com teor considerado médio de acordo com a SBCS (2004). Já o teor de MOS do pomar convencional em todos os anos foi interpretado como baixo.

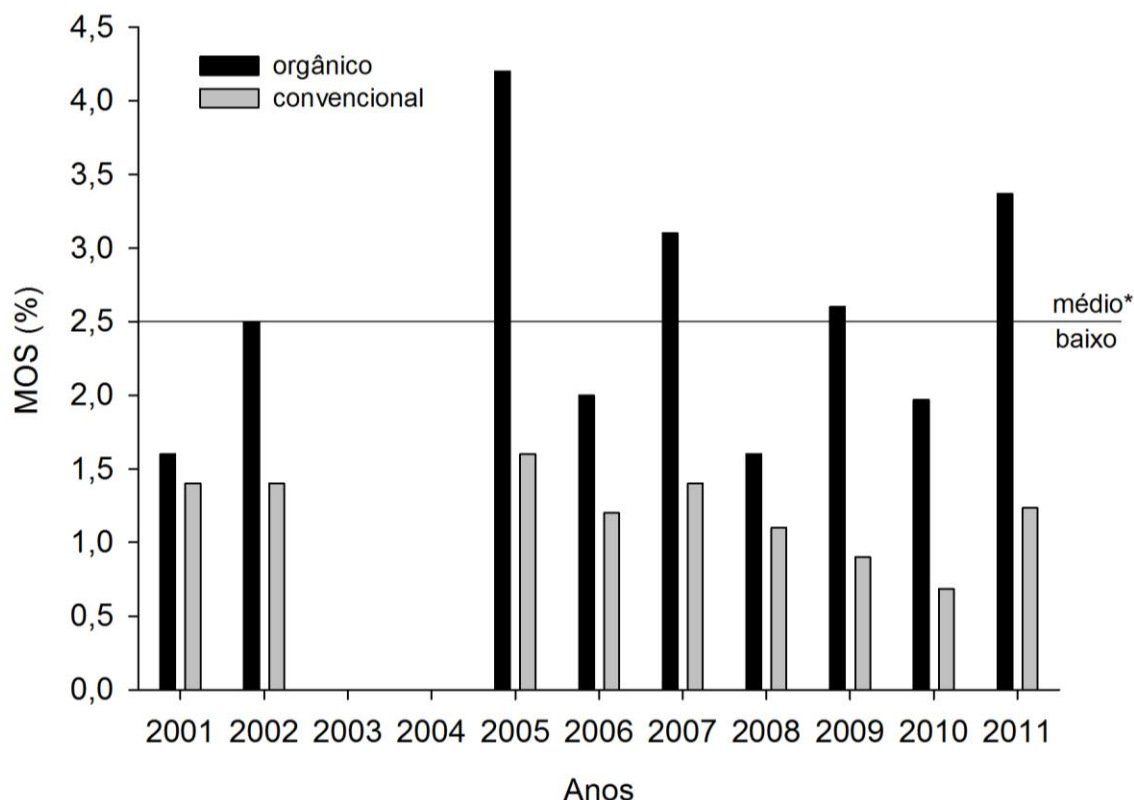


FIGURA 2. Matéria orgânica do solo (MOS), 00-20 cm de profundidade, em pomares de laranjeiras 'Valência' sob sistema de cultivo orgânico e convencional, Montenegro - RS, 2001 a 2011.
* interpretação conforme indicações técnicas da SBCS (2004); Média de três amostras nos anos 2010 e 2011.

Houve grande variação da MOS do pomar orgânico entre os anos avaliados. Como exemplo verifica-se que de 2005 a 2006 a MOS reduziu mais da metade do seu conteúdo, o que não é comum de se observar na natureza, nem mesmo em sistema de cultivo altamente degradante ao solo. Provavelmente essa variação se deve a problemas de amostragem e provável interação com a forma de distribuição do adubo ao solo, já que a adubação

com composto orgânico sólido foi realizada com distribuição a lanço com pás, fazendo com que o adubo fosse mal distribuído na área, conforme demonstra a figura 3.



FIGURA 3. Distribuição de composto orgânico no pomar orgânico, Montenegro – RS, 2006. Foto: Henrique Belmonte Petry.

Assim, estas informações sugerem que o número de subamostras em pomares que são adubados com composto orgânico desta forma deve ser aumentado em relação ao indicado pela SBCS (2004), para diminuir erros amostrais, já que não há uniformidade na distribuição.

O teor de N foliar foi na maioria dos anos considerado normal nas laranjeiras de ambos os pomares. (Figura 4).

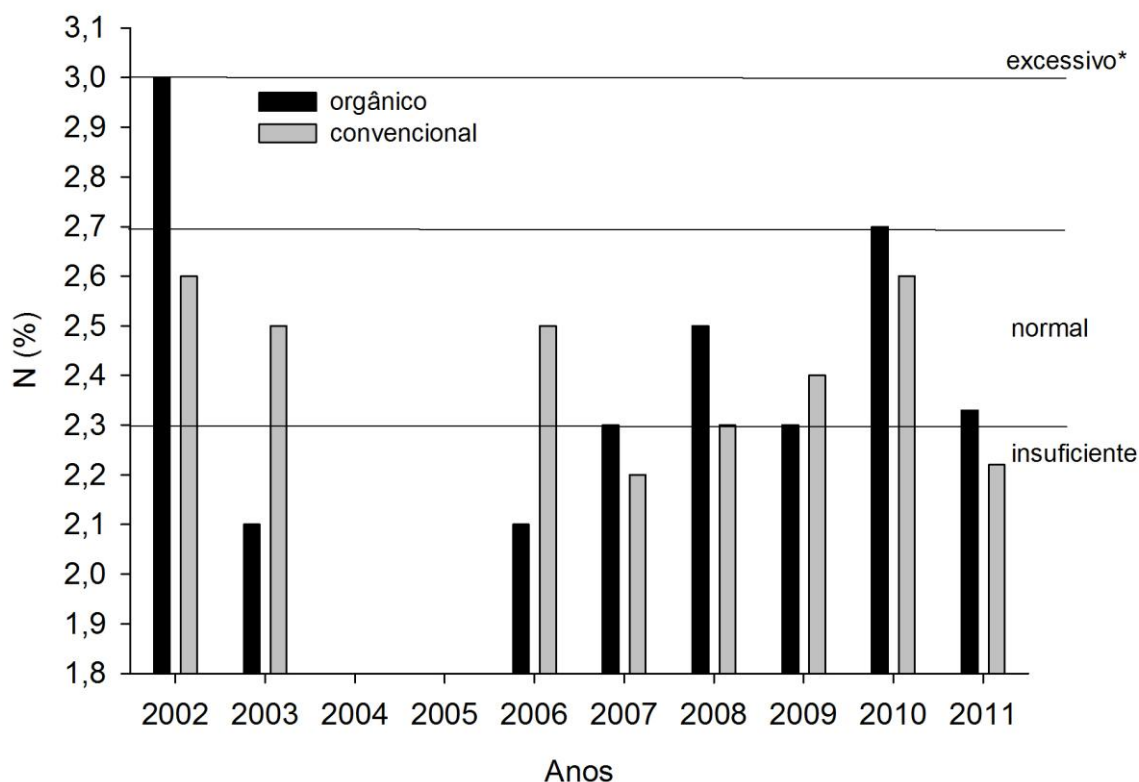


FIGURA 4. Nitrogênio foliar de laranjeiras 'Valência' sob sistema de cultivo orgânico e convencional, Montenegro - RS, 2002 a 2011.
 * interpretação conforme indicações técnicas do Grupo Paulista de Adubação e Calagem para Citros (1994); Média de três amostras nos anos 2010 e 2011.

As adubações nitrogenadas duas vezes ao ano no pomar convencional foram suficientes para manter o teor foliar de N dentro da suficiência, exceto nos anos de 2007 e 2011. De forma semelhante, as aplicações iniciais de composto orgânico e as semeaduras de leguminosas e consórcios mantiveram os teores foliares de N adequados nas laranjeiras do pomar orgânico, nos anos de 2007 a 2011.

Provavelmente, as adubações com composto orgânico em altas doses realizadas em 2001 se refletiu em um alto teor de N nas plantas do pomar orgânico em 2002, ou seja houve um "consumo de luxo" pelas laranjeiras. No ano seguinte, os teores foliares em deficiência podem ter sido decorrência da

maior concorrência com as plantas espontâneas e pela redução das doses de adubo orgânico aplicados ao solo. A manutenção dos teores foliares de N em níveis considerados como normais, nas laranjeiras do pomar orgânico de 2007 a 2011, provavelmente se deve ao cultivo anual de leguminosas (ervilhaca no inverno e feijão-miúdo no verão), já que as adubações com composto orgânico foram suspensas em 2006.

O teor de P no solo foi considerado muito alto nos dois pomares em todos os anos (Figura 5).

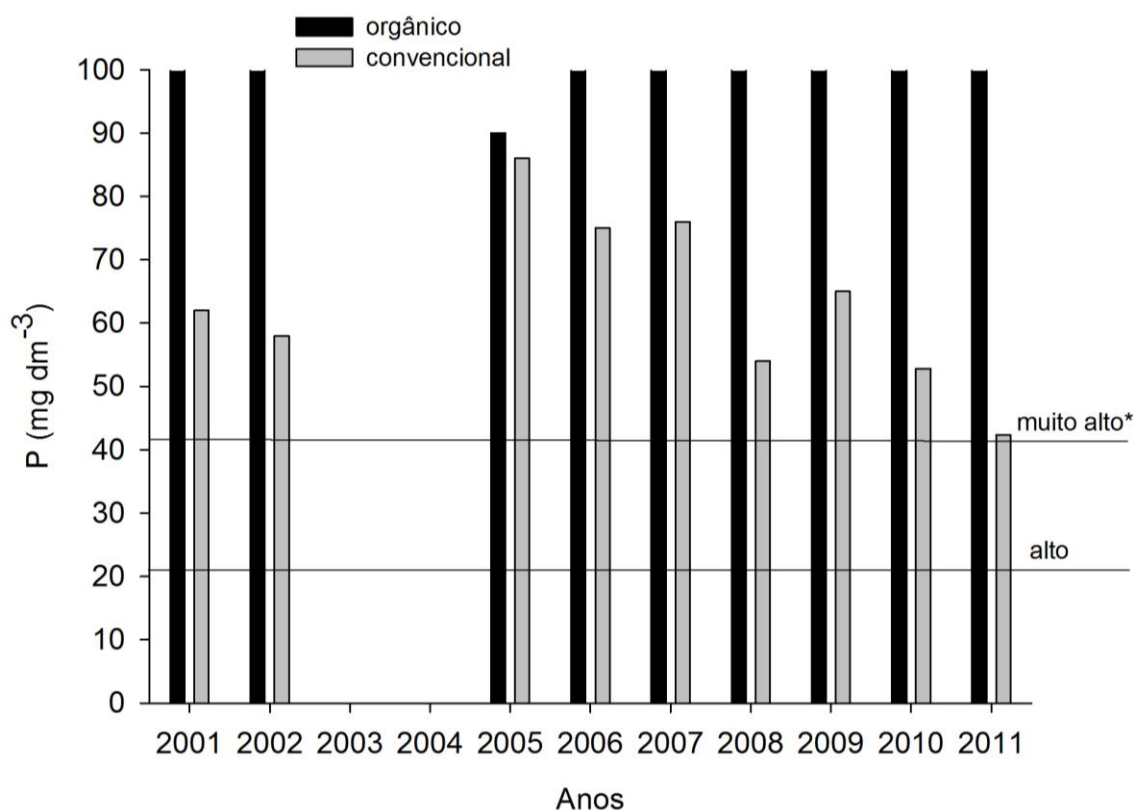


FIGURA 5. Teor de fósforo no solo, 00-20 cm de profundidade, em pomares de laranjeiras 'Valência' sob sistema de cultivo orgânico e convencional, Montenegro - RS, 2001 a 2011.

* interpretação conforme indicações técnicas da SBCS (2004); Média de três amostras nos anos 2010 e 2011; Teores acima de 100 mg dm⁻³ foram considerados como 100 mg dm⁻³.

De 2005 a 2011, mesmo estando muito alto, houve uma diminuição nos teores do P no solo no pomar convencional, mostrando que nos próximos anos

poderá haver necessidade de repor este nutriente ao solo. Já no pomar orgânico os teores se mantêm acima de 100 mg dm^{-3} por que o composto orgânico é muito rico em fósforo (Apêndice 3).

Na maioria dos anos o P foliar foi considerado normal nas laranjeiras sob cultivo orgânico e convencional (Figura 6).

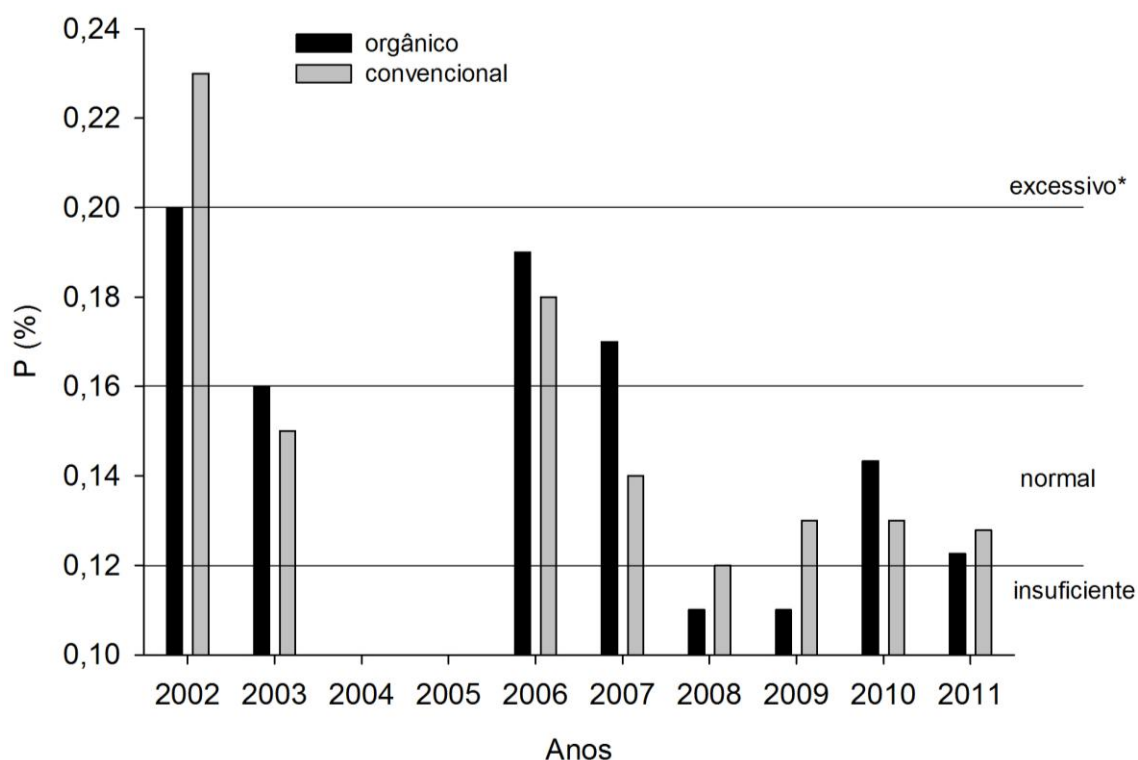


FIGURA 6. Teor de fósforo foliar de laranjeiras 'Valência' sob sistema de cultivo orgânico e convencional, Montenegro - RS, 2002 a 2011.
* interpretação conforme indicações técnicas do Grupo Paulista de Adubação e Calagem para Citros (1994); Média de três amostras nos anos 2010 e 2011.

A gradativa redução nos níveis de P no solo e foliar do pomar convencional, a partir de 2005, é provavelmente devida à exportação do nutriente pelos frutos, já que não foram realizadas adubações fosfatadas desde 2004.

A partir de 2008 houve um aumento da produtividade no pomar convencional, onde naquele ano foi alcançada a maior produtividade ao longo

dos anos avaliados (Figura 23), o que provavelmente levou a uma redução nos teores foliares de P. Isto provavelmente se deve porque a taxa de absorção de P do solo pelas raízes não foi suficiente para compensar a quantidade de P canalizado para a nutrição dos frutos.

No pomar orgânico a redução dos níveis de P foliar pode ser atribuída ao aumento de produtividade e conseqüente maior exportação do nutriente a partir de 2008, resultado que será apresentado no próximo subcapítulo, e pela influência negativa sobre a absorção do P, provavelmente ocorrida em função do alto teor de K no solo (Figura 7), provavelmente diminuindo o suprimento de fósforo em relação ao que foi extraído anualmente pelas colheitas, de acordo com as afirmações de Magalhães (2006).

Outro fator importante a se considerar é o alto pH do solo do pomar orgânico (Figura 1) ao longo dos anos e o alto pH do composto orgânico (Apêndice 3), o que pode ter indisponibilizado P às laranjeiras, já que, segundo Lopes *et al.* (2004), a maior parte das formas mais solúveis e disponíveis de P existem entre pH 5,5 e 7,0.

O teor de K no solo foi considerado alto na maioria dos anos avaliados em ambos os pomares (Figura 7). Ainda, na maioria dos anos, os teores de K no solo do pomar orgânico foram superiores em relação ao convencional, provavelmente pela adubação com composto orgânico, rico em K (Apêndice 3).

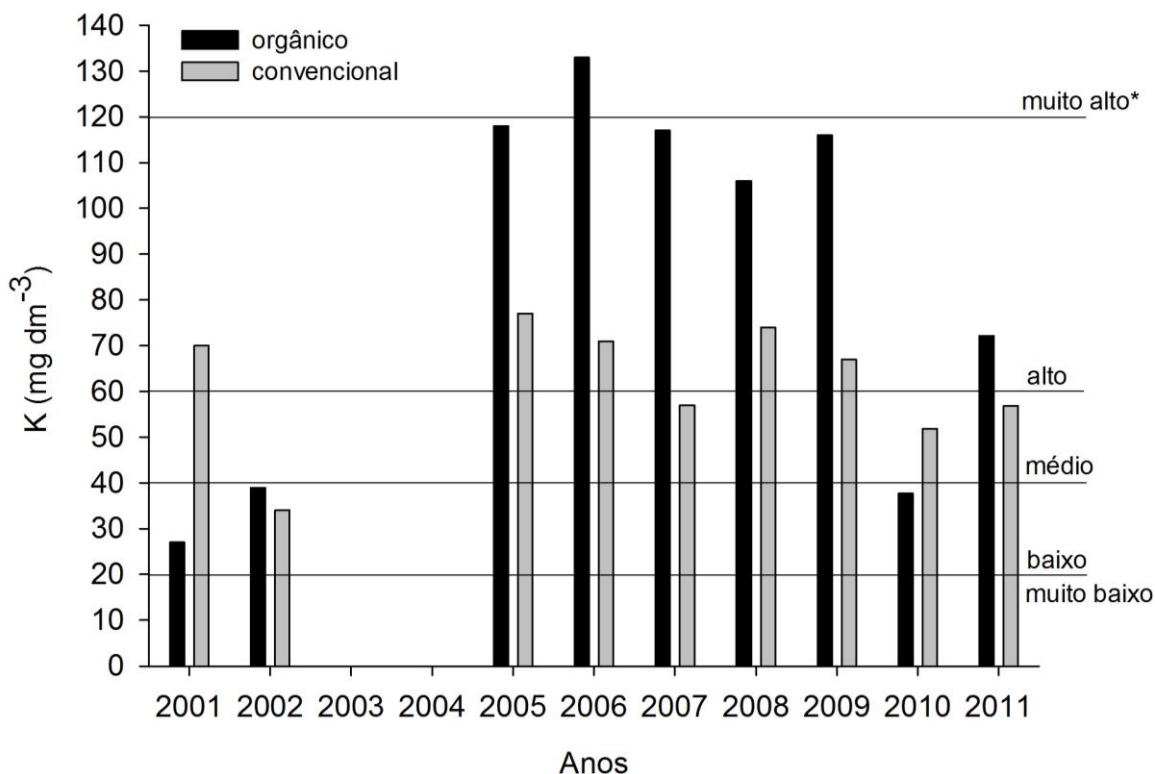


FIGURA 7. Teor de potássio no solo, 00-20 cm de profundidade, em pomares de laranjeiras 'Valência' sob sistema de cultivo orgânico e convencional, Montenegro - RS, 2001 a 2011.
* interpretação conforme indicações técnicas da SBCS (2004); Média de três amostras nos anos 2010 e 2011.

Na maioria dos anos o teor de K foliar se mostrou normal nas laranjeiras dos dois pomares (Figura 8).

Os maiores teores de K no solo do pomar orgânico não garantiu maior fornecimento do nutriente às laranjeiras, que em ambos os pomares se mostraram semelhantes quanto ao teor de K foliar ao longo dos anos, excluindo-se 2003.

A redução dos teores foliares de K em 2009 no pomar convencional pode ser atribuída a perdas por lixiviação, pois de maio a outubro de 2008 houve precipitação acima do normal (Apêndice 6), sendo este o período (maio e agosto/setembro) que foram realizadas as adubações potássicas. Sendo o K um elemento muito móvel no solo associado a um período de altas

precipitações sobre um solo muito arenoso (teor de argila próximo a 10%) resultou em perdas de K que se refletiu sobre os teores foliares deste nutriente, o que está de acordo com as afirmações de Lopes *et al.* (2004).

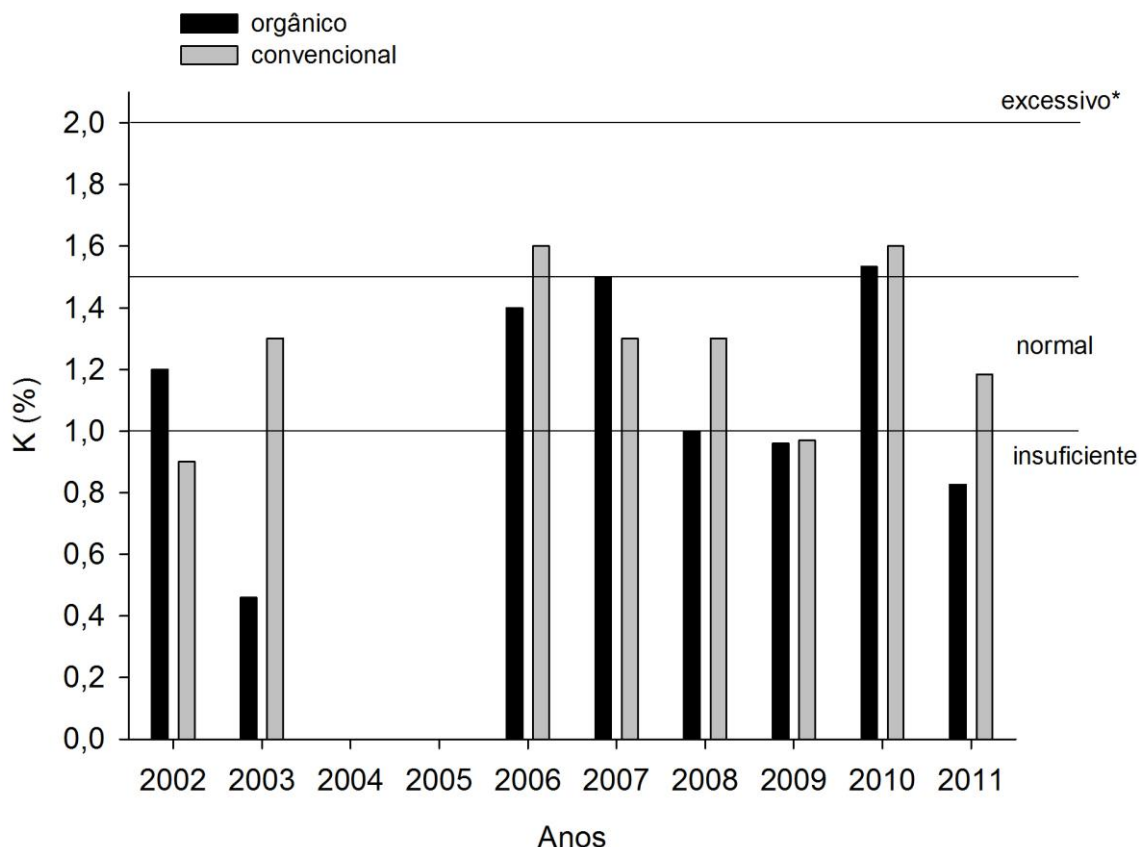


FIGURA 8. Teor de potássio foliar de laranjeiras 'Valência' sob sistema de cultivo orgânico e convencional, Montenegro - RS, 2002 a 2011.
* interpretação conforme indicações técnicas do Grupo Paulista de Adubação e Calagem para Citros (1994); Média de três amostras nos anos 2010 e 2011.

Estes resultados estão de acordo com os obtidos por Du Plessis (1992), onde um baixo nível de K nas folhas quase sempre pode ser relacionado a uma alta relação $\text{Ca} + \text{Mg K}^{-1}$ no solo (Figura 14), apesar do alto teor de K no mesmo. Outro fator que pode ter influenciado os níveis de K foliar e no solo foi a utilização de K pelas plantas de cobertura do solo, que devem ter competido com as plantas cítricas em absorção de K no pomar orgânico, indisponibilizando momentaneamente parte deste nutriente às laranjeiras.

Os teores de Ca no solo do pomar orgânico foram considerados altos de 2002 a 2011 e baixo em 2001, enquanto no convencional situou-se no limiar entre médio e baixo, mesmo com as aplicações anuais de calcário dolomítico neste pomar (Figura 9).

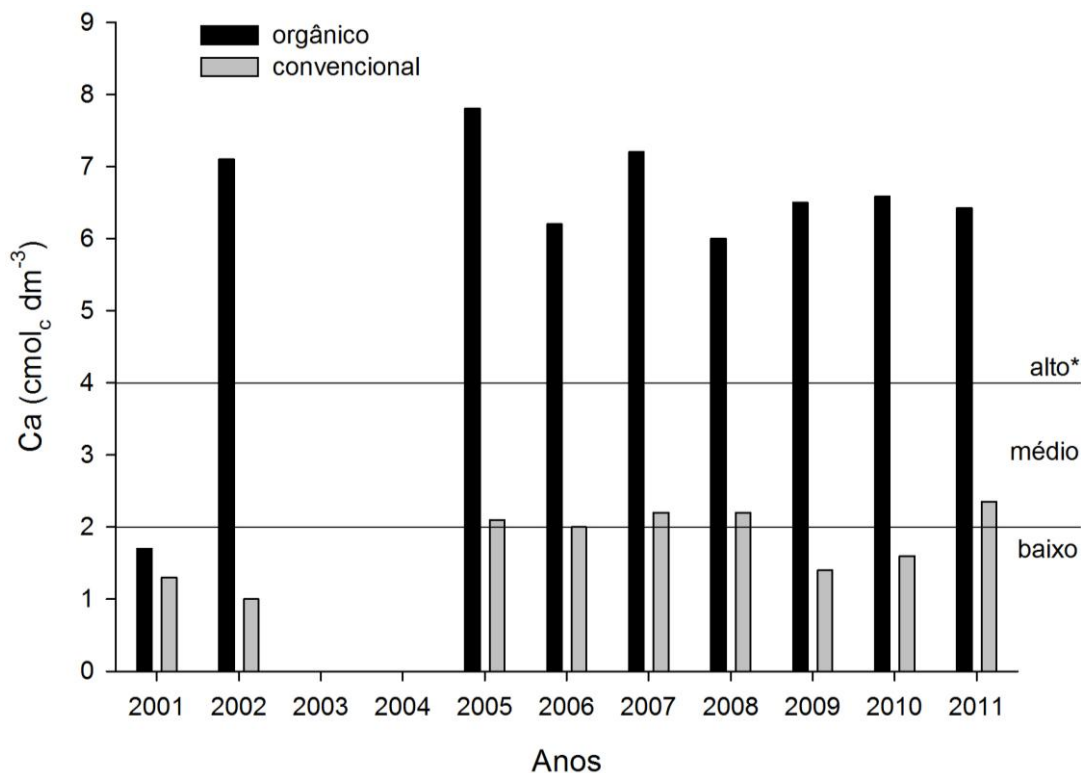


FIGURA 9. Teor de cálcio no solo, 00-20 cm de profundidade, em pomares de laranjeiras 'Valência' sob sistema de cultivo orgânico e convencional, Montenegro - RS, 2001 a 2011.
* interpretação conforme indicações técnicas da SBCS (2004); Média de três amostras nos anos 2010 e 2011.

Os altos teores de Ca no solo provavelmente fez diminuir a absorção de K pelas laranjeiras no pomar orgânico, mesmo estando alto o teor de K no solo, devido ao antagonismo existente na relação entre Ca e K (Prado, 2008).

O teor foliar de Ca foi considerado normal na maioria dos anos, nas laranjeiras do pomar orgânico, e excessivo em 2009 e 2011 (Figura 10), decorrente dos altos níveis de Ca no solo (Figura 9), enquanto nas laranjeiras do pomar convencional foi considerado insuficiente de 2002 a 2010 e suficiente

em 2011 (Figura 10) decorrência dos níveis de Ca no solo situar-se no limiar entre médio e baixo (Figura 9).

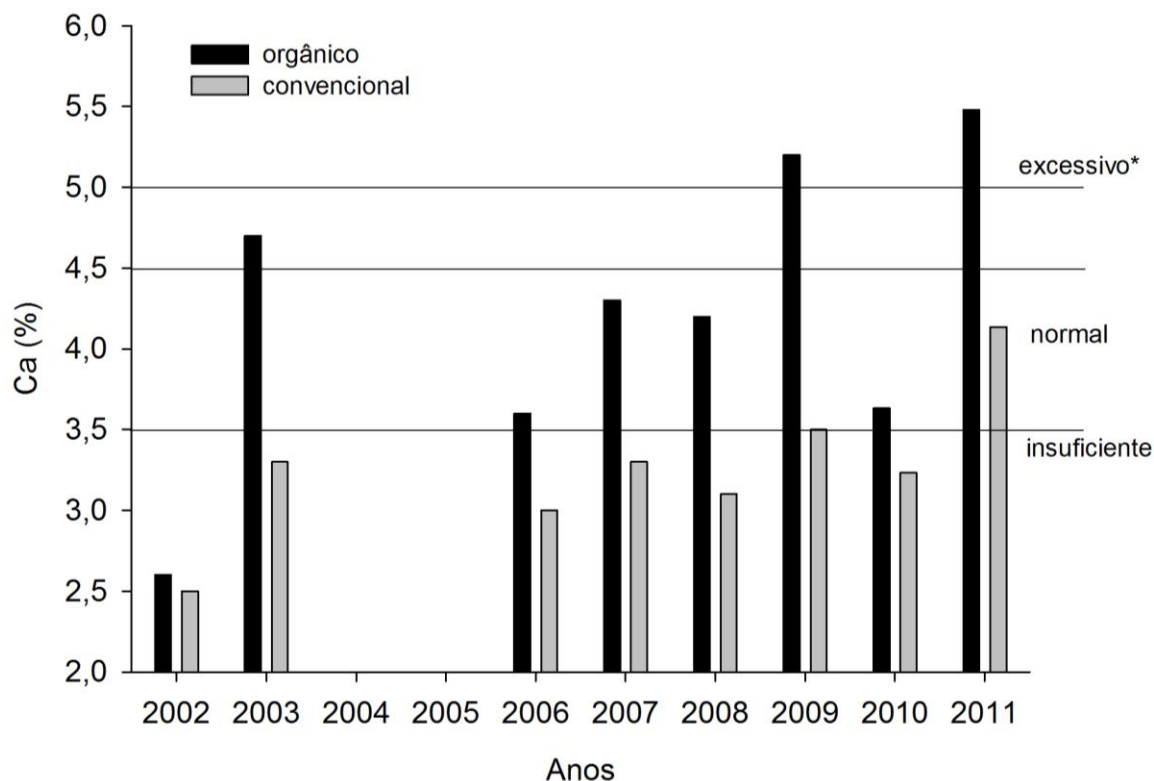


FIGURA 10. Teor de cálcio foliar de laranjeiras 'Valência' sob sistema de cultivo orgânico e convencional, Montenegro - RS, 2002 a 2011. * interpretação conforme indicações técnicas do Grupo Paulista de Adubação e Calagem para Citros (1994); Média de três amostras nos anos 2010 e 2011.

Os teores de Mg do solo foi considerado médio, na maioria dos anos avaliados, em ambos os pomares, exceto no solo do pomar orgânico em 2002 e do convencional em 2009, que foi interpretado como baixo (Figura 11).

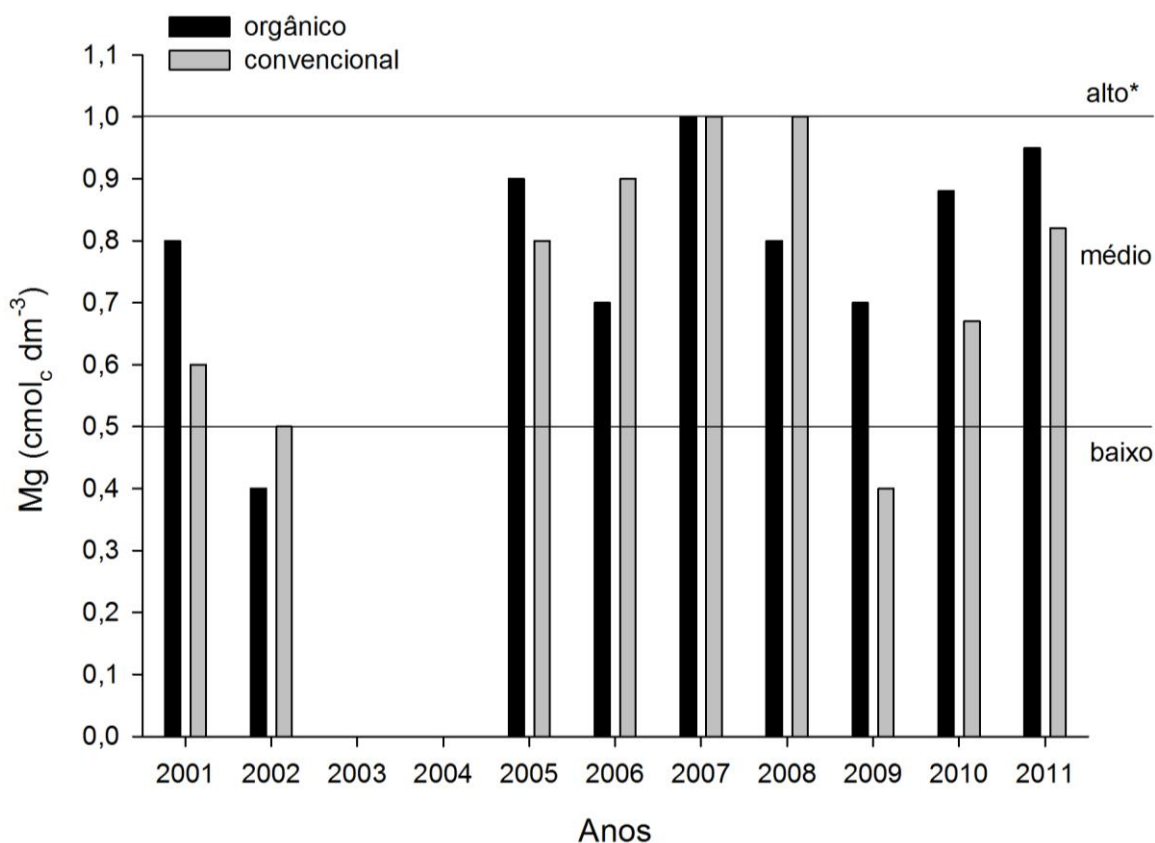


FIGURA 11. Teor de magnésio no solo, 00-20 cm de profundidade, em pomares de laranjeiras 'Valência' sob sistema de cultivo orgânico e convencional, Montenegro - RS, 2001 a 2011.
* interpretação conforme indicações técnicas da SBCS (2004); Média de três amostras nos anos 2010 e 2011.

O teor de Mg foliar (Figura 12) das laranjeiras do pomar orgânico foi considerado normal ao longo dos anos, exceto em 2009 que foi interpretado como insuficiente.

Nas laranjeiras do pomar convencional o Mg foi situado na faixa dos níveis excessivos de 2002 a 2007, e normal ou pouco acima do normal de 2008 a 2011, apesar de os teores no solo estarem situados na faixa do médio. A partir de 2008 os teores foliares sofreram leve diminuição, provavelmente, devido à translocação desse nutriente para os frutos, cuja produção aumentou significativamente nesta época (Figura 23).

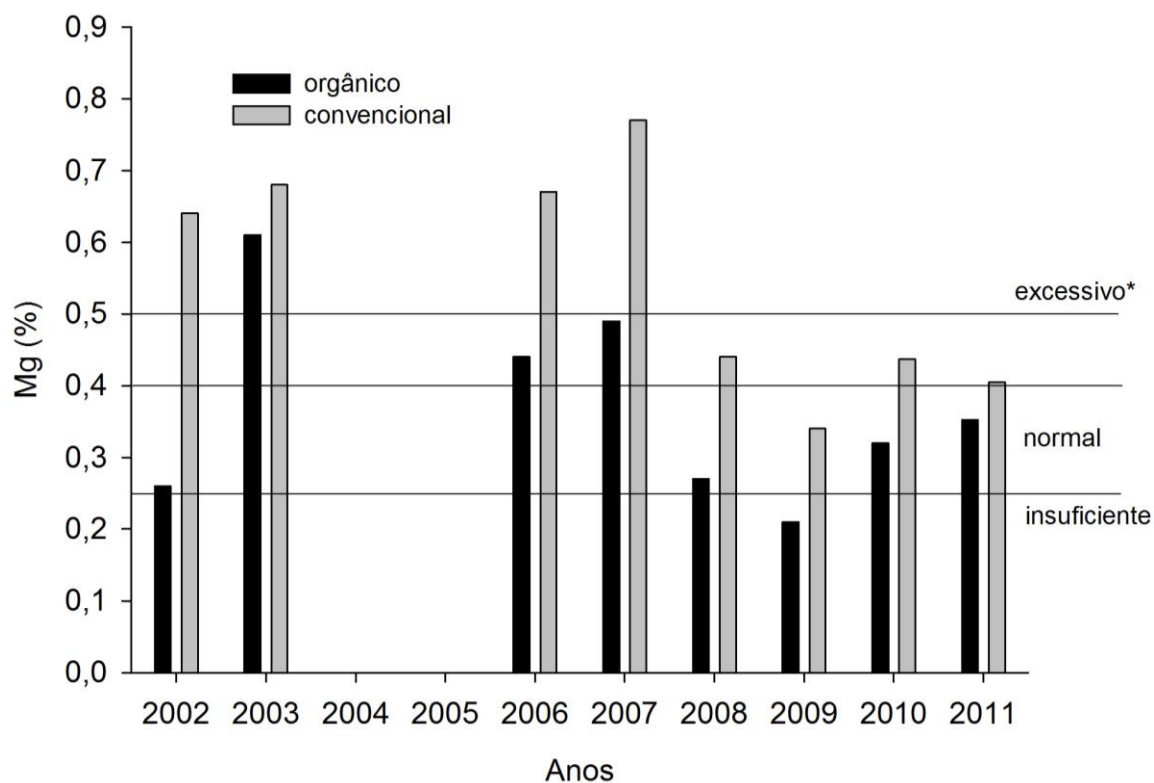


FIGURA 12. Teor de magnésio foliar de laranjeiras 'Valência' sob sistema de cultivo orgânico e convencional, Montenegro - RS, 2002 a 2011. * interpretação conforme indicações técnicas do Grupo Paulista de Adubação e Calagem para Citros (1994); Média de três amostras nos anos 2010 e 2011.

Provavelmente a baixa relação Ca Mg^{-1} (Figura 13) favoreceu a absorção de Mg pelas raízes das laranjeiras do pomar convencional em detrimento do Ca, que se mostrou insuficiente, conforme na figura 10, fazendo com que se elevasse os teores de Mg nas folhas a níveis excessivos em alguns anos, conforme discutido anteriormente. Estes resultados estão de acordo com as citações de Prado (2008), que afirma que os dois nutrientes competem pelos sítios de absorção nas raízes das plantas, o que os torna antagônicos.

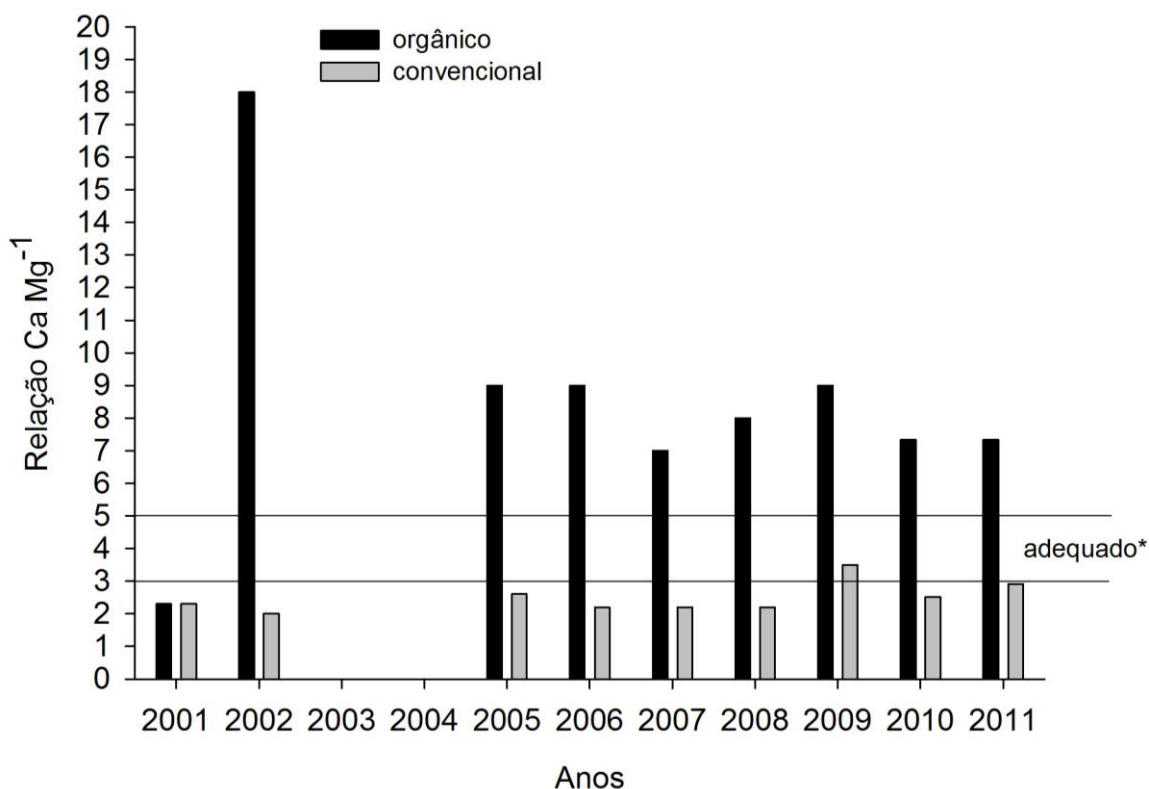


FIGURA 13. Relação Ca Mg⁻¹ no solo, 00-20 cm de profundidade, em pomares de laranjeiras 'Valência' sob sistema de cultivo orgânico e convencional, Montenegro - RS, 2001 a 2011.
* interpretação conforme indicações técnicas da SBCS (2004); Média de três amostras nos anos 2010 e 2011.

Aplicações de calcário dolomítico (com maior relação Ca Mg⁻¹) ou calcítico, fertilizantes com presença de Ca como nitrato de cálcio, superfosfato simples e gesso agrícola são alternativas viáveis para suprir as deficiências de Ca e adequar as relações de Ca Mg⁻¹ no solo, em casos desta natureza.

A relação Ca Mg⁻¹ no solo esteve acima do adequado no pomar orgânico e muito próximo do adequado no pomar convencional (Figura 10). Conforme supracitado, o alto teor de Ca no solo do pomar orgânico provavelmente ocorreu devido ao alto teor de Ca no composto orgânico utilizado (Apêndice 3), que apresenta grande quantidade de cinzas advindas de caldeiras de indústrias em sua composição. Mesmo com a relação Ca Mg⁻¹ alta no solo do pomar

orgânico, o teor de Mg (Figura 11) foi interpretado como médio no solo, o que pode ter possibilitado a absorção em níveis suficientes pelas laranjeiras.

A relação $\text{Ca} + \text{Mg} \text{ K}^{-1}$ foi superior ao longo dos anos no solo do pomar orgânico (Figura 14), basicamente por que o composto orgânico é muito rico em Ca (Apêndice 3) como supracitado.

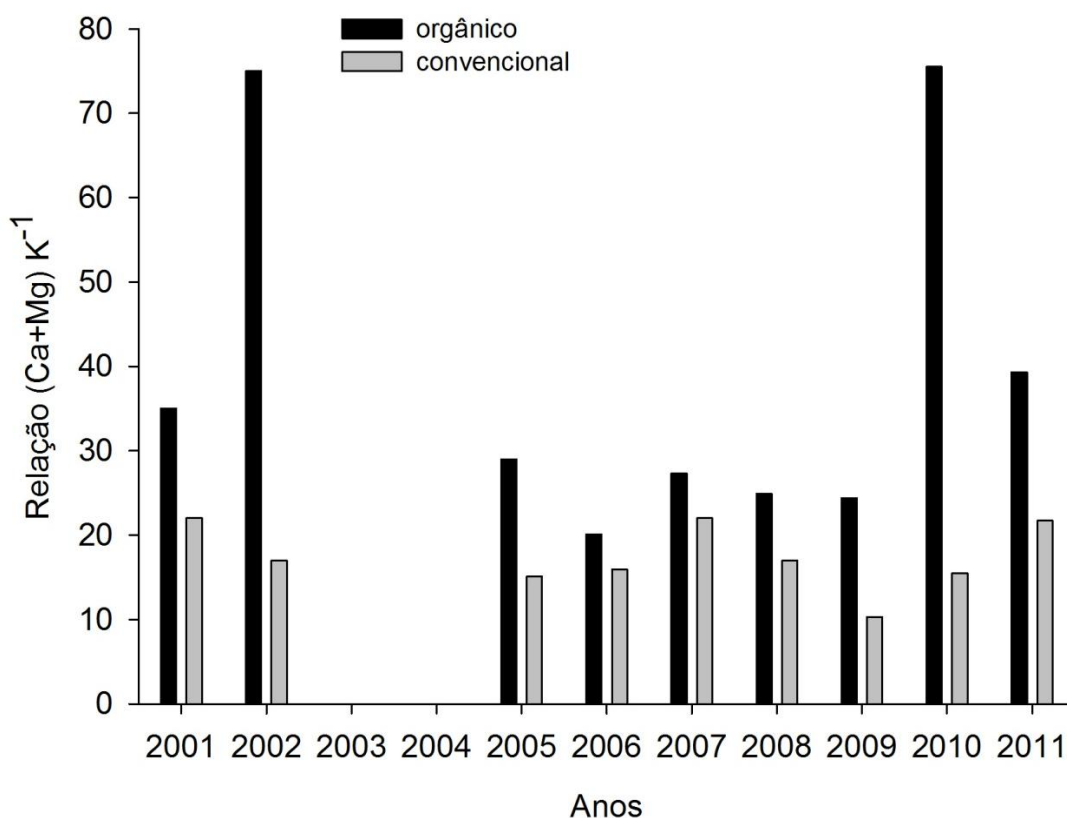


FIGURA 14. Relação $(\text{Ca} + \text{Mg}) \text{ K}^{-1}$ no solo, 00-20 cm de profundidade, de pomares de laranjeiras 'Valência' sob sistema de cultivo orgânico e convencional, Montenegro - RS, 2001 a 2011.

* Média de três amostras nos anos 2010 e 2011.

Os resultados obtidos nas análises foliares e de solo de K, Ca e Mg, bem como suas relações, estão de acordo com os relatos feitos por DuPlessis (1992) e Prado (2008), onde mostram que o desbalanço na relação entre estes nutrientes podem causar alterações nos níveis foliares de cada um. Provavelmente o efeito do desequilíbrio das relações entre K, Ca e Mg no pomar orgânico não foi superior aos apresentados no pomar convencional,

porque no solo do pomar orgânico os teores de Ca, Mg e K médios ou altos poderiam estar compensando os desbalanços verificados.

O teor de B do solo foi interpretado como médio a alto em ambos os pomares, desde 2002, quando se começou a avaliar os micronutrientes no solo (Figura 15).

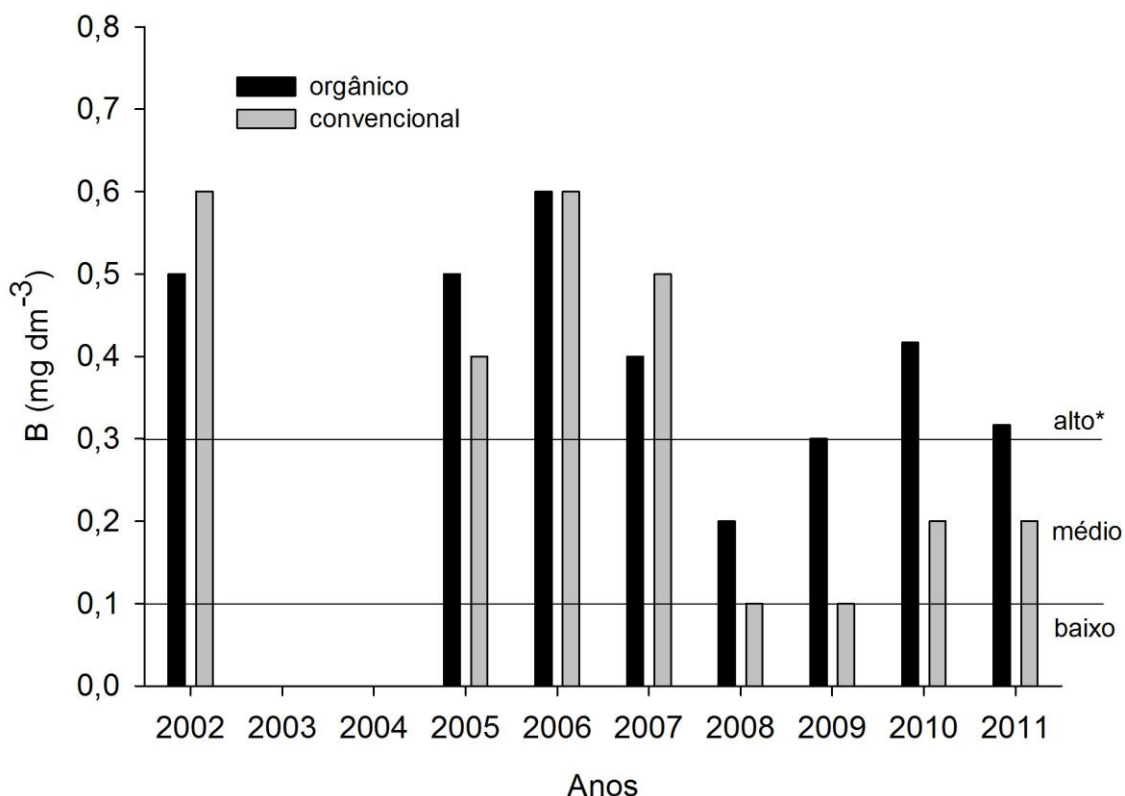


FIGURA 15. Teor de boro no solo, 00-20 cm de profundidade, em pomares de laranjeiras 'Valência' sob sistema de cultivo orgânico e convencional, Montenegro - RS, 2002 a 2011.

* interpretação conforme indicações técnicas da SBCS (2004); Média de três amostras nos anos 2010 e 2011.

Apesar de não ter sido aplicado B via solo na implantação do pomar convencional, este nutriente mostrou-se abundante no solo nos anos iniciais, provavelmente devido a disponibilidade natural havida no solo. No pomar orgânico justificam-se os altos teores por ser um nutriente constante nos adubos orgânicos empregados (Apêndice 3).

O teor de B foliar foi considerado normal nas laranjeiras do pomar orgânico ao longo dos anos, exceção feita para o ano de 2003, que foi interpretado como excessivo. Já no pomar convencional os teores foram considerados insuficientes ao longo dos anos, exceto para 2010, que foi considerado normal (Figura 16).

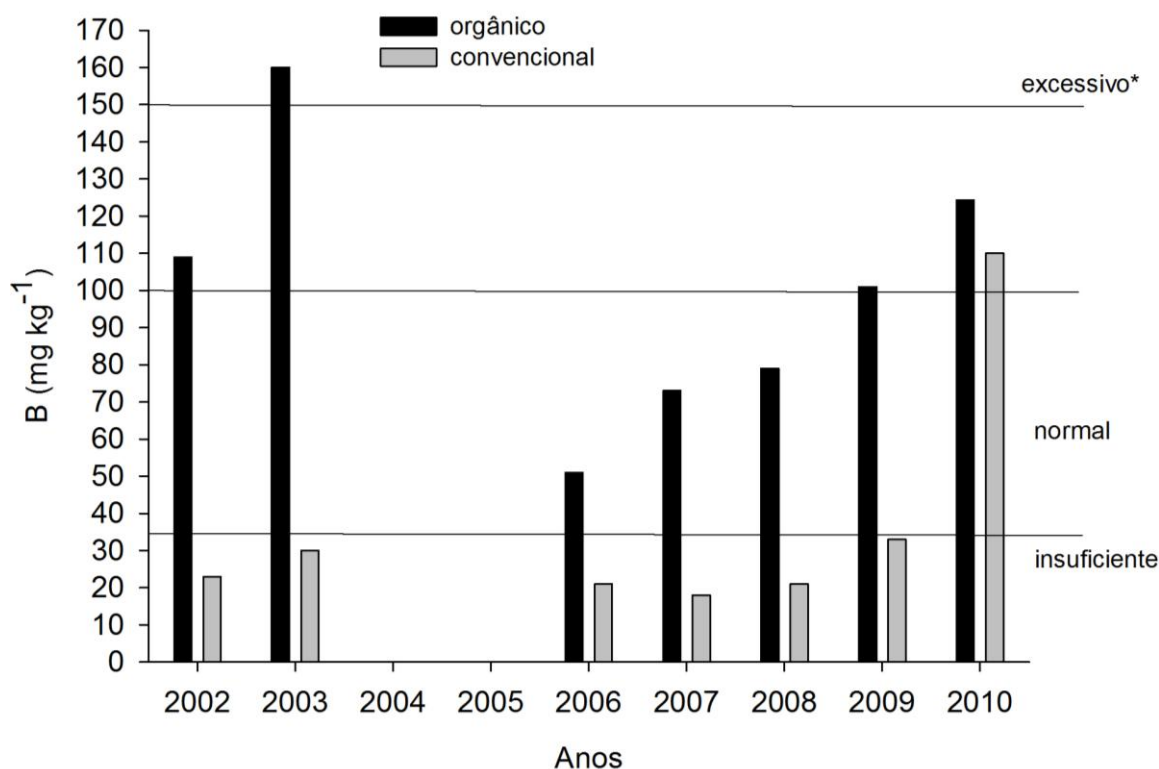


FIGURA 16. Teor de boro foliar de laranjeiras 'Valência' sob sistema de cultivo orgânico e convencional, Montenegro - RS, 2002 a 2010.

* interpretação conforme indicações técnicas do Grupo Paulista de Adubação e Calagem para Citros (1994); Média de três amostras nos anos 2010 e 2011.

Mesmo apresentando teores de médio a altos no solo e com aplicações anuais de B, na forma de bórax ou ácido bórico, provavelmente a insuficiência de B foliar nas laranjeiras submetidas ao cultivo convencional se deva a maior exportação deste pela maior produtividade apresentada ao longo dos anos e acentuado aumento de produção de 2008 a 2011, o que mostra a necessidade de adubações anuais para compensar a retirada do B. Outro fator a se

considerar é que, trabalhos citados por Lopes (1998) mostram a diminuição da disponibilidade de B com a aplicação de calcário, principalmente os mais reativos, pela elevação do pH do solo. Provavelmente as aplicações anuais de calcário no pomar convencional tenham indisponibilizado o conteúdo de B no solo às laranjeiras.

Os teores de Zn no solo em ambos pomares foram interpretados como altos (Figura 17). No entanto, no pomar orgânico os teores mostraram-se invariavelmente maiores que no convencional, ao longo dos anos avaliados, e podem ser atribuídos basicamente pela adição via adubos orgânicos. Contudo, os teores de Zn foliares foram considerados insuficientes em ambos pomares ao longo dos anos, exceto nas laranjeiras sob cultivo convencional que em 2011 apresentaram níveis acima do normal (Figura 18).

Os baixos teores foliares de Zn no pomar convencional provavelmente sejam ocasionados pelos níveis de P no solo, considerados de altos a muito altos, que podem causar inibição da absorção de Zn pelos citros, de acordo com Morton & Proebst (2003). Apesar de ser aplicado anualmente via foliar desde 2007, somente em 2011 o Zn passou a ser interpretado como normal nas folhas.

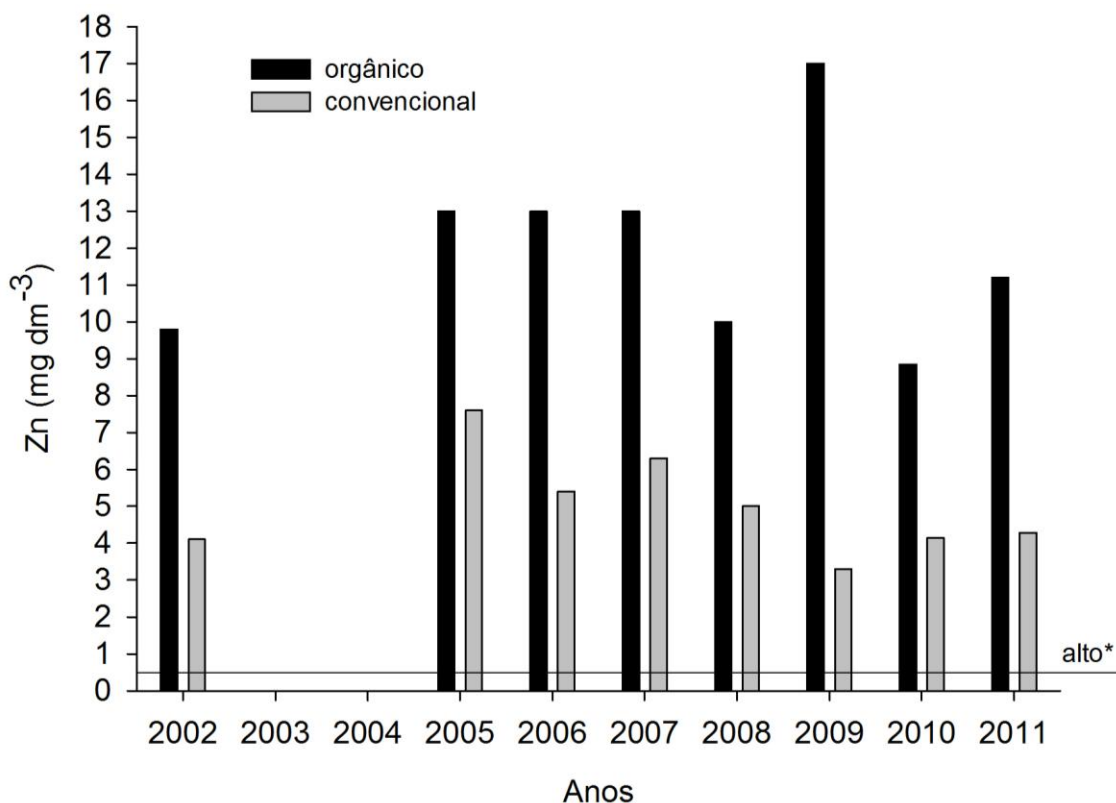


FIGURA 17. Teor de zinco no solo, 00-20 cm de profundidade, em pomares de laranjeiras 'Valência' sob sistema de cultivo orgânico e convencional, Montenegro - RS, 2002 a 2011.

* interpretação conforme indicações técnicas da SBCS (2004); Média de três amostras nos anos 2010 e 2011.

Além da influência do P, Morton & Proebst (2003) citam que altos níveis de Ca e pH alto, como os verificados no pomar orgânico, podem diminuir a absorção de Zn, que apesar de abundante no solo ao longo dos anos (Figura 17), ficou menos disponível para as plantas, o que acarretou em deficiência deste nutriente nas laranjeiras pelos motivos acima citados. Lopes (1998), ainda cita que a interação P-Zn pode ser ainda mais alterada em solos com pH fora da faixa adequada.

Aplicações com sais de Zn poderão ser realizadas em pomares orgânicos juntamente com as aplicações de calda bordalesa (na forma de calda Viçosa) para que se possa corrigir via foliar as deficiências deste nutriente, pois

as aplicações de micronutrientes são permitidas pela legislação brasileira em sistemas orgânicos de produção (Brasil, 2011).

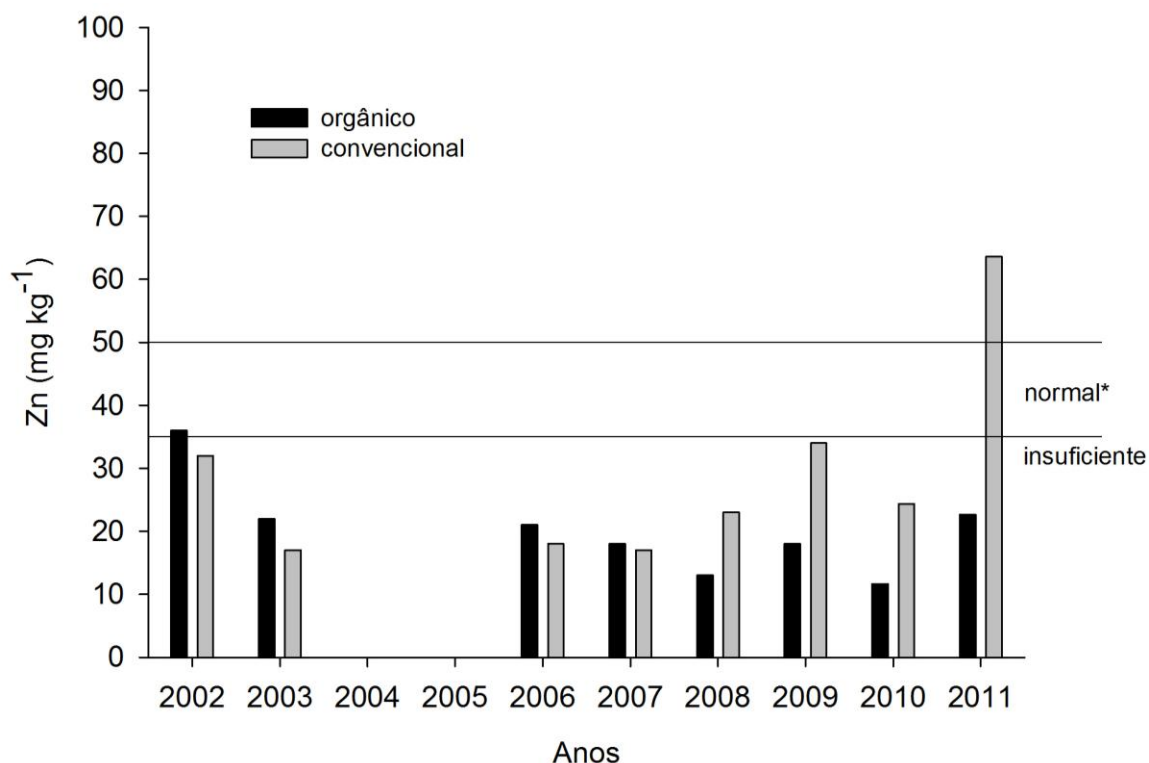


FIGURA 18. Teor de zinco foliar de laranjeiras 'Valência' sob sistema de cultivo orgânico e convencional, Montenegro - RS, 2002 a 2011.
* interpretação conforme indicações técnicas do Grupo Paulista de Adubação e Calagem para Citros (1994); Média de três amostras nos anos 2010 e 2011.

A redução do pH do solo com acidificantes (enxofre elementar) para que o Zn se tornasse mais disponível às plantas cítricas, pode ser uma alternativa viável, porém deve-se atentar ao uso de enxofre elementar, pois pode causar elevação da condutividade elétrica do solo, ou seja, tornar o solo salino. Outra opção é a diminuição de compostos alcalinos na formulação dos compostos orgânicos para que estes não provoquem o aumento do pH do solo e/ou uma recomendação adequada destes adubos orgânicos para que não cause aumento a níveis indesejáveis do pH do solo.

Os teores de Mn no solo foram interpretados como altos no pomar convencional e de baixo a médio no pomar orgânico (Figura 19). O Mn não foi aplicado via solo na implantação do pomar convencional, o que mostra que houve maior disponibilidade em função do teor do nutriente naturalmente ser maior no solo e/ou pelo manejo que aumentou a disponibilidade, principalmente pela adequação do pH do solo via aplicação de calcário.

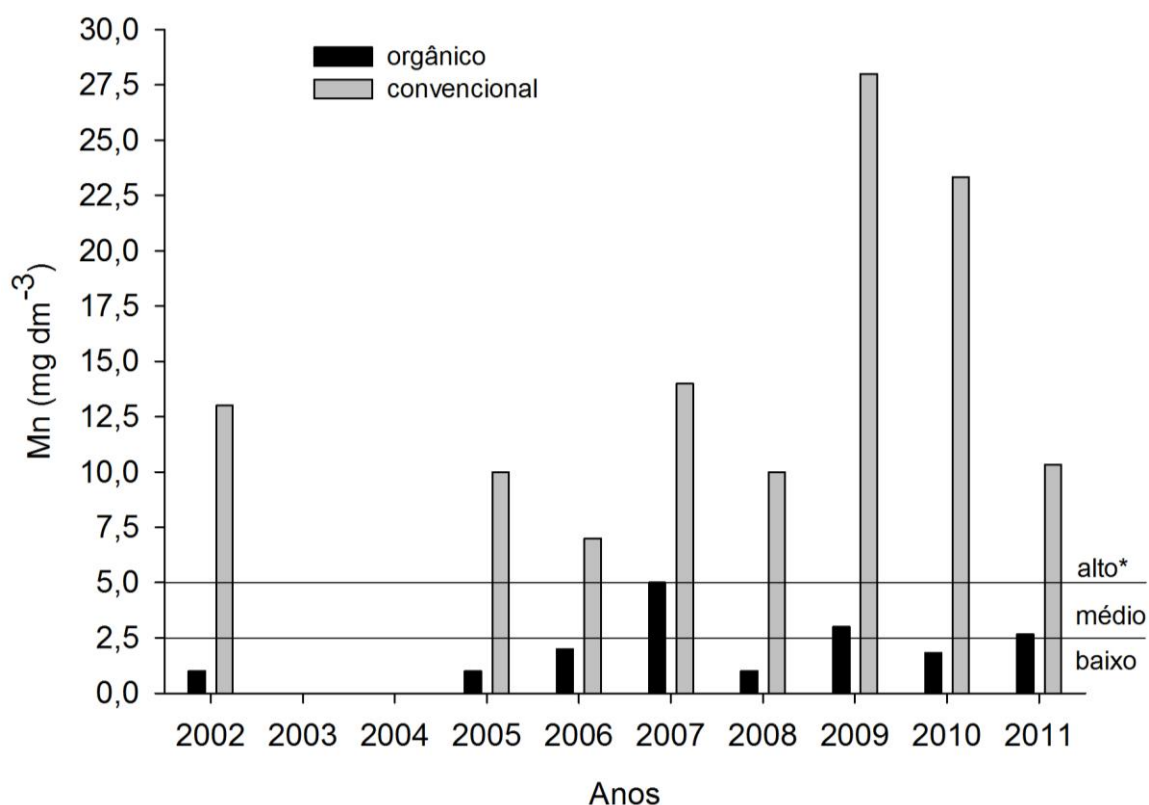


FIGURA 19. Teor de manganês no solo, 00-20 cm de profundidade, em pomares de laranjeiras 'Valência' sob sistema de cultivo orgânico e convencional, Montenegro - RS, 2002 a 2011.
* interpretação conforme indicações técnicas da SBCS (2004); Média de três amostras nos anos 2010 e 2011.

Como consequência dos níveis do nutriente no solo, os níveis foliares de Mn foram considerados acima do normal, na maioria dos anos, nas laranjeiras do pomar convencional, enquanto no pomar orgânico foram interpretados como insuficientes, exceto em 2002 e 2011 (Figura 20).

O alto pH do solo (Figura 1) pode ter deixado o Mn indisponível para as laranjeiras, conforme Obreza *et al.* (2008a). Mantovani (2009) afirma que em solos calcários e arenosos, altos teores de Cu podem reduzir a absorção de Mn, o que provavelmente ocorreu no pomar orgânico. Além disso, as espécies de cobertura do solo do pomar orgânico podem ter competido com as laranjeiras pelo Mn, deixando-o em níveis baixos no solo, apesar de o composto orgânico ser rico em Mn (Apêndice 3).

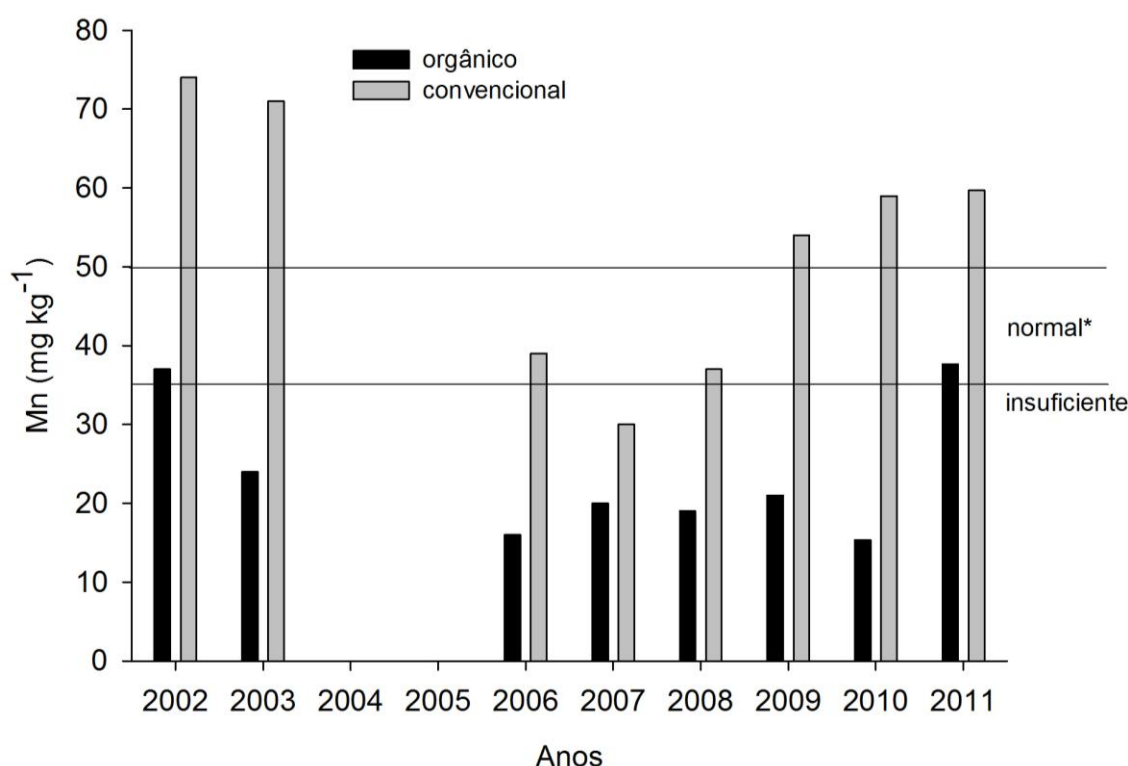


FIGURA 20. Teor de manganês foliar de laranjeiras 'Valência' sob sistema de cultivo orgânico e convencional, Montenegro - RS, 2002 a 2011.
* interpretação conforme indicações técnicas do Grupo Paulista de Adubação e Calagem para Citros (1994); Média de três amostras nos anos 2010 e 2011.

O aumento no teor foliar de Mn nas laranjeiras do pomar convencional se deve a aplicação anual realizada com sulfato de manganês via foliar, a partir de 2007. A aplicação de Mn via foliar pode ser uma alternativa viável para normalizar seu conteúdo foliar nas laranjeiras do pomar orgânico, já que a

legislação permite sua utilização (Brasil, 2011) e pode ser utilizado em conjunto com outros micronutrientes associados à calda bordalesa.

Os teores de Cu no solo apresentaram-se altos ao longo dos anos avaliados (Figura 21).

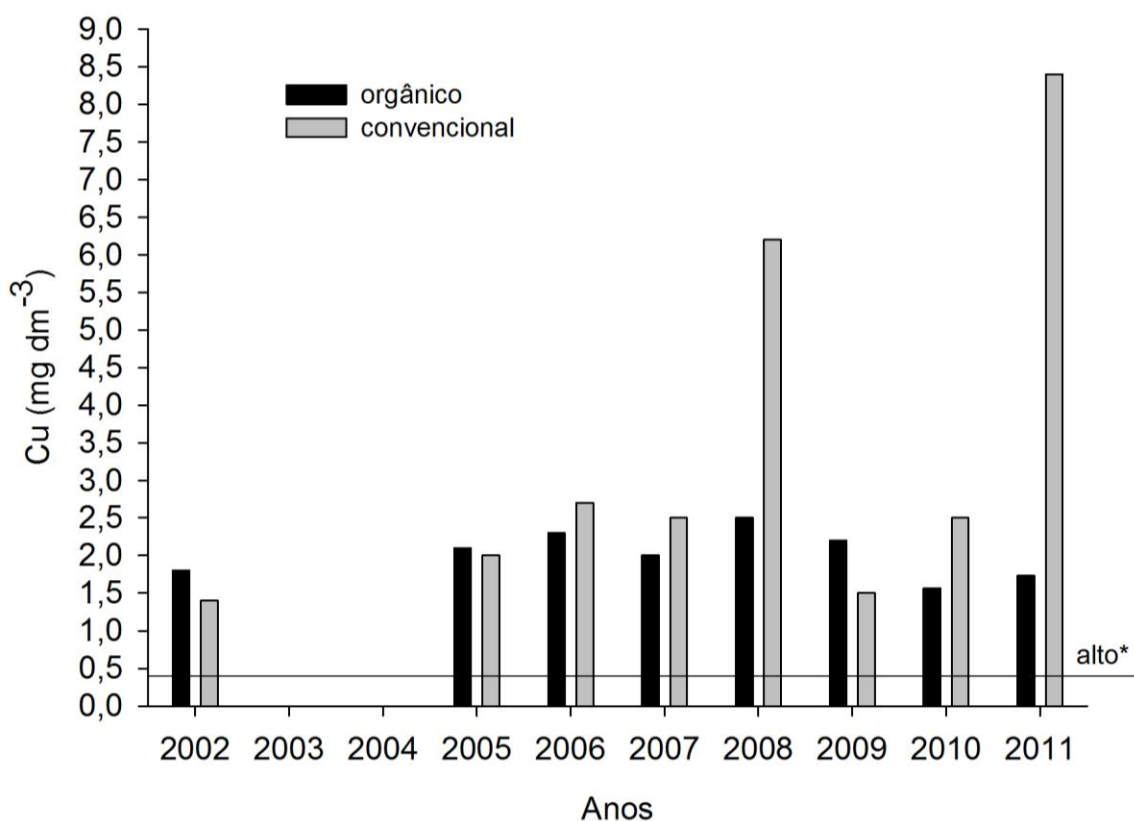


FIGURA 21. Teor de cobre no solo, 00-20 cm de profundidade, em pomares de laranjeiras 'Valência' sob sistema de cultivo orgânico e convencional, Montenegro - RS, 2001 a 2011.

* interpretação conforme indicações técnicas da SBCS (2004); Média de três amostras nos anos 2010 e 2011.

Não foram avaliados no período os teores de Cu foliar, devido às sucessivas aplicações foliares como fungicida, que contaminava as amostras coletadas dada a proximidade das épocas de aplicação com a época de coleta das folhas. O Cu, por esta situação, não é considerado um nutriente que seja limitante na produção pela sua falta, mas sim pelo seu excesso, em caso de mau manejo. Houve uma tendência de o Cu no solo do pomar convencional ser

maior que no pomar orgânico, principalmente em 2008 e 2011, provavelmente pelo maior número de aplicações de fungicidas cúpricos no pomar convencional, ao longo dos anos.

Este resultado está de acordo com Mantovani (2009), onde em solos sob cultivo tradicional de videiras, na região da Serra Gaúcha – RS, com uso anual de fungicidas a base de cobre (principalmente calda bordalesa), há acúmulo de Cu nas camadas mais superficiais, podendo causar problemas de fitotoxidez nas plantas cultivadas. Já Obreza *et al.* (2008b) afirmam que altos teores de Cu no solo passam a ser um problema só quando o pH do solo se mantém abaixo de 6,0, que ocorreu apenas no pomar convencional. No entanto, não foram visualizados sintomas de toxidez de Cu nas plantas de ambos os tratamentos.

Em um experimento com macieiras ‘Gala’ sob manejo orgânico e convencional, Peck *et al.* (2006) verificaram diferenças significativas, em um ano avaliado, no teor de N foliar, mas os níveis se encontravam acima do nível crítico estabelecido para a cultura. Foi verificada deficiência de Zn e Mn nas macieiras do pomar orgânico e todos os outros nutrientes se apresentaram dentro ou acima dos limites críticos.

Amarante *et al.* (2008) verificaram que os atributos químicos do solo foram adequados ao cultivo das macieiras ‘Royal Gala’ e ‘Fuji’ em pomares orgânicos e convencionais. O pomar convencional apresentou maior teor de P, Ca, Mg, K e N mineral no solo que no pomar orgânico, que apresentou teor de P abaixo dos valores adequados. Os teores foliares de K, Mg e N foram considerados inadequados para a cultivar ‘Royal Gala’, em ambos sistemas de cultivo.

Estes resultados mostram que a relação entre a fertilidade do solo e a nutrição das plantas depende do sistema de cultivo, bem como da sua interação com as cultivares, ambiente e as práticas de manejo. Há necessidade de maiores estudos visando equilibrar a adubação em sistemas orgânicos para que as plantas possam se desenvolver de modo adequado, com todos os nutrientes em níveis adequados nas plantas.

4.2 Crescimento e produção de frutos das laranjeiras

O sistema de cultivo influenciou o crescimento das laranjeiras 'Valência' ao longo dos anos avaliados.

No plantio e primeiro ano, as plantas de ambos os tratamentos mantiveram um diâmetro de tronco semelhantes (Figura 22).

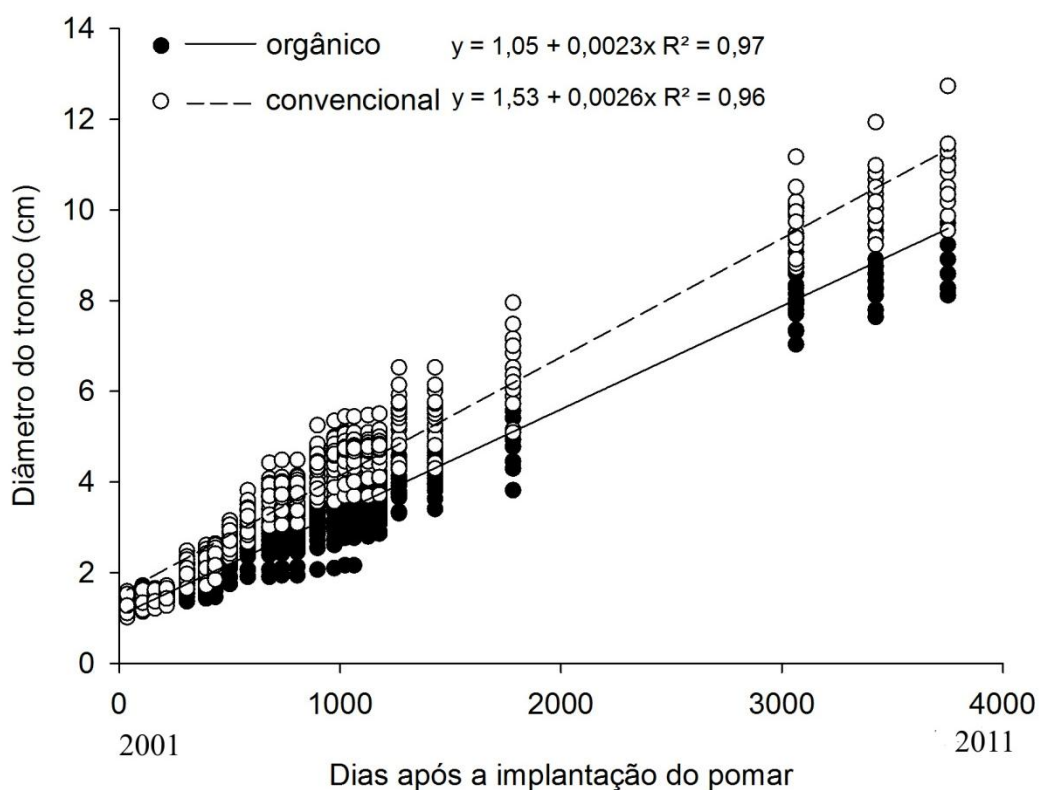


Figura 22: Diâmetro do tronco (cm) de laranjeiras 'Valência' cultivadas sob sistema de cultivo orgânico e convencional, Montenegro – RS, 2001 a 2011. Dados transformados por ordenamento.

A partir do segundo ano, as laranjeiras sob cultivo convencional passaram a apresentar um diâmetro significativamente superior às aquelas em cultivo orgânico, com interação significativa entre tratamentos e épocas avaliadas ($p=0,0565$). A taxa de crescimento do tronco das laranjeiras em sistema convencional foi 13% superior às orgânicas ao longo dos anos avaliados.

O volume de copa, a área de projeção da copa e a altura das plantas também foram influenciados pelos tratamentos ao longo dos anos 2009 a 2011 (Tabela 1). As laranjeiras do sistema convencional apresentaram, no ano de 2011, altura, área de projeção da copa e volume de copa superiores às do sistema orgânico em 24%, 22% e 33%, respectivamente.

A menor taxa de crescimento das laranjeiras em sistema orgânico, provavelmente, foi devida a maior competição destas com as plantas espontâneas, tendo em vista a presença ao longo dos anos da grama-estrela, espécie do gênero *Cynodon*, considerada uma planta espontânea de difícil controle e com grande capacidade em competir com as plantas cítricas (Madge, 2009), além dos desequilíbrios nutricionais já discutidos no subcapítulo anterior.

TABELA 1. Volume de copa (VC), área de projeção da copa (APC) e altura (h) de laranjeiras 'Valência' sob sistema de cultivo orgânico e convencional, Montenegro-RS, 2009 a 2011.

Sistema de cultivo	Ano	VC (m ³)	p ^y	APC (m ²)	p	h (m)	p
Orgânico	2009	7,7	<0,0001 ^z	4,5	<0,0001	2,6	<0,0001
Convencional		12,0		6,1		3,0	
Orgânico	2010	10,9	<0,0001	6,1	<0,0001	2,7	<0,0001
Convencional		15,0		7,3		3,2	
Orgânico	2011	12,0	<0,0001	6,1	<0,0001	3,0	<0,0001
Convencional		17,2		7,5		3,6	
Média		12,49		6,27		3,02	

^y probabilidade; ^z diferenças entre tratamentos quando $p < 0,05$.

A produção das laranjeiras também foi influenciada pelos sistemas de cultivo ao longo dos anos avaliados. A produção de laranjas por planta (Figura 23) foi significativamente superior nos anos de 2004 a 2009 no pomar convencional e não diferiram do orgânico nos anos de 2010 e 2011. A diferença nos anos iniciais foi consequência do maior desenvolvimento inicial do pomar convencional.

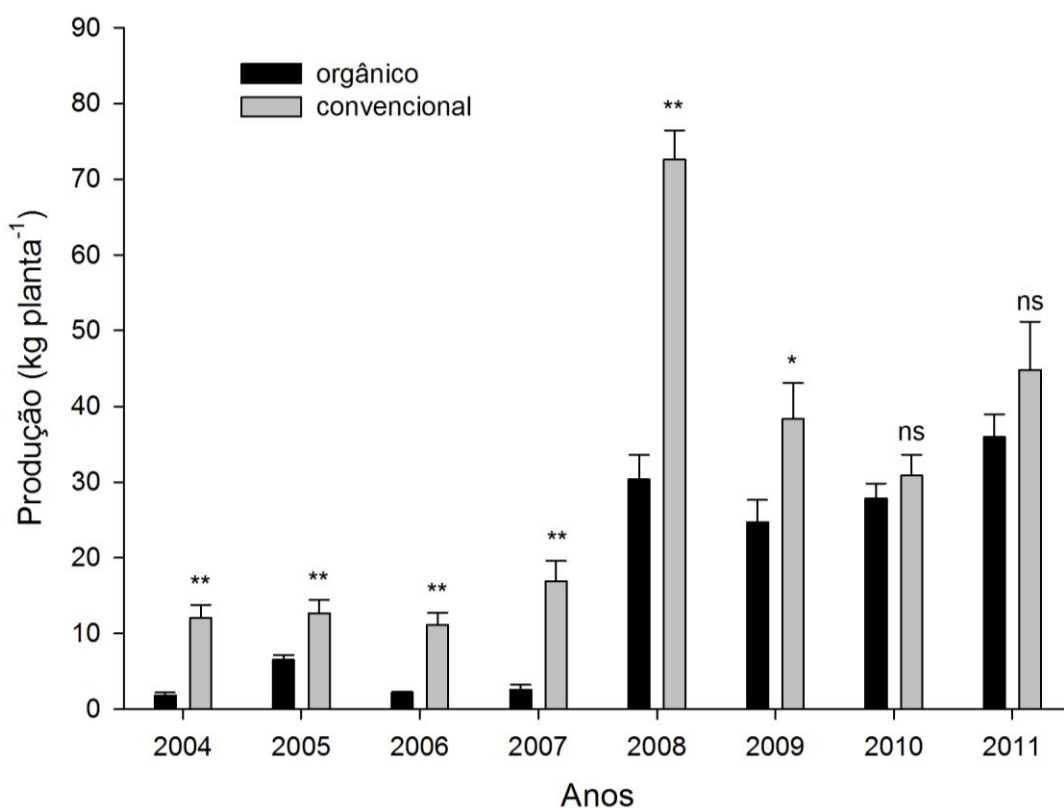


FIGURA 23. Produção de frutos (kg planta⁻¹) de laranjeiras 'Valência' produzidas sob sistema de cultivo orgânico e convencional, Montenegro – RS, 2004 a 2011.

* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; Dados transformados em $(x)^{1/2}$.

De 2004 a 2007 a produção em ambos os pomares não apresentaram incrementos reais ao longo dos anos pela influência de anos com precipitações abaixo da média (Apêndice 6): 2004 com uma redução na ordem de 19%; 2005 de 7%; e 2006 de 29 %. As precipitações abaixo da média ocorreram

principalmente nos meses de janeiro a abril de 2004, de dezembro de 2004 a abril de 2005 e de novembro de 2005 a abril de 2006. Os meses que ocorreram os déficits de precipitação são os de maior requerimento hídrico pelas plantas cítricas, pois os frutos estão na sua fase intermediária de desenvolvimento e com o aumento da temperatura (Apêndice 7) e radiação há maior desenvolvimento das plantas espontâneas, o que gera maior competição por água e nutrientes, e perdas de água por evapotranspiração, limitando a produção de frutos em ambos os pomares. Já em 2007 e 2008, houve condições favoráveis de precipitação, principalmente nos meses de primavera-verão, gerando uma condição favorável ao aumento de produção em ambos os pomares.

Nos anos 2010 e 2011 não houve diferença significativa, provavelmente, entre outros aspectos, pela redução da superfície produtiva das plantas do pomar convencional, devido ao sombreamento entre plantas. Por outro lado, como o volume de copa das laranjeiras do pomar orgânico estão menos desenvolvidas que às do sistema convencional (33% a menos em volume), sua capacidade produtiva ainda não foi afetada pelo reduzido espaçamento entre plantas. Além disso, com o aumento da idade, o sistema de raízes das plantas do sistema orgânico deve ter se desenvolvido e aprofundado mais no solo, tornando-o, gradativamente, mais apto a competirem com a vegetação espontânea (principalmente com a grama-estrela) por água e nutrientes. Essa resposta indica uma forte tendência de que, com o aumento da idade, os pomares orgânicos tendem a alcançar a produtividade dos pomares convencionais.

A produção acumulada ao longo dos anos (2004 a 2011) apresentou interação significativa entre os anos e tratamentos (Figura 24). O pomar convencional apresentou maior produção acumulada ao longo dos anos (240 kg planta⁻¹) em relação ao pomar orgânico (132 kg planta⁻¹), representando, aproximadamente, 82% a mais de produção. Essa maior produção acumulada do pomar convencional ocorreu basicamente pelas maiores produtividades alcançada nos anos iniciais, até 2009, consequência do maior desenvolvimento inicial das plantas, conforme citado e discutido anteriormente.

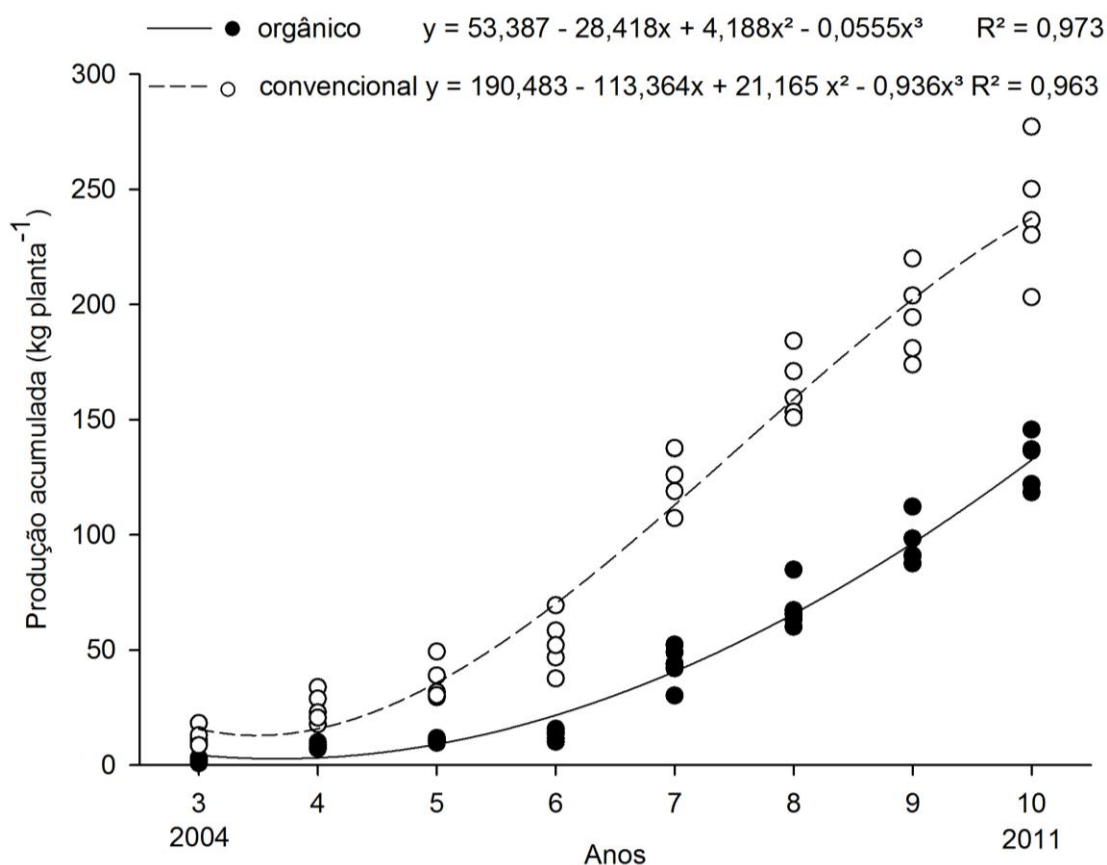


FIGURA 24. Produção acumulada de frutos (kg planta⁻¹) em laranjeiras 'Valência' produzidas sob sistema de cultivo orgânico e convencional, Montenegro – RS, 2004 a 2011. Dados transformados em $(x)^{1/2}$, $p < 0,0001$.

Amarante *et al.* (2008) em um estudo com produção orgânica e convencional de macieiras (*Malus domestica*), em Santa Catarina, verificou que a produtividade foi menor do sistema de cultivo orgânico na cultivar 'Fuji', enquanto não houve diferenças entre os sistemas com a cultivar 'Gala', em dois anos de produção, do 10^o ao 12^o ano após a implantação dos pomares.

Em outro experimento com macieiras 'Starking Delicious', cultivadas sob cultivo orgânico e convencional, na Grécia, região do Mediterrâneo, verificou-se que o pomar convencional produziu quase o dobro de frutos que o pomar orgânico, na safra 2005-2006, 16 anos após a implantação dos pomares (Roussos & Gasparatos, 2009), estando de acordo com os resultados encontrados no presente estudo.

Peck *et al.* (2006), em estudo no Estado de Washington, EUA, verificaram que no nono ano após a implantação dos pomares, as macieiras 'Gala' foram mais produtivas sob manejo convencional em relação ao orgânico, ocorrendo inversão dos resultados na safra seguinte.

Os três indicadores de eficiência de produção de frutos (PA/VC, PA/APC e PA/h) foram superiores nas laranjeiras do pomar convencional, na ANOVA e na MANOVA (Figura 25).

Estes resultados mostram que, além das plantas apresentarem maior crescimento e maior produção, são mais eficientes na sua produção relativa ao volume de copa, à área de terreno ocupada pela copa e à altura das plantas.

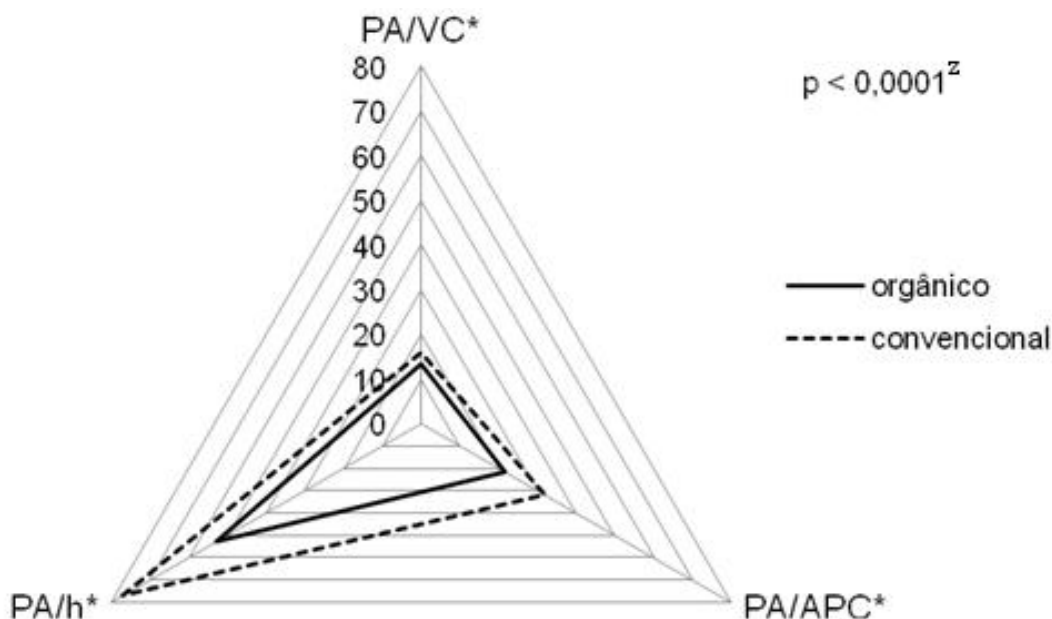


FIGURA 25. Indicadores de eficiência de produção de frutos de laranjeiras 'Valência' produzidas em sistema de cultivo orgânico e convencional, Montenegro - RS, 2004 a 2011.

* diferença significativa entre os tratamentos na ANOVA ($p < 0,05$); ^z probabilidade na MANOVA pelos testes de Wilks' Lambda; PA/VC (kg m^{-3}) produção acumulada / volume de copa; PA/APC (kg m^{-2}) produção acumulada / área de projeção da copa; PA/h (kg m^{-1}) produção acumulada / altura da copa.

Peck *et al.* (2006) verificaram que nove anos após a implantação dos pomares, as macieiras 'Gala' apresentaram maior eficiência de produção, em kg cm^{-2} de área de secção do tronco, sob manejo convencional em relação ao orgânico, havendo inversão dos resultados na safra seguinte.

Os três indicadores de eficiência de produção de frutos testados neste trabalho apresentaram alta correlação entre si, mostrando que é possível escolher apenas um deles para representar a eficiência de produção em estudos desta natureza (Tabela 2).

Para determinar o volume de copa são necessárias três medidas; para a área de projeção da copa duas; e para determinar a altura apenas uma. Isto representa economia de tempo e mão de obra na coleta de dados e na condução de experimentos, principalmente nos anos iniciais, onde a

competição entre as plantas é menor e onde não há incremento na altura das plantas em decorrência da falta de espaço para seu desenvolvimento lateral. Em experimentos onde são comparadas várias combinações copa/porta-enxerto não seria recomendado adotar apenas a altura como referência para eficiência de produção. A utilização do PA/h como indicador de eficiência de produção deve ser mais estudada, principalmente pelo aumento do sombreamento entre as plantas durante o crescimento das plantas de um pomar.

TABELA 2. Correlação entre indicadores de eficiência de produção acumulada de frutos em relação ao volume de copa (PA/VC; kg m⁻³), a área de projeção da copa (PA/APC; kg m⁻²) e a altura da copa (PA/h; kg m⁻¹) de laranjeiras 'Valência' produzidas em sistema de cultivo orgânico e convencional, Montenegro - RS, 2004 a 2011.

Coeficientes de correlação de Pearson		
n = 50		
	PA/APC	PA/h
PA/VC	0,90567	0,87493
	<0,0001*	<0,0001
PA/APC		0,92658
		<0,0001

* probabilidade, significativo quando $p < 0,05$.

O índice de alternância de produção (IAP) diferiu entre os sistemas de produção quando avaliado o período completo de produção (2004 a 2011), porém isso se deveu aos primeiros anos de produção (2004 a 2007), visto que na fase mais adulta (2008 a 2011), as diferenças do IAP entre os dois pomares não foram significativas (Tabela 3).

TABELA 3. Índice de alternância de produção de frutos (IAP) de laranjeiras 'Valência' produzidas em sistema de cultivo orgânico e convencional, Montenegro - RS, 2004 a 2011.

Sistema de cultivo	IAP		
	2004-07	2008-11	2004-11
Orgânico	0,46	0,21	0,41
Convencional	0,21	0,25	0,28
p*	<0,0001**	0,285	<0,0001
Média	0,335	0,230	0,345
CV (%)	36,7	53,7	23,7

* probabilidade na ANOVA; ** significativo quando $p < 0,05$.

As plantas cultivadas em ambos os sistemas são consideradas não alternantes, pois apresentaram valores de IAP inferior a 0,5. Segundo Bassal (2009), o IAP pode variar de 0 a 1; quando superior a 0,5 indica que há tendência de alternância de produção; e sendo inferior, indica que as plantas apresentam tendência de safras regulares ao longo dos anos. Apesar disso, as plantas do pomar orgânico, principalmente no início de sua fase produtiva (2004-2007), apresentaram maior tendência de alternância de produção, apresentando valores próximos a 0,5, principalmente nas primeiras safras (2004-2007), confirmando a observação de Schwarz (2006), de que a laranjeira 'Valência' apresenta certa tendência de alternância de produção.

Conforme já discutido, a maior produtividade, crescimento e eficiência produtiva das plantas em sistema de cultivo convencional podem ser atribuídos às diferenças de manejo das plantas espontâneas e pelo maior equilíbrio no manejo da fertilidade do solo. O manejo com herbicidas nas épocas de maior competição por água e nutrientes (primavera/verão) foi eficiente para aumentar o crescimento das plantas e antecipar a entrada na fase produtiva, no pomar convencional. Contudo, Koller *et al.* (2006), em área próxima ao do presente

experimento, não verificaram diferenças no desenvolvimento de mudas cítricas produzidas sob manejo orgânico e convencional, basicamente por que não houve competição significativa das plantas espontâneas com as laranjeiras em ambos os sistemas de cultivo, visto que no viveiro orgânico o controle do mato foi realizado com capinas e no convencional com aplicação de herbicida.

A figura 26 mostra, no verão de 2006, considerado um ano de grande seca (Apêndice 6), laranjeiras do pomar orgânico com as folhas murchas, devido ao grande estresse hídrico por competição com a grama-estrela (*Cynodon plectostachyum*), o que não ocorreu no pomar convencional.



FIGURA 26. Laranjeiras 'Valência' do pomar orgânico apresentando estresse hídrico devido à infestação de grama-estrela, em verão seco. Montenegro, RS, 2006. Foto: Henrique B. Petry.

Conforme Morton & Proebst (2003), Nienow (2006), Madge (2009) e Theisen & Theisen (2010), o manejo das plantas espontâneas durante a fase pós-implantação do pomar é de fundamental importância. As capinas de coroa

feitas no primeiro ano e as roçadas de coroa nos anos seguintes não foram suficientes para controlar as ervas espontâneas constituídas basicamente por grama-estrela. A presença de grama-estrela, planta perene estival, dominante dentre as ervas espontâneas no entorno da área e por consequência também dominante no pomar orgânico, foi um fator-chave no atraso no desenvolvimento das laranjeiras, o que resultou em menor produtividade das laranjeiras neste sistema de produção, contribuindo com o desequilíbrio nutricional.

4.3 Qualidade dos frutos

Não foram verificadas diferenças ao longo dos anos de avaliação quanto às dimensões (diâmetro equatorial, altura e a relação de forma) dos frutos produzidos em sistema de cultivo orgânico e convencional (Tabela 4).

TABELA 4. Diâmetro equatorial ($\emptyset f$), altura (hf) e relação de forma do fruto ($Ff = \emptyset f / hf$) de laranjas 'Valência' produzidas em sistema de cultivo orgânico e convencional, Montenegro - RS, 2010 e 2011.

Sistema de cultivo	$\emptyset f$. (mm)	hf (mm)	Ff
Orgânico	73,41	67,21	1,09
Convencional	73,67	67,58	1,09
p* Ano	0,584**	0,022	0,0009
p Trat	0,855	0,746	0,796
p (Trat x Ano)	0,081	0,343	0,196
Média	73,542	67,393	1,090
CV (%)	2,28	2,35	1,55
p^z Wilks' Lambda 0,417			

* probabilidade na ANOVA; ** significativo quando $p < 0,05$; ^z probabilidade na MANOVA pelo teste de Wilks' Lambda.

Os resultados mostram que o diâmetro equatorial médio dos frutos foi de 73,5 mm, superior ao mínimo de 53 mm especificados pelos padrões internacionais (OECD, 2010). A altura foi 67,4 mm de diâmetro, em ambos os

pomares. Os frutos de ambos os sistemas de cultivo são definidos como achatados, devido a relação de forma (Øf/hf) apresentada, com média de 1,09.

Os frutos apresentaram, em média, 50,2 % de suco no pomar orgânico e 50,5 % no pomar convencional (Figura 27) e não houve diferenças entre os pomares em cada ano e no conjunto dos anos avaliados.

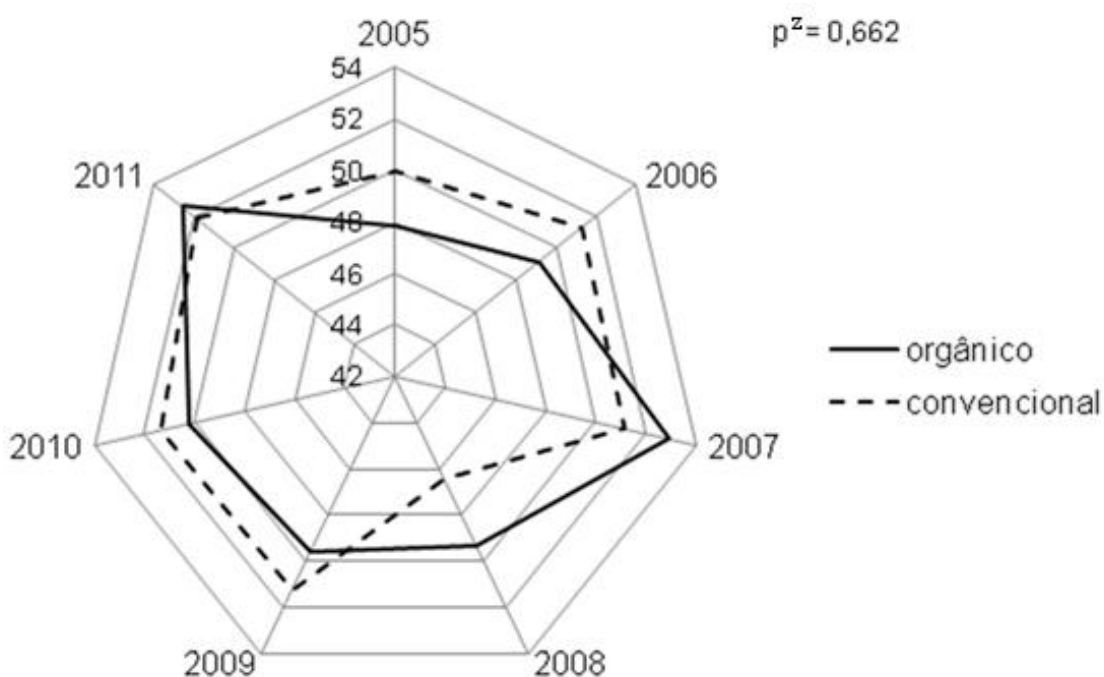


FIGURA 27. Teores de suco (%) de laranjas 'Valência' produzidas em sistema de cultivo orgânico e convencional. Montenegro, RS, 2005 a 2011.
 * diferença significativa entre os tratamentos na ANOVA ($p < 0,05$);
^z probabilidade na MANOVA pelos testes de Wilks' Lambda.

Segundo o Codex Alimentarius (2005) e os padrões internacionais da OECD (2010), as laranjas comuns para consumo *in natura* devem apresentar um teor de suco (Ts) acima de 35%, o que foi plenamente atendido em ambos os sistemas de cultivo ao longo dos anos avaliados, mesmo sendo considerado baixo para os padrões das laranjas produzidas no Brasil. Sartori *et al.* (2002) encontraram teores de suco em laranjas 'Valência' variando entre 50 e 60 %

nas condições edafoclimáticas da Depressão Central do RS, ao avaliarem seis cultivares de laranjeiras-doces ao longo da fase de maturação dos frutos, estando de acordo com os teores de suco encontrados no presente estudo em ambos pomares. Já Lester et al. (2007) verificaram que pomelos (*C. paradisi* Macf.) 'Rio Red' sob sistema de cultivo orgânico no sul do Estado do Texas, EUA, apresentaram maior teor de suco em relação aos cultivados de modo convencional, diferenças estas que não foram encontradas no presente trabalho.

O pomar convencional apresentou maior produção acumulada de suco por planta de 2005 a 2011 (Figura 28), com uma interação significativa entre os anos e tratamentos.

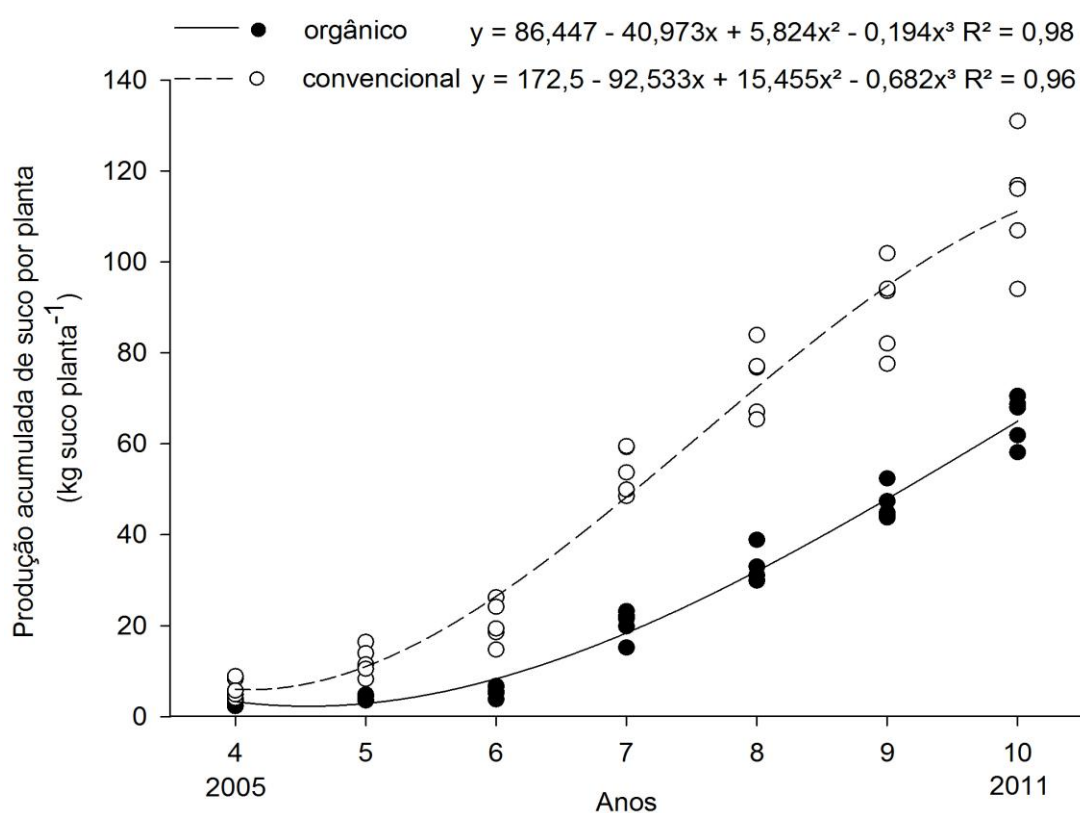


FIGURA 28. Produção acumulada de suco (kg suco planta⁻¹) de laranjeiras 'Valência' produzidas sob sistema de cultivo orgânico e convencional, Montenegro – RS, 2005 a 2011. Dados transformados em $(x)^{1/2}$, $p < 0,0001$.

O pomar orgânico produziu, ao longo dos anos avaliados, 64 kg de suco planta⁻¹, enquanto o pomar convencional produziu 113 kg de suco planta⁻¹, o que representa cerca de 73% de produção a mais. Não tendo havido sensíveis diferenças no teor médio de suco dos frutos, a diferença encontrada na produção total de suco é devida basicamente à maior produção de frutos, em massa, pelas laranjeiras sob cultivo convencional.

Pela análise conjunta dos anos avaliados por MANOVA não foram determinadas diferenças significativas entre os tratamentos quanto à massa média dos frutos (MMF) (Figura 29), no entanto, nos anos de 2005, 2006 e 2011 a MMF do pomar convencional foi superior à do pomar orgânico.

Estes resultados foram semelhantes aos obtidos por Lester *et al.* (2007) com pomelos 'Rio Red', Arruda *et al.* (2011) com laranja 'Valência' e Amarante *et al.* (2008) e Roussos & Gasparatos (2009) com maçãs.

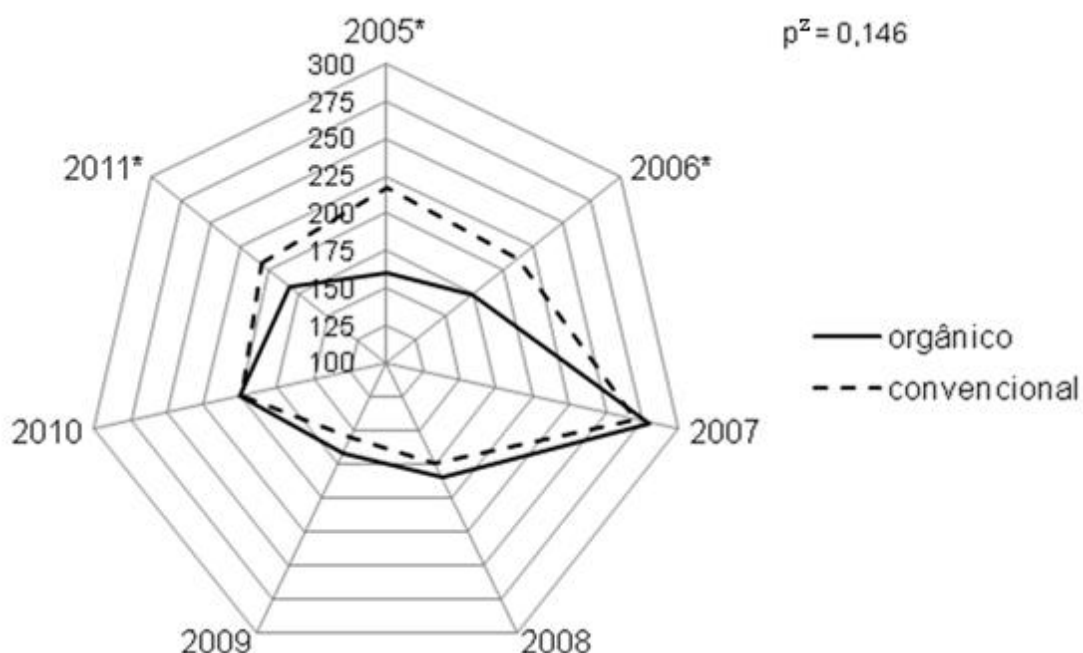


FIGURA 29. Massa média (g/fruto) de laranjas 'Valência' produzidas em sistema de cultivo orgânico e convencional, Montenegro - RS, 2005 a 2011.

* diferença significativa entre os tratamentos na ANOVA ($p < 0,05$);

^z probabilidade na MANOVA pelos testes de Wilks' Lambda.

As diferenças encontradas nos anos de 2005 e 2006 podem ser atribuídas ao verão seco de 2004/05 e à seca ocorrida no verão e outono de 2006 (Apêndice 6), juntamente com o menor desenvolvimento das laranjeiras e ao manejo insuficiente das plantas espontâneas do pomar orgânico, o que levou a produção de frutos de menor massa média neste pomar.

Segundo Schwarz (2006), as laranjas 'Valência' apresentam uma massa média de 150-170 g/fruto; os frutos produzidos em ambos os pomares apresentaram uma MMF bem superior, que foi de 204,9 g para os frutos em sistema convencional e 192,5 g para as laranjas do sistema orgânico.

O teor de sólidos solúveis totais (SST) das laranjas (Figura 30) produzidas no pomar convencional foi superior aos teores de sólidos solúveis das laranjas do pomar orgânico nos anos de 2009 e 2010, na ordem de 21 e 15%, respectivamente.

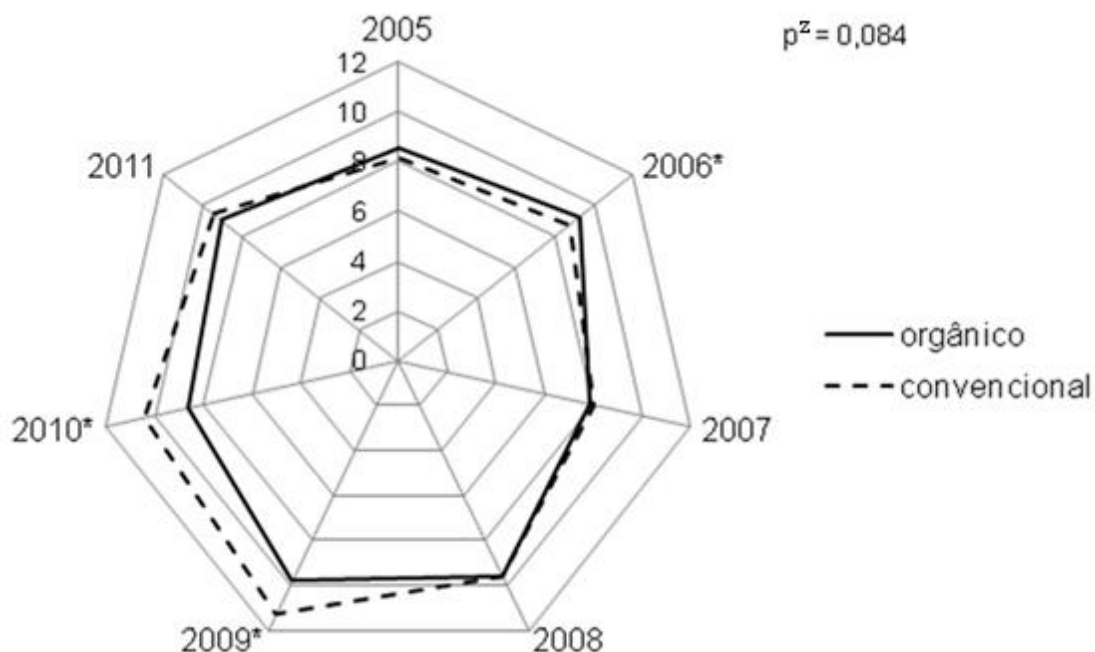


FIGURA 30. Teor de sólidos solúveis totais (°Brix) de laranjas 'Valência' produzidas em sistema de cultivo orgânico e convencional, Montenegro - RS, 2005 a 2011.

* diferença significativa entre os tratamentos na ANOVA ($p < 0,05$);

^z probabilidade na MANOVA pelos testes de Wilks' Lambda.

Provavelmente esse resultado se deva à maior capacidade produtiva das laranjeiras sob cultivo convencional em relação às sob cultivo orgânico, pelo maior desenvolvimento da copa (Figura 22 e Tabela 1) e pelo manejo mais adequado das plantas espontâneas.

Já em 2006 as laranjas do pomar orgânico apresentaram teores de SST significativamente superiores aos das laranjas do pomar convencional. O maior teor de SST pode ser atribuído a menor produtividade alcançada pelas laranjeiras deste pomar (Figura 23), o que possibilitou um maior acúmulo de SST nos frutos, mesmo em um ano de forte seca (Apêndice 6). Porém, essa diferença é da ordem de 5,7%, o que é pouco representativa na prática.

A produção de sólidos solúveis totais (SST) por planta foi influenciada pelo sistema de cultivo (Figura 31). As laranjeiras em sistema convencional produziram mais SST em todos os anos avaliados, não sendo significativa, contudo, nos anos de 2007 e 2011.

A produção de açúcares (75 – 85% dos SST) pelas plantas é afetada por diversos fatores endógenos e exógenos às plantas (Bender, 2006). A fotossíntese é o processo fisiológico que produz açúcares nas plantas e está relacionada com o volume de copa, que indica a quantidade de folhas capazes de produzir e fornecer fotoassimilados. A menor produção de SST por planta no pomar orgânico pode ser atribuída ao menor desenvolvimento da copa das plantas, o que gera um menor potencial produtivo das mesmas.

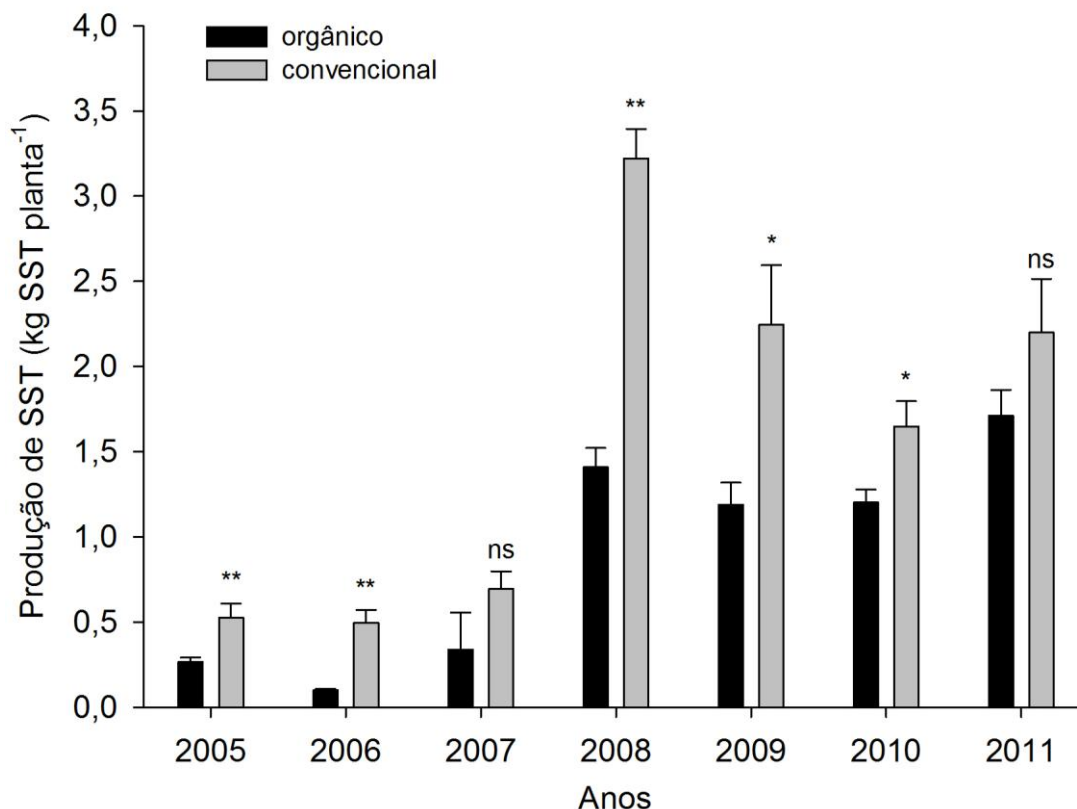


FIGURA 31. Produção de sólidos solúveis totais (kg SST planta⁻¹) de laranjeiras 'Valência' produzidas sob sistema de cultivo orgânico e convencional, Montenegro – RS, 2005 a 2011.

* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$

A produção acumulada de SST ao longo dos anos 2005 a 2011 (Figura 32) apresentou interação significativa entre os anos e tratamentos.

O pomar convencional apresentou uma maior produção acumulada ao longo dos anos (11 kg de SST planta⁻¹) em relação ao pomar orgânico (6,2 kg planta⁻¹), representando aproximadamente 77% a mais de produção de açúcares. Essa maior produção acumulada do pomar convencional é devida, basicamente, pelas maiores produtividades em massa e em SST alcançada nos anos iniciais, pelo maior desenvolvimento inicial das plantas, conforme comentado anteriormente.

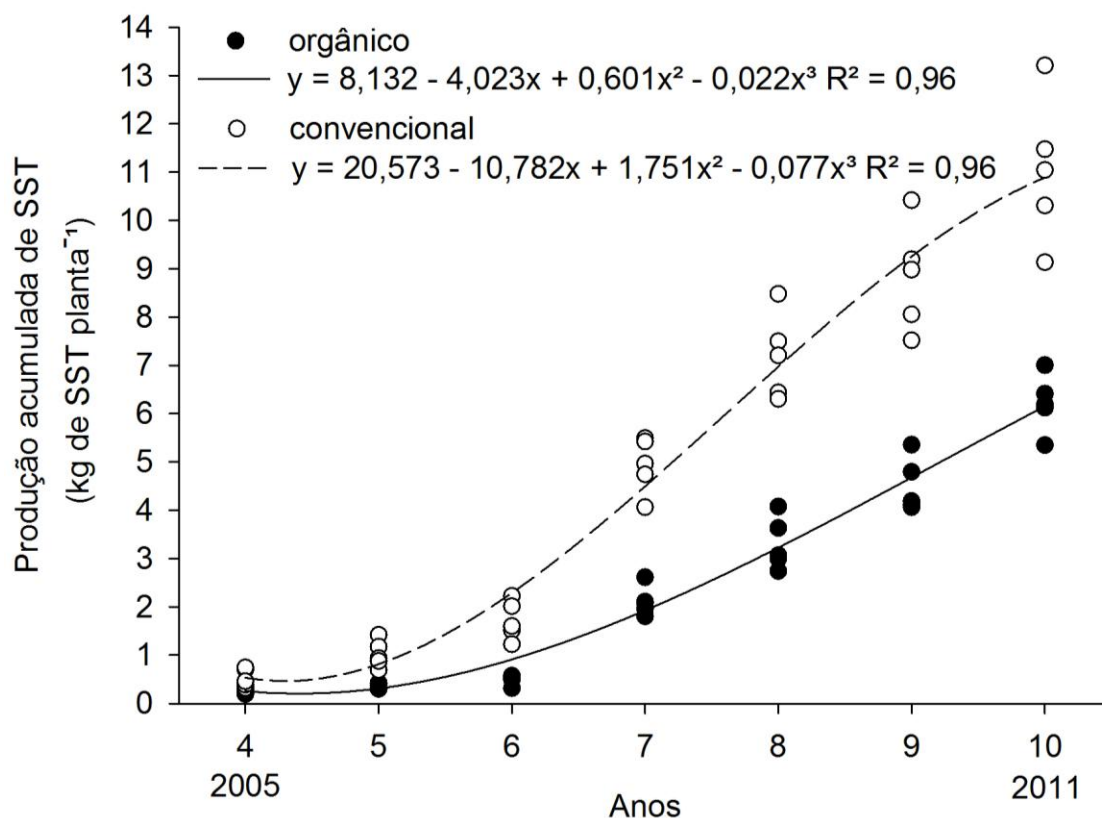


FIGURA 32. Produção acumulada de sólidos solúveis totais (kg SST planta⁻¹) em laranjeiras 'Valência' produzidas sob sistema de cultivo orgânico e convencional, Montenegro – RS, 2005 a 2011. Dados transformados em $(x)^{1/2}$, $p < 0,0001$.

Quanto a acidez total titulável (ATT) das laranjas ao longo dos anos avaliados, em ambos os sistemas de cultivo não se verificou diferenças significativas pela MANOVA (Figura 33). No entanto, nos anos de 2005 e 2006, a ATT das laranjas do sistema orgânico foi maior que a ATT das laranjas colhidas no pomar convencional. Já nos anos de 2009 e 2010 observou-se o contrário.

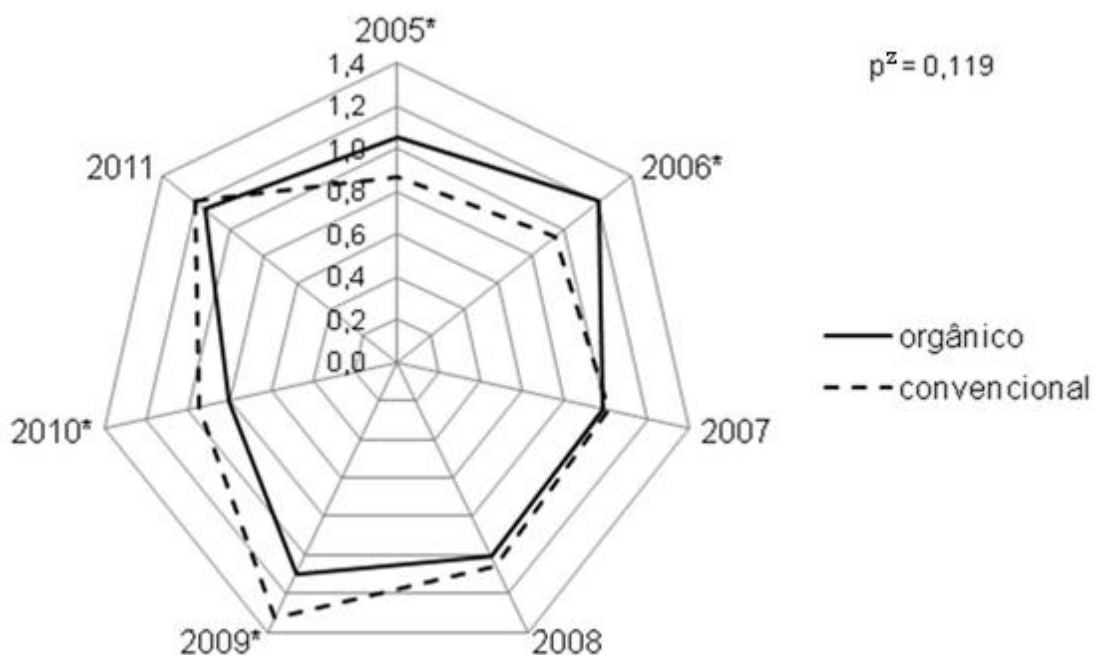


FIGURA 33. Acidez total titulável (% de ácido cítrico) de laranjas 'Valência' produzidas em sistema de cultivo orgânico e convencional, Montenegro - RS, 2005 a 2011.

* diferença significativa entre os tratamentos na ANOVA ($p < 0,05$);

^z probabilidade na MANOVA pelos testes de Wilks' Lambda.

Amodio *et al.* (2007) mostraram que quivis 'Hayward' produzidos em pomares convencionais apresentaram maior SST após 4 meses de armazenamento em relação aos frutos produzidos em pomares orgânicos, mas não houve diferenças entre os sistemas de cultivo quanto à ATT. Já Roussos & Gasparatos (2009) e Peck *et al.* (2006) não constataram diferenças no teor de SST e de ATT em maçãs produzidas em pomares orgânicos e convencionais, o que está de acordo com os resultados supracitados. Arruda *et al.* (2011) também não verificaram diferença entre os sistemas de cultivo quanto aos teores de SST e ATT de laranjas 'Valência'. Já Lester *et al.* (2007) observaram maiores teores de SST e ATT nos pomelos produzidos sob manejo orgânico em relação aos frutos de pomares convencionais. Em outro estudo com maçãs, realizado por DeEll & Prange (1992) os frutos produzidos em sistema de cultivo

orgânico apresentaram maior teor de SST e não se diferenciaram entre si quanto à ATT. Amarante *et al.* (2008) verificaram que maçãs de duas cultivares produzidas em pomares orgânicos apresentam maiores teores de SST e, no caso particular da cv. Royal Gala, menor de ATT.

Quanto ao índice de maturação (relação SST/ATT) as laranjas de ambos os sistemas de produção não diferiram entre si (Figura 34), a exceção do ano de 2006. A relação média próxima ao 9,16 é um valor superior ao padrão internacional mínimo (6,5) da OECD (2010) considerado adequado para o consumo de laranjas. Arruda *et al.* (2011), Roussos & Gasparatos (2009) e Peck *et al.* (2006) também não encontraram diferenças na relação SST/AAT em laranjas, no primeiro caso, e maçãs nos demais trabalhos, ao avaliarem a qualidade de frutos em sistemas de produção semelhantes aos do presente trabalho.

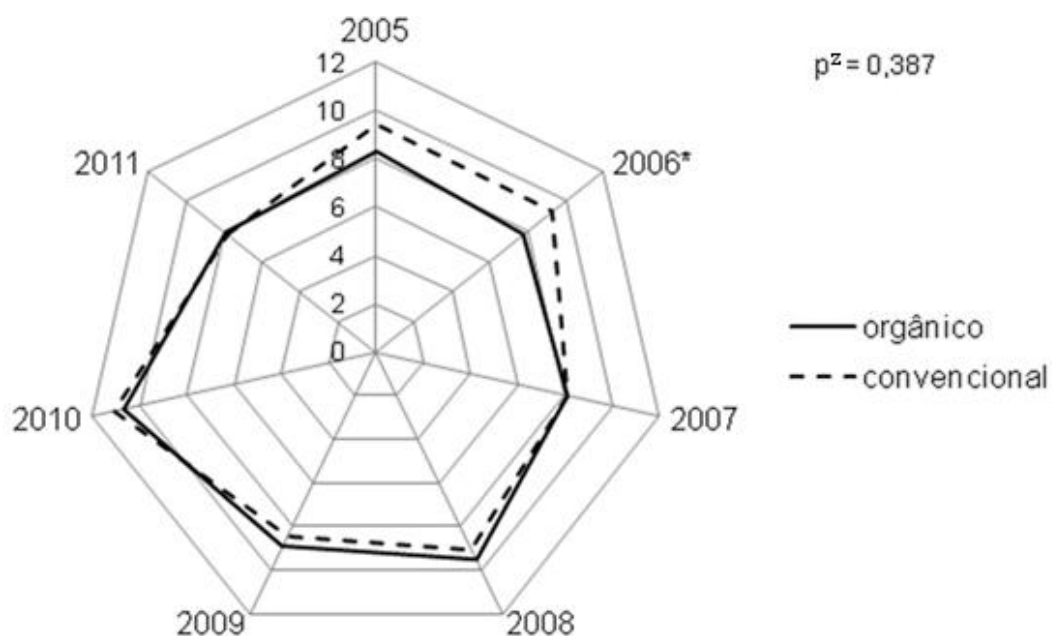


FIGURA 34. Índice de maturação (relação SST/ATT) de laranjas 'Valência' produzidas em sistema de cultivo orgânico e convencional, Montenegro - RS, 2005 a 2011.

* diferença significativa entre os tratamentos na ANOVA ($p < 0,05$);

^z probabilidade na MANOVA pelos testes de Wilks' Lambda.

Com relação à cor da casca dos frutos, na safra de 2010 e 2011 (Tabela 5), o valor de L , que indica o brilho da cor, nas laranjas provenientes do pomar convencional foi cerca de 11% superior ao valor de L das laranjas colhidas no pomar orgânico.

A cromaticidade (C) também foi superior nas laranjas do pomar convencional, cerca de 63% em relação às laranjas do pomar orgânico, evidenciando que os frutos orgânicos tinham uma coloração menos intensa. O L e a C dos frutos do pomar convencional se mostraram superiores (na ANOVA) nos dois anos avaliados, em relação aos frutos orgânicos. Este comportamento provavelmente ocorreu devido ao menor número de aplicações de fungicidas e/ou inseticidas no pomar orgânico, que pode ter favorecido a incidência de fungos e outros microrganismos causadores de manchas na casca dos frutos, diminuindo o brilho e a pureza da cor da casca.

TABELA 5. Índice de cor da casca (ICC), ângulo de cor (h°), luminosidade (L) e cromaticidade (C) de laranjas 'Valência' produzidas em sistema de cultivo orgânico e convencional, Montenegro - RS, 2010 e 2011.

Sistema de cultivo	ICC	h°	L	C
Orgânico	4,09	77,56	52,61	32,48
Convencional	4,85	74,90	58,85	52,96
p* Ano	<0,0001**	0,0002	-	-
p Tratamento	0,091	0,061	-	-
p (Tratamento x Ano)	0,092	0,097	<0,0001	<0,0001
Média	4,471	76,233	55,731	42,722
CV (%)	22,89	4,58	1,53	2,05
p ^z Wilks' Lambda <0,0001				

* probabilidade na ANOVA; ** significativo quando $p < 0,05$; ^zprobabilidade na MANOVA pelo teste de Wilks' Lambda.

O índice de cor da casca (ICC), onde valores positivos indicam coloração alaranjada e o ângulo de cor (h°) não se diferenciaram nos dois anos

avaliados. Em ambos os sistemas de condução de pomares as laranjas apresentaram *ICC* com valores positivos, correspondente à coloração alaranjada enquanto o h° indicou que a cor avaliada situou-se no quadrante entre o vermelho e o amarelo, mostrando que estavam aptos para a colheita. O *ICC* observado foi superior a 2, o que satisfaz o critério indicado por Spósito *et al.* (2006) para se comercializar frutos à União Européia.

Lester *et al.* (2007) observaram resultado inverso ao observado no presente estudo, onde pomelos de pomar orgânico apresentaram maior brilho que os frutos provenientes de pomar convencional em duas das três épocas avaliadas; contudo, observaram comportamento semelhante no parâmetro cromaticidade, onde os frutos de sistema orgânico apresentaram coloração menos intensa que os frutos de sistema convencional. Já Roussos & Gasparatos (2009) não observaram diferenças nas variáveis de cor avaliadas em maçãs cultivadas sob sistemas de cultivo orgânico e convencional.

Nas safras de 2010 e 2011, onde foram avaliados os teores de ácido ascórbico do suco das laranjas, os frutos produzidos no pomar convencional apresentaram maiores teores que os frutos do pomar orgânico (pelo teste de Wilks' Lambda). Na análise dentro de cada ano, as diferenças foram significativas somente em 2010 (Tabela 6). Esses resultados foram discrepantes do que foi observado por Lester *et al.* (2007) avaliando pomelos, Amodio *et al.* (2007) com quivis e Worthington (2001) com acerola, cujos frutos de pomar orgânico continham maior teor de vitamina C que os produzidos em pomar convencional. Contudo, são semelhantes ao observado por Cardoso *et al.* (2011) que constataram que morangos provenientes de sistema

convencional apresentaram maiores teores de vitamina C que os frutos de sistema orgânico.

TABELA 6. Teor de ácido ascórbico (Vitamina C) de laranjas 'Valência' produzidas sob sistema de cultivo orgânico e convencional. Montenegro, RS, 2010 e 2011.

Sistema de cultivo	Ácido ascórbico (mg.100 ml de suco ⁻¹)	
	2010	2011
orgânico	41,66	45,35
convencional	52,82	48,62
p*	0,0051**	0,0661
média	47,242	46,986
CV (%)	9,77	5,20
p ^z Wilks' Lambda = 0,0206		

* probabilidade na ANOVA; ** significativo quando $p < 0,05$; ^zprobabilidade na MANOVA pelo teste de Wilks' Lambda.

As respostas discrepantes relatadas em diversas pesquisas relacionadas com o tema deste trabalho indicam que a questão é complexa e que, além da possibilidade da contaminação com resíduos tóxicos, em frutos produzidos sob sistema de cultivo convencional, outros fatores ainda não bem elucidados podem afetar a qualidade físico-química dos frutos.

4.4 Evolução da maturação dos frutos

Em 2011 foi avaliada a evolução da maturação dos frutos em ambos os pomares. Não houve diferença entre os pomares quanto aos teores de SST das laranjas, sendo que este apresentou um comportamento linear de acúmulo (Figura 35).

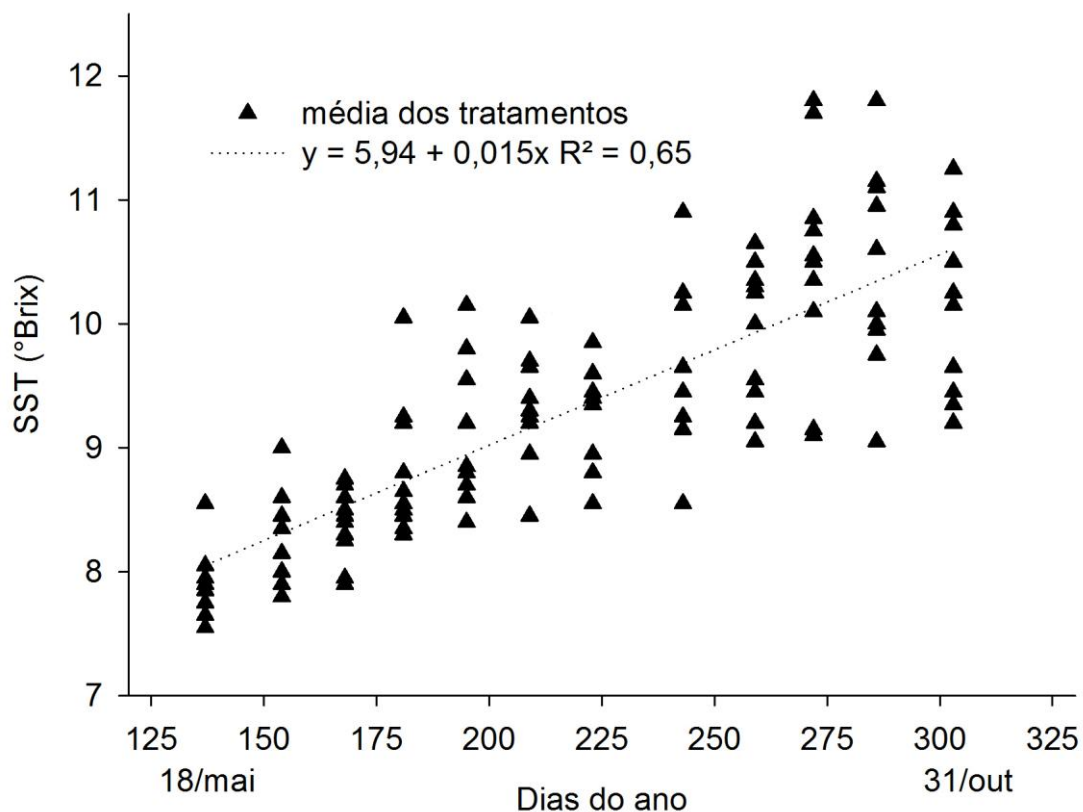


FIGURA 35. Teores de sólidos solúveis totais (SST) ao longo da maturação, no ano de 2011, de laranjas 'Valência' sob sistemas de cultivo orgânico e convencional, Montenegro – RS, 2011.

Roussos & Gasparatos (2009) também não encontraram diferenças nos teores de SST, na época da colheita, em maçãs 'Starking Delicious' sob cultivo orgânico e convencional. Diferentemente, Lester *et al.* (2007) observaram que pomelos 'Rio Red' oriundos de pomar orgânico apresentaram teores superiores de SST em três épocas de colheita. Maçãs 'Royal Gala' e 'Fuji' provenientes de pomares orgânicos no sul do Brasil apresentaram teores superiores de SST em relação às maçãs de pomares convencionais (Amarante *et al.*, 2008). Já Amodio *et al.* (2007) verificaram que quivis 'Hayward' sob cultivo convencional apresentaram teores de SST superiores aos de sistema orgânico no período de colheita.

A acidez total titulável se diferenciou entre os sistemas de cultivo. O cultivo orgânico induziu uma menor produção de ácidos nas laranjas ao longo

do tempo, principalmente nas épocas iniciais, onde houve maior diferença (Figura 36).

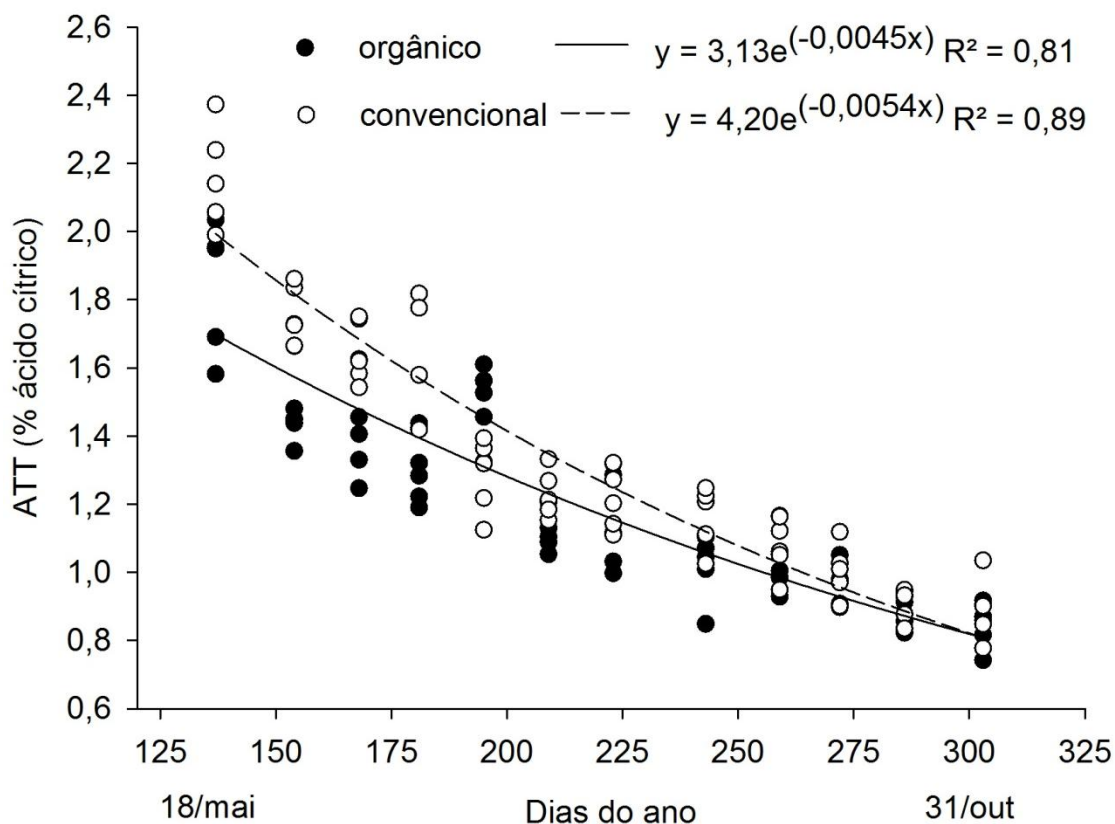


FIGURA 36. Acidez total titulável (ATT) ao longo da maturação, no ano de 2011, de laranjas 'Valência' sob sistemas de cultivo orgânico e convencional, Montenegro – RS, 2011.

Comportamento diferente foi observado por Lester *et al.* (2007) em pomelos colhidos no cedo e na metade da época de colheita que apresentaram maior ATT quando produzidos em pomares orgânicos, contudo não houve diferenças quando colhidos no final da época de colheita. No entanto, em maçãs produzidas em pomares orgânicos e convencionais, Roussos & Gasparatos (2009) e Peck *et al.* (2006) não constataram diferenças no teor de ATT.

Também houve diferença significativa entre os frutos de cada pomar na evolução da relação SST/ATT ao longo de todo período de maturação, cujo aumento foi linear em função das épocas avaliadas (Figura 37).

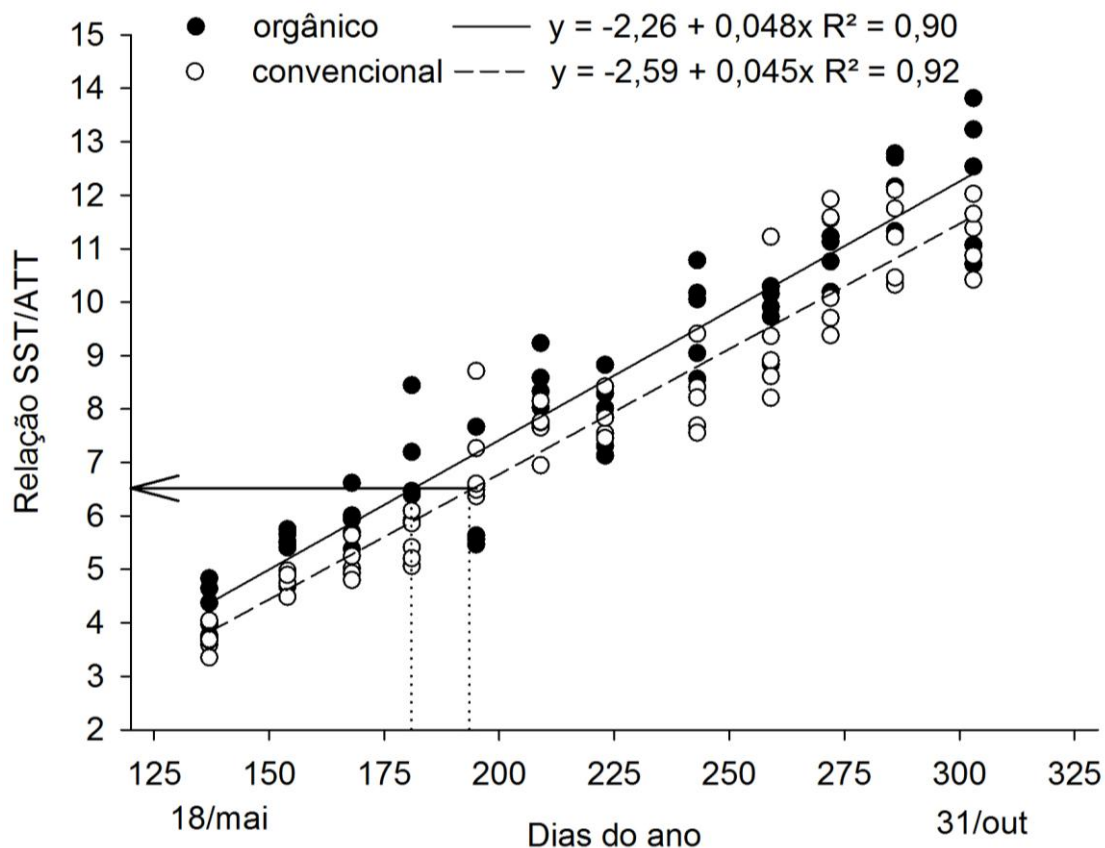


FIGURA 37. Relação SST/ATT ao longo da maturação, no ano de 2011, de laranjas 'Valência' sob sistemas de cultivo orgânico e convencional, Montenegro – RS, 2011. Seta indica relação SST/ATT = 6,5 indicado como mínima pela OECD (2010).

As laranjas do pomar orgânico atingiram a relação SST/ATT mínima de 6,5 (OECD, 2010) na primeira semana de julho (dia 181) e as do sistema convencional de cultivo após a metade do mesmo mês (dia 195), principalmente pelos menores teores de ATT dos frutos orgânicos ao longo da maturação, o que proporcionou uma antecipação da relação mínima de SST/ATT, para consumo dos frutos em até duas semanas. Em todas as épocas avaliadas, as relações de SST/ATT dos frutos do pomar orgânico foram

maiores do que no pomar convencional. Isso permite supor que o sabor das laranjas do pomar orgânico deveria ser menos acidulado ou mais adocicado.

O teor de suco (Ts), a massa média (MMF) e o diâmetro equatorial (\emptyset f) dos frutos não se diferenciaram entre os tratamentos dentro de cada época avaliada, com médias de 51,9%, 180,0 g/fruto e 71,8 mm, respectivamente (Tabela 7).

TABELA 7. Índice de maturação (SST/ATT), teor de suco (Ts), massa média (MMF) e diâmetro equatorial (\emptyset f) de laranjas 'Valência' orgânicas e convencionais colhidas em diferentes épocas no ano de 2011, Montenegro - RS, 2011.

Sistema de cultivo	Dia do ano (2011)	SST/ATT ^x	Ts (%)	p ^y	MMF (g/fruto)	p	\emptyset f (mm)	p
Orgânico	137 ^w (18/05)	4,0	50,2	0,616 ^z	155,5	0,615	69,4	0,879
Convencional			49,6		162,1		69,7	
Orgânico	181 (01/07)	6,0	51,6	0,335	180,3	0,416	72,1	0,479
Convencional			52,9		188,3		73,4	
Orgânico	243 (01/09)	8,9	52,5	0,659	180,4	0,090	70,5	0,058
Convencional			53,0		202,8		74,2	
Orgânico	303 (31/10)	11,7	51,3	0,054	175,6	0,139	70,9	0,086
Convencional			53,9		195,0		74,2	
média	-	-	51,9	-	180,0	-	71,8	-

^wcalendário Juliano; ^xmédia estimada de época através da equação de cada tratamento; ^yprobabilidade; ^zdiferenças entre tratamentos quando p < 0,05.

Em todas as épocas avaliadas, inclusive antes mesmo dos frutos atingirem índice de maturação (SST/ATT) próprio para consumo, os teores de suco e o diâmetro das laranjas de ambos os tratamentos superaram os requisitos mínimos estabelecidos pelos padrões internacionais definidos pela OECD (2010). Na média, as laranjas apresentaram MMF superior ao descrito para a laranja 'Valência' (150-170 g/fruto) nas condições do RS (Schwarz, 2006). Lester *et al.* (2007) verificaram que pomelos produzidos em sistema convencional de cultivo apresentaram maior MMF que frutos em sistema

orgânico no cedo, enquanto que no tarde e na metade da época de colheita, os frutos não se diferenciaram quanto a sua massa.

Quanto à evolução da mudança de cor da casca houve influência do sistema de cultivo em todos os indicadores avaliados. O *ICC* se diferenciou principalmente no final da maturação, sendo maior nas laranjas do pomar orgânico (Figura 38).

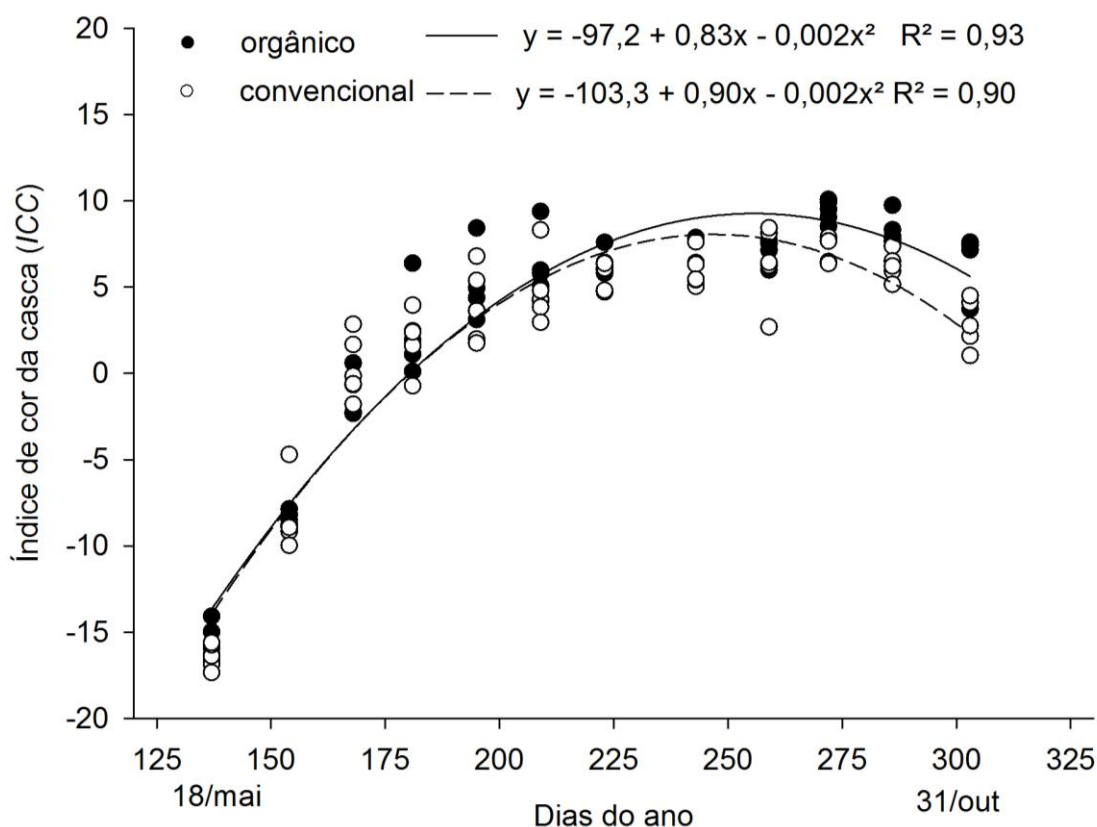


FIGURA 38: Índice de cor da casca (*ICC*) de laranjas 'Valência', ao longo da maturação no ano de 2011, sob sistemas de cultivo orgânico e convencional, Montenegro – RS, 2011.

As laranjas do pomar orgânico apresentaram um máximo estimado de *ICC* de 11, em meados de setembro (dia 255), enquanto as laranjas do pomar convencional apresentaram *ICC* de 9,2 na mesma época. A partir da segunda quinzena de julho (aproximadamente no 200º dia), as laranjas de ambos os tratamentos apresentaram *ICC* superior a 2, o que satisfaz o critério indicado por Spósito *et al.* (2006) para comercialização *in natura*. O ângulo de cor (h°)

teve comportamento inversamente proporcional ao *ICC* (Figura 40), porém mostrou um comportamento da evolução da cor da casca muito semelhante na prática.

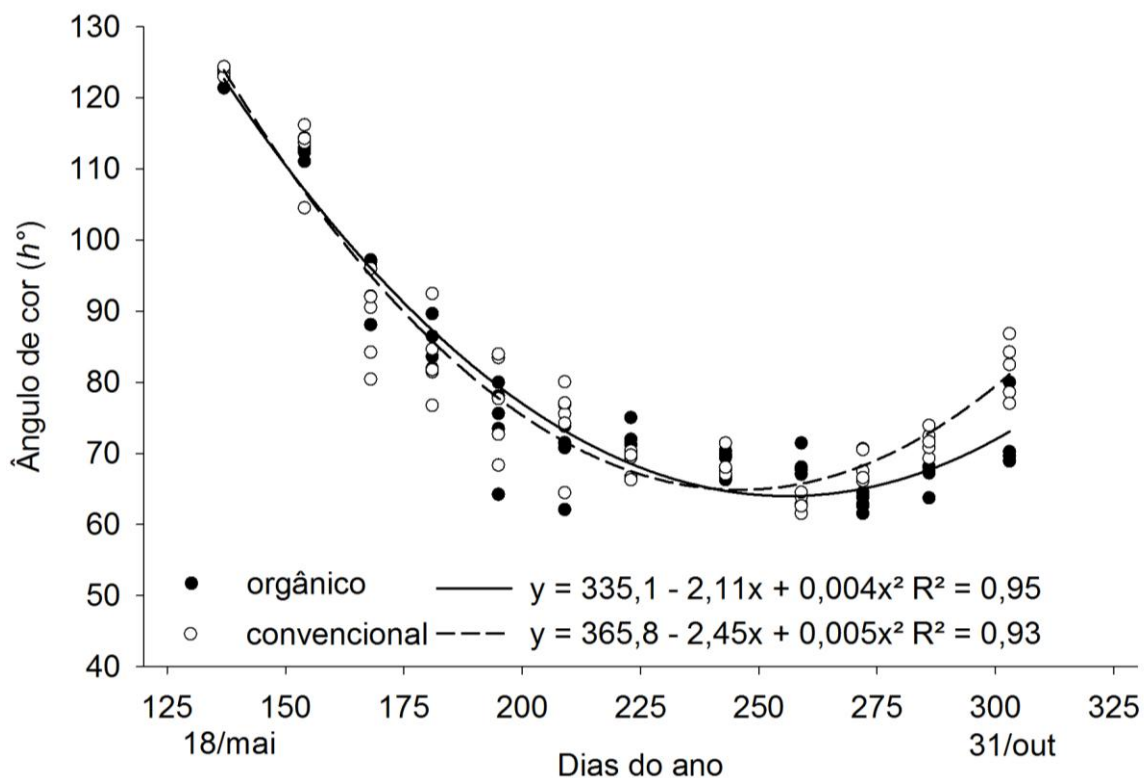


FIGURA 39. Ângulo de cor (h°) de laranjas 'Valência', ao longo da maturação no ano de 2011, sob sistemas de cultivo orgânico e convencional, Montenegro – RS, 2011.

O h° se diferenciou entre os tratamentos no final da maturação, onde houve um reverdecimento da casca após adubação nitrogenada, realizada na segunda quinzena de setembro, no pomar convencional.

As laranjas orgânicas apresentaram um reverdecimento menor que as convencionais, provavelmente pela menor disponibilidade de nitrogênio havida no solo, liberado pela mineralização do N do composto e presença de ervilhaca na cobertura verde. As laranjas do pomar convencional apresentaram os menores valores de h° (~66) no início de setembro (dia 245), enquanto que as do pomar orgânico apresentaram valores mínimos (~57) no final de setembro

(dia 270), sendo estas de coloração mais alaranjada do que as do pomar convencional.

As diferenças de cromaticidade (C) da casca dos frutos não foram acentuadas entre os dois pomares ao longo da maturação, e alcançou o máximo valor nos frutos do pomar convencional em meados de agosto (dia 225), enquanto as laranjas do pomar orgânico atrasaram o C máximo em uma semana (Figura 40).

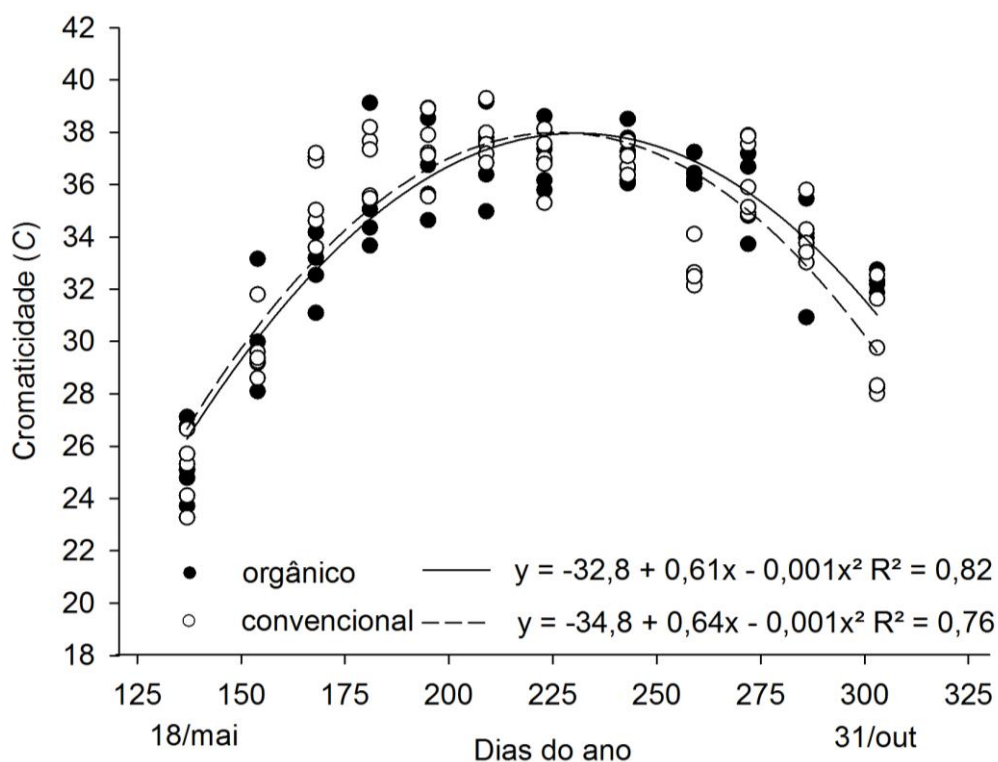


FIGURA 40. Cromaticidade (C) de laranjas 'Valência', ao longo da maturação no ano de 2011, sob sistemas de cultivo orgânico e convencional, Montenegro – RS, 2011.

Apesar da diferença estatística havida entre os valores de C dos frutos dos dois pomares, para o olho humano esta diferença é praticamente imperceptível.

A C dos frutos de ambos os tratamentos decaiu a partir de setembro (dia 245), provavelmente pelo aumento de temperatura que favorece o ataque de

pragas, tais como fungos e outros microrganismos que causam danos ao flavedo dos frutos, diminuindo a pureza da cor.

Segundo Lester *et al.* (2007), pomelos em sistema convencional de cultivo apresentaram casca de cor mais alaranjada (h° em torno de 70), na metade e na fase tardia do período de colheita, em relação aos frutos de sistema orgânico, que apresentaram coloração mais amarelada. A C foi maior nos pomelos de sistema convencional, porém somente diferiram na primeira época de avaliação, no início do período de colheita.

4.5 Aceitação dos frutos

Quanto à aceitação dos frutos pelo consumidor, não houve diferença entre os tratamentos nas duas épocas avaliadas (Figura 41), demonstrando que há grande similaridade entre os frutos produzidos sob manejo convencional e orgânico, o que pode ser visualizado na foto das amostras destes frutos (Figura 42). Nas duas épocas avaliadas a aceitação foi satisfatória em todos os atributos avaliados (todos maiores que 6,5).

Em estudos de aceitação de maçãs produzidas em pomares convencionais e orgânicos, Peck *et al.* (2006) observaram que as maçãs do pomar orgânico foram de igual ou superior aceitação que as do convencional. Já Lester *et al.* (2007) observaram que o suco de pomelos do pomar convencional, em relação aos do orgânico, teve melhor aceitação global pelos consumidores e apresentou maior doçura. Normalmente a resposta quanto à preferência entre os produtos advindos de diferentes sistemas de cultivo variam, pois depende das características intrínsecas a cada espécie, das condições edafoclimáticas e do nível tecnológico usado em cada sistema.

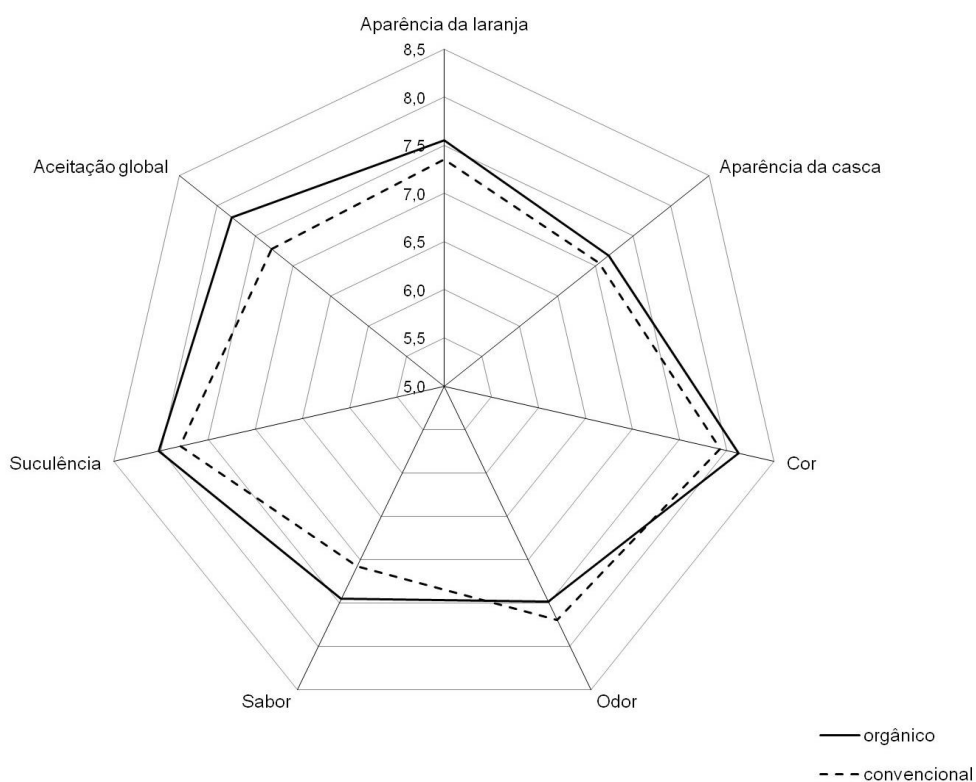
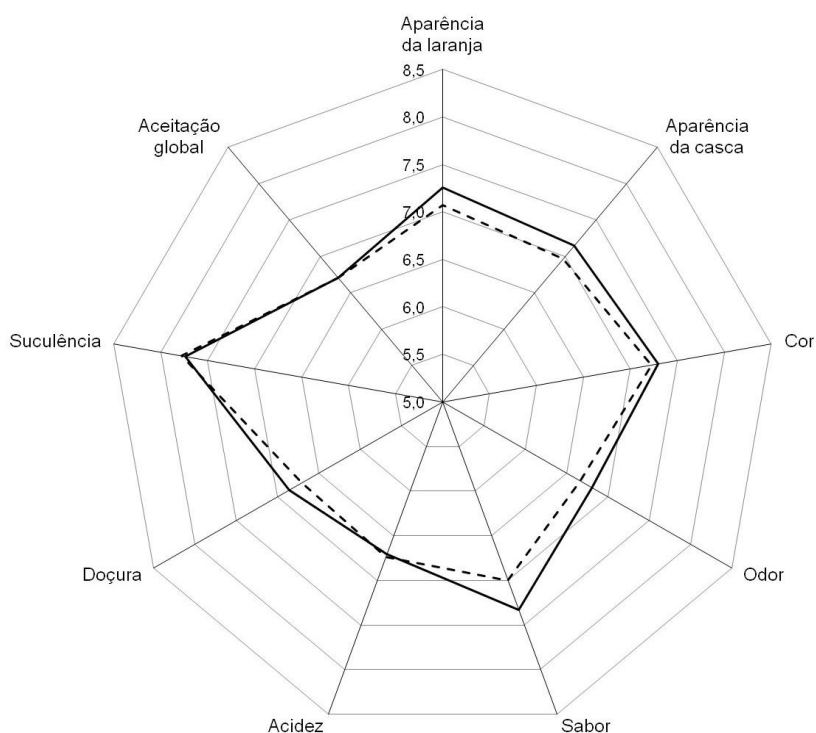
(a) 22/set/2011 - $p^2=0,998$ (b) 17/out/2011 - $p^2=0,999$ 

FIGURA 41. Análise sensorial de laranjas 'Valência' (escala hedônica de 1-9) provenientes de sistemas de cultivo orgânico e convencional, em duas épocas, a (n=40) e b (n=27), Montenegro – RS, 2011. 2 probabilidade na MANOVA pelos testes de Wilks' Lambda com dados transformados por ordenamento.



FIGURA 42. Frutos produzidos sob sistema de cultivo convencional (a) e de sistema de cultivo orgânico (b) em Montenegro, RS, 2011. Foto: Henrique Belmonte Petry.

Adeptos de sistemas orgânicos de cultivo costumam afirmar que os frutos oriundos desses sistemas de cultivo apresentam qualidades superiores aos provenientes de sistemas convencionais. Entretanto, eventuais diferenças existentes nos atributos qualitativos dos frutos provenientes de ambos os sistemas de cultivo não se manifestaram nas análises sensoriais nesta pesquisa, porque foram tão pequenas que pode não ter sido perceptíveis aos sentidos humanos. A utilização de avaliadores não treinados também pode explicar a não percepção de diferenças.

4.6 Incidência de cancro cítrico e outras pragas

Nos primeiros anos (2001 e 2002) não foi detectada presença de cancro cítrico em nenhum dos dois pomares, que se manifestou somente a partir de 2003 (Figura 43). As mudas utilizadas na implantação dos pomares eram visualmente isentas de sintomas de cancro cítrico.

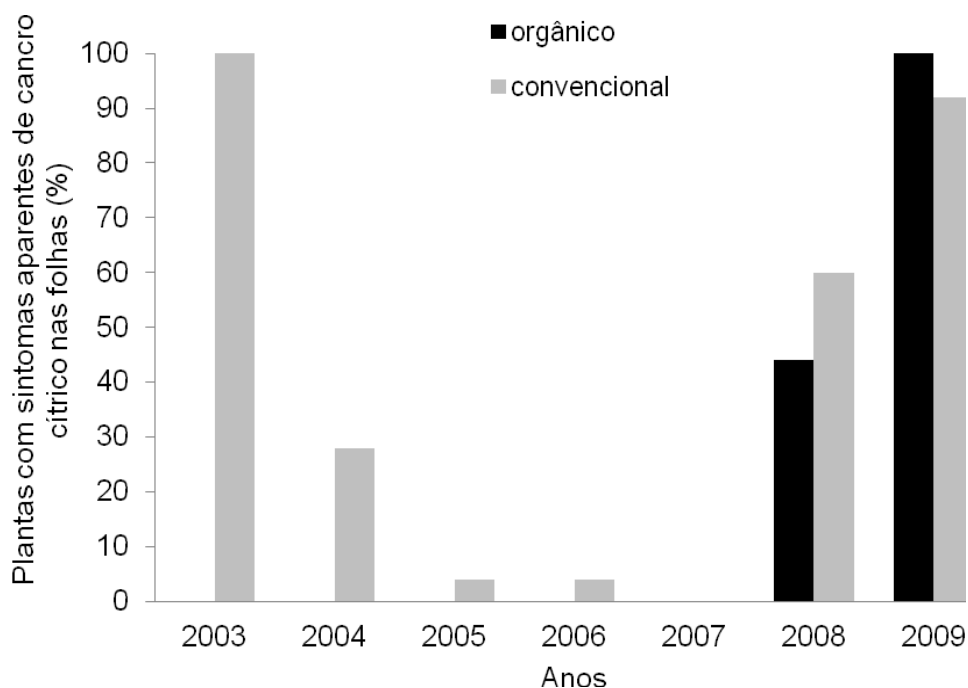


FIGURA 43. Incidência de cancro cítrico (%) nas folhas de laranjeiras 'Valência' cultivadas em sistema de cultivo orgânico e convencional, Montenegro - RS, 2003 a 2009.

Através da presença de sintomas em folhas, verificou-se que o cancro cítrico incidiu, nos primeiros anos, somente no pomar convencional. Em 2007 ambos os pomares não apresentavam sintomas da doença, que nos anos seguintes passou a afetar os dois pomares. No pomar orgânico a incidência de cancro cítrico ocorreu mais tarde (a partir de 2008) em consequência das aplicações de calda bordalesa (0,5%), de forma preventiva ao ataque de cancro cítrico, a partir de 2002 e pelo menor desenvolvimento das laranjeiras, diminuindo assim, a quantidade de tecidos suscetíveis nas épocas favoráveis à infecção.

A principal razão para o maior ataque inicial no pomar convencional, provavelmente, se deve ao maior crescimento vegetativo inicial, conseqüentemente um maior volume de tecidos suscetíveis ao cancro cítrico, decorrente do controle eficiente das plantas daninhas e de adubações nitrogenadas e potássicas, conforme as recomendadas à cultura. Associado a isto, as aplicações preventivas de cobre começaram na primavera de 2003, um ano após que no pomar orgânico, o que possibilitou o estabelecimento antecipado da doença no pomar convencional. Estes resultados estão de acordo com Sartori *et al.* (2004) que também verificaram maior incidência de cancro cítrico no pomar convencional nos primeiros anos e atribuíram ao maior desenvolvimento inicial das plantas.

A redução da incidência de cancro cítrico no pomar convencional a partir de 2004 se deveu, basicamente, às aplicações preventivas de oxiclreto de cobre (0,3%), 14 dias após o início dos novos fluxos vegetativos e, associado a isto, três anos consecutivos de precipitações abaixo do normal, entre 2004 e 2006, principalmente nos meses de primavera-verão (Apêndice 6), épocas

mais favoráveis ao surgimento da doença nas folhas dos citros (Leite Junior, 1990). Com o passar dos anos, no pomar orgânico, a utilização de adubos verdes (leguminosas principalmente) provavelmente elevou os níveis de N disponível às laranjeiras. Além disso, as plantas cítricas se desenvolveram, ao longo do tempo, e alcançaram tamanho suficiente para não serem tão prejudicadas com a competição promovida, principalmente, pela grama-estrela resultando em maior número e vigor das brotações (tecidos suscetíveis), e conseqüentemente, em um aumento da incidência de cancro cítrico, o que está de acordo com Leite Junior (1990) e Obreza *et al.* (2008a).

De dezembro de 2010 a janeiro de 2012 as avaliações realizadas a cada 36 dias, em média, apontaram diferença estatística entre os tratamentos quanto à incidência acumulada de cancro cítrico nas folhas (Figura 44).

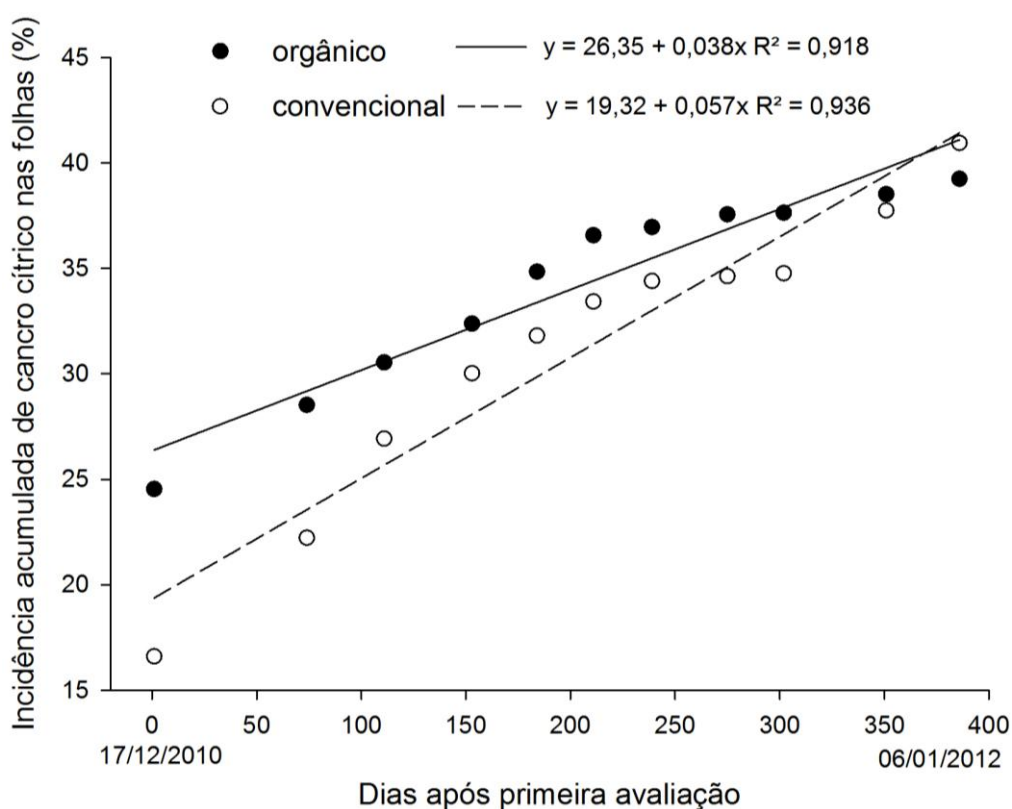


FIGURA 44. Incidência acumulada de cancro cítrico nas folhas (%) de laranjeiras 'Valência' produzidas em sistema de cultivo orgânico e convencional, Montenegro - RS, dez/2010 a jan/2012.

Inicialmente a incidência de cancro cítrico nas folhas foi superior no pomar orgânico e posteriormente as diferenças de incidência entre os dois pomares se reduziram gradativamente, até tornarem-se quase nulas.

A menor incidência nas últimas quatro avaliações (de setembro de 2011 a janeiro de 2012) ocorreu devido à seca ocorrida nos meses de primavera-verão de 2011, em que, pela diminuição da brotação das plantas, a bactéria causadora do cancro cítrico não encontrou tecidos suscetíveis à infecção, principalmente no pomar orgânico, diferentemente do que ocorreu no verão anterior, que foi muito mais chuvoso e favorável à dispersão desta doença (Apêndice 6).

A incidência de cancro cítrico nos frutos não diferiu entre os dois pomares em cada um dos três anos avaliados (2009 a 2011), bem como no conjunto dos anos (Figura 45).

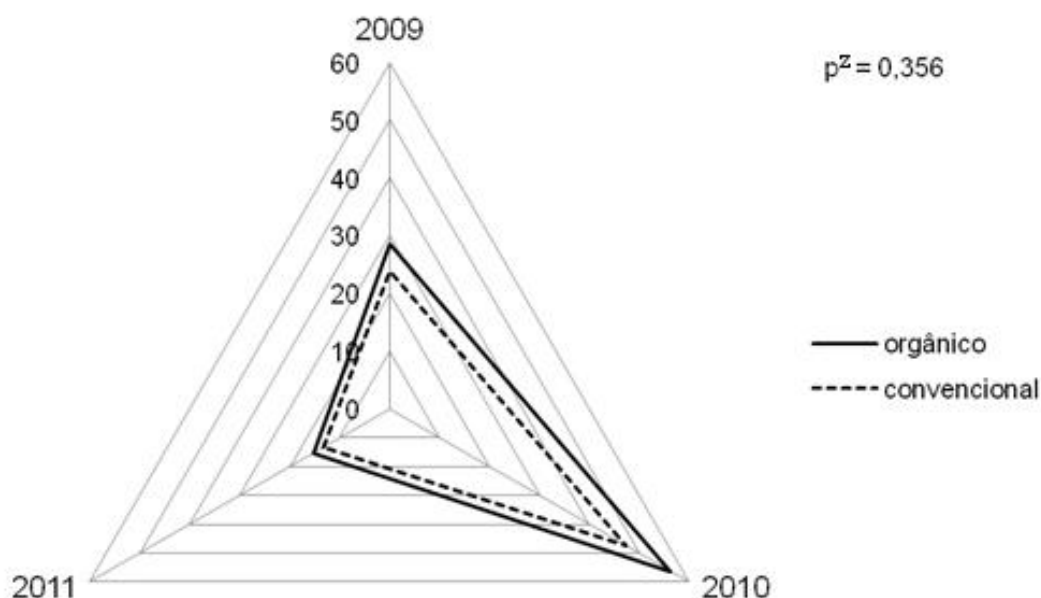


FIGURA 45. Incidência de cancro cítrico (%) em laranjas 'Valência' produzidas em sistema de cultivo orgânico e convencional, Montenegro - RS, 2009 a 2011.

* diferença significativa entre os tratamentos na ANOVA ($p < 0,05$); ^z probabilidade na MANOVA pelos testes de Wilks' Lambda.

No ano de 2010, o cancro cítrico incidiu em média em 52% das laranjas, o que é muito alto, pois os frutos que apresentam lesões da doença devem ser descartados, o que acarreta em uma grande quebra de produção ao citricultor. Essa alta incidência ocorreu por que esse foi um ano de precipitação elevada e temperaturas altas nos meses de janeiro a agosto de 2010 (Apêndices 5 e 6), o que favoreceu a incidência da doença, estando de acordo com as considerações de Leite Júnior (1990).

Koller *et al.* (2006) não verificaram diferenças entre os sistemas de cultivo orgânico e convencional de produção de mudas de laranjeiras 'Valência' quanto a incidência de cancro cítrico nas folhas.

No ano de 2011 foi realizada a contagem do número de plantas que haviam morrido por gomose (*Phytophthora sp.*) ao longo dos anos. Verificou-se que no pomar convencional apenas duas plantas haviam morrido, apresentando os sintomas de gomose (1,36% de mortalidade), enquanto no pomar orgânico treze plantas haviam morrido com sintomas de gomose (8,84% de mortalidade). Isso ocorreu apesar de o porta-enxerto *P. trifoliata* ser considerado resistente, desde que não haja ferimentos para a entrada do oomiceto. Mudas transplantadas de raiz nua sofrem lesões ao serem retiradas do viveiro, possibilitando infecções. Por isso, antes do plantio nos pomares, nos dois sistemas de cultivo, as raízes foram desinfestadas com produtos cúpricos, o que não foi suficiente para controlar a doença no pomar orgânico.

A menor mortalidade no pomar convencional pode ser atribuída a duas aplicações anuais, que eram feitas com fosfito de potássio ao longo dos anos. Além disso, o manejo das plantas de cobertura no pomar orgânico foi realizado com roçadeiras costais sob a projeção da copa e com grade destravada nas

entrelinhas, que são implementos passíveis de causar ferimentos nas plantas. Porém a grade não conseguia penetrar na palhada a ponto de mobilizar o solo e causar ferimentos. Já a roçadeira pode ter causado pequenos ferimentos na base do tronco das laranjeiras, o que pode ter favorecido a entrada do agente causal da gomose. A figura 46 mostra o acúmulo de palha no solo que impossibilitava a mobilização do mesmo quando do uso de grade para corte e/ou acamamento superficial da vegetação.



FIGURA 46. Acúmulo de palha na superfície do solo do pomar orgânico, Montenegro, RS, 2005. Foto: Henrique Belmonte Petry.

No pomar convencional houve maior incidência de formigas cortadeiras (*Acromirmex spp.*), onde foi necessária a aplicação de iscas formicidas para controle das mesmas pelo menos duas vezes ao ano, principalmente no verão.

No pomar orgânico raramente foi observado ataque de formiga, provavelmente pela maior oferta de forragem na área do pomar, não sendo a única fonte de alimento para as formigas como o ocorrido no pomar convencional.

No pomar convencional também se verificaram frutos com danos decorrentes da incidência do ácaro da falsa ferrugem (*Phyllocoptruta oleivora*) em maior quantidade do que no pomar orgânico, principalmente em 2009 e 2010, porém estes danos não foram quantificados. Em 2007 foi quantificada a incidência do minador-dos-citros (*P. citrella*) nas folhas dos ramos marcados para a contagem da incidência de cancro cítrico e foi verificada menor incidência deste inseto nas folhas dos ramos de avaliação do cancro cítrico, das laranjeiras do sistema orgânico de produção, da ordem de 64% e 34% em fevereiro e maio, respectivamente.

5 CONCLUSÕES

Após dez anos de cultivo dos pomares pode-se concluir que:

1. A fertilidade do solo e a nutrição das plantas são afetadas pelo sistema de cultivo demonstrando a necessidade de aprofundamento dos estudos visando obter melhor equilíbrio nutricional, principalmente no sistema orgânico de produção.
2. O sistema convencional proporciona maior crescimento das plantas, produtividade e eficiência produtiva, porém, com tendência de diminuição das diferenças entre os dois pomares, em crescimento e produção, com o aumento da idade das plantas.
3. O manejo de plantas espontâneas no sistema de cultivo orgânico necessita de estudos adicionais visando diminuir a competição, melhorar o equilíbrio nutricional e elevar a produção das plantas cítricas, principalmente nos primeiros anos de cultivo.
4. Os sistemas de cultivo não se diferenciam quanto à qualidade e aceitação dos frutos, exceto que as laranjas orgânicas são mais opacas e as convencionais apresentam maior teor de vitamina C.
5. As laranjas orgânicas tendem a amadurecer internamente mais cedo e não se diferenciam quanto a sua cor até o final da maturação, momento em que há um maior reverdecimento da casca dos frutos convencionais.

6. A incidência de cancro cítrico nas folhas tende a ser maior no pomar convencional em relação ao orgânico e nos frutos não há diferença. Há tendência de maior incidência de insetos-praga no pomar convencional e de gomose no pomar orgânico.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O experimento foi instalado para suprir uma demanda dos produtores do Vale do Rio Caí, que necessitavam de tecnologias para a produção de citros orgânico para a região. A proposta do experimento neste formato foi de colocar lado a lado os pomares sob os sistemas de cultivo orgânico e convencional para que o sistema convencional pudesse servir de parâmetro produtivo e de qualidade organoléptica desejáveis na citricultura orgânica, para a partir daí gerar tecnologias que fossem aplicáveis pelos citricultores da região e principalmente os da cooperativa Ecocitrus e outras associações de produção ecológica do Vale do Rio Caí.

A comparação entre os sistemas é quase que inevitável, pois a literatura existente sobre as influências dos sistemas de cultivo sobre as espécies vegetais comparam basicamente a agricultura orgânica com a convencional, elencando semelhanças e diferenças, vantagens e desvantagens.

Neste trabalho verificou-se que é possível produzir laranjas orgânicas de qualidades físico-químicas muito semelhantes à laranja produzida em sistema convencional, com o adicional da ausência de contaminação com resíduos de agrotóxicos, que é um atributo que favorece muito os produtos orgânicos na preferência dos consumidores. Também foram discutidos alguns pontos que devem ser investigados futuramente para que os citricultores orgânicos possam

obter maiores produtividades e eficiência de produção. É necessário para isso, melhorar algumas características do composto elaborado pela Ecocitrus, o manejo da adubação e, principalmente, o manejo das plantas espontâneas, que causam o retardamento da plena produção de pomares orgânicos e diminuem a produtividade inicial.

Também há a necessidade de trabalhar-se melhor a questão fitossanitária, pois no experimento em questão, com a colheita no início da maturação, nos meses mais frios do ano, o que evitou muito o problema que se poderia ter com mosca-das-frutas (*Anastrepha fraterculus*) e outras pragas que são de ocorrência endêmica na região e prejudicam muito os citros a partir dos meses primaveris.

Outro fator importante a ser considerado é o balanço econômico de ambos os sistemas de cultivo que deverá ser realizado nos próximos anos para avaliar custos de produção dos sistemas de cultivo testados, o que gerará informações adicionais visando uma análise mais adequada dos mesmos sobre a sustentabilidade dos mesmos.

Experimentos dessa natureza requerem maior atenção da comunidade acadêmica, pois cultivos plurianuais com são os dos citros necessitam de muitos anos de avaliação contínua para que se possa chegar a resultados conclusivos. Para isso deve haver disponibilidade de recursos humanos, financeiros e materiais para que se possa conduzi-los ao longo de uma década, como no presente trabalho. É necessário um maior apoio tanto da estrutura universitária, dos órgãos de pesquisa e, principalmente da comunidade envolvida na pesquisa, como cooperativas e associações, para que se possa

manter e expandir estudos que podem gerar ciência e tecnologia para os produtores rurais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGOSTINI, J. P. Manejo integrado de enfermedades de los frutales cítricos. In: **ÁRBOLES Frutales: ecofisiología, cultivo y aprovechamiento**. Buenos Aires: Editorial Facultad de Agronomía – Universidad de Buenos Aires, 2007. Cap. 15, p. 481 – 511.

AGUSTÍ, M. **Citricultura**. Barcelona: Mundi-Prensa, 2000. 416p.

AGUSTÍ, M. **Fruticultura**. Barcelona: Mundi-Prensa, 2010. 507 p.

AMARANTE, C. V. T. et al. Yield and fruit quality of Apple from conventional and organic production systems. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 3, p. 333-340, 2008.

AMODIO, M. L. et al. A comparative study of composition and postharvest performance of organically and conventionally grown kiwifruits. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 87, n. 7, p. 1228-1236, 2007.

ARRUDA, M. C. DE et al. Qualidade físico química de frutos de laranja Valência provenientes de cultivos orgânico e convencional. **Citrus Research and Technology**, Cordeirópolis, v. 32, n. 2, p. 103-108, 2011.

BARNI, N. A. et al. **Plantas recicladoras de nutrientes e de proteção do solo, para uso em sistemas equilibrados de produção agrícola**. Porto Alegre: FEPAGRO, 2003. 84 p. (BOLETIM FEPAGRO, 12).

BASSAL, M. A. Growth, yield and fruit quality of 'Marisol' clementine grown on four rootstocks in Egypt. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 119, n. 2, p. 132-137, 2009.

BENDER, R. J. Colheita, beneficiamento, embalagem, conservação e comercialização. In: **CITRICULTURA: 1. Laranja: Tecnologia de produção, Pós-colheita, Industrialização e Comercialização**. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2006. p. 319-331.

BENDER, R. J. Colheita, beneficiamento, classificação e armazenamento de tangerinas. In: **CITRICULTURA, cultura de tangerineiras: tecnologia de produção, pós-colheita e industrialização**. Porto Alegre: Editora Rígel, 2009. p. 353-371.

BERGAMASCHI, H.; GUADAGNIN, M. **Agroclima da estação experimental agrônômica da UFRGS**. Porto Alegre: Faculdade de Agronomia, UFRGS, 1990. 60f.

BERGAMASCHI, H. et al. **Clima da Estação Experimental da UFRGS (e região de abrangência)**. Porto Alegre: UFRGS, 2003. 77p.

BERTUZZI, S .M. Nutrição mineral y fertilización de frutales cítricos. In: **ÁRBOLES Frutales: ecofisiología, cultivo y aprovechamiento**. Buenos Aires: Editorial Facultad de Agronomía – Universidad de Buenos Aires, 2007. Cap. 12, p. 363 – 394.

BOND, W.; TURNER, R. J.; GRUNDY, A. C. **A review of non-chemical weed management**. 2003. Disponível em: <http://www.gardenorganic.org.uk/organicweeds/downloads/updated_review.pdf> Acesso em: 13 jan. 2012.

BORGES, A. L. et al. **Cultivo orgânico de fruteiras tropicais: manejo do solo e da cultura**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2003. 12p. (Circular Técnica, nº 64)

BORGES, A. L.; SOUZA, L. DA S. **Produção orgânica de frutas**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2005. 4p. (Comunicado Técnico, nº 113)

BRASIL. Lei nº 10.831, de 23 de dezembro de 2003. Dispõe sobre a agricultura orgânica e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 24 de dezembro de 2003, Seção 1, p.8.

BRASIL. Instrução normativa nº 46, de 06 de outubro de 2011. Estabelece o Regulamento Técnico para os Sistemas Orgânicos de Produção Animal e Vegetal. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 07 de outubro de 2011, Seção 1, p 4-8.

CARDELLO, H. M. A. B.; CARDELLO, L. Teor de vitamina C, atividade de ascorbato oxidase e perfil sensorial de manga (*Mangifera indica* L.) var. Haden durante o amadurecimento. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.18,n.2, Maio/Jul. 1998.

CARDOSO, P. C. et al. Vitamin C and carotenoids in organic and conventional fruits grown in Brazil. **Food Chemistry**, London, v. 126, n. 2, p. 411-416, 2011.

CODEX ALIMENTARIUS. **Standard for oranges**: Codex Stan 245-2004. 1º Amendment. Rome: FAO e WHO, 2005. 6 p.

DeELL, J. R.; PRANGE, R. K. Postharvest quality and sensory attributes of organically and conventionally grown apples. **Hortscience**, Alexandria, v. 27, n. 10, p. 1096-1099, 1992.

DU PLESSIS, C. J. Relação entre elementos nutricionais, produção e qualidade dos citros. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE CITROS: FISILOGIA, 2., 1992, Campinas. **Anais...** Campinas: Fundação Cargill, 1992. p. 122-130.

DUTCOSKY, S. D. **Análise sensorial de alimentos**. Curitiba: Universitária Champagnat, 1996. 123p.

FAO. **FAOSTAT**. [Database results]. Disponível em: <<http://faostat.fao.org>> Acesso em: 16 jan. 2012.

FUNDECITRUS. **Cancro cítrico**: manual técnico. 2008. Disponível em: <<http://www.fundecitrus.com.br/ImageBank/PageFlip/pageflip.aspx?idPage=66>> Acesso em: 05 jan. 2011.

GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia**: processos ecológicos em agricultura sustentável. 2. ed. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS, 2001. 653 p.

GRUPEX. **O cultivo dos citros no Rio Grande do Sul**: referências tecnológicas. Porto Alegre: FEPAGRO, 2005. 141 p.

GRUPO PAULISTA DE ADUBAÇÃO E CALAGEM PARA CITROS. Recomendações de adubação e calagem para citros no estado de São Paulo. **Laranja**, Cordeirópolis, Edição Especial, p.1-27, 1994.

HERNÁNDEZ, Y.; LOBO, M. G.; GONZÁLEZ, M. Determination of vitamin C in tropical fruits: a comparative evaluation of methods. **Food Chemistry**, London, v. 96, n. 4, p. 654-664, 2006.

IBGE. **Produção agrícola municipal 2010**. Rio de Janeiro: IBGE. 2011. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/estadosat/>>. Acesso em: 09 jan. 2012.

JIFON, J.L.; SYVERTSEN, J.P. Effects of moderate shade on Citrus leaf gas exchange, fruit yield, and quality. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**, Lake Alfred, v.114, p.177-181, 2001.

JIMENEZ-CUESTA, M.; CUQUERELLA, J.; MARTINEZ-JÁVAGA, J. M. Determination of color index for citrus fruit degreening. **Proceedings of the International Society of Citriculture**, Tokyo, v.2, p.750-753, 1981.

JOÃO, P.L.; CONTE, A. **Levantamento da fruticultura comercial do Rio Grande do Sul: 2005/2006**. Porto Alegre: EMATER/RS-ASCAR, 2007. 89p.

KÖEPPEN, W. **Climatologia**: con un estudio de los climas de la Tierra. México: Fondo de Cultura Económica, 1948. 478p.

KOLLER, O. C. **Citricultura**: laranja, limão e tangerina. Porto Alegre: Rigel, 1994. 446p.

KOLLER, O. C. Adubação de pomares de citros. In: CICLO DE PALESTRAS SOBRE CITRICULTURA DO RS, 12., 2005, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: UFRGS, Emater/RS, Fepagro, 2005, p. 39-64.

KOLLER, O. C. et al. Controle químico do cancro cítrico em planta jovens sob manejo convencional e orgânico. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 4, p. 1043-1048, 2006.

KOLLER, O.C. Nutrição e Irrigação. In: CITRICULTURA: 1. laranja: tecnologia de produção, pós-colheita, industrialização e comercialização. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2006. p. 107-154.

KOLLER, O.C. Nutrição Mineral e Adubação. In: CITRICULTURA: cultura de tangerineiras: tecnologia de produção, pós-colheita e industrialização. Porto Alegre: Rígel, 2009. p. 121-152.

KOO, R. C. J.; REESE, R. L. The effects of omitting single nutrient elements from fertilizer on growth and performance of 'Pineapple' orange. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**, Lake Alfred, v. 84, p. 11- 16, 1971.

LEE, S. K.; KADER, A. A. Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 20, n. 3, p. 207-220, 2000.

LEITE JUNIOR, R. P. Cancro Cítrico no Estado do Paraná aos 40 anos. Mesa – Redonda: 40 Anos de Cancro Cítrico no Brasil. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.23, n.1. p.91-92. 1997.

LEITE JUNIOR, R. P. **Cancro Cítrico: prevenção e controle no Paraná**. Londrina: IAPAR, 1990, 51p. (Circular Técnica nº 61)

LESTER, G. E.; MANTHEY, J. A.; BUSLIG, B. S. Organic vs conventionally grown Rio Red whole grapefruit and juice: Comparison of production inputs, market quality, consumer acceptance, and human health-bioactive compounds. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 55, n. 11, p. 4474-4480, 2007.

LIU, P. **World markets for organic citrus and citrus juices: current market situation and medium-term prospects**. Rome: FAO, 2003. (FAO commodity and trade policy research working paper nº 5) Disponível em: <<http://www.fao.org/es/ESC/>>. Acesso em: abr. 2010.

LOPES, A. S. **Manual internacional de fertilidade do solo**. Traduzido e adaptado. 2. ed., rev. e ampl. Piracicaba: POTAFÓS, 1998. 177 p.

LOPES, A. S.; GUILHERME, L.R.G.; MARQUES, R. **Guia de fertilidade do solo: Versão 3.0**. Multimídia. Revisão e ampliação em plataforma de 32 bits. Lavras : UFLA-ANDA-POTAFOS, 2004. 1 CD-ROM.

LOZANO, J. E.; IBARZ, A. Colour changes in concentrated pulp heating at high temperatures. **Journal of Food Engineering**, Essex, v. 31, p. 365-373, 1997.

MADGE, D. **Organic citrus: a grower's manual**. Austrália: Rural Industries Research and Development Corporation (RIRDC), 2009. Disponível em: <www.rirdc.com.au>. Acesso em: abr. 2010.

MAGKOS, F.; ARVANITI, F.; ZAMPELAS, A. Organic food: Buying more safety or just peace of mind? A critical review of the literature. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Boca Raton, v. 46, n. 1, p. 23–56, 2006.

MAGALHÃES, A. F. DE J. **Nutrição mineral e adubação dos citros irrigados**. Cruz das Almas: EMBRAPA, 2006. 12 p. (Circular Técnica nº 79).

MANTOVANI, A. **Composição química de solos contaminados por cobre: formas, sorção, e efeito no desenvolvimento de espécies vegetais**. 2009. 178 f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-graduação em Ciência do Solo, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2009.

MONTERO, C. R. S. **Alterações fisiológicas e anatômicas causadas por danos mecânicos durante o beneficiamento de maçãs e frutos cítricos**. 2010. 158 f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2010.

MORTON, A.; PROEBST, D. **Organic citrus resource guide**. Nova Zelândia: Soil and Health Association of New Zealand Inc. and Bio Dynamic Association in New Zealand Inc, 2003. Disponível em: <www.organicnz.org>. Acesso em: abr. 2010.

MUTHUKUMARAN, K. **Organic agriculture and food industry: trends, challenges and opportunities**. Rome: CAB CALLING, 2006. Disponível em: <<http://cab.org.in>>. Acesso em: abr. 2010.

NAMEKATA, T. et al. Cancro cítrico: poda drástica de plantas contaminadas como um dos métodos de erradicação. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.21, n.1, p. 51, 1995. [Resumo apresentado no XVIII Congresso Paulista de Fitopatologia, 1995, Piracicaba]

NIENOW, A. A. Manejo do solo na cultura da laranjeira. In: CITRICULTURA: 1. laranja: tecnologia de produção, pós-colheita, industrialização e comercialização. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2006. p. 155 - 180.

OBERHOLSTER, R.; COWAN, A. K. Biochemical basis of color as an aesthetic quality in *Citrus sinensis*. **Journal of Agriculture Food Chemistry**, Washington, v. 49, n.1, p. 303-307, 2001.

OBREZA, T. A.; COLLINS, M. E. Production areas, soils, and land preparation.. In: NUTRITION of Florida citrus trees. 2^a ed. Florida: University of Florida, IFAS, 2008. Cap. 2, p. 9-15.

OBREZA, T. A.; ZEKRI, M.; FUTCH, S. H. General Soil Fertility and Citrus Tree Nutrition. In: NUTRITION of Florida citrus trees. 2^a ed. Florida: University of Florida, IFAS, 2008a. Cap. 3, p. 16-23.

OBREZA, T. A. et al. Special situations. In: NUTRITION of Florida citrus trees. 2^a ed. Florida: University of Florida, IFAS, 2008b. Cap. 11, p. 67-73.

OECD. **International standards for fruit and vegetables: Citrus fruit**. Paris: OECD Publishing, 2010. 244 p.

OLIVEIRA, R. P. DE et al. Estado da arte da produção orgânica de citros no Rio Grande do Sul. In: PRODUÇÃO orgânica de citros no Rio Grande do Sul. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2010. p. 30-39. (Sistema de produção nº 20).

PANZENHAGEN, N. V. et al. Aspectos técnico-ambientais da produção orgânica na região citrícola do Vale do Rio Caí, RS. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.1, p.90-95, 2008.

PECK, G. M. et al. Apple orchard productivity and fruit quality under organic, conventional and integrated management. **Hortscience**, Alexandria, v. 41, n. 1, p. 99-107, 2006.

PERECIN, D.; CARGNELUTTI FILHO, A. Efeitos por comparações e por experimento em interações de experimentos fatoriais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 1, p. 68-72, 2008.

PEREIRA, W.; MELO, W. F. DE. **Manejo de plantas espontâneas no sistema de produção orgânica de hortaliças**. Brasília: Embrapa Café, 2008. 8 p. (Circula Técnica nº 62).

PIO, R. M. et al. Variedades copas. In: CITROS. Campinas: Instituto Agrônomo e Fundag, 2005. p. 37-60.

PORTELINHA, N. V. **Sistemas de manejo do solo em pomar novo de tangerineiras 'Montenegrina' (*Citrus deliciosa* Tenore)**. 1995. 118 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de pós-graduação em Agronomia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1995.

PRADO, R. M. **Nutrição de plantas**. São Paulo: Editora UNESP, 2008. 407 p.

QUEIROZ, M. I.; TREPTOW, R. O. **Análise sensorial para a avaliação da qualidade dos alimentos**. Rio Grande: Editora FURG, 2006.

REIS, B. et al. Produção de frutos e incidência de cancro cítrico em laranjeiras 'Monte Parnaso' enxertadas sobre sete porta-enxertos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.3, p. 672-678, 2008.

RIENZI, E. A.; MAGGI, A. E. Manejo y conservación de suelos de sistemas frutícolas. In: ÁRBOLES Frutales: ecofisiología, cultivo y aprovechamiento. Buenos Aires: Editorial Facultad de Agronomía – Universidad de Buenos Aires, 2007. Cap. 11, p. 343 – 362.

ROUSSOS. P. A.; GASPARATOS. D. Apple tree growth and overall fruit quality under organic and conventional orchard management. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 123, n. 2, p. 247-252, 2009.

SABA, A.; MESSINA, F. Attitudes towards organic foods and risk/benefit perception associated with pesticides. **Food Quality and Preference**, Barking, v. 14, n. 8, p. 637–645, 2003.

SANTAROSA, E. **Freqüência e intensidade de poda em pomares jovens de laranjeiras 'Valência' sob sistemas de manejo orgânico e convencional.** 2009. 100 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2009.

SARTORI, I. A. et al. Maturação de frutos de seis cultivares de laranjas-doces na Depressão Central do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.24, n.2, p.364-369, 2002.

SARTORI, I. A. et al. Caracterização e comparação de sistemas de cultivo orgânico e convencional de laranjeiras 'Valência'. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v. 10, n. 1-2, p. 145-152, 2004.

SBCS (Sociedade Brasileira de Ciência do Solo). **Manual de Adubação e Calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina.** Porto Alegre: SBCS – Núcleo Regional Sul, 2004. 394 p.

SCHWARZ, S. F. Melhoramento genético e variedades. In: CITRICULTURA: 1. laranja: tecnologia de produção, pós-colheita, industrialização e comercialização. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2006. p. 41-54.

SILVA, J. A. A. DA et al. Reciclagem e incorporação de nutrientes ao solo pelo cultivo intercalar de adubos verdes em pomar de laranjeira 'Pêra'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 1, p. 225-230, 2002.

SPIEGEL-ROY, P.; GOLDSCHMIDT, E. E. **Biology of citrus.** Cambridge: Cambridge University Press, 1996. 230p.

SPÓSITO, M. B.; JULIANETTI, A.; BARBASSO, D. V. Determinação do índice de cor mínimo necessário para a colheita de laranja doce Valência a ser submetida ao processo de desverdecimento. **Laranja**, Cordeirópolis, v. 27, n. 2, p. 373-379, 2006.

STENZEL, N. M. C. et al. Performance of "Ponkan" mandarin on seven rootstocks in Southern Brazil. **Hortscience**, St. Joseph, v.38, n.2, p.176-178, 2003.

STRECK, E. V. et al. **Solos do Rio Grande do Sul.** 2.ed. rev. e ampl. Porto Alegre: Emater/RS, 2008. 222p.

THEISEN, G.; THEISEN, S. Manejo de plantas espontâneas. In: PRODUÇÃO orgânica de citros no Rio Grande do Sul. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2010. p. 30-39. (Sistema de produção nº 20).

UENO, B. Doenças dos citros. In: PRODUÇÃO orgânica de citros no Rio Grande do Sul. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2010. p. 139-170. (Sistema de produção nº 20).

UNCTAD - UNITED NATIONS CONFERENCE ON TRADE AND DEVELOPMENT. **Citrus fruit: quality.** Disponível em:

<<http://www.unctad.org/infocomm/anglais/orange/quality.htm>>. Acesso em: fev. 2011.

WORTHINGTON, V. Nutritional quality of organic versus conventional fruits, vegetables, and grains. **The Journal of Alternative and Complementary Medicine**, New York, v. 7, n. 2, p. 161-173, 2001.

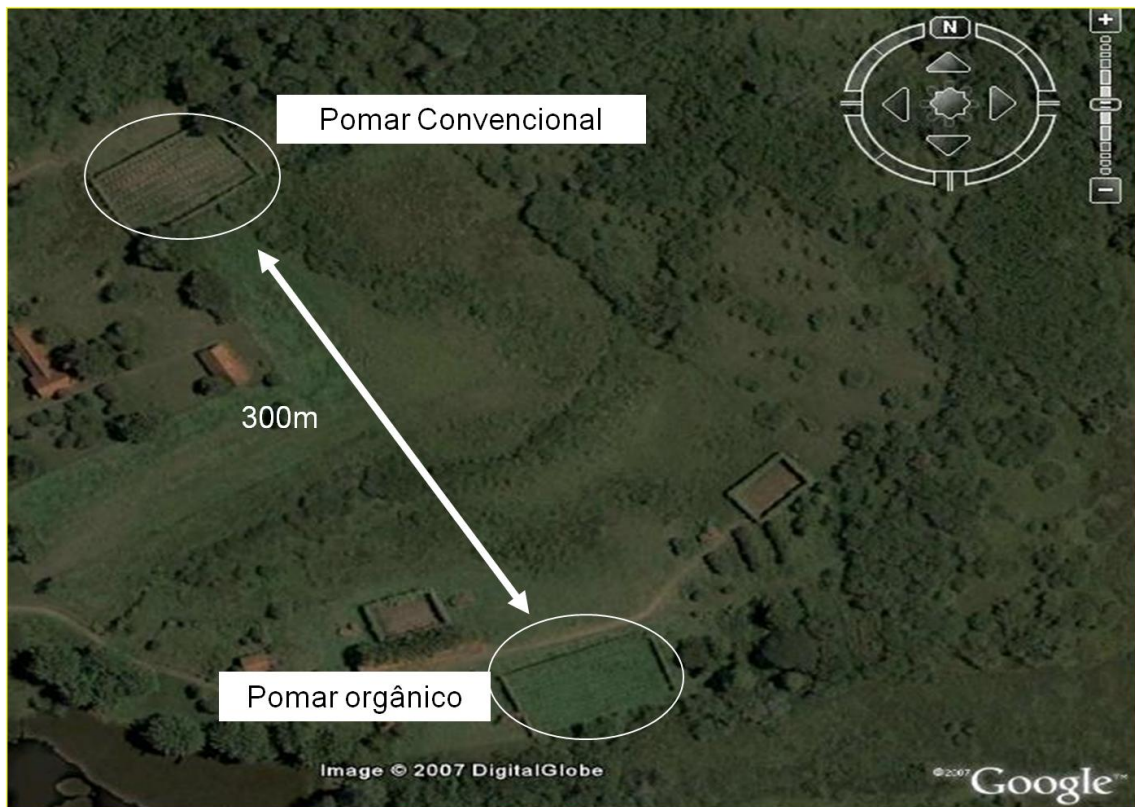
YARA. **Citrus Plantmaster**. Oslo, Norway, 2006.

ZEKRI, M. Citrus rootstocks affect scion nutrition, fruit quality, growth, yield and economical return. **Fruits**, Les Ulis Cedex, v. 55, p. 231–239, 2000.

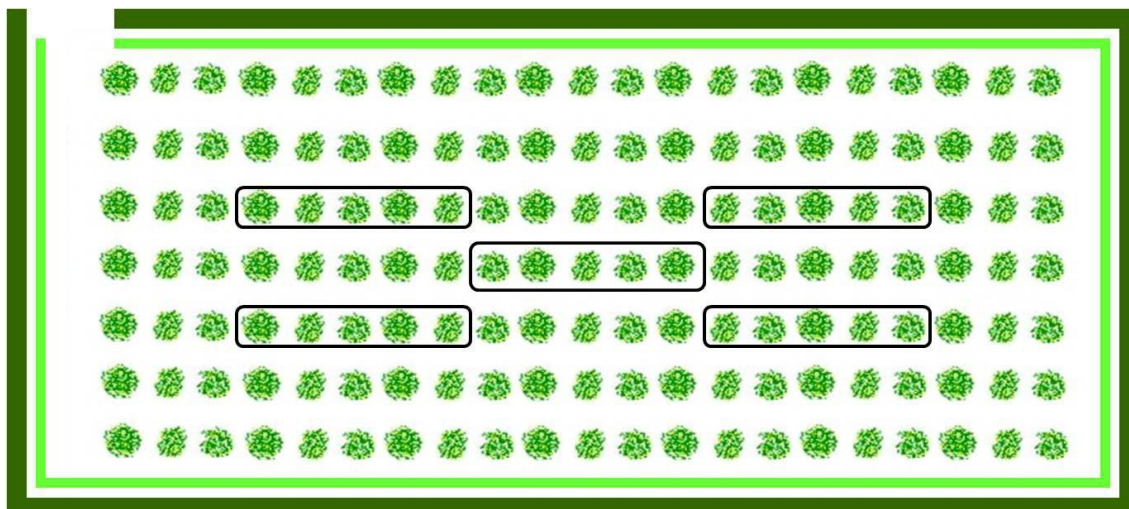
ZEKRI, M.; OBREZA, T. A. **Plant nutrient for citrus trees**. (revisado) University of Florida, IFAS SL 200, 2009. 5 p. Disponível em: <<http://edis.ifas.ufl.edu>>. Acesso em: 15 de out. de 2010.

8 APÊNDICES





APÊNDICE 1. Imagem de satélite dos pomares de laranjeiras 'Valência' sob cultivo orgânico e convencional em Montenegro, RS, 2007.



APÊNDICE 2. Croqui dos pomares de laranjeiras 'Valência' sob cultivo orgânico e convencional em Montenegro, RS, 2011.



Legenda:

- | | |
|---|--|
|  Laranjeiras |  Quebra-vento de capim-cameroon (<i>Pennisetum purpureum</i> cv. Cameroon) |
|  Parcelas |  Quebra-vento de pinus (<i>Pinus elliotti</i>) |

APÊNDICE 3. Caracterização química e física dos compostos sólido e líquido da Cooperativa Ecocitrus em Montenegro – RS, 2006.

	Composto sólido	Composto líquido
Umidade %	48	91
pH	8,7	5,9
Densidade	0,685	1,202
Carbono Orgânico (%)	14	42
Nitrogênio (%)	1,5	2,8
Fósforo (%)	0,21	1,1
Potássio(%)	0,51	0,45
Cálcio (%)	8,0	1,7
Magnésio (%)	0,32	0,23
Enxofre (%)	0,25	0,44
Cobre (mg/kg)	18	76
Zinco (mg/kg)	43	417
Ferro (%)	0,91	1,6
Manganês (mg/kg)	346	185
Sódio (%)	0,2	0,82
Cádmio (mg/kg)	0,4	0,6
Cromo (mg/kg)	28	74
Níquel (mg/kg)	19	11
Chumbo (mg/kg)	7	22
Molibdênio (mg/kg)	<0,2	0,4
Vanádio (mg/kg)	17	7
Arsênio (mg/kg)	<2	4
Boro (mg/kg)	14	25
Mercúrio (mg/kg)	0,01	<0,01
Poder de Neutralização (%)	22	<1

APÊNDICE 4. Faixas para interpretação de teores foliares de nutrientes na matéria seca de folhas de citros de 6 meses de idade, coletadas de ramos com frutos (Grupo Paulista de Adubação e Calagem, 1994).

Nutrientes	Insuficiente	Normal	Excessivo
	----- (g kg ⁻¹) ^z -----		
N	< 2,3	2,3 – 2,7	> 3,0
P	< 0,12	0,12 – 0,16	> 0,2
K	< 1,0	1,0 – 1,5	> 2,0
Ca	< 3,5	3,5 – 4,5	> 5,0
Mg	< 0,25	0,25 – 0,40	> 0,5
	----- (mg kg ⁻¹) ^y -----		
B	< 36	36 – 100	> 150
Mn	< 35	35 – 50	> 100
Zn	< 35	35 – 50	> 100

^zOs resultados em são % 10 vezes menores do que os expressos em g kg⁻¹. ^yOs valores em mg kg⁻¹ são numericamente iguais aos anteriormente expressos em ppm.

APÊNDICE 5. Modelo de ficha de análise sensorial para citros de mesa.

Nome:..... Data:/...../..... Idade: anos

PROCEDIMENTOS

Você está recebendo duas amostras de laranja. Avalie as características de aparência da laranja, aparência da casca, cor, odor, acidez, doçura, sabor, suculência e aceitação global das laranjas seguindo a escala abaixo:

- 1- Desgostei MUITÍSSIMO
- 2- Desgostei Muito
- 3- Desgostei Regularmente
- 4- Desgostei Ligeiramente
- 5- Indiferente
- 6- Gostei Ligeiramente
- 7- Gostei Regularmente
- 8- Gostei Muito
- 9- Gostei MUITÍSSIMO

Anotar para cada característica e cada amostra o resultado na tabela abaixo. Proceder avaliando primeiro a aparência da laranja, aparência da casca, cor e odor. Através de degustação, avaliar sabor, suculência e aceitação global. Tome água entre uma amostra e outra.

	AMOSTRA 131	AMOSTRA 345
Aparência da laranja		
Aparência da casca		
Cor		
Odor		
Acidez		
Doçura		
Sabor		
Suculência		
Aceitação global		

Comentários:.....

APÊNDICE 6. Série histórica de precipitação mensal de 2001 a 2011 e normal climatológica de 1963 a 1999 da Estação experimental da Fepagro, Taquari, RS, 2012.

ano	Precipitação mensal (mm)												média
	janeiro	fevereiro	março	abril	maio	junho	julho	agosto	setembro	outubro	novembro	dezembro	
2001	178,8	155,1	187,7	246,5	34,2	97,2	186,2	47,7	244,2	45,3	154,4	90,7	1668,00
2002	75,2	55,6	168,3	133,0	171,6	196,5	240,3	211,9	290,0	357,0	158,2	179,0	2236,60
2003	123,2	199,6	180,2	123,1	39,2	156,5	131,3	60,6	52,7	237,7	124,5	236,5	1665,10
2004	46,6	61,0	32,6	86,5	101,9	121,7	181,7	66,9	205,1	120,1	189,5	61,4	1275,00
2005	30,1	40,4	166,7	83,7	181,2	57,0	62,1	179,1	201,4	334,6	64,6	69,7	1470,60
2006	111,8	114,3	62,9	32,0	157,3	72,2	105,7	74,7	117,8	110,1	132,7	36,0	1127,50
2007	41,3	174,2	259,0	24,6	154,3	163,2	190,4	102,8	237,8	164,7	106,5	148,5	1767,30
2008	43,3	71,6	74,9	138,4	178,0	165,7	158,6	161,8	157,3	205,2	31,3	90,7	1476,80
2009	201,5	78,7	89,3	11,0	78,8	63,6	94,0	221,2	304,0	129,7	384,0	153,3	1809,10
2010	191,4	197,4	87,5	129,2	118,0	144,2	181,5	52,2	226,9	35,0	78,4	85,8	1527,50
2011	80,1	164,4	194,7	220,7	31,0	122,6	228,4	220,7	128,6	113,6	23,2	87,4	1615,40
1963-99	151,7	128,6	115,2	115,2	100,9	147,8	149,7	141,6	146,0	138,1	125,1	110,3	1570,35

APÊNDICE 7. Série histórica de temperatura média mensal de 2001 a 2011 e normal climatológica de 1963 a 1999 da Estação experimental da Fepagro, Taquari, RS, 2012.

ano	Temperatura média mensal (°C)												
	janeiro	fevereiro	março	abril	maio	junho	julho	agosto	setembro	outubro	novembro	dezembro	média
2001	24,2	24,9	24,1	19,9	15,1	15,1	13,9	17,5	16,3	20,4	20,7	21,8	19,49
2002	23,7	22,4	24,8	19,3	17,3	13,3	12,4	15,2	14,1	19,7	20,8	22,2	18,76
2003	23,6	24,1	22,3	18,0	15,7	15,1	13,6	13,8	15,9	19,2	21,5	22,4	18,78
2004	25,1	23,1	24,4	22,6	15,3	15,3	12,9	14,6	18,8	16,8	19,7	21,8	19,21
2005	24,6	24,2	23,1	18,3	16,3	16,5	14,1	16,3	15,0	19,6	22,3	23,3	19,48
2006	26,4	24,8	23,8	19,6	14,6	15,3	16,9	14,7	15,4	20,7	20,9	24,9	19,84
2007	25,2	24,8	24,9	21,8	13,8	13,1	10,6	12,7	19,1	20,3	19,4	23,4	19,08
2008	23,6	23,6	23,2	19,6	16,8	12,0	16,3	16,1	16,3	19,8	23,5	23,4	19,53
2009	22,5	22,7	21,8	18,5	14,7	9,4	14,0	15,2	17,0	19,3	23,9	24,8	18,66
2010	26,0	27,4	25,2	21,1	18,2	16,0	15,6	15,4	18,6	18,9	21,2	23,9	20,60
2011	27,3	25,6	23,5	21,2	17,0	14,2	14,0	16,0	18,0	21,6	23,6	24,8	20,55
1963-99	25,4	25,2	23,5	20,4	17,3	14,5	14,7	15,6	17,3	20,0	22,2	24,6	20,04