

**UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA - UDESC**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGROVETERINÁRIAS - CAV**  
**PROGRAMA DE POS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**DOUTORADO EM MANEJO DO SOLO**

**JOÃO JOSÉ STÜPP**

**ATRIBUTOS DE SOLO, RENDIMENTO E QUALIDADE DE MAÇÃS**  
**EM DIFERENTES SISTEMAS DE PRODUÇÃO**

**LAGES – SC**

**2012**

**UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA - UDESC**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGROVETERINÁRIAS - CAV**  
**PROGRAMA DE POS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**DOUTORADO EM MANEJO DO SOLO**

**JOÃO JOSÉ STÜPP**

**ATRIBUTOS DE SOLO, RENDIMENTO E QUALIDADE DE MAÇÃS**  
**EM DIFERENTES SISTEMAS DE PRODUÇÃO**

Tese apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Doutor no Curso de Pós-Graduação em Manejo do Solo da Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC.

Orientador: Prof. PhD Cassandro Vidal  
Talamini do Amarante  
Co-orientador: Prof. Dr. Álvaro Luiz  
Mafra

**LAGES – SC**

**2012**

Ficha catalográfica elaborada pela Bibliotecária  
Renata Weingärtner Rosa – CRB 228/14ª Região  
(Biblioteca Setorial do CAV/UDESC)

Stüpp, João José  
Atributos de solo, rendimento e qualidade de maçãs em diferentes  
sistemas de produção / João José Stüpp; orientador: Cassandro Vidal  
Talamini do Amarante. – Lages, 2012.  
113f.

Inclui referências.

Tese (doutorado) – Centro de Ciências Agroveterinárias /  
UDESC.

1. *Malus domestica* Borkh. 2. Composição química do solo. 3. Composição  
química do solo. 4. Nutrição de plantas. 5. Cobre em produção orgânica.  
6. Composição mineral de maçãs. 7. Qualidade de maçãs. I. Título.

CDD – 634.11

**JOÃO JOSÉ STÜPP**

**ATRIBUTOS DE SOLO, RENDIMENTO E QUALIDADE DE MAÇÃS  
EM DIFERENTES SISTEMAS DE PRODUÇÃO.**

TESE apresentada como requisito parcial para obtenção do título de DOUTOR no Curso de Pós-Graduação em Manejo do Solo da Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC.

Aprovada em: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Homologada em: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

**Banca Examinadora:**

---

**Orientador:** PhD Cassandro V. T. do Amarante (UDESC/Lages - SC)

---

Dr. Leo Rufato  
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias – UDESC/Lages – SC

---

**Co-orientador:** Dr. Álvaro Luiz Mafra (UDESC/Lages - SC)

---

Dr. Luciano Colpo Gatiboni  
Coordenador Técnico do Programa de Pós-Graduação em Manejo do Solo – UDESC/Lages – SC

---

**Membro:** Dr. Cristiano André Steffens (UDESC/Lages - SC)

---

**Membro:** Dr. Gilberto Nava (EPAGRI/São Joaquim – SC)

---

**Membro:** PhD Pedro Boff (EPAGRI/Lages – SC)

---

Dr. Cleimon Eduardo do Amaral Dias  
Diretor Geral do Centro de Ciências Agroveterinárias – UDESC/Lages - SC

Lages, Santa Catarina, fevereiro de 2012

Dedico

À minha família, fundamento maior da minha vida e fonte inesgotável da motivação indispensável. Em especial, à Maria Lenir, mãe dos meus filhos e minha eterna namorada, que sempre superou todos os obstáculos e me inspira continuamente para a superação. Aos nossos filhos Vandréia Heloísa, Aloísio Josué, Ângela Maria e César Augusto, por me ensinarem a ser um Pai mais presente, atencioso e carinhoso.

## AGRADECIMENTOS

Antes de tudo, um olhar para o meu íntimo e, então, para o infinito que me cerca e me lembra minha origem divina, apesar da minha pequenez, e o transcendente em que acredito e espero;

Às instituições de Ensino, Pesquisa e Extensão, Instituto Federal Catarinense e Universidade do Estado de Santa Catarina, esta, pela acolhida e aquela, pela liberação que nos possibilitou a realização deste projeto;

A todos os Professores do Centro de Ciências Agroveterinárias de Lages-SC pelas grandes lições, tanto no universo da Ciência quanto para a vida;

Ao orientador deste projeto, Professor Cassandro, pela liberdade e autonomia que nos permitiu na condução do mesmo e pela atenção dispensada sempre que solicitado;

Ao co-orientador, Professor Álvaro Luiz Mafra, pela sua simplicidade e disposição no acompanhamento e participação na execução das ações relativas ao projeto;

Gratidão especial à Empresa YAKULT de São Joaquim, nas pessoas do Eng. Agrônomo Marcos e Técnico Agrícola Geraldo, pela indispensável parceria e atenção especial sempre dispensada ao projeto;

De igual modo, aos parceiros MSc. Adilson José Pereira e Eng. Agr<sup>o</sup> Velocino Bolzani Neto, pela cedência de seus pomares para que o projeto se tornasse exequível;

À amiga e colega Eliete, parceira de projeto em seu Mestrado em Manejo do Solo, pelo muito que aprendi com sua experiência e dinamismo;

Aos colegas pioneiros do curso de Doutorado em Manejo do Solo: Ronaldir, Cristiane, Luciane, Paula, Rodrigo, André, Fabrício, Jovani, Margareth, Bonafé e Antônio, pela amizade, carinho e companheirismo;

A todos os demais colegas de Doutorado e Mestrado em Manejo do Solo e Produção Vegetal, em especial ao João Paulo, meu assessor para estatística, e aos demais que deram sua contribuição nas atividades de campo e/ou no laboratório;

A todos os bolsistas, em particular ao Cristiano, à Mariuccia, Marcela e Francielle, pela enorme ajuda, no campo e laboratório, e pelo muito que me ensinaram com sua disposição e dedicação;

Enfim, aos meus familiares, meu pai José (em memória), minha mãe Gertrudes e meus irmãos Felisberto, Aloizio, José Júnior, Rosalina, Alvina, Mariazinha, Sérgio e Sílvio, com orgulho de minha origem humilde, mas plena de valores de vida;

À minha esposa, Maria Lenir, o alicerce que sempre me deu suporte e me impulsiona para frente e para o alto, e aos meus filhos que, de repente, se tornaram 'colegas' de estudos nestes anos de lutas e conquistas;

Em suma, minha gratidão a todos quantos, de um ou outro modo, deram sua contribuição para a realização desse sonho que é, hoje, um verdadeiro presente que, sequer sei se mereço. Nominados ou não neste espaço, permanecerão todos para sempre em meu coração.

## RESUMO GERAL

STÜPP, João José. Atributos do solo, rendimento e qualidade de maçãs em diferentes sistemas de produção. 2012. 113 f. Tese (Doutorado em Manejo do Solo). Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC. Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias – Manejo do Solo, Lages - SC.

Os sistemas de manejo do solo e das culturas podem modificar a qualidade do ambiente e alterar os atributos químicos e físicos do solo, com reflexos na fisiologia das plantas e na produtividade e qualidade dos frutos. O presente estudo foi conduzido em São Joaquim-SC, nas safras 2008/09 e 2009/10, e teve por objetivos avaliar os atributos químicos e físicos do solo e sua relação com a fisiologia, nutrição e sanidade das plantas, e a qualidade de maçãs em sistemas de manejo convencional, integrado e orgânico. O experimento foi executado em seis pomares comerciais. Dois pomares com a cultivar Catarina sob manejo integrado (SI) e orgânico (SO), implantados em 2002 e 2003, respectivamente; outros dois pomares com as cultivares Royal Gala e Fuji implantados em 2002 sob manejo convencional (SC) e dois pomares de Royal Gala e Fuji sob manejo orgânico (SO), implantados em 2001. O porta-enxerto era Marubakaido com filtro de EM-9 em todos os pomares. O solo foi caracterizado como Cambissolo Húmico. A análise química do solo determinou: pH e teores de P, K, Na, Al, Ca, Mg, Cu, nitrogênio total (NT) e carbono orgânico total (COT). Os atributos físicos do solo avaliados foram: granulometria, estabilidade de agregados, densidade e porosidade. Dez plantas foram selecionadas em cada pomar e feitas determinações de: área de seção transversal de dois ramos previamente selecionados em cada planta, frutificação efetiva, área foliar média e específica, teor total de clorofila e teores de N, K, Ca, Mg e Cu nas folhas. Os frutos foram avaliados na maturação comercial, sendo os mesmos contados e pesados para a determinação do rendimento (número e peso de frutos/cm<sup>2</sup> de seção transversal dos ramos) e do peso médio dos frutos. Vinte frutos de cada planta, com tamanho uniforme (calibre 120-135), foram avaliados quanto à coloração (% de superfície vermelha), percentagem de frutos com queimadura do sol, danos por mosca-das-frutas e sarna, severidade de “russeting” (cm<sup>2</sup>), número de sementes fruto<sup>-1</sup>, firmeza da polpa (N), sólidos solúveis (SS; °Brix), iodo-amido (1-5), acidez titulável (AT; %), pH e teores de N, K, Ca, Mg e Cu, na casca e polpa. Os resultados foram submetidos à análise de variância (p<0,05). A análise química do solo, nos pomares de ‘Catarina’, revelou teores maiores de Mg (0-20 cm) e COT (10-20 cm) no SI, e mais Cu (0-20 cm) no SO. Nos pomares de ‘Royal Gala’ e ‘Fuji’ sob SC foi verificado mais Ca (0-20 cm) e Mg (10-20 cm) em ‘Royal Gala’, e Mg (0-20 cm) em ‘Fuji’. Nos pomares de ‘Royal Gala’ e ‘Fuji’ sob SO, observou-se mais Cu em ‘Royal Gala’ (0-20 cm) e em ‘Fuji’ (10-20 cm). Quanto aos atributos físicos, o pomar de ‘Catarina’ sob SI exibiu maior grau de flocculação (0-10 cm). Nos pomares de ‘Royal Gala’ e ‘Fuji’ sob SC foi verificado maior macroporosidade (0-20 cm) em ‘Royal Gala’ e porosidade total (0-10 cm) em ‘Fuji’ e, os pomares de ‘Royal Gala’ e ‘Fuji’ sob SO tiveram maiores valores para diâmetro médio ponderado (DMP) dos agregados (0-20 cm) e densidade do solo (Ds) (0-10 cm) em ‘Royal Gala’ e densidade do solo (Ds) e grau de flocculação (GF) (0-20 cm) em ‘Fuji’. Relativo às análises dos frutos e da



fisiologia das plantas, em 'Catarina', o SI teve frutos com maior relação K/Ca, Mg/Ca, N/Ca e (K+Mg)/Ca na casca e Mg/Ca na polpa, enquanto o SO teve mais Ca na casca e polpa e Cu nos três tecidos analisados. Nos pomares de 'Royal Gala' e 'Fuji' sob SC houve mais Ca na polpa dos frutos, maior teor de clorofila foliar, rendimento de frutos, percentual de frutos com sarna e valores de sólidos solúveis. 'Royal Gala' exibiu mais N foliar e maior dano por queimadura de sol, enquanto 'Fuji' teve mais K na casca dos frutos. Os pomares de 'Royal Gala' e 'Fuji' sob SO tiveram mais K foliar e maior relação K/Ca, Mg/Ca e (K+Mg)/Ca na polpa, além de mais Cu nos três tecidos analisados, maiores valores para área foliar média e específica, cor vermelha da epiderme dos frutos, firmeza de polpa e danos por mosca-das-frutas. 'Royal Gala' teve mais Ca foliar e K na polpa dos frutos. Para os demais atributos não foram observadas diferenças entre sistemas de manejo. Os atributos de solo eram adequados ao desenvolvimento e produção das macieiras nos três sistemas de manejo, com restrições para macroporosidade no SO. Os sistemas de manejo avaliados revelaram mais semelhanças que diferenças, o que permite concluir que os resultados obtidos neste estudo foram pouco afetados pelos sistemas de manejo. Soluções para o controle racional da mosca-das-frutas e ações de racionalização do uso de produtos cúpricos visando prevenção da contaminação do ambiente e frutos com Cu são prioridades para a produção orgânica de maçãs.

**Palavras-chave:** *Malus domestica* Borkh. Composição química do solo. Nutrição de plantas. Cobre em produção orgânica. Composição mineral de maçãs. Qualidade de maçãs.

## ABSTRACT

STÜPP, João José. **Soil attributes, yield and fruit quality of apples in different production systems**. 2012. 113 p. Thesis (Doctor in Soil Management). University of Santa Catarina State – UDESC. Ciências Agrárias Post-Graduation Program, Lages – SC State, Brazil.

The soil and crops management systems may affect the environment quality and modify the chemical and physical soil properties, with influences on the physiological aspects of the plants, as well as on yield and fruit quality. This study was carried out in São Joaquim, SC, Southern Brazil, and aimed to evaluate the conventional, integrated and organic apple production systems, its effects on physical and chemical soil properties, its relation with plants physiology, nutrition, health conditions, and fruits quality. The experiment was performed in six commercial orchards. Two of them established in 2002 and 2003, with 'Catarina' apple trees under integrated (IS) and organic (OS) systems. Two orchards were established in 2002 with 'Royal Gala' and 'Fuji' apple trees, under conventional management system (CS), and two orchards established in 2001 with 'Royal Gala' and 'Fuji' apple trees under organic management system (OS). Marubakaido filtered with EM-9 was the rootstock for all cultivars. The soil was characterized as a Humic Cambisol. The soil chemical attributes assessed were: pH, P, K, Na, Al, Ca, Mg, Cu, total nitrogen (TN) and total organic carbon (TOC). The soil physical attributes studied were: texture, aggregate stability, density and porosity. Ten apple trees of each orchard were selected and evaluated about flowering, fruit set and yield per cross-sectional area of two selected branches of each tree. Leaves were assessed for leaf chlorophyll content ( $\mu\text{g cm}^{-2}$ ), leaf mean area ( $\text{cm}^2$ ), specific leaf area ( $\text{cm}^2.\text{g}^{-1}$ ), leaf dry weight (g) and N, K, Ca, Mg and Cu contents. Production was determined in terms of number of clusters, fruits and yield per square centimeter of branches cross-sectional area, and the fruit average weight. At commercial maturity, fruits were counted and weighted to determine actual production. Twenty fruits from each plant, with uniform size (diameter 120-135) were evaluated for blush in the fruit skin (%), fruits with sunburn, fruit fly damage and scab (%), russetting severity ( $\text{cm}^2.\text{fruit}^{-1}$ ), number of seeds per fruit, flesh firmness (N), soluble solids content (SSC;  $^{\circ}\text{Brix}$ ), starch index (1-5), titratable acidity (%TA) and N, K, Ca, Mg and Cu contents in the skin and in the flesh. The results were submitted to average comparison test ( $p < 0.05$ ). In 'Catarina' orchards, chemical soil analysis shows higher Mg (0-20 cm) and TOC (10-20 cm) contents in IS, and higher Cu (0-20 cm) contents in OS. 'Royal Gala' and 'Fuji' orchards under CS had higher contents of Ca (0-20 cm) and Mg (10-20 cm) in 'Royal Gala' and Mg (0-20 cm) in 'Fuji'. 'Royal Gala' and 'Fuji' orchards under OS had higher Cu in 'Royal Gala' (0-20 cm) and in 'Fuji' (10-20 cm). For soil physical attributes, 'Catarina' orchard under IS had higher flocculation degree (0-20 cm). 'Royal Gala' and 'Fuji' orchard under CS had higher macroporosity (0-20 cm) in 'Royal Gala' and total porosity (0-10 cm) in 'Fuji', and 'Royal Gala' and 'Fuji' under OS had higher values for weighed diameter (0-20 cm) and soil density (0-10 cm) in 'Royal Gala' and soil density and flocculation degree (0-20 cm) in Fuji'. For fruits quality and plants physiology analysis, the 'Catarina' under IS orchards had higher K/Ca, Mg/Ca, N/Ca and (K+Mg)/Ca ratio in the fruits skin, and higher Mg/Ca in the fruit flesh, while the orchard under OS had higher contents of Ca in the skin and in

the flesh, and higher content of Cu in the fruit and leaves. 'Royal Gala' and 'Fuji' trees under CS had fruits with higher contents of Ca in the flesh, and higher values of leaf chlorophyll content, yield, incidence of scab, and soluble solids contents. 'Royal Gala' had higher content of N in the leaves, and higher incidence of sunburn, while 'Fuji' had higher content of K in the fruit skin. 'Royal Gala' and 'Fuji' under OS had higher contents of K in the leaves higher K/Ca, Mg/Ca and (K+Mg)/Ca ratio in the fruits flesh, higher content of Cu in fruit and leaves, higher values for mean and specific leaf area, fruit blush, flesh firmness and fruit fly damage. 'Royal Gala' had higher content of Ca in the leaves and of K in fruit flesh. There was no significant difference for the other attributes. The soil attributes were adequate to apples tree growth and production in all of management systems, with restriction for macroporosity in organic system. The management systems had more similarity than differences. Therefore, the management systems had minor influences on attributes assessed in this study. Organic production system needs efficient solutions for phytosanitary problems, mainly problems with fruits flies and environmental pollution with copper used for scab prevention.

**Keywords:** *Malus domestica* Borkh. Soil chemical composition. Plant nutrition. Copper in organic apples. Apples mineral composition. Apples quality.

## LISTA DE TABELAS

|            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |    |
|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 1 - | Atributos químicos dos solos, nas camadas de 0-10 e 10-20 cm, de pomares de macieiras 'Royal Gala' manejados sob os sistemas convencional e orgânico, e do campo nativo, em São Joaquim, SC, 2009. Os valores representam a média de 10 (dez) repetições de cada pomar e do campo nativo. ....               | 41 |
| Tabela 2 - | Atributos químicos dos solos, nas camadas de 0-10 e 10-20 cm, de pomares de macieiras 'Fuji' manejados sob os sistemas convencional e orgânico, e do campo nativo, em São Joaquim, SC, 2009. Os valores representam a média de 10 (dez) repetições de cada pomar e do campo nativo. ....                     | 43 |
| Tabela 3 - | Atributos químicos dos solos, nas camadas de 0-10 e 10-20 cm, de pomares de macieiras 'Catarina' manejados sob os sistemas integrado e orgânico, e do campo nativo, em São Joaquim, SC, 2009. Os valores representam a média de 10 (dez) repetições de cada pomar e do campo nativo. ....                    | 45 |
| Tabela 4 - | Atributos físicos dos solos, nas camadas de 0-10 e 10-20 cm, de pomares de macieiras 'Royal Gala' manejados sob os sistemas convencional e orgânico, e do campo nativo, em São Joaquim, SC, 2009. Os valores representam a média de 10 (dez) repetições de cada pomar e do campo nativo. ....                | 52 |
| Tabela 5 - | Atributos físicos dos solos, nas camadas de 0-10 e 10-20 cm, de pomares de macieiras 'Fuji' manejados sob os sistemas convencional e orgânico, e do campo nativo, em São Joaquim, SC, 2009. Os valores representam a média de 10 (de) repetições de cada pomar e do campo nativo. ....                       | 54 |
| Tabela 6 - | Atributos físicos dos solos, nas camadas de 0-10 e 10-20 cm, de pomares de macieiras 'Catarina' manejados sob os sistemas integrado e orgânico, e do campo nativo, em São Joaquim, SC, 2009. Os valores representam a média de 10 (dez) repetições em cada pomar e do campo nativo. ....                     | 55 |
| Tabela 7 - | Atributos químicos dos solos, nas camadas de 0-10 e 10-20 cm, de pomares de macieiras 'Royal Gala' e 'Fuji' sob manejo convencional e orgânico, e 'Catarina' sob manejo integrado e orgânico, em São Joaquim, SC, 2009. Os valores representam a média de 10 (dez) repetições de cada pomar e cultivar. .... | 69 |
| Tabela 8 - | Composição mineral de folhas e frutos e relações minerais na casca e polpa de maçãs 'Royal Gala' de pomares manejados sob                                                                                                                                                                                    |    |

|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |    |
|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
|             | os sistemas convencional e orgânico de produção. Médias de 10 (dez) repetições de cada sistema de manejo, e das safras 2008/2009 e 2009/2010. São Joaquim - SC. ....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 70 |
| Tabela 9 -  | Composição mineral de folhas e frutos e relações minerais na casca e polpa de maçãs 'Fuji' de pomares manejados sob os sistemas convencional e orgânico de produção. Médias de 10 (dez) repetições de cada sistema de manejo, e das safras 2008/2009 e 2009/2010. São Joaquim – SC.....                                                                                                                                                                                                                            | 73 |
| Tabela 10 - | Composição mineral de folhas e frutos e relações minerais na casca e polpa de maçãs 'Catarina' de pomares manejados sob os sistemas integrado e orgânico de produção. Médias de 10 (dez) repetições de cada sistema de manejo, e das safras 2008/2009 e 2009/2010. São Joaquim – SC .....                                                                                                                                                                                                                          | 75 |
| Tabela 11 - | Valores de área foliar média e específica, teor de clorofila foliar, floração e frutificação efetiva, rendimento e peso médio de frutos, cor da epiderme, severidade de "russeting", sarna, queimadura de sol e danos por mosca-das-frutas, e qualidade dos frutos em pós-colheita, de macieiras 'Royal Gala' de pomares manejados sob os sistemas convencional e orgânico de produção. Os valores representam a média de 10 (dez) repetições em cada pomar relativa à média das safras 2008/2009 e 2009/2010..... | 82 |
| Tabela 12 - | Valores de área foliar média e específica, teor de clorofila foliar, floração e frutificação efetiva, rendimento e peso médio de frutos, cor da epiderme, severidade de "russeting", sarna, queimadura de sol e danos por mosca-das-frutas, e qualidade dos frutos em pós-colheita, de macieiras 'Fuji' de pomares manejados sob os sistemas convencional e orgânico de produção. Os valores representam a média de 10 (dez) repetições em cada pomar relativa à média das safras 2008/2009 e 2009/2010.....       | 85 |
| Tabela 13 - | Valores de área foliar média e específica, teor de clorofila foliar, floração e frutificação efetiva, rendimento e peso médio de frutos, cor da epiderme, severidade de "russeting", sarna, queimadura de sol e danos por mosca-das-frutas, e qualidade dos frutos em pós-colheita, de macieiras 'Catarina' de pomares manejados sob os sistemas integrado e orgânico de produção. Os valores representam a média de 10 (dez) repetições em cada pomar relativa à média das safras 2008/2009 e 2009/2010.....      | 87 |

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - A - Vista do pomar de 'Royal Gala' e 'Fuji' sob manejo convencional – propriedade da Yakult. Fazenda Lagoinha – São Joaquim, SC.  
B – Vista parcial do pomar de 'Royal Gala' e 'Fuji' sob manejo orgânico – propriedade do Sr. Velocino Bolzani Neto – São Joaquim – SC.  
C - Vista parcial do pomar de 'Catarina' sob manejo convencional – propriedade do Sr. Adilson José Pereira – São Joaquim, SC.  
D – Vista parcial do pomar de 'Catarina' sob manejo orgânico – propriedade do Sr. Velocino Bolzani Neto – São Joaquim – SC..... 36
- Figura 2 - Coleta de solo no pomar de 'Catarina' sob manejo integrado (A) e área de campo nativo. São Joaquim – SC. .... 38

## SUMÁRIO

|          |                                                                                                                                                                                                                                                  |           |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>INTRODUÇÃO GERAL .....</b>                                                                                                                                                                                                                    | <b>18</b> |
| <b>2</b> | <b>REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>                                                                                                                                                                                                                 | <b>20</b> |
| 2.1      | A AGRICULTURA NA SEGUNDA METADE DO SÉCULO XX EM VISTA DOS DIFERENTES SISTEMAS DE PRODUÇÃO .....                                                                                                                                                  | 20        |
| 2.2      | A CULTURA DA MACIEIRA NO MUNDO E NO BRASIL .....                                                                                                                                                                                                 | 23        |
| 2.3      | A PRODUÇÃO MUNDIAL E BRASILEIRA DE MAÇÃS.....                                                                                                                                                                                                    | 24        |
| 2.4      | A PRODUÇÃO DE MAÇÃS EM SISTEMAS DE MANEJO CONVENCIONAL E INTEGRADO.....                                                                                                                                                                          | 24        |
| 2.5      | A PRODUÇÃO DE MAÇÃS EM SISTEMAS DE MANEJO ORGÂNICO.....                                                                                                                                                                                          | 26        |
| <b>3</b> | <b>CAPÍTULO I - ATRIBUTOS QUÍMICOS E FÍSICOS DO SOLO EM POMARES DE MAÇÃ 'ROYAL GALA' E 'FUJI' MANEJADOS SOB OS SISTEMAS CONVENCIONAL E ORGÂNICO E DE POMARES DE MAÇÃ 'CATARINA' MANEJADOS SOB SISTEMAS INTEGRADO E ORGÂNICO DE PRODUÇÃO.....</b> | <b>31</b> |
| 3.1      | RESUMO .....                                                                                                                                                                                                                                     | 31        |
| 3.2      | INTRODUÇÃO .....                                                                                                                                                                                                                                 | 32        |
| 3.3      | MATERIAL E MÉTODOS.....                                                                                                                                                                                                                          | 34        |
| 3.3.1    | Correção da acidez e fertilidade nos pomares sob manejo convencional e integrado .....                                                                                                                                                           | 35        |
| 3.3.2    | Correção da acidez e fertilidade nos pomares sob manejo orgânico .....                                                                                                                                                                           | 36        |
| 3.3.3    | Amostragens e análises de laboratório .....                                                                                                                                                                                                      | 37        |
| 3.4      | RESULTADOS E DISCUSSÃO .....                                                                                                                                                                                                                     | 39        |
| 3.4.1    | Atributos químicos do solo .....                                                                                                                                                                                                                 | 39        |
| 3.4.2    | Atributos físicos do solo.....                                                                                                                                                                                                                   | 49        |
| 3.5      | CONCLUSÕES.....                                                                                                                                                                                                                                  | 55        |
| <b>4</b> | <b>CAPÍTULO II - RENDIMENTO E QUALIDADE DE FRUTOS EM POMARES MAÇÃS MANEJADOS SOB OS SISTEMAS CONVENCIONAL, INTEGRADO E ORGÂNICO DE PRODUÇÃO.....</b>                                                                                             | <b>57</b> |
| 4.1      | RESUMO .....                                                                                                                                                                                                                                     | 57        |
| 4.2      | INTRODUÇÃO .....                                                                                                                                                                                                                                 | 59        |
| 4.3      | MATERIAL E MÉTODOS .....                                                                                                                                                                                                                         | 61        |
| 4.3.1    | Identificação das áreas experimentais, correção do pH e fertilidade, adubação e manejo dos pomares .....                                                                                                                                         | 61        |
| 4.3.2    | Manejo fitossanitário e de frutificação .....                                                                                                                                                                                                    | 61        |
| 4.3.3    | Avaliações nos pomares e laboratório .....                                                                                                                                                                                                       | 62        |
| 4.4      | RESULTADOS E DISCUSSÃO .....                                                                                                                                                                                                                     | 64        |
| 4.4.1    | Atributos minerais nas plantas e frutos.....                                                                                                                                                                                                     | 64        |
| 4.4.2    | Atributos relacionados com a fisiologia e a frutificação .....                                                                                                                                                                                   | 76        |

|     |                                 |     |
|-----|---------------------------------|-----|
| 4.5 | CONCLUSÕES.....                 | 85  |
| 5   | CONSIDERAÇÕES FINAIS.....       | 87  |
|     | REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 89  |
|     | APÊNDICES .....                 | 107 |



## 1 INTRODUÇÃO GERAL

A macieira (*Malus domestica* Borkh.) é uma fruteira de clima temperado pertencente à família *Rosaceae* que abrange cerca de 100 gêneros e mais de 2.000 espécies espalhadas por todo o mundo (IUCHI, 2006). Originária da região do Cáucaso e leste da China, presume-se que as espécies atuais evoluíram durante os últimos 20.000 anos (BLEICHER, 2006). Há relatos de autores que citam a presença de macieiras no início do século XX em Santa Catarina, e registros da sua introdução no município de Valinhos, no Estado de São Paulo em 1926 (BLEICHER, 2006). Grandes avanços foram obtidos nas diversas áreas de pesquisa e na expansão dos plantios, a partir da década de 1970, o que resultou em aumento significativo da produção e qualidade da maçã, tanto que, nos últimos 40 anos, o Brasil passou da condição de grande importador à condição de auto-suficiência e potencial exportador (BONETI et al., 2006; PETRI & LEITE, 2008).

No Brasil, o cultivo da maçã ocorre principalmente na região Sul, especialmente em Santa Catarina e Rio Grande do Sul, que respondem por cerca de 94 % do total produzido. Isto se deve à sua exigência climática. Os municípios de São Joaquim, no Planalto Sul, e Fraiburgo, no vale do Rio do Peixe, em Santa Catarina, e Vacaria no Rio Grande do Sul, concentram as principais áreas de produção (NAVA, 2007). Palmas, no Paraná, centraliza a quarta região produtora.

As cultivares Gala e Fuji e seus clones ocupam cerca de 90% da produção, em virtude da preferência do consumidor brasileiro por frutos de coloração vermelha, doces e com baixa acidez, e pela sua capacidade de frigoconservação (ABPM, 2004; ALMEIDA & ALVES, 2006; PETRI & LEITE, 2008). Há, no entanto, tendência para a diversificação, com a disponibilização de novas cultivares, com idêntica ou superior qualidade, resistência às principais doenças e mais adaptadas ao clima do Sul do Brasil.

O cultivo da macieira é atividade econômica importante para várias regiões produtoras do Sul do Brasil. Em 2009 foram cultivados 38.808ha, sendo praticamente toda a produção obtida nos sistemas convencional e integrado, com emprego regular de agrotóxicos (BONETI et al., 2010).

A qualidade do sistema de produção é uma medida da sua capacidade em sustentar a produtividade biológica, manter a qualidade ambiental e promover a saúde ao homem, às plantas e aos animais nos ecossistemas (MAFRA et al., 2006).

O emprego intenso de agroquímicos no processo produtivo tem despertado preocupação da parte de consumidores e produtores. É notória e crescente a preocupação com o uso adequado e a preservação dos recursos naturais, bem como, com a qualidade dos alimentos, especialmente os consumidos “in natura”. Os reflexos desse comportamento são percebidos em praticamente todos os países produtores, em vista do redimensionamento dos sistemas produtivos, com maior eficiência econômica, qualidade ambiental e compromisso social, na busca por reduzir os riscos à saúde do consumidor e do agricultor, além da efetiva preocupação com a sustentabilidade dos agroecossistemas (MEURER et al., 2000; REGANOLD et al., 2000; MALUCHE, 2004; AMARANTE et al., 2008).

A crescente preocupação quanto aos aspectos toxicológicos dos agrotóxicos e a potencial contaminação dos produtos agrícolas têm levado muitos países importadores a estabelecer programas de vigilância e monitoramento, com a execução de análises frequentes e programadas, preocupação que se estende também à qualidade nutricional, microbiológica e sensorial dos alimentos ‘in natura’, possivelmente alterada em função dos sistemas de cultivo.

Questões ambientais relativas à produção e qualidade dos alimentos produzidos em diferentes sistemas de produção não devem ser os únicos aspectos a serem considerados. Produtores e consumidores parecem considerar essas questões como da maior importância. É preciso reconhecer que essa discussão apresenta apenas uma comparação muito limitada entre os diferentes sistemas de obtenção dos alimentos.

Como são ainda poucas as pesquisas no Brasil, que relacionam os diferentes sistemas de manejo e sua influência sobre atributos do solo com a qualidade e produtividade de frutos, torna-se de fundamental importância a realização de estudos com a cultura da macieira, em vista da sua grande importância na economia brasileira, em especial na região Sul, onde se concentra a produção nacional. Universidades e centros de pesquisa têm papel fundamental na intensificação e destinação de recursos para a investigação científica e desenvolvimento de tecnologias próprias à produção de alimentos para consumo ‘in natura’, livres de resíduos e sem riscos para a saúde de trabalhadores e consumidores.

Porque no Brasil são ainda poucos os estudos comparativos que envolvem a produção convencional e orgânica de maçãs, este estudo teve por objetivo avaliar atributos físicos e químicos do solo, atributos fisiológicos e o estado nutricional das plantas, o rendimento e a qualidade dos frutos de pomares de macieiras ‘Royal Gala’ e ‘Fuji’ manejados sob os sistemas convencional e orgânico e ‘Catarina’ sob os sistemas integrado e orgânico.

As principais hipóteses para este estudo foram:

- O sistema orgânico de produção de maçãs é o sistema que apresenta menor impacto sobre o solo, preservando e/ou melhorando os seus atributos físicos e químicos, em relação aos sistemas integrado e convencional;
- Maçãs oriundas do sistema orgânico apresentam valores superiores quanto a sua composição mineral, em relação às dos sistemas integrado e convencional;
- Os diferentes sistemas de produção afetam os atributos fisiológicos da planta, bem como a incidência de sarna e mosca-das-frutas.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 A AGRICULTURA NA SEGUNDA METADE DO SÉCULO XX EM VISTA DOS DIFERENTES SISTEMAS DE PRODUÇÃO**

A agricultura mundial foi impulsionada, especialmente nas décadas de 1960 e 1970, com a chamada “Revolução Verde”. A intensificação da mecanização, correção e fertilização do solo, assim como a utilização de produtos de síntese química contra pragas e doenças, aumentaram a produção de alimentos para patamares nunca antes experimentados (TELLES, 2007). Práticas de produção naturais, no entanto, continuaram presentes em inúmeras comunidades de agricultores.

Diferentes sistemas de manejo dos solos passam a ser utilizados. O sistema convencional, que visa à produção pelo emprego de todos os recursos tecnológicos

disponíveis, o sistema integrado que visa reduzir as práticas de manejo mais impactantes, aliado ao emprego racional dos recursos convencionais, e o sistema orgânico, que, neste trabalho, congrega as diversas formas alternativas de produção, com o emprego de práticas de manejo alternativo e insumos naturais.

O sistema convencional de produção tem seu foco principal, de melhoria da fertilidade do solo, no emprego de todos os recursos disponibilizados pela tecnologia, o que o torna dependente do aporte de insumos, como fertilizantes e pesticidas de síntese química (MALUCHE, 2004). Significativo aumento da produção de alimentos foi obtido em consequência do desenvolvimento dessas tecnologias. Por outro lado, erosão e contaminação dos solos e mananciais devido ao manejo intensivo dos solos, contaminação e intoxicação do trabalhador rural e outros agentes envolvidos na cadeia produtiva, e contaminação dos alimentos produzidos com o emprego, por vezes indiscriminado, de agroquímicos com elevado poder de contaminação, são também efeitos diretos desse sistema (TELLES, 2007).

Segundo Ehlers (1994), os métodos agrícolas convencionais podem causar a destruição dos solos, o assoreamento dos cursos de água, a extinção da fauna e da flora, a redução da biodiversidade, a proliferação de pragas, a poluição das águas, a contaminação de alimentos e o envenenamento dos trabalhadores rurais. Produtores e sociedade passaram a questionar a sustentabilidade do sistema convencional, principalmente devido à contaminação das águas, presença de resíduos químicos em alimentos, degradação do solo e riscos à saúde dos trabalhadores da indústria e do campo que manuseiam pesticidas (REGANOLD et al., 2000; MOSCARDI, 2003; AMARANTE et al., 2008).

A Organização Mundial da Saúde (OMS) (1990) estima que ocorram no mundo cerca de três milhões de intoxicações agudas por agrotóxicos, com 220 mil mortes por ano. Dessas, cerca de 70% ocorrem em países em desenvolvimento. Além da intoxicação de trabalhadores que têm contato direto ou indireto com esses produtos, a contaminação de alimentos tem levado a grande número de intoxicações e mortes (OMS/OPAS/MS-BRASIL, 1997).

Segundo dados do Sindicato Nacional da Indústria de Defensivos Agrícolas (Sindag), em 2009 o Brasil se tornou o maior consumidor mundial de agroquímicos. O consumo anual atingiu volume superior a 300.000 toneladas dos diversos ingredientes ativos e 700.000 toneladas do produto comercial, chegando a 1 milhão de toneladas em 2010-2011 (SINDAG, 2010; THEISEN, 2010).

De acordo com Alves Filho (2002), o Brasil contava, no ano 2000, com 444 diferentes ingredientes ativos e 854 marcas comerciais de agrotóxicos e afins, e um total de 1.981 diferentes apresentações destes produtos de uso permitido.

O Sistema Nacional de Informações Tóxico-Farmacológicas – Ministério da Saúde/FIOCRUZ (SINITOX), registra cerca de 5.600 intoxicações/ano por agrotóxicos de uso agrícola no Brasil (BOMBARDI, 2011). Entretanto, por mais graves que pareçam estes números, a realidade é que eles estão muito aquém de representar o número real das intoxicações por agrotóxico de uso agrícola. A Organização Mundial da Saúde estima que, para cada caso notificado, outros 50 deixam de ser notificados pelos mais diversos motivos. As estatísticas são ainda precárias sobre as intoxicações humanas no Brasil (BOMBARDI, 2011).

Em vista disto, práticas agrícolas menos agressivas ao ambiente e ao homem vêm sendo testadas e adotadas em muitos países, em atendimento à emergente demanda por alimentos saudáveis e livres de resíduos tóxicos (TELLES, 2007). Por isso, não surpreende que a agricultura orgânica se encontre em larga expansão em nível mundial, por suas características de sustentabilidade e produtos de qualidade, com certificação de origem (CARMO & MAGALHÃES, 1999). Estudos de Reganold et al. (1987) e Guanapala & Scow (1998) mostram melhorias na qualidade dos solos cultivados com base em sistemas de manejo orgânico em substituição ao manejo convencional. Para Camargo et al. (2001) e Werner (2001), o sistema orgânico busca preservar a qualidade do solo e reduzir impactos ambientais. Por outro lado, práticas como o emprego de adubos orgânicos podem contribuir para a qualidade do solo, estimulando processos microbianos que ajudam a manter e melhorar os atributos físicos e químicos do solo (GLOVER et al., 2000).

Mais recentemente, desenvolve-se um programa integrado de produção que visa reduzir o emprego e o impacto dos insumos de síntese química em vista de exigências de parte de importadores de alimentos e de consumidores preocupados com as consequências para a saúde que alimentos contaminados possam gerar. Este programa prevê, basicamente, o emprego de todos os mecanismos e técnicas de manejo preventivo, lançando mão de recursos convencionais sempre que necessário. Preconiza o uso racional das tecnologias de manejo convencional.

## 2.2 A CULTURA DA MACIEIRA NO MUNDO E NO BRASIL

Originária da região do Cáucaso e leste da China, graças à dominação romana, o cultivo da macieira se difundiu em grande parte da Europa, até a Inglaterra e Alemanha. Os colonizadores a trouxeram para as Américas na forma de sementes e plantas das melhores variedades, razão pela qual a cultura desta fruta se difundiu em diversos países com rapidez. No Brasil, o início do cultivo ocorreu, provavelmente, em São Paulo, na década de 1920 (BLEICHER, 2006). No entanto, passou a receber maior atenção a partir da segunda metade do século XX, graças a incentivos oficiais, a partir da década de 1970, quando o Brasil ainda dependia da importação para abastecer o mercado consumidor de maçãs (PETRI & LEITE, 2008).

A criação do Projeto de Fruticultura de Clima Temperado – Profit, pelo Estado de Santa Catarina, através da Lei nº 4.263, de 1968, com o objetivo de desenvolver e fomentar o plantio da macieira no Estado, e da Lei Federal nº 5.106, conhecida como lei dos incentivos fiscais, que permitia abater até 50% do imposto de renda devido no exercício para aplicação em reflorestamentos, podendo ser feita com a cultura da macieira, deram o grande impulso inicial ao desenvolvimento comercial da cultura em Santa Catarina e no Brasil, a partir do município de Fraiburgo, SC (EPAGRI, 2006; PETRI & LEITE, 2008). Logo depois foram iniciados os plantios de macieiras nas regiões de São Joaquim (SC) e Vacaria (RS). No Estado do Paraná, na região de Palmas, instalou-se o quarto pólo de produção. A partir de então, a produção brasileira de maçãs tem aumentado significativamente, ao ponto de atingir, após 25 anos, a auto-suficiência, passando de importador a exportador de volume considerável da sua produção (EPAGRI, 2006; PETRI & LEITE, 2008). Atualmente, a cultura está distribuída nos Estados do RS, SC, PR, SP, MG e BA, sendo Santa Catarina o maior produtor (PETRI & LEITE, 2008) com 50,2% do total nacional (ICEPA, 2009). A maior parte da produção é oriunda das cultivares Gala, Fuji e seus clones (ABPM, 2004; ALMEIDA & ALVES, 2006; PETRI & LEITE, 2008), com 46 e 45% do total da produção brasileira, respectivamente (EPAGRI, 2006; ICEPA, 2009). A expansão da cultura da maçã impulsionou diferentes setores da economia e, principalmente, viabilizou grande número de pequenas propriedades rurais, principalmente na região do Planalto Sul Catarinense (EPAGRI, 2006).

## **2.3 A PRODUÇÃO MUNDIAL E BRASILEIRA DE MAÇÃS**

A produção mundial de maçãs, na safra 2006/07, foi de 64,26 milhões de toneladas, sendo que a China produziu 38,6% desse total (FAO, 2009). A produção brasileira, de 14,6 mil toneladas em 1977, cresceu sistematicamente para atingir 517,5 mil toneladas em 1993 (GONÇALVES et al., 1996). Na safra nacional de maçã 2008/09, dados do IBGE/CEPAGRO registram a produção de 1.121.468 toneladas da fruta, em área plantada de 38.808 hectares e rendimento médio de 28.897 kg/ha, com potencial tecnológico para produzir até 60 t/ha. Dessa produção total, 85% têm qualidade para o consumo 'in natura', 7% são destinados à exportação, e os 15% restantes são transformados, principalmente em sucos (EPAGRI, 2006).

A disponibilidade mundial de maçãs por habitante/ano, em 2006/07, foi de 10,15 kg (FAO, 2009). Entre 2008 e 2010, a disponibilidade média, no Brasil, ficou em 5,88 kg/habitante/ano (MAPA, 2010).

O cultivo da macieira é uma atividade muito importante para várias regiões produtoras do Sul do Brasil. Em 2009, a área plantada atingiu 38.808ha, com produção de 1.121.468 toneladas (IBGE/CEPAGRO, 2009). Santa Catarina contribuiu com 19.638ha e produção de 526.989 toneladas, praticamente 100% desenvolvida nos sistemas convencional e integrado de produção (BONETTI et al., 2010).

## **2.4 A PRODUÇÃO DE MAÇÃS EM SISTEMA DE MANEJO CONVENCIONAL E INTEGRADO**

A produção brasileira de maçãs está baseada essencialmente nos princípios da produção convencional, desde os seus primórdios. Isto se deve ao fato de que este era o sistema praticado e em desenvolvimento nos anos 1960 e 1970, quando da implantação da pomicultura no Brasil, período coincidente com a fase de difusão

da chamada 'Revolução Verde'. Incentivos fiscais, crédito e o suporte da pesquisa foram as principais bases que impulsionaram a produção de maçãs no Brasil aos patamares atuais.

O sistema convencional de produção desempenha ainda fundamental função neste processo. No entanto, os altos custos de produção devidos, principalmente, à dependência por recursos não renováveis, externos à propriedade, tanto para a manutenção de altos níveis de fertilidade do solo, quanto pelo excessivo número de aplicações de agrotóxicos utilizados no controle fitossanitário (MALUCHE, 2004), têm levado a questionamentos por parte de produtores e da sociedade quanto à sustentabilidade de sistemas de produção que empregam esses produtos. Mecanismos de controle de qualidade vêm sendo cada dia mais adotados no comércio de frutas, especialmente por compradores mais exigentes, para atendimento a consumidores também cada vez mais exigentes quanto à presença de resíduos de agroquímicos nos alimentos.

Estudos recentes têm demonstrado que práticas de cultivo intensivo do solo têm efeitos deletérios também nos atributos físicos e biológicos, essencialmente devido à redução dos níveis de compostos orgânicos da estrutura do solo. Ribeiro (2003) estudou as características físicas e químicas de solos manejados sob sistema convencional e orgânico de produção de maçãs, e verificou que as maiores alterações ocorreram no sistema convencional. À medida que os solos vão sendo trabalhados com máquinas e implementos pesados e uso de insumos industrializados, consideráveis alterações físicas, químicas e biológicas vão ocorrendo. Segundo Gianello et al. (1995), essas alterações químicas envolvem a perda de nutrientes por volatilização e lixiviação em áreas com revolvimento frequente do solo e aceleração da taxa de mineralização da matéria orgânica, diminuindo as cargas que poderiam reter esses nutrientes. As principais alterações físicas consistem na redução do diâmetro médio dos agregados (NUERNBERG et al., 1986), redução da estabilidade desses agregados (OLIVEIRA et al., 1983) e redução da macroporosidade, com aumento da microporosidade (CUNHA et al., 2001), da densidade e da compactação do solo, com graves reflexos na dinâmica da água e do oxigênio no solo e no processo erosivo.



## 2.5 A PRODUÇÃO DE MAÇÃS EM SISTEMAS DE MANEJO ORGÂNICO

A saúde é considerada um dos fatores mais importantes quando se refere à qualidade de vida. Segundo Huber (2008), 80% das compras de alimentos são motivadas pelo quesito saúde. A saúde e a sustentabilidade ambiental, segundo esse autor, estão se tornando parte da nossa cultura. Em consequência, a produção de alimentos para consumo 'in natura', livres de elementos contaminantes, saudáveis e com bom aspecto visual, está sendo cada vez mais buscado por produtores e consumidores esclarecidos e exigentes.

Segundo a Lei n.º 10.831, de 23/12/2003, considera-se sistema orgânico de produção agropecuária todo aquele em que se adotam técnicas específicas, mediante a otimização do uso dos recursos naturais e socioeconômicos disponíveis, com respeito à integridade cultural das comunidades rurais. Tem por objetivo a sustentabilidade econômica e ecológica, a maximização dos benefícios sociais e a minimização da dependência de energia não-renovável. Emprega, sempre que possível, métodos culturais, biológicos e mecânicos, em contraposição ao uso de materiais sintéticos. Exclui o 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.

A agricultura orgânica compreende métodos e tecnologias em base ecológica de produção agrícola, e vem aumentando significativamente sua área de plantio em todo o planeta. É praticada em praticamente todos os países e vem ganhando aceitação mundial. Tem se expandido a uma taxa anual de 30%. A comercialização de produtos orgânicos atingiu 50 bilhões de dólares em 2009 (TAGLIARI, 2011). O Brasil é considerado o quinto maior produtor mundial, sendo cultivados em base ecológica, em 2007, quase 1,8 milhões de hectares no sistema orgânico, o que equivale a 0,67% da área agricultável (DEFFUNE, 2010). No Brasil, a expansão da agricultura orgânica é da ordem de 40 a 50% ao ano (TAGLIARI, 2001). Em nível mundial, em 2008, foram identificados 1,4 milhão de produtores orgânicos, que ocupavam cerca de 35 milhões de hectares (8,1 milhões de hectares na América Latina) (WILLER & LUKAS, 2010). Segundo Tagliari (2009), em 2008, Santa Catarina tinha aproximadamente 1.800 produtores orgânicos, incluindo os de maçãs, que obtiveram produção de 60 mil toneladas de produtos, estimadas em R\$ 70

milhões, o que fez de Santa Catarina o terceiro maior produtor nacional de produtos orgânicos. De acordo com Mafra et al. (2007), o sistema orgânico é baseado nos princípios da agroecologia, especialmente adequados para a agricultura familiar e para as condições de relevo e solos da região.

A produção em sistema orgânico de maçãs é ainda bastante incipiente no Brasil, apesar da iniciativa de alguns produtores na região da Serra Catarinense, que cultivaram 17 ha e colheram cerca de 210 toneladas de frutas em 2010, comercializadas em São Paulo e outros mercados, inclusive para a indústria (BONETI et al., 2010; REICHERT, 2011\*).

A falta de tecnologia apropriada é, atualmente, o mais importante fator limitante da produção orgânica, razão que leva, com frequência, produtores orgânicos a desistirem do sistema. Em vista disto, projetos de pesquisa da Udesc, Epagri e Embrapa Uva e Vinho, dentre outros, buscam desenvolver tecnologias para a produção orgânica de maçãs e para a agricultura orgânica no Brasil (BONETI et al., 2010).

No sistema orgânico de produção de maçãs, ressalta-se um manejo diferenciado daquele adotado tradicionalmente, substituindo os fertilizantes de alta solubilidade e as intensas aplicações de agrotóxicos por sistemas e práticas alternativos de fornecimento de nutrientes e para controle de doenças, pragas e plantas espontâneas na cultura.

Segundo Reganold et al. (2001), o sistema orgânico de produção promove melhorias na estrutura e fertilidade do solo, criando um ambiente favorável a inúmeros processos biológicos. Mäder et al. (2002) observaram que o sistema orgânico melhorou a qualidade do solo em relação ao convencional. Sampaio et al. (2008) e Maluche (2004) concluíram que a adoção do sistema orgânico aumentou a atividade microbiana e o conteúdo de carbono orgânico do solo, o que se refletiu em melhores condições químicas e físicas do mesmo. A adição de compostos orgânicos tem impactos profundos na qualidade do solo, estimulando processos microbianos que ajudam a desenvolver e manter os agregados e sua estrutura, contribuindo para a resistência à degradação física (GLOVER et al., 2000).

O sistema orgânico de produção requer menor uso de insumos externos à propriedade, exclui o uso de agrotóxicos e adubos solúveis e utiliza técnicas e

---

\* João Reichert é produtor orgânico em São Joaquim, SC.

materiais alternativos de entrada de nutrientes, como a permanência da cobertura vegetal e a aplicação de adubos orgânicos local e regionalmente disponíveis, melhorando os atributos físicos, químicos e biológicos do solo (TAMIS et al., 1999; GLOVER et al., 2000; REGANOLD et al., 2000). Segundo Oltramari et al. (2002), os sistemas de produção orgânica se baseiam em normas de produção específicas e precisas, cuja finalidade é lograr agroecossistemas que sejam sustentáveis do ponto de vista social, ecológico, técnico e econômico.

A produção orgânica é ainda limitada na maioria dos países, devido, principalmente, à falta de métodos e produtos eficientes de controle das pragas e doenças, bem como de alternativas orgânicas de controle (CAPORAL & COSTABEBER, 2003; MALUCHE-BARETTA et al., 2007; AMARANTE et al., 2008). Fungicidas cúpricos têm sido amplamente utilizados há mais de um século (PIETRAZAK & McPHAIL, 2004), com eficácia. Porém, a aplicação contínua por longo tempo resulta em elevação dos teores de cobre no solo, pela aplicação direta, deriva ou excesso nas superfícies foliares (CHAIGNON et al., 2003; MIRLEAN, 2007; WANG et al., 2009; MANTOVANI, 2009; MARTINS et al., 2010), com riscos de acúmulo a níveis tóxicos para as plantas cultivadas e outros agentes benéficos do ambiente. Restrições quanto ao uso de fungicidas cúpricos foram adotadas por diversos países a fim de proteger o ambiente e saúde dos consumidores. A Holanda proibiu a utilização de fungicidas à base de cobre e a Suíça restringe a quantidade de cobre que pode ser aplicado por hectare (GARDNER, 2003; WANG et al., 2009).

Rendimentos de frutos menores em pomares de maçãs orgânicos são, provavelmente, resultados da insatisfatória gestão da produção e das maiores pressões de pragas, doenças e deficiências nutricionais (PECK et al., 2006). De outra parte, estudos realizados por Reganold et al. (2000) nos Estados Unidos demonstraram que o sistema orgânico de produção de maçãs, nos aspectos de qualidade ambiental e sustentabilidade econômica, é superior aos sistemas de produção integrada e convencional.

Segundo Darolt (2000) e Martins et al. (2010), os alimentos provenientes da agricultura orgânica têm se mostrado superiores aos da agricultura convencional em qualidade sensorial, valor nutritivo e baixo risco toxicológico. Todavia, é um campo ainda pouco explorado pelas pesquisas científicas, o que não permite afirmações quanto à superioridade nutricional dos alimentos orgânicos, sendo um assunto que ainda divide opiniões na sociedade e no mundo científico.

Para Batista et al. (2006), somente a produção ecológica é sustentável, porque é socialmente justa, ecologicamente equilibrada, economicamente viável, culturalmente adaptada e contribui para o futuro das atuais e futuras gerações. Porém, o fato de ser um sistema orgânico de produção não garante a sua sustentabilidade. Para ser sustentável, o sistema deve ter produtividade satisfatória, ser lucrativo, proteger o meio ambiente, preservar os recursos naturais e ser administrado de forma socialmente responsável (REGANOLD et al., 1990; AMARANTE et al., 2008).

A produção orgânica representa ainda, no atual estágio evolutivo da atividade, um desafio, com sérios entraves que necessitam ser superados (KREUZ et al., 2005). Por isso, é de fundamental importância a implementação de pesquisas com a cultura da macieira em vista da sua grande importância na economia brasileira.

O sistema de produção orgânico de maçãs em nosso País é muito recente e são poucas as informações sobre os benefícios relacionados às alterações nos atributos químicos, físicos e biológicos do solo devidos ao seu manejo. Períodos de avaliação e cultivo mais longos são necessários para a obtenção de respostas com maiores evidências ao manejo orgânico.

O sistema integrado de manejo dos cultivos surgiu com o fim de atender as exigências comerciais e de consumidores ante os riscos do consumo de alimentos contaminados por resíduos potencialmente danosos à saúde. Práticas como a conservação de ecossistemas nas imediações dos cultivos, ao redor dos pomares visando uma agricultura mais sustentável; Manutenção de áreas com vegetação para o abrigo de organismos benéficos, junto às áreas de produção integrada; Organizar as atividades do sistema produtivo de acordo com a região, respeitando suas funções ecológicas de forma a promover o desenvolvimento sustentável, são alguns princípios implementados em sistemas integrados de manejo. Essencialmente, no entanto, respeitadas limitações estabelecidas pelo programa, insumos de síntese química são permitidos sempre que o produtor entender o seu emprego indispensável, de acordo com as normas e exigências específicas do programa.

Tanto em sistemas convencionais, quanto nos integrados e orgânicos, o comportamento das características químicas, físicas e biológicas do solo, em função do manejo que lhe é dado, pode influenciar a capacidade de uso dos solos e, por consequência, a produtividade e qualidade da produção. O melhor entendimento dos

mecanismos que alteram os atributos do solo em diferentes sistemas de produção auxiliará na escolha de práticas de manejo que melhorem a produtividade e reduzam a degradação do solo na cultura da macieira.

### 3 CAPÍTULO I - ATRIBUTOS QUÍMICOS E FÍSICOS DO SOLO DE POMARES DE MAÇÃ 'ROYAL GALA' E 'FUJI' SOB OS SISTEMAS DE MANEJO CONVENCIONAL E ORGÂNICO, E DE POMARES DE MAÇÃ 'CATARINA' SOB MANEJO INTEGRADO E ORGÂNICO DE PRODUÇÃO.

#### 3.1 RESUMO

Os sistemas de manejo do solo e das culturas podem modificar a qualidade do ambiente e alterar as propriedades químicas e físicas do solo, com reflexos na fisiologia das plantas, na produtividade e qualidade dos frutos. Objetivou-se com este estudo avaliar possíveis efeitos dos sistemas de manejo convencional, integrado e orgânico de produção de maçãs sobre os atributos químicos e físicos de um Cambissolo Húmico. O experimento foi executado em 2009, em São Joaquim, SC, em seis pomares comerciais, sendo dois com a cultivar 'Catarina' sob manejo integrado (SI) e orgânico (SO) implantados, respectivamente, em 2002 e 2003. Outros dois pomares com as cultivares 'Royal Gala' e 'Fuji' sob manejo convencional (SC) implantados em 2002 e mais dois pomares com as cultivares 'Royal Gala' e 'Fuji' sob manejo orgânico (SO) implantados em 2001. O porta-enxerto era Marubakaido com filtro de EM-9 em todos os pomares. Foram avaliados os atributos químicos do solo: pH em água e em  $\text{CaCl}_2$ , níveis de P, K, Na, Al, Ca, Mg, Cu, carbono orgânico total (COT) e nitrogênio total (NT). Os atributos físicos do solo avaliados: granulometria, estabilidade de agregados, densidade do solo, macro e microporosidade, porosidade total, grau de flocculação e textura. Os resultados foram submetidos à análise de variância ( $P < 0,05$ ). No pomar sob SI, de 'Catarina' encontrou-se mais Mg. Nos pomares sob SC, em 'Royal Gala' houve mais Ca, Na e pH em solução salina e, em 'Fuji', mais Mg e P. Os pomares sob SO tiveram mais Cu nas três cultivares deste experimento. Dos atributos físicos, em 'Catarina', o SI exibiu maior GF (0-10 cm). Os pomares sob SC tiveram valores maiores para macroporosidade (0-20 cm) em 'Royal Gala' e porosidade total (0-10 cm) em 'Fuji'. Os pomares sob SO exibiram maiores valores para estabilidade de agregados (DMP) (0-20 cm) em 'Royal Gala' e grau de flocculação (GF) (0-20 cm) em 'Fuji'. Os resultados obtidos permitem inferir serem os atributos de solo adequados ao desenvolvimento e produção das macieiras nos três sistemas de manejo, com restrições para macroporosidade no sistema orgânico. Encontraram-se mais semelhanças que diferenças entre os sistemas de manejo. Disto se conclui que os sistemas de manejo, neste estudo, não afetaram os resultados observados.

**Termos de indexação:** *Malus domestica* (Borkh). Manejo alternativo de pomares. Maçã orgânica. Composição química do solo. Cobre em pomares de maçã.

### 3.2 Introdução

A agricultura convencional teve um papel fundamental no aumento da produção e da produtividade de alimentos. No entanto, este sistema tem sido amplamente dependente de insumos de síntese química, gerando maiores impactos ambientais, redução do valor biológico e aumento de resíduos químicos nos alimentos (REGANOLD, 2001; TELLES, 2007; MAFRA et al., 2006). Na agricultura convencional, práticas inadequadas de manejo como o preparo excessivo do solo levam a alterações químicas com perda de nutrientes por lixiviação e aumento da taxa de mineralização da matéria orgânica (MO), o que pode diminuir as cargas que poderiam reter os nutrientes (GIANELLO et al., 1995). Os sistemas agrícolas tornaram-se altamente poluidores por causa do uso intensivo de agroquímicos, contaminando os solos, as águas, os animais, as plantas e os microorganismos que vivem nesses ecossistemas (CLARO, 2001). As alterações físicas do solo causadas pelas práticas de manejo consistem principalmente da redução do diâmetro médio dos agregados (NUERNBERG et al., 1986) e da estabilidade desses agregados (OLIVEIRA et al., 2001), da redução da macroporosidade e aumento da microporosidade (CUNHA et al., 2001) e da densidade do solo (ARAÚJO et al., 2007). Este modelo provoca erosão e salinização do solo devido ao uso intensivo de mecanização agrícola e irrigação, com perda da qualidade do ambiente e do alimento produzido (SOARES, 1998).

Outro indicador de alterações devidas aos diferentes sistemas de manejo do solo se refere ao teor de metais pesados, resultado das sucessivas aplicações de agrotóxicos, em especial os cúpricos, muito utilizados na prevenção de doenças, principalmente na viticultura, mas também na cultura da macieira (MIRLEAN et al., 2007; WANG et al., 2009; MANTOVANI, 2009). Para Claro (2001), a agricultura convencional, com os vultosos investimentos em pesquisas e produtos cada vez mais complexos, não conseguiu cumprir o seu objetivo de erradicar a fome da face do planeta. Antes, causou enormes danos aos agricultores e consumidores, além de imensos prejuízos ao meio ambiente.

A agricultura orgânica surge como uma alternativa para reduzir os efeitos negativos atribuídos à agricultura convencional (REGANOLD et al., 2001; ARAÚJO

et al., 2008; NAVA & NACHTIGALL, 2010). Carmo & Magalhães (1999) e Kirchner (2006) acreditam que a produção orgânica tem se revelado eficaz nesse processo, sendo uma das alternativas à prática corrente de uma agricultura de insumos sintéticos. Segundo estes autores, na prática, o objetivo principal da proposta da agricultura orgânica é tornar os agricultores menos dependentes dos insumos químicos, reduzindo os custos socioeconômicos e ecológicos. Como o sistema de produção orgânica é recente em nosso país, são escassas ainda as informações sobre seus benefícios quanto às alterações nos atributos químicos, físicos e biológicos do solo (MALUCHE-BARETTA et al., 2007; MAFRA et al., 2006).

Já o sistema de manejo integrado surge como uma forma de reduzir os impactos do sistema convencional sem prescindir dos recursos desse sistema, estabelecendo critérios de manejo e uso mais racionais e menos agressivos ao meio e com menores riscos de resíduos nos alimentos produzidos.

O comportamento das características físicas, químicas e biológicas dos solos, em função do manejo que lhes é dado, pode influenciar a capacidade de uso destes solos e, por consequência, a produtividade e qualidade da produção. O melhor entendimento dos mecanismos que afetam os atributos do solo em diferentes sistemas de produção contribui para a escolha de práticas de manejo que melhorem a produtividade e a qualidade do produto, com redução da degradação do solo, da água e do ambiente como um todo.

O solo é o elemento fundamental de sustentação dos sistemas agrícolas e naturais. Reverter o quadro de degradação, otimizar o uso, aumentar a produção agrícola, contribuir para a mitigação de impactos negativos e desenvolver novos sistemas de produção capazes de promover a sustentabilidade ambiental, social e econômica, são alguns dos desafios do manejo e conservação do solo para os diversos ambientes, usos e estado de degradação das terras (ANDRADE et al., 2010).

Um dos grandes desafios dos estudos sobre sustentabilidade de sistemas de manejo do solo diz respeito ao desenvolvimento de metodologias para avaliação da qualidade do solo e do ambiente sob a interferência do homem. Muitos indicadores são estudados quanto às possibilidades de melhor refletir as alterações na qualidade do solo como consequência dos diferentes sistemas de manejo. Contudo, nenhum indicador individualmente conseguirá descrever e quantificar todos os aspectos de



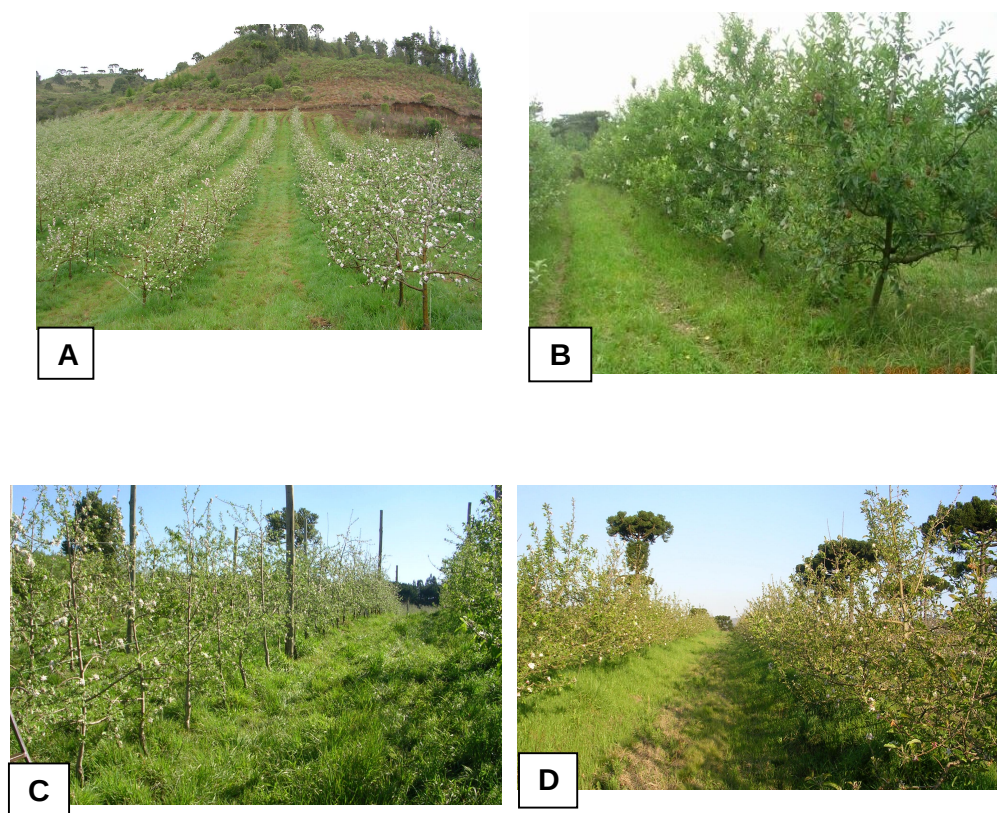
qualidade do solo, pois existe uma relação entre todos os atributos (STENBERG, 1999; ALVES, 2007).

Neste sentido, objetivou-se, com o presente estudo, avaliar os efeitos das práticas de manejo convencional, integrado e orgânico, em pomares de maçãs, sobre os atributos químicos e físicos do solo.

### 3.3 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi executado no município de São Joaquim, Santa Catarina, em altitude média de 1.150 m, na safra 2008/09. O clima é mesotérmico úmido (Cfb), segundo a classificação de Köppen, com verões brandos, chuvas bem distribuídas durante todo o ano, maior precipitação de outubro a fevereiro. A média mensal do período foi de 138 mm. Foram estudados seis pomares de maçãs. Dois pomares, de 'Royal Gala e Fuji, sob o sistema de manejo convencional (SC) e um, de 'Catarina, manejado sob sistema integrado (SI). Outros três pomares, com as cultivares Royal Gala, Fuji e Catarina, manejados sob o sistema orgânico (SO). Os pomares, convencional e orgânico de 'Royal Gala' e 'Fuji' eram localizados próximos entre si cerca de 1.750 metros e os de 'Catarina' integrado e orgânico, 7 mil metros, em posição similar de topossequência, em relevo ondulado. O solo, derivado de basalto, foi enquadrado como Cambissolo Húmico, segundo classificação da Embrapa (2006), com eventuais afloramentos de rochas. Os pomares orgânicos de 'Royal Gala' e 'Fuji' foram implantados no ano de 2001, 'Royal Gala' e 'Fuji' convencional, em 2002, enquanto que os pomares de 'Catarina', integrado e orgânico, em 2002 e 2003, respectivamente. Todas as cultivares em todos os sistemas de manejo eram enxertados sobre porta-enxerto Marubakaido com filtro de EM-9 e apresentavam arranjo e sistema de condução de plantas em 'líder central', com arqueamento dos ramos laterais visando a otimização da fotossíntese e coloração dos frutos. As áreas dos pomares eram constituídas originalmente de campos nativos, com predominância de espécies arbustivas e arbóreas, com destaque para o pinheiro brasileiro (*Araucaria angustifolia*). Dentre as espécies de plantas de cobertura espontâneas, em todos os pomares, de todos os sistemas de manejo,

predominavam as espécies das famílias *Asteraceae* e *Poaceae*. As espécies cultivadas em cobertura nos pomares orgânicos como adubos verdes e para fins de proteção do solo, melhoria da capacidade de infiltração, diminuição da densidade, aumento da porosidade total e a exploração de diferentes camadas de solo em profundidade pelas raízes dessas plantas eram o cornichão (*Lotus corniculatus*), alfafa (*Medicago sativa*), trevo vermelho (*Trifolium pratense*), festuca (*Festuca petraea*) e ervilhaca (*Vicia sativa*).



**Figura 1.** Vista dos pomares de ‘Royal Gala’ e ‘Fuji’ sob sistemas convencional (A) e orgânico (B), e dos pomares de ‘Catarina’ sob sistemas integrado (C) e orgânico (D).

### 3.3.1 Correção da acidez e fertilidade nos pomares sob manejo convencional e integrado

Na implantação dos pomares sob SC de 'Royal Gala' e 'Fuji' foram utilizadas 40 ton ha<sup>-1</sup> de calcário, sendo 70% dolomítico e 30% calcítico, para a correção da acidez do solo e suprimento de cálcio e magnésio, incorporados na camada de 0-40 cm. Foram aplicados 300 g m<sup>-2</sup> de superfosfato triplo, na faixa de plantio das macieiras, para o suprimento de fósforo. Não se aplicou K na fase de implantação. Como prevenção ao "bitter pit", nos pomares convencionais foi aplicado cal hidratada proveniente das câmaras de frigoconservação e, na floração, foi aplicado o cálcio quelatizado (0,7%) mais ácido bórico (0,5%). Do mês de dezembro até a colheita, foram feitas pulverizações quinzenais com cloreto de cálcio (0,6%) para a redução das deficiências desse nutriente nos frutos. A adubação de reposição anual consistiu de 50 g de uréia/planta na fase de brotação e 100 g de cloreto de potássio/planta aplicados no mês de dezembro. Não foram utilizados fungicidas à base de cobre devido ao risco de agravamento do "russeting" nos frutos.

O pomar de 'Catarina' sob SI foi corrigido com 30 ton. ha<sup>-1</sup> de calcário dolomítico, 300 kg ha<sup>-1</sup> de superfosfato triplo, 120 kg ha<sup>-1</sup> de cloreto de potássio e 30 kg ha<sup>-1</sup> de bórax, conforme análise de solo e visando altas produtividades e maçãs de alta qualidade. Durante a formação do pomar, três aplicações anuais de 30, 45 e 60 g de uréia planta<sup>-1</sup> (1<sup>o</sup>, 2<sup>o</sup> e 3<sup>o</sup> anos). Adubação de reposição anual feita com 50 kg ha<sup>-1</sup> de KCl e 100 kg ha<sup>-1</sup> do composto 20-10-20 no período da brotação. A partir da queda das pétalas, aplicação quinzenal de CaCl<sub>2</sub>. Fungicidas cúpricos agravam o "russeting" em frutos e, por isso, não foram empregados.

### **3.3.2 Correção da acidez e fertilidade nos pomares sob manejo orgânico**

Ressalta-se que essas áreas foram cultivadas com batata sob manejo convencional em anos anteriores à implantação dos pomares. Na implantação, nos pomares de 'Royal Gala', 'Fuji' e 'Catarina' sob SO foram aplicadas 10 ton ha<sup>-1</sup> de calcário, sendo 30% dolomítico e 70% calcítico, para elevação do pH a 5,5 e suprimento de cálcio e magnésio. Em 'Royal Gala' e 'Fuji' foram aplicados 350 kg de fosfatos ha<sup>-1</sup>, sendo 60% solúvel e 40% natural, para suprimento de fósforo, além de 2 kg de cama de aves planta<sup>-1</sup> no plantio. No pomar orgânico de 'Catarina', foram

aplicados 500 kg ha<sup>-1</sup> de fosforita no quarto ano após a implantação (em 2006). Em todos os pomares orgânicos foi incorporado 30 kg ha<sup>-1</sup> de bórax, juntamente com os corretivos. Anualmente, foram aplicados 2 kg planta<sup>-1</sup> de cama de aves para reposição de nutrientes e melhoria das condições físicas, químicas e biológicas. Além disso, a reposição de nutrientes, o controle de plantas de cobertura e o controle fitossanitário tiveram como base o emprego de materiais e compostos orgânicos, adubos verdes, manejo das coberturas verdes espontâneas e cultivadas, práticas e produtos alternativos naturais para a prevenção de doenças, controle natural e biológico de pragas, além de outras medidas permitidas e previstas para a Agricultura Orgânica, expressas na Instrução Normativa 007/99 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 1997) e na Lei nº 10.831/03 (MAPA, 2003), regulamentada pelo Decreto nº 6.323 de 27 de dezembro de 2007 (D.O.U. de 29/12/07).

### 3.3.3 Amostragem e análises de laboratório

Em cada pomar foram marcadas aleatoriamente dez plantas, junto às quais foram coletadas amostras de solo, em fevereiro de 2009. Cada amostra foi coletada com trado calador, nas profundidades de 0-10 cm e 10-20 cm, na faixa de plantio. Amostras proporcionais foram coletadas em uma área de campo nativo (CN) adjacente aos pomares, como referencial. As amostras foram analisadas nos Laboratórios de Física e Química do Solo do Centro de Ciências Agroveterinárias, em Lages - SC.



**Figura 2.** Coleta de solo no pomar de 'Catarina' sob manejo integrado (A) e área de campo nativo.

Para avaliação dos atributos químicos utilizou-se terra seca ao ar, enquanto as amostras com estrutura indeformada foram usadas para as análises dos atributos físicos. Foram determinados: cálcio (Ca), magnésio (Mg), alumínio (Al) trocável, potássio (K) trocável, sódio (Na), fósforo (P) extraível, pH (em água e em  $\text{CaCl}_2$ ), carbono orgânico total (COT) e nitrogênio total (NT) do solo, segundo metodologia descrita por Tedesco et al. (1995). Os elementos Ca, Mg e Al foram extraídos com sais neutros e soluções tamponadas, obtendo-se os teores trocáveis. Esses elementos foram extraídos da superfície de troca do solo, com KCl 1M. Os teores de Ca e Mg foram determinados em espectrofotômetro de absorção atômica. A quantificação do Al se fez por titulação ácido-base. O K e o Na foram determinados por fotometria de chama, e o P por colorimetria. A acidez ativa do solo foi determinada com medição do pH em água na relação gravimétrica solo:água (1:1). O COT foi determinado por titulometria, após oxidação úmida com dicromato de potássio e ácido sulfúrico e o NT foi extraído com digestão e destilação das amostras e determinado por titulação com solução de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  0,025 mol  $\text{L}^{-1}$ .

Adicionalmente, foram quantificados os teores totais de cobre (Cu) no solo, em amostras de 0,5 g, secas ao ar e passadas em peneira de 2 mm. Após maceradas em gral de ágata, foram passadas em peneira de 0,250 mm para determinação do teor semi-total de Cu. As amostras finamente moídas foram submetidas à abertura pelo método USEPA 3050B (USEPA, 1998). As alíquotas foram filtradas e, então, procedida a determinação do Cu por espectrofotometria de absorção atômica.

Os atributos físicos do solo foram determinados em amostras com estrutura indeformada, coletadas em fevereiro de 2009, nas profundidades de 0 a 10 cm e 10 a 20 cm, com anéis metálicos cujo volume era de 69,685  $\text{cm}^3$ . Os anéis foram acondicionados em latas lacradas e levadas ao laboratório para a determinação da macro (MACRO) e microporosidade (MICRO), da porosidade total (PT) e densidade do solo (Ds). No ato da coleta, torrões de solo foram coletados no entorno dos anéis para determinação da estabilidade de agregados em água e grau de floculação (GF). Os anéis volumétricos foram saturados e submetidos, sequencialmente à tensão de 6 kPa, em mesa de tensão, para determinação da MACRO e MICRO e PT. As amostras foram secas em estufa a 105 °C para determinação da massa de solo seco, obtendo-se a Ds.

A determinação da estabilidade de agregados em água foi realizada pelo método Kemper & Chepil (1965), sendo expressa pelo diâmetro médio ponderado (DMP). A análise da argila foi feita pelo método da pipeta, conforme proposto pela Embrapa (1997), usando hidróxido de sódio 1N como dispersante para argila total e suspensão sem dispersão para argila dispersa em água.

Os resultados foram submetidos à análise de variância ( $P < 0,05$ ) por meio do programa estatístico SAS, versão 6.12 (SAS Institute, 1990).

### **3.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

#### **3.4.1 Atributos químicos do solo**

Relativamente ao pH do solo em água, foram observadas diferenças na camada de 0 a 10 cm de profundidade em 'Royal Gala' e na camada de solo de 10 a 20 cm em 'Fuji' (Tabelas 1 e 2). Nestes pomares, o SC apresentou valores maiores de pH em água que o SO, o que revela um efeito do sistema de manejo devido às aplicações diferentes de calcário dolomítico e calcítico no processo de preparo do solo, na fase de implantação desses pomares. Nos pomares de 'Catarina' não houve diferenças entre os sistemas de manejo integrado e orgânico relativas ao pH em água (Tabela 3).

Estudos de vários autores chegaram a resultados semelhantes, ou seja, valores maiores de pH em água em cultivos sob SC comparativamente ao SO (GOH et al., 2001; AMARANTE et al., 2004; MERTZ et al., 2004; MAFRA et al., 2006; AMARANTE et al., 2008), embora outros tenham registrado valores de pH maiores em sistemas orgânicos (REGANOLD et al., 2000; RIBEIRO, 2003), ou não verificaram diferenças entre os sistemas de manejo (GLOVER et al., 2000).

Observou-se redução do pH do solo com o aumento da profundidade, em todos os sistemas de manejo e em todos os pomares (Tabelas 1 a 3), possivelmente devido à aplicação superficial dos corretivos e a dificuldades na incorporação a profundidades maiores, além da reduzida mobilidade do Ca no solo.

O CN próximo aos pomares em estudo apresentou pH em água de 4,9 e 5,1, nas profundidades de 0-10 e 10-20 cm, respectivamente (Tabelas 1 a 3). Estes valores de pH do CN evidenciam o elevado grau de acidez natural dos solos da região. Condições ideais para a absorção equilibrada de nutrientes e o crescimento e produção das plantas demandam necessariamente a correção dessa acidez.

**Tabela 1.** Atributos químicos do solo, nas camadas de 0-10 cm e 10-20 cm, em pomares de macieira ‘Royal Gala’ conduzidos nos sistemas de manejo convencional e orgânico, e em área de campo nativo, em São Joaquim – SC, 2009. Os valores representam a média de 10 (dez) repetições em cada pomar e no campo nativo.

| Atributo                                 | Pomar Convencional | Pomar Orgânico | Significância <sup>1</sup> | C.V. (%) | Campo Nativo |
|------------------------------------------|--------------------|----------------|----------------------------|----------|--------------|
| 0 - 10 cm                                |                    |                |                            |          |              |
| pH em água                               | 7,2                | 6,7            | *                          | 6,0      | 4,9          |
| pH em CaCl <sub>2</sub>                  | 6,7                | 6,2            | *                          | 6,6      | 4,2          |
| Al (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> ) | 0,3                | 0,4            | ns                         | 66,4     | 5,0          |
| Ca (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> ) | 16,9               | 12,2           | ***                        | 13,0     | 0,7          |
| Mg (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> ) | 5,3                | 4,7            | ns                         | 20,2     | 1,3          |
| P (mg kg <sup>-1</sup> )                 | 24,9               | 44,0           | *                          | 46,8     | 1,2          |
| K (mg kg <sup>-1</sup> )                 | 269                | 347            | ns                         | 30,9     | 219          |
| Na (mg kg <sup>-1</sup> )                | 32,9               | 11,9           | **                         | 54,6     | 1,0          |
| Cu (mg g <sup>-1</sup> )                 | 8,3                | 13,4           | ***                        | 11,9     | 15,5         |
| COT (g kg <sup>-1</sup> )                | 46,7               | 49,6           | ns                         | 12,3     | 52,5         |
| NT (g kg <sup>-1</sup> )                 | 6,6                | 6,2            | ns                         | 29,8     | 5,2          |
| 10 - 20 cm                               |                    |                |                            |          |              |
| pH em água                               | 6,8                | 6,4            | ns                         | 8,3      | 5,1          |
| pH em CaCl <sub>2</sub>                  | 6,2                | 5,7            | *                          | 5,9      | 4,3          |
| Al (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> ) | 0,2                | 0,6            | ***                        | 44,1     | 6,6          |
| Ca (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> ) | 13,0               | 7,5            | ***                        | 25,2     | 0,8          |
| Mg (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> ) | 4,9                | 3,7            | *                          | 28,3     | 0,8          |
| P (mg kg <sup>-1</sup> )                 | 18,2               | 17,6           | ns                         | 92,2     | 1,1          |
| K (mg kg <sup>-1</sup> )                 | 124                | 229            | *                          | 53,5     | 128          |
| Na (mg kg <sup>-1</sup> )                | 29,1               | 8,1            | **                         | 61,9     | 0,5          |
| Cu (mg kg <sup>-1</sup> )                | 8,9                | 13,8           | ***                        | 20,6     | 15,1         |
| COT (g kg <sup>-1</sup> )                | 32,7               | 34,3           | ns                         | 11,1     | 34,6         |
| NT (g kg <sup>-1</sup> )                 | 4,7                | 4,7            | ns                         | 24,8     | 4,2          |

<sup>1</sup>ns: não significativo. \*, \*\* e \*\*\*: significativo em níveis de probabilidade de 0,05, 0,01 e 0,001.

Quando se analisou o pH em solução salina, CaCl<sub>2</sub>, verificou-se que houve diferenças entre sistemas de manejo somente nos pomares de ‘Royal Gala’, nas

duas profundidades. O sistema de manejo convencional apresentou maior pH em  $\text{CaCl}_2$  que o orgânico (Tabela 1). Nos demais pomares não se verificaram diferenças de pH em meio salino.

Os teores de Al observados ( $0,20$  a  $0,70 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ ) (Tabelas 1 a 3) indicaram níveis não tóxicos, portanto, adequados ao desenvolvimento normal das macieiras em todos os pomares.

Em solos com valores de pH em água próximos ou maiores que 5,5, ocorre a precipitação do Al na forma de  $\text{Al}(\text{OH})_3$  e, em valores de pH ainda mais altos, o Al passa a existir na forma de  $\text{Al}(\text{OH})_4$ , formas estas não tóxicas às plantas (ERNANI, 2008). Neste estudo, os valores de pH de todos os pomares encontravam-se acima desse patamar.

No CN, os teores de Al observados apontaram níveis que evidenciaram a necessidade de correção da acidez e elevação do pH, na implantação de pomares (Tabelas 1 a 3), o que está de acordo com os valores de pH em água observados nessa área.

Solos intensamente cultivados tendem a ter aumentado o teor de Al tóxico, devido à maior decomposição e mineralização da MO (ERNANI, 2008). Por outro lado, de acordo com Almeida et al. (1999), o Al complexado na forma organo-mineral perde seu caráter tóxico e, por esse motivo, solos com teores mais elevados de MO apresentam menor risco de toxidez por Al para as plantas.

Com relação ao Ca, nos pomares do SC, os teores variaram de  $13,3$  a  $16,9 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$  na camada superior, e de  $12,5$  a  $13,0 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$  na camada subsuperficial (Tabelas 1 a 3). De outra parte, os solos dos pomares sob SO tiveram de  $8,3$  a  $12,2 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$  nos 10 cm superficiais e  $6,8$  a  $7,5 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$  na camada de 10-20 cm. 'Catarina' sob manejo integrado acusou  $11,5$  e  $7,7$  nas camadas superficial e subsuperficial e, sob SO, respectivamente,  $10,8$  e  $8,4 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ . Referencialmente, o CN continha  $0,7$  e  $0,8 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ , respectivamente, na primeira e segunda camada do perfil.

Os maiores teores de Ca foram encontrados nos solos dos pomares de 'Royal Gala' e 'Fuji' sob SC, nas duas profundidades analisadas (Tabelas 1 a 3). 'Catarina' não exibiu diferença significativa entre os sistemas de manejo integrado e orgânico (Tabela 3). Mafra et al. (2006), também observaram, em solos de pomares de macieira sob manejo orgânico, na serra catarinense, teores menores de Ca, quando comparados aos solos de pomares convencionais.



Teores de Ca no solo acima de  $4,0 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$  são considerados altos, de acordo com a Sociedade Brasileira de Ciência do Solo - SBCS (2004) e Comissão de Química e Fertilidade do Solo - CQFS para o RS e SC (2004). Todos os pomares, neste estudo, exibiram teores de Ca classificados como altos, diferentemente do CN, cujos valores foram muito baixos (Tabelas 1 a 3).

**Tabela 2.** Atributos químicos do solo, nas camadas de 0-10 cm e 10-20 cm, em pomares de macieira ‘Fuji’ conduzidos sob os sistemas convencional e orgânico de produção, e área de campo nativo, em São Joaquim – SC, 2009. Os valores representam a média de 10 (dez) repetições em cada pomar e no campo nativo.

| Atributo                               | Pomar Convencional | Pomar Orgânico | Significância <sup>1</sup> | C.V. (%) | Campo Nativo |
|----------------------------------------|--------------------|----------------|----------------------------|----------|--------------|
| 0 - 10 cm                              |                    |                |                            |          |              |
| pH em água                             | 6,8                | 6,7            | ns                         | 6,1      | 4,9          |
| pH em $\text{CaCl}_2$                  | 6,1                | 6,2            | ns                         | 10,8     | 4,2          |
| Al ( $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ) | 0,6                | 0,5            | ns                         | 51,0     | 5,0          |
| Ca ( $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ) | 13,3               | 8,3            | ***                        | 20,3     | 0,7          |
| Mg ( $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ) | 4,2                | 3,3            | *                          | 22,3     | 1,3          |
| P ( $\text{mg kg}^{-1}$ )              | 32,0               | 12,8           | *                          | 49,0     | 1,2          |
| K ( $\text{mg kg}^{-1}$ )              | 280                | 300            | ns                         | 28,4     | 219          |
| Na ( $\text{mg kg}^{-1}$ )             | 35,9               | 6,9            | **                         | 50,6     | 1,0          |
| Cu ( $\text{mg kg}^{-1}$ )             | 11,0               | 13,9           | ***                        | 10,6     | 15,5         |
| COT ( $\text{g kg}^{-1}$ )             | 50,9               | 47,5           | *                          | 5,7      | 52,5         |
| NT ( $\text{g kg}^{-1}$ )              | 6,0                | 5,1            | ns                         | 29,8     | 5,2          |
| 10 - 20 cm                             |                    |                |                            |          |              |
| pH em água                             | 6,7                | 6,2            | *                          | 7,8      | 5,1          |
| pH em $\text{CaCl}_2$                  | 5,8                | 5,7            | ns                         | 11,2     | 4,3          |
| Al ( $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ) | 0,6                | 0,5            | ns                         | 69,0     | 6,6          |
| Ca ( $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ) | 12,5               | 6,8            | ***                        | 21,8     | 0,8          |
| Mg ( $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ) | 4,4                | 3,5            | *                          | 18,3     | 0,8          |
| P ( $\text{mg kg}^{-1}$ )              | 20,9               | 6,2            | *                          | 63,3     | 1,1          |
| K ( $\text{mg kg}^{-1}$ )              | 180                | 151            | ns                         | 32,0     | 128          |
| Na ( $\text{mg kg}^{-1}$ )             | 25,5               | 10,0           | ns                         | 94,7     | 0,5          |
| Cu ( $\text{mg kg}^{-1}$ )             | 11,5               | 12,6           | ns                         | 20,6     | 15,1         |
| COT ( $\text{g kg}^{-1}$ )             | 36,2               | 33,6           | ns                         | 8,1      | 34,6         |
| NT ( $\text{g kg}^{-1}$ )              | 4,9                | 4,5            | ns                         | 22,5     | 4,2          |

<sup>1</sup>ns: não significativo. \*, \*\* e \*\*\*: significativo em níveis de probabilidade de 0,05, 0,01 e 0,001.

Ressalta-se que, no cultivo da macieira, baixos teores de Ca no solo estão direta e intimamente associados a distúrbios fisiológicos, como o “bitter pit”, “cork

spot” e “depressão lenticelar” nos frutos (IUCHI et al., 2001; NACHTIGALL et al., 2004; MIQUELOTO, 2011; SILVEIRA, 2011).

De forma análoga ao pH, houve redução também dos teores de Ca conforme o aumento da profundidade, em todos os pomares (Tabelas 1 a 3). Essa redução se deve a pouca mobilidade do Ca contido no calcário dolomítico e à sua ligação predominante com as cargas negativas na camada mais superficial do solo. Centurion et al. (1985) e Ernani (2008) observaram a ocorrência de estratificação de cátions trocáveis, com acúmulo nos primeiros centímetros superficiais e a redução dos teores desses cátions conforme o aumento da profundidade, em cultivos nos quais não há o revolvimento do solo, como em pomares.

Nos pomares sob SC de ‘Royal Gala’ e ‘Fuji’, o calcário incorporado ao solo na implantação e a aplicação de cal hidratada, proveniente das câmaras de frigoconservação de maçãs, com vistas à prevenção de distúrbios fisiológicos, podem explicar os elevados níveis de Ca nas duas profundidades analisadas.

Com relação ao Mg, os teores no solo foram maiores nos pomares de ‘Royal Gala’ e ‘Fuji’ sob SC, exceto nos 10 cm superficiais do pomar de ‘Royal Gala’. Os valores verificados variaram de 4,2 a 5,3  $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$  nos 10 cm superficiais do solo, enquanto que nos pomares sob SO variaram de 3,3 a 4,7  $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ , nessa mesma profundidade (Tabelas 1 a 2). Na profundidade de 10 a 20 cm, os teores de Mg foram de 4,4 a 4,9  $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$  nos pomares sob SC e de 2,7 a 3,7  $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$  nos pomares sob SO (Tabelas 1 a 2). No pomar de ‘Catarina’ sob SI, os valores de Mg observados foram de 4,5 e 3,7  $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$  nas camadas de solo superficial e subsuperficial, enquanto no SO os valores foram de 3,6 e 2,7  $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ . Todos esses valores foram bem superiores ao teor considerado alto ( $>1,00 \text{ cmol}_c \text{dm}^{-3}$ ) pela CQFS – RS/SC (2004). No CN, os valores médios de Mg decresceram de 1,3  $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$  na camada superficial para 0,8  $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$  na camada subsuperficial (Tabelas 1 a 3), o que se deve à maior CTC e aos teores maiores de matéria orgânica na camada mais superficial do perfil, de acordo com Bayer & Bertol (1999).

O Mg também teve redução dos teores com o aumento da profundidade, em todos os pomares e no CN (Tabelas 1 a 3), exceto nos pomares de ‘Fuji’, tanto no SC quanto no SO, porém, essas diferenças não foram significativas (Tabela 2). De acordo com Bayer & Bertol (1999), o acúmulo de Mg nas camadas mais superficiais do solo se deve à maior capacidade de troca de cátions do solo (CTC), à aplicação

superficial dos fertilizantes e corretivos e à maior mineralização dos resíduos orgânicos.

**Tabela 3.** Atributos químicos do solo, nas camadas de 0 - 10 cm e 10 - 20 cm, em pomares de macieiras 'Catarina' conduzidos nos sistemas integrado e orgânico de produção, e em área de campo nativo, em São Joaquim – SC, 2009. Os valores representam a média de 10 (dez) repetições em cada pomar e no campo nativo.

| Atributos                                | Pomar Integrado | Pomar Orgânico | Significância <sup>1</sup> | C.V. (%) | Campo Nativo |
|------------------------------------------|-----------------|----------------|----------------------------|----------|--------------|
| 0 - 10 cm                                |                 |                |                            |          |              |
| pH em água                               | 6,5             | 6,6            | ns                         | 6,4      | 4,9          |
| pH em CaCl <sub>2</sub>                  | 6,0             | 6,0            | ns                         | 6,5      | 4,2          |
| Al (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> ) | 0,4             | 0,3            | ns                         | 69,2     | 5,0          |
| Ca (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> ) | 11,5            | 10,8           | ns                         | 25,0     | 0,7          |
| Mg (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> ) | 4,5             | 3,6            | *                          | 23,6     | 1,3          |
| P (mg kg <sup>-1</sup> )                 | 8,7             | 9,9            | ns                         | 74,8     | 1,2          |
| K (mg kg <sup>-1</sup> )                 | 282             | 231            | ns                         | 37,5     | 219          |
| Na (mg kg <sup>-1</sup> )                | 13,3            | 4,5            | ns                         | 114,8    | 1,0          |
| Cu (mg kg <sup>-1</sup> )                | 10,5            | 12,3           | *                          | 13,0     | 15,5         |
| COT (g kg <sup>-1</sup> )                | 54,0            | 48,5           | **                         | 7,0      | 52,5         |
| NT (g kg <sup>-1</sup> )                 | 6,3             | 5,4            | ns                         | 23,6     | 5,2          |
| 10 - 20 cm                               |                 |                |                            |          |              |
| pH em água                               | 6,0             | 6,3            | ns                         | 8,7      | 5,1          |
| pH em CaCl <sub>2</sub>                  | 5,6             | 5,7            | ns                         | 9,9      | 4,3          |
| Al (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> ) | 0,7             | 0,5            | ns                         | 66,9     | 6,6          |
| Ca (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> ) | 7,7             | 8,4            | ns                         | 29,6     | 0,8          |
| Mg (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> ) | 3,7             | 2,7            | **                         | 23,4     | 0,8          |
| P (mg kg <sup>-1</sup> )                 | 6,2             | 5,2            | ns                         | 81,5     | 1,1          |
| K (mg kg <sup>-1</sup> )                 | 189             | 151            | ns                         | 39,5     | 128          |
| Na (mg kg <sup>-1</sup> )                | 8,1             | 14,1           | ns                         | 102,0    | 0,5          |
| Cu (mg kg <sup>-1</sup> )                | 10,3            | 12,6           | **                         | 13,2     | 15,1         |
| COT (g kg <sup>-1</sup> )                | 35,5            | 36,0           | ns                         | 6,7      | 34,6         |
| NT (g kg <sup>-1</sup> )                 | 5,2             | 4,6            | ns                         | 20,1     | 4,2          |

<sup>1</sup>ns: não significativo. \*, \*\* e \*\*\*: significativo em níveis de probabilidade de 0,05, 0,01 e 0,001.

Os teores de P observados no SC de 'Royal Gala' e 'Fuji' foram de 24,9 e 32 mg dm<sup>-3</sup>, respectivamente, nos primeiros 10 cm e de 18,2 e 20,9 mg dm<sup>-3</sup> na camada de 10-20 cm de profundidade (Tabelas 1 e 2). No SO foram observados, respectivamente, 44,0 e 12,8 mg dm<sup>-3</sup> e 17,6 e 6,2 mg dm<sup>-3</sup> nessas mesmas profundidades. No CN, os teores de P verificados (1,20 e 1,10 mg dm<sup>-3</sup>) indicaram

que os solos são naturalmente muito pobres desse elemento, nas duas profundidades (Tabelas 1 a 3), (CQFS – RS/SC, 2004), deixando evidente a necessidade de correção para esse elemento quando da implantação de pomares.

Os teores elevados de P nos pomares convencionais de ‘Royal Gala’ e ‘Fuji’, neste estudo (Tabelas 1 e 2) são devidos, principalmente, às grandes quantidades de fosfatos solúveis incorporados no período pré-plantio, e aos valores elevados de pH desses solos. Nos pomares orgânicos, com essas mesmas cultivares, os altos teores de P devem-se ao fato da adubação fosfatada corretiva, na sua maior parte (cerca de 60%), ter sido realizada com fosfato solúvel, e ao cultivo de batatas em anos anteriores à implantação dos pomares, com emprego de tecnologia convencional nas adubações.

Por outro lado, nos pomares de ‘Catarina’, os teores de P no solo foram bem menores. Foram observados 8,7 e 6,3 mg dm<sup>-3</sup> no SI, nos 10 cm superficiais e na camada subsuperficial, respectivamente. No SO, os teores foram 9,9 e 5,2 mg dm<sup>-3</sup> nessas mesmas camadas de solo (Tabela 3). No entanto, ainda assim, esses são valores bem acima dos verificados no CN, o que expressa o efeito da elevação do pH do solo e da incorporação de fosfatos na fase de implantação do pomar sob SI e da fosforita aplicada no quarto ano após o plantio (2006), no pomar orgânico. São teores considerados médios (CQFS – RS/SC, 2004), porém suficientes, diante da menor exigência da macieira em P (BASSO & SUZUKI, 2006), do elevado teor de matéria orgânica no solo (80 a 92 g kg<sup>-1</sup>) e do volume significativo de resíduos provenientes da decomposição de adubos verdes e outras espécies de cobertura.

A macieira é menos exigente e se desenvolve relativamente bem em solos com baixa disponibilidade de P (BASSO & SUZUKI, 2006). Estudos sobre as necessidades nutricionais da macieira revelam que a adubação orgânica tem possibilitado maior mobilidade do P em profundidade no perfil do solo, mesmo a partir de aplicações superficiais, quando comparada com a adubação química, devido à maior presença de ácidos húmicos e fúlvicos, que são formas mais móveis no solo (BASSO & SUZUKI, 2006). Além disso, a extensão e capacidade de absorção do sistema radicular da macieira e a possível presença de micorrizas, aliada à exigência moderada da cultura, justificam o fato de serem raros os trabalhos com alguma resposta à adubação fosfatada (BASSO & SUZUKI, 2006; EPAGRI, 2006).

Com relação ao K, os teores observados nos solos dos pomares do SO foram maiores que no SC apenas nos 10 cm subsuperficiais do pomar de 'Royal Gala' (Tabela 1). Nos demais pomares e profundidades não foram observadas diferenças (Tabelas 1 a 3).

Os valores de K no CN se revelaram altos de acordo com a CQFS – RS/SC (2004), o que está coerente com levantamento feito por Basso & Suzuki (2006), que encontraram teores médios a altos de K disponível (acima de  $60 \text{ mg kg}^{-1}$ ), nos solos de pomares de maçãs de Santa Catarina.

O K é o elemento mineral absorvido e exportado em maior quantidade pelos frutos, podendo alcançar 1 kg por tonelada de frutos (NACHTIGAL, 2006; NAVA, 2007). Daí a necessidade de reposição desse nutriente por meio de adubações visando à manutenção de níveis adequados à cultura, após cada safra.

Os valores de Na nos solos analisados foram maiores no SC, nas duas profundidades, em 'Royal Gala' ( $32,9$  e  $29,1 \text{ mg kg}^{-1}$  no SC e  $11,9$  e  $8,1 \text{ mg kg}^{-1}$  no SO, respectivamente, nas profundidades de 0-10 cm e 10-20 cm) (Tabela 1), e na camada de 0 a 10 cm em 'Fuji' ( $35,9$  e  $6,9 \text{ mg kg}^{-1}$ , respectivamente, no SC e SO) (Tabela 2). Nos pomares de 'Catarina', e na camada de 10 a 20 cm de 'Fuji', não foram detectadas diferenças nos solos dos dois sistemas de manejo (Tabelas 2 e 3).

Araújo et al. (2007), em um estudo realizado no Piauí, comparando pomares convencionais e orgânicos de acerola, observaram maior salinidade no solo do sistema orgânico, possivelmente como efeito dos baixos índices pluviométricos naturais no Nordeste brasileiro. Esses valores de Na nos pomares do SC deste estudo podem estar relacionados aos teores naturais do solo e às aplicações frequentes de fertilizantes de alta solubilidade, como os superfosfatos, nitrogenados, potássicos e outros adubos químicos com alto efeito salino (ERNANI, 2008).

Diferenças significativas nos teores de Cu foram observadas entre os sistemas convencional, integrado e orgânico, nas três cultivares deste estudo e nas duas profundidades (Tabelas 1 a 3), exceção apenas para 'Fuji' na camada de 10 a 20 cm, onde não houve diferença entre os sistemas de manejo. Os teores de Cu no solo dos pomares foram maiores no SO, com teores que variaram de  $12,3$  a  $13,9 \text{ mg kg}^{-1}$ , enquanto no SC a variação foi de  $8,3$  a  $11,5 \text{ mg kg}^{-1}$ . No pomar sob sistema integrado, os teores de Cu verificados foram de  $10,5$  e  $10,3 \text{ mg kg}^{-1}$  nas profundidades de 0-10 e 10-20 cm. Tais valores foram semelhantes aos encontrados no CN, onde foram encontrados  $15,5$  e  $15,1 \text{ mg kg}^{-1}$ , respectivamente, nas camadas

de 0–10 cm e 10–20 cm (Tabelas 1 a 3).

Em levantamento dos teores de metais pesados realizado por Pelozatto (2008) no Estado de Santa Catarina, essa autora encontrou teores médios de Cu nos solos da região de São Joaquim, em torno de  $15 \text{ mg kg}^{-1}$ , o que evidencia a presença natural deste elemento nessa região. Além disso, estudos efetuados por Campos et al. (2003), revelaram maiores teores de metais pesados em solos formados a partir de rochas magmáticas básicas, como o basalto presente nos solos deste estudo, em relação aos demais materiais rochosos da região. Segundo Mirlean et al. (2007), os teores de Cu em solos não contaminados variam de 2 a  $40 \text{ mg kg}^{-1}$ , dependendo do material de origem, teor de matéria orgânica e pH do solo.

Pomares de maçãs são submetidos a aplicações eventuais ou frequentes e sucessivas de defensivos cúpricos para o controle de doenças, dependendo do sistema de manejo, o que pode aumentar os teores de Cu no solo.

Na literatura existem poucos relatos de estudos sobre a quantificação dos teores de Cu em pomares de maçã. Sabe-se, no entanto, que fungicidas à base de Cu são empregados, especialmente a calda bordalesa, inclusive na agricultura orgânica.

Em levantamento realizado por Casali et al. (2008) em um Neossolo Litólico cultivado com videira na Serra Gaúcha, estes autores observaram valores de até  $506 \text{ mg kg}^{-1}$  de Cu total, na profundidade de 0-5 cm. Resultados semelhantes foram obtidos por Li et al. (2003), em pomares orgânicos de maçãs com 5 e 30 anos de idade, na região de Taihu, na China. Nestes pomares, estes autores obtiveram valores de Cu total de 90 e  $210 \text{ mg kg}^{-1}$  na profundidade de 0-10 cm, devidos às aplicações de calda bordalesa. Através de extrações e análises sucessivas de materiais daquelas áreas, os autores concluíram que há correlações significativas entre os teores de Cu no solo e a idade dos pomares, o que referenda o caráter cumulativo do cobre no solo.

O comportamento químico do Cu em solos é controlado por vários processos, incluindo troca de cátions, adsorção específica nas superfícies dos minerais de argila, MO e precipitação. Em solo com alta contaminação por Cu, cultivado com videira na França (PARAT et al., 2002) e em solos do RS cultivados há mais de 15 anos com videiras tratadas com fungicidas cúpricos (NOGUEIROL et al., 2004), verificou-se que a maior parte do Cu estava associado à MO, o que explica a presença de maiores teores desse elemento nas camadas mais superficiais do solo.

Relativamente ao COT, constatou-se, no presente estudo, diferença significativa apenas na camada de 0 a 10 cm, nos pomares de 'Fuji' e 'Catarina', sendo os teores do pomar sob SC e sob SI mais elevados, em relação aos do SO (Tabelas 2 e 3). Todos os pomares apresentaram valores muito próximos daqueles observados no CN (52,5 e 34,6 g kg<sup>-1</sup>), nas duas profundidades analisadas. A adubação orgânica utilizada, possivelmente contribuiu para esses valores observados nos pomares sob SO.

Segundo Ernani (2008), sistemas de preparo com pouca mobilização do solo, associado a um sistema que produza massa significativa de resíduo vegetal, minimizam o decréscimo dos teores de MO do solo, e são, por isso, mais sustentáveis. Além disso, a região abrangida por este estudo se caracteriza por baixas temperaturas e alta umidade, o que favorece a manutenção dos estoques de MO e COT nos solos (ERNANI, 2008).

Assim, devido à estreita relação que existe entre o teor de MO e os demais atributos do solo, as possíveis variações nos seus conteúdos afetarão as condições consideradas satisfatórias para a produtividade das culturas (BAYER, 2000). A dinâmica da MO é o resultado da interação entre os diversos fatores ambientais, biodiversidade e as interferências antropogênicas.

Com referência ao nitrogênio total (NT) do solo, as análises mostraram que não houve diferença significativa nas duas camadas de solo analisadas, entre os pomares sob SC e SO de 'Royal Gala' e 'Fuji' e SI e SO de 'Catarina' (Tabelas 1 a 3). Em 'Royal Gala' e 'Fuji', os teores variaram de 6,0 a 6,6 g kg<sup>-1</sup> nos 10 cm superficiais e de 4,7 a 5,3 g kg<sup>-1</sup> nos 10 a 20 cm de profundidade no SC, enquanto no SO a variação foi de 5,1 a 6,2 g kg<sup>-1</sup> na camada superficial e de 4,5 a 4,7 g kg<sup>-1</sup> na camada subsuperficial. Nos pomares de 'Catarina', os teores foram de 6,3 e 5,2 g kg<sup>-1</sup> no SI e 5,4 e 4,6 g kg<sup>-1</sup> no SO. O NT no CN foi de 5,2 e 4,2 g kg<sup>-1</sup> nas camadas de 0 a 10 e 10 a 20 cm, respectivamente (Tabelas 1 a 3).

De acordo com Ernani (2008), a concentração de carbono (C) na fração húmica da MO varia de 40 a 50%, enquanto que a de N é de aproximadamente 5% da massa seca total. Isto denota solos bem supridos de C e N de fonte orgânica em todos os pomares estudados, inclusive no CN.

### 3.4.2 Atributos físicos do solo

A análise dos atributos físicos do solo mostrou que os solos da região em estudo possuem alta estabilidade natural, comprovado pelos valores médios do DMP observados na área de CN e pelos elevados teores de MO encontrados nos solos estudados (Tabelas 4 a 6). O DMP dos agregados dos solos observado neste estudo foi maior nos pomares sob SO em 'Royal Gala', nas duas profundidades analisadas. Nos demais pomares não foram verificadas diferenças entre sistemas de manejo (Tabelas 4 a 6).

O efeito positivo da MO sobre a estabilidade dos agregados é uma das relações normalmente observadas em solos agrícolas sob diferentes sistemas de manejo (REICHERT, 1993). Frações lábeis da MO têm, normalmente, maior influência sobre a agregação do solo devido tratar-se de uma fonte mais facilmente assimilável de C e de energia pelos microorganismos heterotróficos (CHAN, 1997; COSTA et al., 2004), cujos compostos do metabolismo microbiano atuam na estabilização dos macroagregados do solo (COSTA et al., 2004).

Outro fator que afeta diretamente a estruturação do solo é a cobertura vegetal permanente, presente em todos os pomares, inclusive nas faixas de plantio. A ação das raízes dessas plantas de cobertura, pela força de compressão exercida sobre as partículas de solo, e das hifas de fungos micorrízicos associados a essas raízes, (HILLEL, 1998; ANDREOLA et al., 2000), colaboram na agregação.

O manejo da cobertura vegetal de plantas espontâneas e adubos verdes foi feito por meio de roçadas (duas/ano), permanecendo os resíduos sobre o solo, nos três sistemas de manejo. A decomposição desses resíduos orgânicos e os altos teores de COT nos solos da região (Tabelas 1 a 6), aliada à aplicação de adubos orgânicos nos pomares do sistema de manejo orgânico, podem favorecer a agregação (NUERNBERG et al., 1986; SHIRANI et al., 2008).

Andreola et al. (2000) observaram esse mesmo efeito trabalhando com cobertura vegetal e adubação orgânica numa Terra Roxa Estruturada distrófica em Chapecó - SC. Oliveira et al. (1983) em Lavras - MG e Nuernberg et al. (1986) em solos da encosta basáltica Sul Rio-Grandense, em trabalhos de avaliação dos efeitos de cultivos sobre as características físicas dos solos, observaram que os



solos pouco revolvidos por máquinas agrícolas apresentaram maior estabilidade e agregados de maior diâmetro.

Ribeiro (2003) estudou as características químicas, físicas e biológicas de solos em pomares de macieiras manejados sob os sistemas convencional e orgânico em Ipê (RS) e observou maior percentual de agregados menores que 0,25 mm nas linhas de cultivo do sistema orgânico (0 a 10 cm) e nas linhas de cultivo do sistema convencional (0 a 20 cm), evidenciando impacto negativo dos sistemas de manejo sobre a estrutura do solo, sendo maior no convencional que no orgânico.

A incorporação de calcários pode promover alterações em algumas propriedades físicas do solo, como a dispersão da argila e a redução na estabilidade de agregados. Jorge et al. (1991) verificaram aumento do pH e redução do Al trocável e da estabilidade de agregados, após a calagem. Albuquerque et al. (2003), ao contrário, observaram que a calagem não afetou a estabilidade de agregados, mas afetou a argila dispersa em água, devido ao aumento do potencial elétrico superficial negativo. Estes resultados revelam qualidade estrutural com agregados de tamanho maiores que 1 mm, o que favorece uma boa expansão radicular e desenvolvimento vegetal (ANGULO et al., 1984; ALBUQUERQUE et al., 2003).

No presente estudo, os solos do pomar de 'Fuji' manejado organicamente teve valores maiores de GF do que o do SC (Tabela 5). Em 'Catarina', o SI teve maior GF na camada superficial, em relação ao SO.

O maior GF nos sistemas conservacionistas pode estar associado ao elevado teor de COT, pois a MO tem maior número de cargas negativas (ERNANI, 2008), o que favorece a floculação das partículas de solo.

Para macroporosidade, os valores encontrados nos pomares de 'Royal Gala', neste estudo, nas profundidades de 0-10 e 10-20 cm, foram de 0,10 e 0,09 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup> no sistema convencional e 0,04 e 0,03 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup> no sistema orgânico, maior no SC (Tabelas 4). Nos pomares de 'Fuji', os valores para macroporosidade foram de 0,08 e 0,05 m<sup>3</sup> m<sup>3</sup> no SC e 0,03 e 0,04 m<sup>3</sup> m<sup>3</sup> no SO, respectivamente, nas profundidades de 0-10 e 10-20 cm (Tabela 5). Não houve diferença entre os sistemas de manejo. Em 'Catarina', os valores de macroporosidade foram bem superiores, alcançando 0,19 e 0,15 m<sup>3</sup> m<sup>3</sup> no solo do pomar sob manejo integrado e 0,18 e 0,11 m<sup>3</sup> m<sup>3</sup> no orgânico, estatisticamente iguais nas duas camadas de solo analisadas.

Segundo Reynolds et al. (2002), o valor de 0,10 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup> é considerado como volume mínimo de macroporos para garantia de adequada aeração do sistema

radicular das plantas. Valores médios acima deste limite foram observados no SC de 'Royal Gala', na profundidade de 10 a 20 cm (Tabela 4), e nos pomares de 'Catarina', nos dois sistemas de manejo, SI e SO, nas duas profundidades analisadas (Tabela 6). De outra parte, valores abaixo do volume mínimo ideal de macroporos, segundo Reynolds et al. (2002), foram verificados nas duas camadas analisadas nos pomares de 'Fuji' sob SC (Tabela 5), nas duas profundidades estudadas nos pomares de 'Royal Gala' e 'Fuji' sob SO e na camada subsuperficial no pomar de 'Royal Gala' sob SC (Tabela 4). Estes valores de macroporos, menores que os referidos como críticos, nos pomares sob SO, podem estar relacionados ao manejo convencional intenso do solo em anos anteriores à implantação de macieiras, quando essas áreas foram intensamente cultivadas com batata, e aos teores de argila observados nesse solo (37 e 46% nas duas camadas analisadas).

**Tabela 4.** Atributos físicos dos solos de pomares de macieiras 'Royal Gala' conduzidos sob os sistemas de manejo convencional e orgânico, e em campo nativo, nas camadas de 0 - 10 cm e 10 - 20 cm. São Joaquim – SC, 2009. Médias de dez repetições de cada sistema de produção e campo nativo.

| Atributo                                | Pomar Convencional | Pomar Orgânico | Significância | C.V. (%) | Campo Nativo |
|-----------------------------------------|--------------------|----------------|---------------|----------|--------------|
| 0 - 10 cm                               |                    |                |               |          |              |
| DMP (mm)                                | 5,24               | 5,92           | ***           | 6,8      | 5,35         |
| MACRO (m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> ) | 0,10               | 0,04           | *             | 89,4     | 0,03         |
| MICRO (m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> ) | 0,44               | 0,51           | ns            | 16,9     | 0,58         |
| PT ( m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> )   | 0,54               | 0,55           | ns            | 12,6     | 0,61         |
| Ds (Mg m <sup>-3</sup> )                | 1,07               | 1,19           | **            | 7,5      | 1,10         |
| GF (%)                                  | 54                 | 51             | ns            | 28,4     | 81,60        |
| COT (g kg <sup>-1</sup> )               | 46,70              | 49,60          | ns            | 10,3     | 52,5         |
| 10 - 20 cm                              |                    |                |               |          |              |
| DMP (mm)                                | 5,12               | 5,80           | **            | 8,3      | 5,39         |
| MACRO (m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> ) | 0,09               | 0,03           | *             | 88,1     | 0,03         |
| MICRO (m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> ) | 0,43               | 0,52           | ns            | 21,7     | 0,53         |
| PT ( m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> )   | 0,52               | 0,55           | ns            | 13,0     | 0,56         |
| Ds (Mg m <sup>-3</sup> )                | 1,17               | 1,24           | ns            | 10,4     | 1,18         |
| GF (%)                                  | 62                 | 59             | ns            | 29,1     | 79,3         |
| COT (g kg <sup>-1</sup> )               | 32,67              | 34,28          | ns            | 11,1     | 34,6         |

ns: não significativo. \*, \*\* e \*\*\*: significativo aos níveis de probabilidade de 0,05, 0,01 e 0,001.

O cultivo de plantas de cobertura como proteção proporciona uma série de vantagens ao solo. Além de melhorar a capacidade de infiltração, diminui a densidade, aumenta a porosidade total e a exploração de diferentes camadas de solo em profundidade pelas raízes das plantas (DERPSCH et al., 1991; AITA et al., 2001; SANTOS et al., 2001; ALTIERI, 2002).

Na área do CN foram observados valores para macroporosidade abaixo do volume mínimo referido por Reynolds et al. (2002), em ambas as profundidades (Tabelas 4 a 6), possivelmente devido ao adensamento natural, em função do pisoteio animal e pelo não revolvimento do solo.

A macroporosidade é um dos melhores indicadores de qualidade quando se avalia o manejo do solo, pois é muito sensível às mudanças promovidas por práticas de manejo (CARPENEDO & MIELNIKZUK, 1990; PALMEIRA et al., 1999).

A macroporosidade pode ser aumentada pelo incremento dos teores de MO, através do cultivo de espécies de cobertura vegetal adaptadas à região. Esta prática incrementa também a agregação das partículas de solo pela ação do sistema radicular, formando um conjunto estrutural adequado ao crescimento radicular (HILLEL, 1998). Deve-se salientar ainda que o fluxo de gases e o movimento de água no solo estão intimamente relacionados ao volume de macroporos. Significa dizer que a garantia de adequada oxigenação radicular, bem como a capacidade de infiltração e redistribuição de água no perfil, dependem dessa propriedade.

Por outro lado, a microporosidade tem papel fundamental na retenção e disponibilidade de água às plantas. Solos com altos teores de argila e de COT apresentam maior microporosidade (presença de poros menores que 75 $\mu$ m).

Os valores para microporosidade observados neste estudo foram de 0,44 e 0,43 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup> em 'Royal Gala' sob SC e 0,51 e 0,52 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup> no SO, respectivamente, nas duas profundidades analisadas; nos pomares sob SC de 'Fuji', os valores encontrados para microporosidade foram de 0,49 e 0,50 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>, enquanto o SO revelou 0,46 e 0,50 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup> nas profundidades de 0-10 e 10-20 cm, respectivamente; para 'Catarina' sob SI, observou-se 0,42 e 0,44 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup> e 0,39 e 0,44 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup> no SO. No CN, a microporosidade observada foi de 0,58 e 0,53 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup> nas profundidades de 0-10 cm e 10-20 cm, respectivamente.

Estes valores podem significar um bom potencial de retenção de água nos solos dos sistemas de manejo estudados, de acordo com Hillel (1998), Reynolds et al. (2002) e Reichert et al. (2003).

Nos pomares sob SO, estes resultados expressam os efeitos conjuntos do cultivo de cultura anual (batata), nos moldes do sistema convencional, em época anterior ao plantio de fruteiras, e ao manejo mecânico das espécies vegetais de cobertura nos pomares (RIBEIRO, 2003).

**Tabela 5.** Atributos físicos dos solos de pomares de macieiras ‘Fuji’ conduzidos sob os sistemas de manejo convencional e orgânico, e no campo nativo, nas camadas de 0-10 cm e 10-20 cm. São Joaquim – SC, 2009. Valores médios de dez repetições de cada sistema de produção e campo nativo.

| Atributo                                | Pomar Convencional | Pomar Orgânico | Significância <sup>1</sup> | C.V. (%) | Campo Nativo |
|-----------------------------------------|--------------------|----------------|----------------------------|----------|--------------|
| 0 - 10 cm                               |                    |                |                            |          |              |
| DMP (mm)                                | 5,29               | 5,56           | ns                         | 8,0      | 5,35         |
| MACRO (m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> ) | 0,08               | 0,03           | ns                         | 99,9     | 0,03         |
| MICRO (m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> ) | 0,49               | 0,46           | ns                         | 20,0     | 0,58         |
| PT ( m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> )   | 0,57               | 0,49           | *                          | 12,6     | 0,61         |
| Ds (Mg m <sup>-3</sup> )                | 1,04               | 1,25           | **                         | 10,7     | 1,10         |
| GF (%)                                  | 44,0               | 68,0           | ***                        | 19,0     | 81,6         |
| COT (g kg <sup>-1</sup> )               | 50,8               | 47,5           | *                          | 5,7      | 52,5         |
| 10 - 20 cm                              |                    |                |                            |          |              |
| DMP (mm)                                | 5,47               | 5,70           | ns                         | 4,4      | 5,39         |
| MACRO(m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> )  | 0,05               | 0,04           | ns                         | 122,9    | 0,03         |
| MICRO (m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> ) | 0,50               | 0,50           | ns                         | 16,8     | 0,53         |
| PT ( m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> )   | 0,56               | 0,54           | ns                         | 13,6     | 0,56         |
| Ds (Mg m <sup>-3</sup> )                | 1,15               | 1,25           | *                          | 8,8      | 1,18         |
| GF (%)                                  | 52,0               | 83,0           | ***                        | 18,1     | 79,3         |
| COT (g kg <sup>-1</sup> )               | 36,2               | 33,6           | ns                         | 8,1      | 34,6         |

ns: não significativo. \*, \*\* e \*\*\*: significativo aos níveis de probabilidade de 0,05, 0,01 e 0,001.

Os valores de PT obtidos nos pomares do sistema convencional variaram de 0,54 a 0,61 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup> na camada superficial e de 0,52 a 0,59 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup> na de 10 a 20 cm de profundidade (Tabelas 4 a 6). No sistema orgânico, a variação foi de 0,49 a 0,57 e 0,54 a 0,56 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>, nessas mesmas profundidades. Houve diferença significativa entre os sistemas de manejo, somente nos dez centímetros superficiais em ‘Fuji’, sendo maior a PT no sistema convencional (Tabela 5).

A área de CN apresentou valores de PT de 0,61 e 0,56 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup> nas profundidades de 0-10 e 10-20 cm, respectivamente.

A PT é afetada pela compactação de solos, intensamente manejados com o emprego de máquinas agrícolas ou pisoteio de animais (HILLEL, 1998; RIBEIRO,

2003). Ambos os aspectos foram observados nas áreas avaliadas, tanto dos pomares quanto do campo nativo, e resultou em redução da porosidade e aumento dos valores de Ds, mais intensa no sistema de manejo orgânico que no convencional (Tabela 5).

**Tabela 6.** Atributos físicos dos solos de pomares de macieiras ‘Catarina’ conduzidos sob os sistemas de manejo integrado e orgânico, e no campo nativo, nas camadas de 0 - 10 cm e 10 - 20 cm. São Joaquim – SC, 2009. Valores médios de 10 (dez) repetições de cada sistema de produção e campo nativo.

| Atributo                             | Pomar Integrado | Pomar Orgânico | Significância | C.V. (%) | Campo Nativo |
|--------------------------------------|-----------------|----------------|---------------|----------|--------------|
| 0 - 10 cm                            |                 |                |               |          |              |
| DMP (mm)                             | 5,82            | 5,59           | ns            | 5,2      | 5,35         |
| MACRO ( $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$ ) | 0,19            | 0,18           | ns            | 39,4     | 0,03         |
| MICRO ( $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$ ) | 0,42            | 0,39           | ns            | 10,6     | 0,58         |
| PT ( $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$ )    | 0,61            | 0,57           | ns            | 8,2      | 0,61         |
| Ds ( $\text{Mg m}^{-3}$ )            | 1,13            | 1,08           | ns            | 10,6     | 1,10         |
| GF (%)                               | 78              | 73             | *             | 6,5      | 82           |
| COT ( $\text{g kg}^{-1}$ )           | 48,5            | 54,0           | **            | 7,0      | 52,5         |
| 10 - 20 cm                           |                 |                |               |          |              |
| DMP (mm)                             | 5,81            | 5,82           | ns            | 4,3      | 5,39         |
| MACRO( $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$ )  | 0,15            | 0,11           | ns            | 47,1     | 0,03         |
| MICRO ( $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$ ) | 0,44            | 0,44           | ns            | 3,9      | 0,53         |
| PT ( $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$ )    | 0,59            | 0,56           | ns            | 10,9     | 0,56         |
| Ds ( $\text{Mg m}^{-3}$ )            | 1,12            | 1,17           | ns            | 10,2     | 1,18         |
| GF (%)                               | 75              | 72             | ns            | 6,3      | 79           |
| COT ( $\text{g kg}^{-1}$ )           | 36,1            | 35,5           | ns            | 6,7      | 34,6         |

ns: não significativo. \*, \*\* e \*\*\*: significativo aos níveis de probabilidade de 0,05, 0,01 e 0,001.

A PT dos solos varia de  $25 \text{ m}^3 \text{m}^{-3}$  em camadas subsuperficiais compactadas, a mais de  $60 \text{ m}^3 \text{m}^{-3}$  em solos superficiais agregados e com altos teores de MO (REYNOLDS et al., 2002). De acordo com estes autores, o valor médio de  $0,66 \text{ m}^3 \text{m}^{-3}$  para a PT corresponde ao valor médio ideal de qualidade física. Valores muito abaixo desse limite são indicativos de limitação ao crescimento das raízes.

A Ds das áreas estudadas apresentou diferenças significativas nas profundidades de 0 a 10 e 10 a 20 cm, sendo os maiores valores observados nos pomares sob SO (Tabela 4 a 6). Para solos de textura argilosa, como os deste experimento, a Ds crítica situa-se entre 1,4 e 1,5  $\text{Mg m}^3$  (REICHERT et al., 2003). Os

valores observados nos dois sistemas de manejo ficaram abaixo desse limite crítico, o que significa baixa restrição ao crescimento radicular.

Os valores observados de Ds foram de 1,07 e 1,17 Mg m<sup>-3</sup> em 'Royal Gala' sob SC (Tabela 4), 1,04 e 1,15 Mg m<sup>-3</sup> em 'Fuji' sob SC (Tabela 5) e 1,13 e 1,12 Mg m<sup>-3</sup> em 'Catarina' sob SI (Tabela 6), nas camadas de 0 a 10 e 10 a 20 cm, respectivamente. Tais valores diferem daqueles obtidos por Anjos et al. (1994) e Spera et al. (2004) obtidos em estudos de áreas que representavam a condição estrutural original do solo. Os valores obtidos por esses autores, comparativamente, eram menores que os deste estudo, e podem estar relacionados a menor compactação natural do solo após o processo de preparo inicial, na fase de implantação da cultura.

Werner (1997) avaliou características de qualidade do solo em um pomar em transição para o sistema orgânico, e não observou diferenças significativas na Ds na linha de plantio bem como em profundidade. Segundo Ribeiro (2003), o incremento da Ds, tanto no sistema orgânico quanto no convencional, se deve, em parte, ao tráfego de máquinas demandado pela cultura da macieira. De modo análogo, os maiores valores de Ds e microporosidade e os menores valores de macroporosidade observados no sistema orgânico deste estudo (Tabela 4 a 6) se devem, além do tráfego de máquinas, ao manejo intensivo do solo devido ao cultivo convencional de batatas em anos que antecederam a implantação dos pomares de macieiras.

### 3.4.3 Conclusões

Os atributos químicos e físicos dos solos dos seis pomares deste estudo são adequados ao crescimento e produção de macieiras, independente do sistema de manejo analisado;

Teores maiores de Na nos pomares convencionais de 'Royal Gala' e 'Fuji' são devidos ao emprego de fertilizantes químicos com alto efeito salino, anualmente aplicados na reposição dos nutrientes minerais exportados pela produção;

Os teores de Cu, maiores nos solos dos pomares orgânicos, são devidos ao emprego de fungicidas cúpricos nas fases de formação e produção desses pomares.

No entanto, são teores baixos e equivalentes aos encontrados no solo do campo nativo, indicando que não há contaminação por esse elemento.

Os sistemas de manejo, nas condições edafoclimáticas deste estudo, têm pouca interferência nos valores relativos a pH em água e  $\text{CaCl}_2$ , e teores de Al, P, K e COT;

Os solos analisados apresentam alta agregação, com condições estruturais e de porosidade adequadas ao crescimento e produção de macieiras, independentemente do sistema de manejo adotado;

A maior densidade e menor macroporosidade nos pomares de 'Royal Gala' e 'Fuji' sob sistema orgânico são devidas ao cultivo convencional de batata durante três anos, anterior a implantação dos pomares.

Nas condições estudadas e. no confronto com os dados do campo nativo, os sistemas de manejo convencional, integrado e orgânico não afetam a microporosidade e porosidade total do solo;

Os altos níveis de MO presentes nos solos dos pomares estudados minimizam possíveis efeitos de degradação causados pelas técnicas de cultivo adotadas.

## **4 CAPÍTULO II ATRIBUTOS DE FRUTIFICAÇÃO, RENDIMENTO E QUALIDADE DE MAÇÃS 'ROYAL GALA', 'FUJI' E 'CATARINA' DE POMARES MANEJADOS SOB OS SISTEMAS DE MANEJO CONVENCIONAL, INTEGRADO E ORGÂNICO**

### **4.1 RESUMO**

Os sistemas de manejo do solo e das culturas podem modificar a qualidade do ambiente e alterar os atributos químicos e físicos do solo, com reflexos na fisiologia das plantas e no rendimento e qualidade dos frutos. O objetivo deste experimento foi avaliar os efeitos dos sistemas convencional, integrado e orgânico de produção de maçãs, quanto aos atributos de frutificação, rendimento e qualidade dos frutos nas cultivares 'Catarina', 'Royal Gala' e 'Fuji'. Foram utilizados seis pomares comerciais localizados em São Joaquim, SC, nas safras 2008/2009 e 2009/2010. Foram dois pomares com a cultivar Catarina sob manejo integrado (SI) e orgânico (SO), implantados em 2002 e 2003, respectivamente, dois pomares com as cultivares Royal Gala e Fuji, sob manejo convencional (SC) implantados em 2002, e outros dois pomares com as cultivares Royal Gala e Fuji sob manejo orgânico (SO) implantados em 2001. O porta-enxerto era Marubakaido com filtro de EM-9 em todos os pomares. O solo foi caracterizado como um Cambissolo Húmico. Dez plantas de cada pomar foram marcadas aleatoriamente e avaliadas quanto à nutrição, atributos de frutificação, rendimento e qualidade dos frutos. Foram avaliados o teor de clorofila total, área foliar média e específica, florescimento, frutificação efetiva, e teores de N, K, Ca, Mg e Cu nas folhas e frutos (casca e polpa). Os frutos, na maturação comercial, foram contados e pesados para a determinação da produção efetiva e do peso médio dos frutos. Vinte frutos com tamanho uniforme, de cada planta, foram avaliados quanto a coloração, danos por queimadura do sol, moscadass-frutas e sarna, severidade de "russetting", número de sementes por fruto, firmeza de polpa, sólidos solúveis totais, índice iodo-amido, acidez titulável e pH. Os resultados foram submetidos à análise de variância ( $P < 0,05$ ). Dos atributos avaliados, em 'Catarina', o sistema integrado teve frutos com maior relação K/Ca, Mg/Ca, N/Ca e (K+Mg)/Ca na casca e Mg/Ca na polpa, enquanto o orgânico teve mais Ca na casca e polpa e Cu nos três tecidos analisados. Nos pomares de 'Royal Gala' e 'Fuji' sob manejo convencional houve maior teor de clorofila foliar, rendimento de frutos, percentual de frutos com sarna, valores de sólidos solúveis e Ca na polpa dos frutos. 'Royal Gala' convencional exibiu maior dano por queimadura de sol e mais N foliar, enquanto 'Fuji' convencional teve mais K na casca dos frutos. Os pomares de 'Royal Gala' e 'Fuji' sob sistema orgânico tiveram maiores valores para área foliar média e específica, cor vermelha da epiderme dos frutos, firmeza de



polpa, danos por mosca-das-frutas, mais K foliar e maior relação K/Ca, Mg/Ca e (K+Mg)/Ca na polpa dos frutos, além de mais Cu nos três tecidos analisados. 'Royal Gala' sob manejo orgânico teve também mais Ca foliar e K na polpa dos frutos. Os sistemas de manejo avaliados revelaram mais semelhanças que diferenças, o que permite concluir que os resultados obtidos neste estudo foram pouco afetados pelos sistemas de manejo. Soluções para o controle racional da mosca-das-frutas e ações de racionalização do uso de produtos cúpricos visando prevenção da contaminação do ambiente e frutos com cobre são prioridades para a produção orgânica de maçãs.

**Palavras-chave:** *Malus domestica* Borkh. Sistemas de manejo alternativo. Nutrição em macieiras. Florescimento em macieiras. Frutificação efetiva em maçãs. Qualidade de maçãs. Distúrbios fisiológicos.

## 4.2 INTRODUÇÃO

Durante a última década tornou-se crescente o interesse mundial em relação à produção orgânica e integrada de maçãs, assim como a preocupação dos consumidores em relação à ingestão de alimentos saudáveis e seguros, juntamente com a proteção ambiental (REGANOLD et al., 2001; PECK et al., 2006; JÖNSSON, 2007). Este aspecto enfatizou o papel das práticas agronômicas como um dos principais determinantes da qualidade dos alimentos e da proteção ambiental (STOCKDALE et al., 2001; BOURN & PRESCOTT, 2002; ROUSSOS & GASPARATOS, 2009). Sistemas de produção orgânicos e integrados têm melhor qualidade de solo e, potencialmente, menor impacto negativo sobre o meio ambiente em relação ao sistema convencional (GLOVER et al., 2000; MALUCHE-BARETTA et al., 2006; VOGELER et al., 2006). Tais características têm levado produtores e a sociedade a questionar a sustentabilidade do sistema convencional de produção, principalmente por promover desequilíbrios ambientais e a contaminação das águas, pela presença de resíduos químicos em alimentos, por causar degradação do solo e apresentar riscos à saúde dos trabalhadores que manuseiam os pesticidas (REGANOLD et al., 2001; AMARANTE et al., 2008). Acredita-se que o sistema orgânico de produção satisfaça tais exigências, levando a menores impactos ambientais e um valor nutritivo superior dos alimentos (GUERRA & CASQUEIRO, 2009).

Práticas de manejo orgânico excluem o uso de pesticidas sintéticos e fertilizantes de síntese química e empregam adubos verdes e esterco, compostos orgânicos, pós de rocha, compostos de enxofre e cobre, caldas fungicidas e inseticidas, inseticidas de origem vegetal, armadilhas e métodos de controle biológico (JÖNSSON, 2007; PECK et al., 2006). Porém, o simples fato de um sistema de produção ser orgânico não garante a sua sustentabilidade. Para ser sustentável, o sistema deve apresentar rendimento adequado, ser lucrativo, proteger o meio ambiente, conservar recursos naturais e ser administrado de forma socialmente responsável (AMARANTE et al., 2008).

A produção orgânica de maçãs é ainda bastante restrita na maioria dos países, devido à falta de um adequado controle de agentes potencialmente daninhos com alternativas orgânicas (CESA et al., 2006; JÖNSSON, 2007) e a falta de

tecnologias minimamente aceitáveis, o que limita a produtividade e a qualidade dos frutos de pomares manejados sob sistemas orgânicos (McARTNEY & WALKER, 2004).

Há referências quanto a serem os sistemas de produção orgânica menos eficientes, apresentando maiores riscos de doenças e rendimento inferior em relação aos sistemas convencional e integrado (McARTNEY & WALKER, 2004). Glover et al. (2000) e Reganold et al. (2001), no entanto, enfatizaram a sustentabilidade ambiental e econômica de sistemas de produção de maçãs orgânicas no Estado de Washington, EUA. De acordo com esses autores, os pomares orgânicos de maçãs foram mais intensivos em trabalho, tiveram maior produtividade e maior eficiência energética quando comparados com os pomares convencionais e integrados.

Na Nova Zelândia, de acordo com McCartney & Walker, (2004), sistemas de produção de maçãs orgânicas produziram menos que os sistemas convencional e integrado, mas o sobrepreço de mercado pago pelo fruto orgânico compensou o menor rendimento na produção. Para Peck et al. (2005 e 2006) e Jönsson (2007), rendimentos menores e/ou inconsistentes de pomares orgânicos são, provavelmente, resultado de manejo insatisfatório do sistema de produção, maior pressão de pragas e ervas espontâneas e deficiências nutricionais.

Alguns estudos com ameixa revelaram menor taxa de crescimento dos frutos no sistema orgânico do que no convencional, devido aos espaços intercelulares reduzidos (RÓTH et al., 2007). Este aspecto depende basicamente do fornecimento de nutrientes e irá influenciar também na qualidade pós-colheita dos frutos (HARKER et al., 1997; SAMS, 1999; RÓTH et al., 2007). Outros estudos, no entanto, revelaram melhor qualidade sensorial e nutricional de maçãs orgânicas do que as produzidas no sistema integrado e convencional (DeELL & PRANGE, 1992; REGANOLD et al., 2001; WEIBEL et al., 2004; PECK et al., 2006).

O Brasil produziu, na safra 2008/09, 1.121.468 toneladas de maçãs em 38.808 hectares, com rendimento médio de 28.897 kg/ha (IBGE/CEPAGRO, 2011), quase totalmente sob os sistemas de produção convencional, ainda predominante, e integrado. A produção orgânica de maçãs alcançou cerca de 210.000 kg em 2010 (BONETI et al., 2010), envolvendo menos de uma dezena de produtores da região da Serra Catarinense (BONETI et al., 2010; VELOCINO BOLZANI NETO<sup>†</sup>, 2011).

---

<sup>†</sup> Velocino Bolzani Neto é produtor orgânico em São Joaquim, SC.

Em Santa Catarina predominam as pequenas unidades agrícolas, com foco na mão-de-obra familiar. Isto favorece a adoção do sistema orgânico de produção, também para maçãs. Porém, há também necessidade de um estudo amplo das respostas das cultivares de maçãs ao sistema orgânico de produção na região.

No Brasil existem poucas pesquisas sobre este assunto e que relacionem os diferentes sistemas de manejo e sua influência sobre a qualidade e produtividade de frutos. Daí a importância e necessidade de estudos e pesquisas com a cultura da macieira, em vista da sua grande importância na economia brasileira, em especial na Região Sul e no Estado de Santa Catarina.

O presente estudo foi realizado para avaliar alguns atributos fisiológicos e de frutificação, o rendimento e a qualidade de maçãs das cultivares Royal Gala e Fuji produzidos em pomares manejados sob os sistemas convencional e orgânico e maçãs da cultivar Catarina produzidas em pomares manejados sob os sistemas integrado e orgânico, nas condições da região serrana de Santa Catarina.

## **4.3 MATERIAL E MÉTODOS**

### **4.3.1 Identificação das áreas experimentais, correção do pH e da fertilidade, adubações e manejo dos pomares**

Conforme descrito no primeiro capítulo deste estudo, às páginas 34 a 36.

### **4.3.2. Manejo fitossanitário e de frutificação**

Nos pomares sob SC e SI, o controle da sarna e de outras doenças foi feito com fungicidas específicos, recomendados pelo sistema de produção convencional e integrado de maçãs. Fungicidas à base de cobre, por induzirem “russetting” nos frutos, não foram usados.

O raleio de frutos foi realizado após o estabelecimento dos mesmos, com raleantes químicos, complementado manualmente. Menos de dois frutos foram deixados, em média, por cacho floral. O controle da mosca-das-frutas foi feito com armadilhas caça-mosca como forma de monitoramento dos níveis de infestação.

Atingido o nível de controle ( $1/2$  mosca armadilha<sup>-1</sup> por semana), procedeu-se o controle com inseticidas específicos.

Nos pomares sob manejo orgânico, SO, o controle da sarna e outras doenças foi realizado com caldas à base de cobre, cal e enxofre, como a calda bordalesa e bordasul (0,5 a 1,0%), três aplicações anuais, uma das quais logo após a colheita, e a calda sulfocálcica (0,7%), com cerca de 24 aplicações por ciclo produtivo. Na safra 2009/2010 aplicou-se fungicidas cúpricos somente após a colheita dos frutos. O controle da mosca-das-frutas não foi feito na safra 2008/2009. Em 2009/2010 foi feito ensacamento de frutos em parte do pomar, pelo produtor. Nesta safra, a pressão exercida por presença desse inseto praticamente inexistiu. O raleio de frutos foi realizado após o estabelecimento dos mesmos, de forma manual. Menos de dois frutos foram deixados, em média, por cacho floral.

#### **4.3.3 Avaliações nos pomares e laboratório**

Dez plantas de cada pomar foram marcadas aleatoriamente e avaliadas quanto à nutrição, desenvolvimento, frutificação, produção e qualidade dos frutos, nas safras 2008/2009 e 2009/2010.

O desenvolvimento reprodutivo das macieiras foi avaliado pela contagem do número total de esporões e brindilas em dois ramos laterais planta<sup>-1</sup>, previamente marcados (dados não apresentados). A frutificação efetiva foi avaliada nestes mesmos ramos, pela contagem do número total de frutos com diâmetro  $\geq 1,0$  cm, por cacho floral, cerca de 30 dias após a plena floração, antes do raleio de frutos.

Para análise mineral de tecido foliar, procedeu-se coleta de 100 folhas do terço médio dos lançamentos do ano de cada planta marcada, na segunda quinzena do mês de janeiro, em 2009 e 2010. Realizou-se também amostragem de 20 folhas por repetição, coletadas no terço médio de lançamentos do ano, sendo as mesmas avaliadas em termos de teor de clorofila total, através de leituras com o clorofilômetro (SPAD-502), área foliar (com um integrador de área foliar LI-COR, modelo LI-3050A), massa seca (após as amostras atingirem massa constante, em estufa com circulação forçada de ar, à 60-65°C, com o auxílio de balança analítica) e área foliar específica [(cm<sup>2</sup> g<sup>-1</sup>) calculada pela divisão da área (cm<sup>2</sup>) pela massa foliar seca (g)].

A avaliação dos teores de Ca, Mg, K e N no tecido foliar foi realizada conforme método descrito por Tedesco et al. (1995). O K foi quantificado por espectrofotometria de chama e os elementos Ca e Mg, por espectrofotometria de absorção atômica e seus teores expressos em  $\text{g kg}^{-1}$  de massa seca. A quantificação do N se deu pelo método semi-micro’Kjeldahl, e seus valores expressos em  $\text{g kg}^{-1}$  de massa seca.

Para a determinação dos teores de Cu no tecido foliar, 0,5 g de cada amostra finamente moída foi submetida à digestão nitro-perclórica, conforme método descrito por Malavolta et al. (1997), com posterior quantificação em espectrofotômetro de absorção atômica. Os teores foram expressos em  $\text{mg kg}^{-1}$  de massa seca.

Os frutos de cada ramo marcado foram colhidos na maturação comercial, contados e pesados, determinando-se o número e massa média dos frutos (g) por  $\text{cm}^2$  de seção transversal de ramo. Vinte frutos selecionados de cada planta, com tamanho uniforme (calibre 120-135), foram avaliados quanto à coloração, incidência de queimadura do sol (%), incidência de sarna (%), incidência de danos por moscadass-frutas (%), severidade de “russeting” ( $\text{cm}^2 \text{fruto}^{-1}$ ), número de sementes  $\text{fruto}^{-1}$ , firmeza da polpa (N), sólidos solúveis (SS; °Brix), índice iodo-amido e acidez titulável (AT; % de ácido málico). A coloração foi avaliada em termos de percentagem de superfície colorida do fruto (cor vermelha) através de análise subjetiva visual. A firmeza da polpa foi quantificada com o uso de penetrômetro modelo Effegi munido de ponteira de 11,1 mm. O teor de SS foi quantificado em refratômetro manual. O índice de iodo-amido foi avaliado numa escala de 1 (toda a superfície corada com iodo, correspondendo à predominância de amido e fruto imaturo) a 5 (toda a superfície não corada com iodo, correspondendo à predominância de açúcares solúveis e fruto totalmente maduro). Em amostras compostas de suco extraídas de cinco frutos foram feitas as determinações de AT por titulometria de neutralização, com NaOH (0,1 N), até pH 8,2. O pH do suco foi quantificado em um pHmetro de bancada.

Os teores de N, K, Ca, Mg e Cu foram avaliados em amostras de 20 frutos de tamanho uniforme (calibre 120-135).

Os frutos foram lavados com água destilada e feita a remoção de toda a casca, numa espessura média de até 2 mm. Polpa e casca foram trituradas separadamente, com auxílio de um processador. Para a determinação dos teores de Ca na casca e na polpa dos frutos, o procedimento realizado envolveu somente a

região distal (hemisfério apical) dos frutos. O fruto inteiro foi amostrado para a determinação dos demais elementos (N, K, Mg e Cu).

A análise de Ca, Mg e K nas amostras de polpa e casca foi realizada após digestão por via seca (incineração) da matéria orgânica em mufla a 630°C, por 4 horas, com posterior diluição em HCl. Para a quantificação dos teores de Cu, casca e polpa foram secas até massa constante em estufa a 65°C, e submetidas à digestão nitro-perclórica, conforme método descrito por Malavolta et al. (1997). A quantificação de Ca, Mg e Cu foi feita por espectrofotometria de absorção atômica. O K foi determinado por fotometria de chama. A determinação do N na casca e polpa se deu pelo método semi-micro Kjeldahl (TEDESCO et al., 1995).

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância ( $P < 0,05$ ), utilizando-se o programa estatístico SAS (SAS Institute Inc., Software Version 9.0. Cary, NC, USA. 2002).

## **4.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.4.1 Atributos minerais nas plantas e nos frutos.**

Os atributos físicos e químicos do solo, discutidos no primeiro capítulo deste estudo, eram adequados ao bom desenvolvimento e produção das macieiras (Tabelas 1 a 6 e 7). Somente os teores de P, nos pomares de 'Catarina', eram levemente menores que os considerados adequados pela Comissão de Química e Fertilidade do Solo (CQFS, 2004).

O rendimento e a qualidade dos frutos estão intimamente relacionados com o manejo da fertilidade do solo e o estado nutricional das plantas. O tamanho, uniformidade e sanidade dos frutos têm relação direta com a sua composição mineral. De acordo com Basso & Suzuki (2006), a qualidade dos frutos na pós-colheita e armazenagem é significativamente influenciada pelos teores de macro e micronutrientes nos tecidos dos frutos.

Os teores de Ca e N afetam diretamente a qualidade de frutos e a firmeza da polpa em particular (JÖHNSTON et al., 2002; AMARANTE et al., 2008).

Observações de Casero et al. (2004) dão conta de que há correlação positiva entre teores de Ca e a firmeza de polpa (FP), e correlação negativa entre teores de Ca e acidez titulável (AT) e teor de sólidos solúveis (SS).

Neste estudo, exceto no pomar orgânico de 'Catarina', os pomares do sistema orgânico apresentaram teores menores de Ca no solo (Tabela 7), o que pode estar relacionado com os teores menores deste elemento encontrados no tecido foliar e polpa de 'Fuji' orgânico, e na polpa de 'Royal Gala' orgânico (Tabelas 8 e 9). No tecido foliar de 'Royal Gala', no entanto, foram encontrados teores maiores de Ca no sistema orgânico. Amarante et al. (2008) não encontraram diferença relativa a teores de Ca foliar e em frutos em 'Royal Gala', mas em 'Fuji' relataram teores maiores de Ca nas folhas, mas não em frutos, de pomares convencionais.

O menor teor de Ca nas folhas de 'Royal Gala' convencional não afetou o teor de Ca na casca e polpa dos frutos dessa cultivar (Tabela 8). Em 'Fuji' orgânico, o teor de Ca na polpa dos frutos ficou levemente abaixo dos níveis considerados adequados ( $40 \text{ mg kg}^{-1}$ ) para a prevenção de distúrbios fisiológicos durante a armazenagem (Tabela 9).

Macieiras da cultivar 'Catarina' não apresentaram diferença quanto ao teor de Ca do tecido foliar, mas, na casca e polpa dos frutos, o teor de Ca foi maior no sistema orgânico (Tabela 10). Teores de Ca maiores na casca e menores na polpa de frutos do sistema convencional também foram verificados por Roussos & Gasparatos (2009), em estudo comparativo de produção convencional e orgânica de maçãs, com a cultivar 'Starking Delicious', na Grécia, durante duas safras.

Em todos os pomares e sistemas de manejo, neste estudo, foram observados níveis de Ca superiores aos valores de referência da CQFS/RS-SC (2004) no tecido foliar e em frutos. De acordo com Basso & Suzuki (2006) e a CQFS RS/SC (2004), teores de Ca foliar de  $11\text{-}17 \text{ g kg}^{-1}$  de massa seca, na planta, são considerados adequados para a cultura da macieira. Na cultivar Royal Gala sob manejo convencional foi observado  $10,5 \text{ mg kg}^{-1}$  de Ca na massa foliar, levemente menor do que o valor de referência (Tabela 8).

De igual modo, na polpa dos frutos da 'Fuji' orgânica e de 'Catarina' integrada e orgânica, foram observados teores de Ca menores que  $40 \text{ mg kg}^{-1}$  de massa fresca (Tabelas 9 e 10), valores considerados abaixo dos níveis de referência adequados (CQFS, 2004; SAURE, 2005).



**Tabela 7.** Atributos químicos dos solos de pomares de macieiras sob sistemas de manejo convencional, integrado e orgânico, nas profundidades de 0-10 cm e 10-20 cm. Médias de 10 repetições de cada pomar, das cultivares Royal Gala, Fuji e Catarina.

| Pomar        | pH<br>água          | pH<br>CaCl <sub>2</sub> | N <sup>(2)</sup> | P<br>(mg kg <sup>-1</sup> ) | Cu      | K      | Ca<br>(cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> ) <sup>(3)</sup> | Mg    | Al     |
|--------------|---------------------|-------------------------|------------------|-----------------------------|---------|--------|------------------------------------------------------------|-------|--------|
| 0 – 10 cm    |                     |                         |                  |                             |         |        |                                                            |       |        |
| 'Royal Gala' |                     |                         |                  |                             |         |        |                                                            |       |        |
| Convencional | 7,2* <sup>(1)</sup> | 6,7*                    | 6,6ns            | 24,9*                       | 8,3***  | 0,68ns | 16,9***                                                    | 5,3ns | 0,3ns  |
| Orgânico     | 6,7                 | 6,2                     | 6,2              | 44,0                        | 13,4    | 0,89   | 12,2                                                       | 4,7   | 0,4    |
| 'Fuji'       |                     |                         |                  |                             |         |        |                                                            |       |        |
| Convencional | 6,8ns               | 6,1ns                   | 6,0ns            | 32,0*                       | 11,0*** | 0,71ns | 13,3***                                                    | 4,2*  | 0,6ns  |
| Orgânico     | 6,7                 | 6,2                     | 5,1              | 12,8                        | 13,9    | 0,76   | 8,3                                                        | 3,3   | 0,5    |
| 'Catarina'   |                     |                         |                  |                             |         |        |                                                            |       |        |
| Integrado    | 6,5ns               | 6,0ns                   | 6,3ns            | 8,7ns                       | 10,5*   | 0,72ns | 11,5ns                                                     | 4,5*  | 0,4ns  |
| Orgânico     | 6,6                 | 6,0                     | 5,4              | 9,9                         | 12,3    | 0,59   | 10,8                                                       | 3,6   | 0,4    |
| 10 – 20 cm   |                     |                         |                  |                             |         |        |                                                            |       |        |
| 'Royal Gala' |                     |                         |                  |                             |         |        |                                                            |       |        |
| Convencional | 6,8ns               | 6,2*                    | 4,7ns            | 18,2ns                      | 8,9***  | 0,31*  | 13,0***                                                    | 4,9*  | 0,2*** |
| Orgânico     | 6,4                 | 5,7                     | 4,7              | 17,6                        | 13,8    | 0,58   | 7,5                                                        | 3,7   | 0,6    |
| 'Fuji'       |                     |                         |                  |                             |         |        |                                                            |       |        |
| Convencional | 6,7*                | 5,8 ns                  | 4,9 ns           | 20,9*                       | 11,5ns  | 0,46ns | 12,5***                                                    | 4,4*  | 0,6 ns |
| Orgânico     | 6,2                 | 5,7                     | 4,5              | 6,2                         | 12,6    | 0,38   | 6,8                                                        | 3,5   | 0,5    |
| 'Catarina'   |                     |                         |                  |                             |         |        |                                                            |       |        |
| Integrado    | 6,0ns               | 5,6ns                   | 5,3ns            | 6,2ns                       | 10,3**  | 0,48ns | 7,7ns                                                      | 3,7** | 0,7 ns |
| Orgânico     | 6,3                 | 5,7                     | 4,6              | 5,2                         | 12,6    | 0,38   | 8,4                                                        | 2,7   | 0,5    |

<sup>(1)</sup> Níveis de significância para diferenças entre pomares convencionais, integrado e orgânicos para cada atributo, na mesma profundidade do solo (ns: não significativo; \*, \*\* e \*\*\*: diferença significativa para p<0,05, p<0,01 e p<0,001, respectivamente).

<sup>(2)</sup> Nitrogênio total. <sup>(3)</sup> Valores trocáveis.

Em 'Catarina', os baixos teores de Ca nos frutos, nos dois sistemas de manejo, podem ser devidos ao menor aporte de Ca durante a fase de multiplicação celular no fruto e em decorrência do eventual colapso precoce do xilema (DRAŽEŤA et al., 2004; MIQUELOTO, 2011; AMARANTE et al., 2011). Miqueloto (2011) verificou que a capacidade de transporte de Ca para os frutos difere entre as cultivares, sendo essa capacidade menor em 'Catarina' do que em 'Fuji'.

**Tabela 8.** Composição mineral de folhas e frutos e relações minerais na casca e polpa de maçãs 'Royal Gala' de pomares manejados sob os sistemas convencional e orgânico de produção. Médias de 10 (dez) repetições de cada sistema de manejo, e das safras 2008/2009 e 2009/2010. São Joaquim – SC.

| Atributo Mineral                                     | Pomar Convencional | Pomar Orgânico | Significância <sup>1</sup> | C.V. (%) |
|------------------------------------------------------|--------------------|----------------|----------------------------|----------|
| Folha (g kg <sup>-1</sup> de massa seca)             |                    |                |                            |          |
| Ca                                                   | 10,5               | 12,6           | *                          | 16,2     |
| K                                                    | 20,8               | 24,3           | ***                        | 7,5      |
| Mg                                                   | 2,85               | 2,15           | ns                         | 31,0     |
| N                                                    | 28,9               | 26,4           | **                         | 7,0      |
| Cu (mg kg <sup>-1</sup> de massa seca)               | 6,8                | 46,2           | ***                        | 29,8     |
| Casca do fruto (mg kg <sup>-1</sup> de massa fresca) |                    |                |                            |          |
| Ca                                                   | 153                | 135            | ns                         | 22,0     |
| K                                                    | 1096               | 1050           | ns                         | 21,7     |
| Mg                                                   | 185                | 196            | ns                         | 15,3     |
| N                                                    | 491                | 451            | ns                         | 12,2     |
| Cu                                                   | 5,4                | 9,5            | ***                        | 11,2     |
| Relações minerais na casca do fruto                  |                    |                |                            |          |
| K/Ca                                                 | 7,5                | 7,8            | ns                         | 27,8     |
| Mg/Ca                                                | 1,26               | 1,49           | ns                         | 25,7     |
| N/Ca                                                 | 3,3                | 3,4            | ns                         | 23,8     |
| (K+Mg)/Ca                                            | 8,7                | 9,3            | ns                         | 26,4     |
| Polpa do fruto (mg kg <sup>-1</sup> de massa fresca) |                    |                |                            |          |
| Ca                                                   | 58,9               | 49,4           | **                         | 13,3     |
| K                                                    | 1152               | 1495           | ***                        | 13,8     |
| Mg                                                   | 37,8               | 39,7           | ns                         | 13,4     |
| N                                                    | 259                | 258            | ns                         | 17,4     |
| Cu                                                   | 2,9                | 5,7            | ***                        | 14,5     |
| Relações minerais na polpa do fruto                  |                    |                |                            |          |
| K/Ca                                                 | 19,7               | 30,7           | ***                        | 16,9     |
| Mg/Ca                                                | 0,64               | 0,82           | *                          | 22,4     |
| N/Ca                                                 | 4,4                | 5,2            | ns                         | 21,2     |
| (K+Mg)/Ca                                            | 20,3               | 31,5           | ***                        | 16,9     |

ns: não significativo. \*, \*\* e \*\*\*: significativo aos níveis de probabilidade de 0,05, 0,01 e 0,001.

Para elementos imóveis no floema, como o Ca, a análise foliar pode não refletir com a fidelidade necessária, o estado nutricional dos frutos (EPSTEIN & BLOOM, 2006; NAVA, 2007). Para Fallahi et al. (1985), a combinação das análises dos tecidos foliar e de frutos tende a ser mais eficiente na predição da qualidade de frutos do que o uso isolado desses mesmos tecidos.

As análises de Ca na casca dos frutos não revelaram diferenças entre os sistemas de manejo nas cultivares 'Royal Gala' e 'Fuji' (Tabelas 8 e 9). Em 'Catarina'

(Tabela 10), no entanto, tanto na casca quanto na polpa, o sistema orgânico apresentou maiores teores de Ca, resultado semelhante ao obtido por Roussos & Gasparatos (2009) na polpa de frutos, mas não na casca, da cultivar 'Starking Delicious'.

De acordo com a CQFS (2004) e Saure (2005), para reduzir a possibilidade de danos em frutos por distúrbios fisiológicos, particularmente o "bitter pit", os valores adequados de Ca na polpa fresca de maçãs devem situar-se na faixa de 40 a 60 mg kg<sup>-1</sup> de massa fresca. A literatura internacional, de forma geral, considera que o teor de Ca adequado para preservar a qualidade e prevenir a ocorrência de distúrbios fisiológicos pós-colheita em maçãs deve ser maior do que 40 mg kg<sup>-1</sup> de massa fresca (LIDSTER et al., 1975; PERRING et al., 1985; FERGUSON & WATKINS, 1989; INGLE & D'SOUZA, 1989; AMARANTE et al., 2011).

Considerando os valores médios, os teores de Ca verificados nas três principais regiões produtoras de maçãs de Santa Catarina e Rio Grande do Sul estão muito próximos dos limites mínimos considerados adequados para prevenir a ocorrência de distúrbios fisiológicos pós-colheita em maçãs (AMARANTE et al., 2011).

'Royal Gala' nos sistemas convencional e orgânico e 'Fuji' no sistema convencional apresentaram teores de Ca > 40 mg kg<sup>-1</sup> (Tabelas 8 e 9), o que pressupõe ser adequado o suprimento de Ca no solo e no fruto para a prevenção dos distúrbios relacionados com a deficiência de Ca, em pré e pós-colheita. 'Catarina' nos sistemas integrado e orgânico (Tabela 10) e 'Fuji' no sistema orgânico (Tabela 9) tiveram níveis de Ca na polpa < 40 mg kg<sup>-1</sup> de massa fresca, o que torna esses frutos mais vulneráveis aos distúrbios relacionados ao Ca.

Inúmeros trabalhos mostram que a análise mineral da polpa de frutos na colheita, ou três semanas antes, constitui método seguro para predição da ocorrência de distúrbios fisiológicos, desde que se tenham padrões confiáveis para os diferentes métodos de amostragem e determinação dos nutrientes (BASSO & SUZUKI, 2006). Valores menores de Ca nos tecidos dos frutos, particularmente na casca e polpa, contribuem para valores maiores das relações N/Ca, K/Ca e (K+Mg)/Ca, sendo estes os fatores que favorecem a ocorrência de distúrbios diversos relacionados ao Ca e comprometem a qualidade dos frutos de macieiras, principalmente durante a armazenagem (AMARANTE et al., 2006a e 2006b). Os teores de Ca nos frutos e suas relações com outros nutrientes [N/Ca, K/Ca, Mg/Ca e

(K+Mg)/Ca] são de suma importância para a preservação da qualidade de maçãs em pós-colheita (AMARANTE et al., 2008).

Correlação negativa entre firmeza de polpa e a relação K/Ca foi observada por Dilmaghani et al. (2004). De acordo com esses autores, a relação  $K/Ca \leq 25$  é adequada para uma melhor preservação da firmeza de polpa dos frutos em pós-colheita. A relação K/Ca obtida no presente estudo, na casca dos frutos, era menor que a proposta por Dilmaghani et al. (2004), nas três cultivares e sistemas de manejo avaliados. Na polpa dos frutos, somente em 'Royal Gala' sob manejo convencional, a relação K/Ca foi menor que 25. Teores equilibrados de K e Ca na polpa são fundamentais para a melhoria da qualidade dos frutos e redução de distúrbios fisiológicos e problemas fitossanitários na colheita e armazenagem em câmaras frigoríficas (NAVA, 2007).

A relação K/Ca na casca dos frutos foi maior no sistema de manejo integrado do que no orgânico, na cultivar 'Catarina' (Tabela 10). As cultivares Royal Gala e Fuji não exibiram diferença, entre sistemas de manejo, relativa à relação K/Ca na casca dos frutos (Tabelas 8 e 9).

Na polpa de 'Royal Gala' e 'Fuji' (Tabelas 8 e 9), houve diferença significativa na relação K/Ca, com valores maiores no sistema orgânico devido aos menores teores de Ca na polpa dos frutos e aos maiores teores de K na polpa de 'Royal Gala' manejado sob sistema orgânico.

Diferentemente dos resultados obtidos neste estudo com as cultivares Royal Gala e Fuji, Roussos & Gasparatos (2009) observaram relação K/Ca maior no sistema convencional do que no sistema orgânico, em todas as porções de fruto analisadas, em maçãs 'Starking Delicious'.

O K tem relação direta com a qualidade de frutos, e o excesso desse nutriente deve ser evitado, sob risco de induzir deficiências de Ca e Mg e agravar a incidência de manchas de cortiça na casca e polpa dos frutos, provocadas pelo aumento das relações K/Ca e (K+Mg)/Ca (HUNSCHE et al., 2003, BASSO & SUZUKI, 2006; NAVA, 2007).

Maçãs com teor de N inferiores a  $500 \text{ mg kg}^{-1}$ , e com valores da relação N/Ca menor do que 14 apresentam menores riscos de ocorrência de "bitter pit" (DRIS et al., 1998; AMARANTE et al., 2010).

**Tabela 9.** Composição mineral de folhas e frutos e relações minerais na casca e polpa em maçãs 'Fuji' de pomares manejados sob os sistemas convencional e orgânico de produção. Médias de 10 (dez) repetições de cada sistema de manejo e das safras 2008/2009 e 2009/2010. São Joaquim – SC.

| Atributo Mineral                                     | Pomar Convencional | Pomar Orgânico | Significância <sup>1</sup> | C.V. (%) |
|------------------------------------------------------|--------------------|----------------|----------------------------|----------|
| Folha (g kg <sup>-1</sup> de massa seca)             |                    |                |                            |          |
| Ca                                                   | 14,8               | 13,2           | *                          | 9,9      |
| K                                                    | 18,7               | 20,2           | *                          | 6,7      |
| Mg                                                   | 2,75               | 3,04           | ns                         | 19,0     |
| N                                                    | 29,9               | 29,6           | ns                         | 6,0      |
| Cu (mg kg <sup>-1</sup> de massa seca)               | 3,5                | 53,5           | ***                        | 45,7     |
| Casca do fruto (mg kg <sup>-1</sup> de massa fresca) |                    |                |                            |          |
| Ca                                                   | 202                | 162            | ns                         | 35,4     |
| K                                                    | 1832               | 1525           | ***                        | 9,2      |
| Mg                                                   | 263                | 233            | ns                         | 14,6     |
| N                                                    | 670                | 693            | ns                         | 10,1     |
| Cu                                                   | 4,8                | 9,1            | ***                        | 19,0     |
| Relações minerais na casca do fruto                  |                    |                |                            |          |
| K/Ca                                                 | 10,0               | 10,1           | ns                         | 31,7     |
| Mg/Ca                                                | 1,44               | 1,54           | ns                         | 31,1     |
| N/Ca                                                 | 3,6                | 4,5            | ns                         | 29,3     |
| (K+Mg)/Ca                                            | 11,5               | 11,6           | ns                         | 31,2     |
| Polpa do fruto (mg kg <sup>-1</sup> de massa fresca) |                    |                |                            |          |
| Ca                                                   | 51,9               | 38,4           | ***                        | 13,7     |
| K                                                    | 1461               | 1496           | ns                         | 10,4     |
| Mg                                                   | 38,7               | 36,7           | ns                         | 7,2      |
| N                                                    | 218                | 205            | ns                         | 16,4     |
| Cu                                                   | 2,9                | 5,5            | ***                        | 12,1     |
| Relações minerais na polpa do fruto                  |                    |                |                            |          |
| K/Ca                                                 | 28,6               | 39,1           | ***                        | 14,2     |
| Mg/Ca                                                | 0,76               | 0,96           | **                         | 15,1     |
| N/Ca                                                 | 4,3                | 5,4            | *                          | 22,9     |
| (K+Mg)/Ca                                            | 29,4               | 40,1           | ***                        | 13,9     |

ns: não significativo. \*, \*\* e \*\*\*: significativo aos níveis de probabilidade de 0,05, 0,01 e 0,001.

Uma elevada relação N/Ca influencia a firmeza de polpa, uma vez que o N afeta o tamanho dos frutos, diluindo a concentração de Ca, aumentando a suscetibilidade dos frutos para a expressão de distúrbios ligados à deficiência de Ca e a doenças, no pomar e em pós-colheita, além de afetar negativamente a cor vermelha da epiderme das maçãs (IUCHI et al., 2001; NAVA, 2007; MIQUELOTO, 2011). Peck et al. (2006) relataram menor relação N/Ca no fruto e, por isso, maior

firmeza de polpa em maçãs orgânicas que em maçãs provenientes de pomares sob manejo convencional e integrado.

A relação N/Ca na casca dos frutos de 'Catarina' (Tabela 10) foi maior em frutos do sistema integrado devido aos altos teores de N e ao menor teor de Ca na casca dessa cultivar. 'Royal Gala' e 'Fuji' não apresentaram diferença entre sistemas de manejo quanto à relação N/Ca na casca de frutos (Tabelas 8 e 9), mas essa relação (N/Ca) em polpa de maçãs foi significativamente diferente entre sistemas de manejo em 'Fuji', sendo maior em frutos do sistema orgânico, em decorrência dos menores teores de Ca na polpa de frutos manejados organicamente.

Diferença significativa na relação Mg/Ca na casca foi observada em 'Catarina', e foi maior no sistema integrado, possivelmente relacionada ao maior teor de Mg e menor de Ca na casca (Tabela 10). Nas demais cultivares não se observou diferença na relação Mg/Ca na casca, entre sistemas de manejo (Tabelas 8 e 9).

Na polpa dos frutos, no entanto, em todas as cultivares, houve diferença significativa entre sistemas de manejo para a relação Mg/Ca. Em 'Royal Gala' e 'Fuji', esta relação foi maior nos frutos produzidos sob sistema de manejo orgânico (Tabelas 8 e 9) e, em 'Catarina', nos frutos do sistema integrado (Tabela 10). Em todos os casos, o aumento da relação Mg/Ca na polpa dos frutos esteve associado a teores menores de Ca na polpa desses frutos.

Em 'Catarina' foi observado valor maior da relação (K+Mg)/Ca no tecido da casca em frutos do sistema de manejo integrado, em razão do menor teor de Ca na casca dos frutos nesse sistema (Tabela 10). 'Fuji' e 'Royal Gala', ao contrário, não revelaram diferença entre sistemas de manejo quanto à relação (K+Mg)/Ca na casca de frutos (Tabelas 8 e 9).

Na polpa dos frutos de 'Catarina' também não se detectou diferença quanto à relação (K+Mg)/Ca entre sistemas de manejo (Tabela 10). Esta relação, porém, em 'Royal Gala' e 'Fuji', foi maior em frutos de pomares do sistema orgânico devido aos teores menores de Ca na polpa dessas duas cultivares, e ao maior teor de K na polpa dos frutos de 'Royal Gala' orgânico (Tabelas 8 e 9). Roussos & Gasparatos (2009) chegaram à relação (K+Mg)/Ca maior em frutos orgânicos quando a casca foi analisada, mas quando se analisou a polpa, essa relação foi maior nos frutos do sistema convencional.

**Tabela 10.** Composição mineral de folhas e frutos e relações minerais na casca e polpa em maçãs 'Catarina' de pomares manejados sob os sistemas integrado e orgânico de produção. Médias de 10 (dez) repetições de cada sistema de manejo e das safras 2008/2009 e 2009/2010. São Joaquim – SC.

| Atributo Mineral                                     | Pomar Integrado | Pomar Orgânico | Significância <sup>1</sup> | C.V. (%) |
|------------------------------------------------------|-----------------|----------------|----------------------------|----------|
| Folha (g kg <sup>-1</sup> de massa seca)             |                 |                |                            |          |
| Ca                                                   | 12,3            | 11,8           | ns                         | 13,2     |
| K                                                    | 16,2            | 18,1           | ns                         | 13,1     |
| Mg                                                   | 2,78            | 2,66           | ns                         | 20,7     |
| N                                                    | 28,7            | 29,7           | ns                         | 12,2     |
| Cu (mg kg <sup>-1</sup> de massa seca)               | 3,0             | 96,3           | ***                        | 44,2     |
| Casca do fruto (mg kg <sup>-1</sup> de massa fresca) |                 |                |                            |          |
| Ca                                                   | 108             | 144            | ***                        | 14,1     |
| K                                                    | 1379            | 1333           | ns                         | 15,5     |
| Mg                                                   | 205             | 204            | ns                         | 8,5      |
| N                                                    | 761             | 693            | ns                         | 10,3     |
| Cu                                                   | 2,0             | 4,0            | ***                        | 30,9     |
| Relações minerais na casca do fruto                  |                 |                |                            |          |
| K/Ca                                                 | 13,2            | 9,2            | **                         | 26,5     |
| Mg/Ca                                                | 1,95            | 1,42           | ***                        | 17,0     |
| N/Ca                                                 | 7,2             | 4,8            | ***                        | 17,5     |
| (K+Mg)/Ca                                            | 15,1            | 10,7           | **                         | 24,6     |
| Polpa do fruto (mg kg <sup>-1</sup> de massa fresca) |                 |                |                            |          |
| Ca                                                   | 26,4            | 32,9           | **                         | 16,3     |
| K                                                    | 1498            | 1591           | ns                         | 9,1      |
| Mg                                                   | 35,4            | 34,3           | ns                         | 9,4      |
| N                                                    | 270             | 290            | ns                         | 14,6     |
| Cu                                                   | 2,5             | 4,0            | ***                        | 19,3     |
| Relações minerais na polpa do fruto                  |                 |                |                            |          |
| K/Ca                                                 | 58,1            | 49,3           | ns                         | 18,9     |
| Mg/Ca                                                | 1,37            | 1,07           | **                         | 18,1     |
| N/Ca                                                 | 10,5            | 8,9            | ns                         | 17,4     |
| (K+Mg)/Ca                                            | 59,5            | 50,4           | ns                         | 18,9     |

ns: não significativo. \*, \*\* e \*\*\*: significativo aos níveis de probabilidade de 0,05, 0,01 e 0,001.

De acordo com Ferguson & Watkins (1989), a relação (K+Mg)/Ca é mais indicada para avaliar riscos de ocorrência de "bitter pit" em maçãs. Maçãs 'Gala' e 'Golden Delicious' com relação (K+Mg)/Ca maior que 27 e 32, respectivamente, apresentam maior risco de desenvolver/manifestar esse distúrbio (ARGENTA & SUZUKI, 1994; NACHTIGALL & FREIRE, 1998).

Neste estudo, os teores de Mg observados no solo foram considerados normais para a macieira (Tabela 7) e estavam acima dos teores considerados mínimos pela CQFS-RS/SC ( $>1,0 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ) (2006).

O Mg é constituinte da molécula de clorofila e requerido por muitas enzimas na transferência de fosfatos, especialmente na ativação de enzimas envolvidas na respiração e fotossíntese. O Mg atua em diversos processos metabólicos importantes e é bastante móvel na planta (TAIZ & ZEIGER, 2004; BASSO & SUZUKI, 1997; 2006). Segundo Basso & Suzuki (2006), os teores foliares de Mg em macieiras devem ser de  $2,5\text{-}4,5 \text{ g kg}^{-1}$  de massa seca. Neste trabalho, no entanto, os teores de Mg no tecido foliar de 'Royal Gala' sob sistema orgânico ficaram levemente abaixo dos considerados adequados para a cultura (Tabelas 8), o que não afetou o suprimento de Mg para os frutos. Não foram detectadas diferenças significativas nos teores de Mg no tecido foliar e nos frutos das três cultivares estudadas, em todos os sistemas de manejo deste estudo (Tabelas 8 a 10). Diferentemente destes resultados, Amarante et al. (2008) encontraram maiores teores de Mg em folhas e frutos de 'Royal Gala', e em frutos de 'Fuji' provenientes de pomares convencionais, enquanto que nas folhas de 'Royal Gala', o sistema orgânico teve mais Mg. Roussos & Gasparatos (2009) verificaram maior teor de Mg na casca de frutos orgânicos.

Uma leve deficiência de Mg foi observada nas folhas de 'Royal Gala' sob sistema orgânico ( $2,15 \text{ g kg}^{-1}$ ). Este fato pode estar relacionado aos elevados teores de K encontrados no solo ( $347 \text{ mg dm}^{-3}$ ) e no tecido foliar ( $24,3 \text{ g kg}^{-1}$ ) (Tabelas 7 e 8), os quais podem ter inibido, em parte, a absorção de Mg. Andreotti et al. (2000) observaram que o K e o Mg utilizam os mesmos sítios de absorção, sendo absorvido em maior quantidade o que estiver em maior concentração na solução do solo. Em estudos sobre o estado nutricional dos pomares de macieira no Estado de Santa Catarina, Basso & Suzuki (2006) verificaram elevada frequência de pomares com deficiência de Mg no tecido foliar, em parte devido às adubações de reposição do K exportado com as safras.

Trabalho de Basso & Suzuki (1997), concluiu que há relação da absorção e concentração foliar de Mg com vários fatores. Solos ácidos ou com K disponível excessivo favorecem deficiência de Mg. Quando a relação de K/Mg for superior a quatro, fatalmente aparecerão sintomas de deficiência visual, mesmo com altos teores de Mg no solo ou nas folhas. Por isso, na solução da deficiência de Mg nos



diversos tecidos vegetais, devem ser considerados o pH do solo e a disponibilidade de K, Ca e N no solo, pois estes afetam a absorção de Mg (BASSO & SUZUKI, 2006).

Os teores de carbono orgânico total (COT) nos pomares de 'Fuji' e 'Catarina' sob sistema de manejo orgânico, nos 10 cm superficiais do solo, foram menores do que nos pomares do sistema de manejo convencional e integrado (Capítulo 1). Isto não influenciou no suprimento de N para os diversos tecidos das plantas. Os teores de N nas folhas e frutos dessas cultivares não apresentaram diferenças quando comparados os sistemas de manejo (Tabelas 8 a 10). Neste estudo, foi observada diferença quanto aos teores de N em 'Royal Gala', com teores foliares maiores em macieiras sob manejo convencional (Tabela 8). Amarante et al. (2008) também encontraram maiores teores de N nas folhas de 'Royal Gala' e 'Fuji' sob manejo convencional. Peck et al. (2006) e Amarante et al. (2008) relataram ainda teores de N maiores em frutos de pomares convencionais. Da mesma forma, Roussos & Gasparatos (2009) encontraram teores maiores de N nos frutos (casca e polpa) de pomares convencionais.

Os teores foliares de N observados em 'Royal Gala' (Tabela 8) estão em conformidade com a faixa considerada adequada para a cultura da macieira (20-29 g kg<sup>-1</sup> de massa seca) (BASSO & SUZUKI, 2006). Em 'Fuji' convencional e orgânica e 'Catarina' orgânica, no entanto, situaram-se levemente acima dessa faixa (Tabelas 9 e 10). De acordo com Basso & Suzuki (2006), essa faixa é variável com o estágio de desenvolvimento das plantas, a idade do pomar e o vigor vegetativo das macieiras.

Ernani (2008) afirma que a MO do solo é uma das principais fontes de N para as plantas, além daquele fornecido através dos adubos. O pH elevado dos solos dos pomares deste estudo e as condições de clima da região favorecem o acúmulo e mineralização da MO e a liberação de N para as culturas. Os altos teores de COT do solo nos pomares estudados, acima de 42 g kg<sup>-1</sup> nos 20 cm superficiais, explicam, em parte, os níveis de N verificados nos tecidos foliares de todos os pomares e sistemas de manejo. Adubações nitrogenadas durante a fase de crescimento e frutificação das macieiras dos pomares convencionais e integrado respondem por boa parte destes valores de N observados. Nos orgânicos, a adubação verde e os esterco de aves aplicados contribuem para o aumento dos níveis de N.

Ernani et al. (1997) afirmam que a atividade de microorganismos decompositores e a atividade das plantas, nas condições do Sul do Brasil, somente

atingem os níveis mínimos devido às baixas temperaturas, durante o período mais frio e rigoroso do inverno. Diferentemente, em outras regiões de clima temperado essa redução dos processos biológicos acontece desde o início da estação fria. Em razão disso, os agentes decompositores atuam no processo de mineralização dos compostos orgânicos presentes no solo por um período mais prolongado no Sul do Brasil. Por consequência, são também maiores as quantidades de N liberadas e menos evidentes as diferenças quanto aos níveis de N em plantas entre sistemas de manejo de macieiras nas condições estudadas.

Quanto ao Cu, diferenças significativas foram observadas no solo (0-20 cm) e em todos tecidos analisados (folhas e casca e polpa de frutos), sendo os maiores teores encontrados nos pomares do sistema orgânico de produção (Tabela 7 a 10). Os maiores teores de Cu foram verificados no tecido foliar dos pomares sob sistema de manejo orgânico e estão acima dos teores considerados normais em macieiras (5 a 30 mg kg<sup>-1</sup> de massa seca), segundo Basso & Suzuki (2006).

Os teores de Cu verificados nas análises de solo (Capítulo 1) situaram-se em patamares compatíveis com os observados por Pelozatto (2008), em torno de 15 mg kg<sup>-1</sup>, considerados normais para os solos da região de localização dos pomares estudados. Estudos de Mirlean et al. (2007), revelam que os teores de Cu em solos não contaminados variam de 2 a 40 mg kg<sup>-1</sup>, dependendo do material de origem, teor de MO e pH do solo. Os teores de Cu observados por Roussos & Gasparatos (2009) não foram diferentes quando se analisou o fruto inteiro (casca + polpa), mas foi maior na polpa e menor na casca de frutos do sistema convencional quando se analisou os tecidos separadamente.

Fungicidas à base de cobre são empregados no controle preventivo de doenças, particularmente as fúngicas, mais em pomares sob sistema de manejo orgânico. Os altos teores de Cu encontrados no tecido foliar dos pomares orgânicos (Tabelas 8 a 10) estão relacionados às pulverizações com fungicidas cúpricos, como a calda bordalesa e bordasul, na safra 2008/2009.

Segundo Mantovani (2009), o estresse oxidativo devido à geração de formas reativas de oxigênio nas células vegetais, pode ser um efeito de excesso de Cu em tecidos diversos das espécies vegetais cultivadas. Fitotoxidez devida a teores de Cu acima dos considerados normais também pode ocorrer em tecidos vegetais, porém isto não foi observado nos tecidos analisados dos pomares manejados sob sistema orgânico e que receberam aplicações de produtos cúpricos. Isto se deve,

provavelmente, ao pequeno número de aplicações por ciclo (uma a três nos pomares deste estudo), às épocas em que a calda é aplicada (outubro-novembro e após a colheita) e às baixas concentrações das caldas aplicadas (normalmente menores que 1%). Trabalhos de pesquisa recentes dão conta de que caldas com concentração de Cu menores que as regularmente recomendadas têm efeito equivalente às de concentração maior, desde que a cobertura da planta seja a mais perfeita possível.

Em espécies caducifólias, o período de tempo de permanência do Cu na planta é relativamente curto e os riscos de fitotoxidez são diminuídos. Ainda assim, em condições de fitotoxidez, as plantas podem ativar diversos mecanismos de proteção que aumentam a tolerância ao estresse oxidativo (SALISBURG & ROSS, 1992). McBride (2001) encontrou dificuldades na avaliação da fitotoxicidade por absorção de Cu do solo, uma vez que o Cu, neste caso, se acumula prioritariamente nas raízes das plantas, com danos importantes nesta parte da planta, não diretamente visível.

Altos teores de Cu foram verificados somente no tecido foliar das plantas dos pomares orgânicos (Tabelas 8 a 10). Por ser um elemento pouco móvel nas plantas, a casca e polpa dos frutos não expressaram teores acima dos considerados normais para o consumo do fruto. Segundo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA, 1998), 3 mg é a ingestão diária de Cu necessária para um adulto.

Apesar de os níveis de Cu nas folhas serem considerados elevados, diante dos teores naturalmente presentes nos solos e os teores observados nos frutos, pode-se concluir que ainda não se tem como falar em excesso de Cu nos solos ou riscos maiores ao consumidor desses frutos.

#### **4.4.2 Atributos relacionados com a fisiologia e a frutificação.**

O teor de clorofila foliar foi significativamente maior no sistema convencional em relação ao orgânico em 'Royal Gala' e 'Fuji' (Tabelas 8 e 9), mas não em 'Catarina', que não teve diferença entre os tratamentos (Tabela 10). Isto mostra que o efeito do sistema de manejo sobre o teor de clorofila é dependente da cultivar. O emprego da calda sulfocálcica no controle de doenças nos pomares do SO pode ter reduzido o teor de clorofila foliar em 'Royal Gala' e 'Fuji', mas não em 'Catarina'.

Amarante et al. (2008) observaram redução do teor de clorofila, da área foliar média e da área foliar específica em 'Royal Gala' e 'Fuji', com consequente redução de rendimento em 'Fuji', possivelmente decorrente do emprego de caldas à base de enxofre molhável (sulfocálcica) e sulfato de cobre (bordalesa).

A floração nas macieiras foi influenciada pelo sistema de manejo em 'Royal Gala' orgânico, uma vez que houve redução no número de frutos por cacho floral (Tabela 8). Em 'Fuji' e 'Catarina', no entanto, a floração e o número de frutos não foram afetados pelo sistema de manejo (Tabelas 9 e 10).

Em 'Royal Gala' e 'Fuji' o rendimento de frutos foi afetado pelo sistema de manejo (Tabelas 8 e 9), uma vez que se observou menor número e massa de frutos  $\text{cm}^2$  de secção de ramos nos pomares sob sistema orgânico. Mas, somente em 'Fuji' orgânica houve redução na massa média dos frutos (Tabela 9).

O menor rendimento de frutos em 'Royal Gala' e 'Fuji' sob manejo orgânico não parece estar relacionado a problemas com polinização, uma vez que não houve diferenças significativas entre os sistemas de manejo quanto ao número de sementes nos frutos (Tabelas 8 e 9). Em 'Catarina', o rendimento e o peso médio dos frutos não foram influenciados pelo sistema de manejo (Tabela 10), apesar de o número de sementes por fruto ter sido menor no sistema orgânico.

A área foliar média e a área foliar específica, neste estudo, foram maiores no sistema de manejo orgânico em 'Royal Gala' e 'Fuji' (Tabelas 8 e 9), o que indica que a calda sulfocálcica não reduziu o tamanho de folhas, contrastando com o que relataram Amarante et al. (2008). Os pomares orgânicos deste estudo foram submetidos a podas leves, o que promoveu maior volume de copa, com aumento do sombreamento no interior do dossel em 'Royal Gala' e 'Fuji'. Isto resultou em maior área foliar e maior área foliar específica, possivelmente devido à coleta de folhas ter sido feita nos lançamentos do ano, na parte mediana da copa, com possível coleta de folhas menos expostas à radiação solar.

Segundo Iuchi (2006), a luz utilizada pelas folhas em desenvolvimento, em regiões do dossel da árvore com limitação de luz, pode ser mais eficiente que a normalmente considerada. Como a luz ambiente influencia a anatomia, morfologia e fisiologia da folha, consequentemente, o sombreamento natural dentro de um dossel de plantas resulta em folhas anatomicamente distintas, com diferentes características de troca gasosa, portanto, com diferentes taxas fotossintéticas. A fotossíntese líquida máxima de folhas sombreadas e de folhas expostas, no entanto,

são similares porque a morfologia e o desenvolvimento da folha são sensíveis à baixa intensidade luminosa, e o mecanismo fotoquímico é menos afetado (IUCHI, 2006; EPAGRI, 2006). Isto pode explicar a maior área foliar específica de folhas provenientes de macieiras com dossel amplo, copas maiores e com maior sombreamento interno.

Não houve diferença com relação à área foliar específica entre os sistemas de manejo em 'Catarina', no entanto, o sistema orgânico exibiu menor área foliar média (Tabela 10), o que pode estar relacionado com a incidência precoce de doenças fúngicas secundárias como a marssonina, e a pulverização das macieiras com calda sulfocálcica (PALMER et al., 2003; JÖNSSON, 2007).

Maçãs produzidas organicamente têm maior probabilidade de serem afetadas por doenças diversas, especialmente as fúngicas, do que maçãs de pomares convencionais, intensamente tratados com produtos de síntese química, destinados à prevenção de danos causados por esses patógenos (DeELL & PRANGE, 1992; PALMER et al., 2003; CESA et al., 2006).

Palmer et al. (2003), estudaram os efeitos do uso de fungicidas compatíveis com a produção orgânica de maçãs em vários programas e relataram significativa redução da fotossíntese foliar (superior a 50%) e rendimento de frutos (redução de 12%, provável resultado da redução do número de frutos por planta assim como da massa média de frutos) por tratamentos com calda sulfocálcica, comparados com os não tratados com enxofre. Jönsson (2007) também relatou fitotoxidade em macieiras tratadas com calda sulfocálcica para controle da sarna [*Venturia inaequalis* (Cooke)] sob manejo orgânico, reduzindo o tamanho de folhas e o rendimento de frutos. O enxofre molhável, componente da calda sulfocálcica, parece ser um agente fundamental a reforçar os efeitos tóxicos (PALMER et al., 2003; AMARANTE et al., 2008).

Neste estudo, os pomares orgânicos receberam cerca de 24 pulverizações de calda sulfocálcica por ciclo cultural para controle de doenças, especialmente a sarna da maçã. Em 'Royal Gala' e 'Fuji', isto pode ter afetado a atividade fotossintética nas folhas, induzindo à redução do teor de clorofila e do rendimento de ambas as cultivares, e o peso médio dos frutos em 'Fuji' (Tabelas 8 e 9). Em 'Catarina', os tratamentos com a calda à base de enxofre molhável não afetaram o rendimento e a massa média de frutos (Tabela 10).

**Tabela 11.** Valores de área foliar média e específica, teor de clorofila foliar, floração e frutificação efetiva, rendimento e massa média de frutos, cor da epiderme, incidência de “russeting”, sarna, queimadura de sol e danos por mosca-da-fruta e atributos de maturação dos frutos na colheita de macieiras ‘Royal Gala’ de pomares sob sistemas de produção convencional e orgânico. Os valores representam a média de 10 repetições de cada sistema de manejo e das safras 2008/2009 e 2009/2010.

| Atributos                                                 | Pomar Convencional | Pomar Orgânico | Significância <sup>1</sup> | C.V. (%) |
|-----------------------------------------------------------|--------------------|----------------|----------------------------|----------|
| Área foliar média (cm <sup>2</sup> )                      | 27,3               | 34,38          | ***                        | 4,8      |
| Área foliar específica (cm <sup>2</sup> g <sup>-1</sup> ) | 91,5               | 117,8          | ***                        | 11,1     |
| Massa seca de 100 folhas (g)                              | 7,0                | 6,2            | **                         | 7,9      |
| Teor de clorofila foliar (leitura SPAD)                   | 45,7               | 42,9           | ***                        | 3,6      |
| Nº de gemas PCSR                                          | 10,2               | 13,7           | ns                         | 35,0     |
| Nº de frutos PCSR                                         | 2,2                | 1,2            | ***                        | 30,6     |
| Nº de frutos PCF                                          | 0,8                | 0,36           | **                         | 53,6     |
| Massa de frutos (kg) PCSR                                 | 0,25               | 0,18           | *                          | 32,0     |
| Massa média de frutos (g)                                 | 128,1              | 144,9          | ns                         | 22,1     |
| Cor vermelha epiderme (%)                                 | 67,2               | 74,0           | *                          | 8,7      |
| “Russeting” (cm <sup>2</sup> fruto <sup>-1</sup> )        | 5,6                | 4,7            | ns                         | 21,9     |
| Sarna (%)                                                 | 64,6               | 17,7           | ***                        | 32,0     |
| Queimadura por sol (%)                                    | 3,5                | 0,8            | *                          | 112,3    |
| Danos por mosca-da-fruta (%)                              | 0,00               | 69,4           | ***                        | 55,5     |
| Nº de sementes/fruto                                      | 6,8                | 6,7            | ns                         | 7,9      |
| Índice iodo-amido (1-5)                                   | 3,3                | 3,0            | ns                         | 12,0     |
| Firmeza de polpa (N)                                      | 78,4               | 81,4           | *                          | 3,0      |
| Sólidos solúveis (°Brix)                                  | 11,7               | 10,8           | *                          | 9,3      |
| Acidez titulável (% de ácido málico)                      | 5,7                | 6,3            | ns                         | 14,4     |
| pH                                                        | 3,4                | 3,3            | ns                         | 3,1      |

ns: não significativo. \*, \*\* e \*\*\*: significativo aos níveis de probabilidade de 0,05, 0,01 e 0,001. PCSR: por cm<sup>2</sup> de secção de ramo; PCF: por cacho floral.

De modo semelhante ao relatado por vários autores (DeELL & PRANGE, 1992; REGANOLD et al., 2001; WEIBEL et al., 2004; PECK et al., 2006; AMARANTE et al., 2008), frutos das cultivares ‘Royal Gala’ e ‘Fuji’ provenientes do sistema orgânico tiveram maior firmeza de polpa do que os frutos do sistema convencional, na colheita (Tabelas 8 e 9). No entanto, não foram encontradas diferenças significativas entre frutos dos dois sistemas de manejo com relação aos níveis de AT nessas mesmas cultivares (Tabelas 8 e 9), o que também tem sido

relatado por autores, como Lombardi-Boccia et al. (2004) e Roussos & Gasparatos (2009). De outra parte, Amarante et al. (2008) relataram maior AT em 'Royal Gala' proveniente de pomares sob sistema de manejo convencional.

No presente estudo não foram observadas diferenças quanto à firmeza de polpa em frutos de 'Catarina' provenientes dos sistemas integrado e orgânico, mas, frutos desta cultivar provenientes do sistema integrado tiveram maior AT que frutos do sistema orgânico (Tabela 10). Os teores de SS foram superiores em frutos de pomares convencionais de 'Royal Gala' e 'Fuji' (Tabelas 8 e 9). Todavia, na cultivar 'Catarina', o sistema orgânico teve maiores teores de SS ( $^{\circ}$ Brix) (Tabela 10). Frutos de 'Royal Gala' e 'Fuji' de ambos os sistemas de produção apresentaram grau de maturação semelhante na colheita, observado pelos índices de AT e iodo-amido (Tabelas 8 e 9), o que também foi observado por Amarante et al. (2008) em frutos da cultivar 'Fuji'. Em 'Catarina', no entanto, o índice iodo-amido maior foi observado no sistema orgânico (Tabela 10), possivelmente devido à queda precoce de grande quantidade de folhas provocada por doenças fúngicas secundárias e maior exposição à radiação solar. Esta maior exposição solar causou a antecipação do processo de maturação, expressa também pelo maior índice iodo-amido e maior teor de SS, além de menor AT.

Frutos provenientes do sistema de manejo orgânico apresentaram maior percentual de cor vermelha na casca, nas três cultivares (Tabelas 8 a 10). Em 'Catarina', isto está relacionado com a maior exposição dos frutos à radiação solar devido à queda precoce das folhas e, em 'Royal Gala' e 'Fuji', pode estar associado à menor quantidade de frutos e à localização desses frutos principalmente na metade superior e periférica da copa, portanto, também com melhor exposição à radiação solar.

A intensidade de cor vermelha é influenciada pela incidência direta e pela intensidade dos raios solares (IUCHI, 2006; COELHO et al., 2008). A macieira é uma espécie que exige alta densidade de fluxo radiante, principalmente na fase de maturação, pois a luz solar promove a síntese de antocianinas, tornando os frutos mais vermelhos (SANTOS et al., 2007), além de influenciar os processos metabólicos e de síntese de açúcares, com melhoria da qualidade sensorial.

A aparência dos frutos é um fator de suma importância, que influencia as preferências do consumidor. Maçãs com coloração da casca vermelha intensa ou

vermelho-rajada sobre fundo amarelo, tanto no mercado interno quanto no externo, é a preferência da maioria, já que essas características visuais são associadas a teores maiores de açúcares e frutos saudáveis (LAYNE et al., 2002; CAMILO & DENARDI, 2006).

No presente estudo houve semelhança entre os sistemas de manejo quando se avaliou a severidade de “russeting” em ‘Royal Gala’ e ‘Fuji’ (Tabelas 8 e 9), contrastando com o verificado por Amarante et al. (2008), que observaram valores maiores em frutos do sistema orgânico. Maçãs ‘Catarina’, apesar de exibirem os menores índices de severidade de “russeting” ( $1,5 \text{ cm}^2 \text{ fruto}^{-1}$ , em média), apresentaram maior severidade no sistema integrado que no orgânico (Tabela 10), o que pode estar associado a determinados elementos químicos presentes nos agroquímicos empregados no controle fitossanitário, atuando como indutores da formação de “russeting” (BASSO, 2006). Este autor (2006) afirmou que produtos químicos usados para raleio de frutos e controle fitossanitário podem induzir, promover, e até reduzir a severidade de “russeting” em frutos da macieira, dependendo da composição e do grau de agressividade dos componentes químicos às células e ao tecido das plantas. Segundo Camilo & Pereira (2006), citações na literatura apontam a giberelina  $\text{GA}_{4+7}$  como agente redutor do “russeting”, mas, múltiplas aplicações são necessárias para se obter um bom efeito.

Segundo Camilo & Pereira (2006) e Basso (2006), o “russeting” é um distúrbio depreciativo da qualidade e aparência do fruto, altamente dependente da cultivar. Os autores consideraram como causa primária da ocorrência de “russeting” fatores externos à planta, relacionados ao clima (oscilações acentuadas de temperatura noturna e diurna) que levam à formação de fendas na cutícula que envolve o fruto, expondo as células localizadas logo abaixo dessa camada. Sob condições de alta umidade relativa, aquelas células sofrem danos. A consequente reação protetora da planta isola as áreas danificadas pela formação de tecido de cortiça, o que deprecia o aspecto visual do fruto.

Quanto à incidência de queimadura por sol, diferenças significativas foram observadas nos frutos de ‘Catarina’ que apresentaram maior percentual de frutos com esse dano no sistema de manejo orgânico em relação ao integrado (Tabela 10).



**Tabela 12.** Valores de área foliar média e específica, teor de clorofila foliar, floração e frutificação efetiva, rendimento e massa média de frutos, cor da epiderme, incidência de “russeting”, sarna, queimadura de sol e danos por mosca-da-fruta e atributos de maturação dos frutos na colheita, de macieiras ‘Fuji’ de pomares sob sistemas de produção convencional e orgânico. Os valores representam a média de 10 repetições de cada sistema de manejo e das safras 2008/2009 e 2009/2010.

| Atributos                                                 | Pomar Convencional | Pomar Orgânico | Significância <sup>1</sup> | C.V. (%) |
|-----------------------------------------------------------|--------------------|----------------|----------------------------|----------|
| Área foliar média (cm <sup>2</sup> )                      | 26,7               | 29,5           | **                         | 7,2      |
| Área foliar específica (cm <sup>2</sup> g <sup>-1</sup> ) | 112,4              | 126,1          | *                          | 9,7      |
| Massa seca de 100 folhas (g)                              | 5,4                | 5,0            | ns                         | 10,3     |
| Teor de clorofila (leitura SPAD)                          | 46,9               | 45,7           | *                          | 2,2      |
| Nº de gemas PCSR                                          | 7,6                | 7,9            | ns                         | 36,8     |
| Nº de frutos PCSR                                         | 1,8                | 1,1            | **                         | 34,5     |
| Nº de frutos PCF                                          | 0,5                | 0,7            | ns                         | 45,8     |
| Massa de frutos PCSR (kg)                                 | 0,26               | 0,14           | **                         | 38,8     |
| Massa média de frutos (g)                                 | 156,8              | 132,9          | ***                        | 8,5      |
| Cor vermelha epiderme (%)                                 | 50,4               | 65,1           | ***                        | 6,4      |
| “Russeting” (cm <sup>2</sup> fruto <sup>-1</sup> )        | 7,4                | 6,4            | ns                         | 24,6     |
| Sarna (%)                                                 | 41,0               | 6,0            | ***                        | 30,1     |
| Queimadura por sol (%)                                    | 1,0                | 1,0            | ns                         | 145,4    |
| Danos por mosca-da-fruta (%)                              | 0,00               | 75,0           | ***                        | 51,6     |
| Nº de sementes/fruto                                      | 5,4                | 5,2            | ns                         | 11,5     |
| Índice iodo-amido (1-5)                                   | 3,4                | 3,3            | ns                         | 5,8      |
| Firmeza de polpa (N)                                      | 84,3               | 88,3           | *                          | 3,4      |
| Sólidos solúveis (%)                                      | 13,0               | 11,9           | **                         | 6,4      |
| Acidez titulável (% de ácido málico)                      | 6,4                | 6,6            | ns                         | 10,7     |

ns: não significativo. \*, \*\* e \*\*\*: significativo aos níveis de probabilidade de 0,05, 0,01 e 0,001. PCSR: por cm<sup>2</sup> de secção de ramo; PCF: por cacho floral.

A queda prematura de folhas devido à incidência de doenças fúngicas secundárias não controladas pela calda sulfocálcica nesta cultivar, especialmente a marssonina (*Marssonina* sp), mesmo não sendo objeto deste estudo, foi claramente observada e favoreceu a intensificação dos danos pela maior exposição dos frutos à radiação solar. Em ‘Royal Gala’ (Tabela 8), frutos do sistema convencional exibiram maior incidência de queimadura pelo sol. Neste caso, o sistema de condução das plantas empregado tem influência fundamental na estruturação da copa e proteção dos frutos com relação à ação direta dos raios solares. Nos pomares do sistema convencional, houve o arqueamento horizontal de ramos, próprio do sistema de condução de plantas empregado, além da aplicação de um sistema de poda mais

severo, inclusive poda verde, visando aumento da produção de órgãos de frutificação e a otimização da interceptação de luz para máxima eficiência fotossintética. Contudo, isto expõe os frutos a maior incidência e intensidade luminosa, o que pode aumentar a temperatura da superfície dos frutos causando danos e perdas por queimadura de sol.

Segundo Felicetti & Schrader (2009), há dois tipos de queimadura por sol. O menos severo se caracteriza por manchas de cor bronze-amarelada na superfície dos frutos devido à foto-oxidação das células do tecido epidérmico, prejudicando a aparência dos frutos, e que foi observado neste estudo. O mais severo causa a morte das células epidérmicas e de parte da polpa a partir de temperaturas do fruto iguais ou superiores a 52°C, não observado neste trabalho.

O menor rendimento de frutos sob manejo orgânico também está associado a danos provocados por infestação da mosca-das-frutas (*Anastrepha fraterculus*, Wiedemann), capaz de causar danos na totalidade dos frutos do pomar, de acordo com o nível de infestação. Danos por mosca-das-frutas são normalmente frequentes e severos onde não são implementadas medidas eficazes de controle. Neste estudo, em pomares sob manejo convencional ('Royal Gala' e 'Fuji') e integrado ('Catarina'), não se observou danos por este inseto devido aos tratamentos com produtos químicos específicos. Nos pomares sob manejo orgânico, a pressão natural dessa mosca e os danos foram severos, com registro de 69 a 97% de frutos danificados (Tabelas 8 a 10).

A mosca-das-frutas é a principal praga dos frutos de fruteiras de clima temperado cultivadas no Sul do Brasil (NORA et al., 2006). O ensacamento de frutos é o método que apresenta resultados satisfatórios na proteção dos frutos contra os danos por mosca-das-frutas e mariposa oriental (SANTOS & WAMSER, 2006; TEIXEIRA, 2009), porém, implica em aumento significativo da mão-de-obra e dos custos de produção (JOÃO REICHERT, 2011; VELOCINO BOLZANI NETO, 2011).<sup>‡</sup> Todavia, para o sistema de manejo orgânico, constitui-se no único método eficaz disponível para o controle da mosca-das-frutas.

Com relação à incidência de sarna, no sistema de manejo convencional, nas cultivares 'Royal Gala' e 'Fuji' (Tabelas 8 e 9), os danos verificados atingiram, respectivamente, 64,6 e 75% dos frutos, enquanto, no sistema orgânico foi de 17,7 e

---

João Reichert e Velocino Bolzani Neto são produtores de maçã orgânica em São Joaquim, SC.

6,0%. Este maior índice observado no sistema convencional pode estar relacionado com as aplicações anuais de N (uréia) em cobertura, o que pode afetar a resistência das culturas com relação a doenças fúngicas (IUCHI et al., 2001; NAVA, 2007).

**Tabela 13.** Valores de área foliar média e específica, teor de clorofila foliar, floração e frutificação efetiva, rendimento e massa média de frutos, cor da epiderme, incidência de “russeting”, sarna, queimadura de sol e danos por mosca-da-fruta e atributos de maturação dos frutos na colheita, de macieiras ‘Catarina’ de pomares sob sistemas de produção integrado e orgânico. Os valores representam a média de 10 repetições de cada sistema de manejo e das safras 2008/2009 e 2009/2010.

| Atributos                                                 | Pomar Integrado | Pomar Orgânico | Significância <sup>1</sup> | C.V. (%) |
|-----------------------------------------------------------|-----------------|----------------|----------------------------|----------|
| Área foliar média (cm <sup>2</sup> )                      | 23,5            | 21,8           | **                         | 7,7      |
| Área foliar específica (cm <sup>2</sup> g <sup>-1</sup> ) | 94,4            | 94,4           | ns                         | 10,9     |
| Massa seca de 100 folhas (g)                              | 5,3             | 4,7            | *                          | 10,4     |
| Teor de clorofila (leitura SPAD)                          | 50,9            | 49,7           | ns                         | 3,6      |
| Nº de gemas PCSR                                          | 7,2             | 5,8            | ns                         | 30,8     |
| Nº de frutos PCSR                                         | 1,5             | 1,2            | ns                         | 41,3     |
| Nº de frutos PCF                                          | 0,7             | 0,9            | ns                         | 46,8     |
| Massa de frutos PCSR (kg)                                 | 0,28            | 0,21           | ns                         | 39,9     |
| Massa média de frutos (g)                                 | 203,8           | 209,4          | ns                         | 11,8     |
| Cor vermelha epiderme (%)                                 | 54,3            | 63,4           | ***                        | 8,1      |
| “Russeting” (cm <sup>2</sup> fruto <sup>-1</sup> )        | 1,5             | 0,8            | ***                        | 31,9     |
| Sarna (%)                                                 | -               | -              | -                          | -        |
| Queimadura por sol (%)                                    | 7,0             | 20,0           | ***                        | 32,9     |
| Danos por mosca-da-fruta (%)                              | 0,00            | 97,5           | ***                        | 7,8      |
| Nº de sementes/fruto                                      | 5,1             | 4,7            | *                          | 6,8      |
| Índice iodo-amido (1-5)                                   | 2,3             | 3,1            | ***                        | 10,5     |
| Firmeza de polpa (N)                                      | 92,2            | 92,2           | ns                         | 3,8      |
| Sólidos solúveis (%)                                      | 12,9            | 13,7           | *                          | 5,0      |
| Acidez titulável (% de ácido málico)                      | 7,9             | 6,5            | ***                        | 9,4      |

ns: não significativo. \*, \*\* e \*\*\*: significativo aos níveis de probabilidade de 0,05, 0,01 e 0,001. PCSR: por cm<sup>2</sup> de secção de ramo; PCF: por cacho floral.

Há também evidências da presença de muitas espécies de microorganismos naturalmente presentes no ambiente, que hospedam, recobrem e protegem com maior ou menor eficácia as culturas em plantios em que não são aplicados regularmente agroquímicos de amplo espectro, como é feito nos cultivos convencionais e integrados. É sabido que em ambientes preservados, muitas

espécies se desenvolvem naturalmente e podem promover melhor equilíbrio natural entre as espécies.

Em estudos realizados no município de Urupema-SC, Cesa et al. (2006), verificaram maior incidência e severidade da sarna em pomar orgânico do que em pomar convencional, diferindo do resultado obtido no presente estudo.

Vale observar que 'Catarina' é uma cultivar obtida por cruzamento em que se visou a introdução do gene 'Vf' de resistência à sarna e, por essa razão, essa cultivar não teve registros para essa doença, em ambos os sistemas de manejo.

Alternativas para o manejo de agentes potencialmente daninhos constituem-se em fator chave para que o sistema orgânico alcance retornos semelhantes aos do sistema convencional de produção (AMARANTE et al., 2008). O uso de cultivares resistentes consiste no método ideal de controle da sarna e de outras doenças. Práticas culturais que diminuam o inóculo primário, o processamento de restos culturais e a utilização de cultivares resistentes e adaptadas às condições regionais são alternativas que têm se mostrado eficientes no controle da sarna da macieira (BONETI et al., 2006).

#### 4.5 Conclusões

'Royal Gala' e 'Fuji' sob sistema de manejo convencional apresentaram:

- Maiores teores de clorofila foliar, maior rendimento de frutos, maiores teores de SS (°Brix), maior incidência de "sarna" nos frutos, mais Ca e maior relação K/Ca, Mg/Ca e (K+Mg)/Ca na polpa dos frutos em 'Royal Gala' e 'Fuji';
- Maior peso seco de 100 folhas e maiores danos por queimadura de sol em frutos e mais N no tecido foliar em 'Royal Gala' e,
- Maior peso médio de frutos, mais Ca no tecido foliar e mais K na casca dos frutos Em 'Fuji'.

'Royal Gala' e 'Fuji' sob sistema de manejo orgânico apresentaram:

- Maior área foliar média e específica e frutos com maior área de superfície vermelha, maior firmeza de polpa, maior percentual de frutos com danos por mosca-

das-frutas, mais K e Cu foliar e mais Cu na casca e polpa dos frutos, nas duas cultivares e,

- Em 'Royal Gala', maior teor de Ca foliar e K na polpa dos frutos.

Catarina sob manejo integrado teve:

- Maior número de sementes por fruto, maior área foliar média, maior massa seca de 100 folhas, maior severidade de "russeting" e os maiores valores para as relações K/Ca, Mg/Ca, N/Ca e (K+Mg)/Ca;

Catarina sob manejo orgânico teve:

- Maior área de superfície vermelha, maior índice iodo-amido e SS ( $^{\circ}$ Brix), maior percentual de frutos com danos por mosca-das-frutas e queimadura de sol, mais Ca na casca e polpa e mais Cu nas folhas, casca e polpa.

Não houve diferenças entre os sistemas de manejo para:

- Número de gemas/cm<sup>2</sup> de secção dos ramos em 'Royal Gala' e 'Fuji', número de frutos por cacho floral em 'Fuji' e peso médio de frutos em 'Royal Gala';
- Índice iodo-amido, número de sementes/fruto e acidez titulável em 'Royal Gala' e 'Fuji'.
- teores de N foliar em 'Fuji', e Mg foliar em 'Royal Gala' e 'Fuji';
- teores de K na casca dos frutos de 'Royal Gala' e N, Mg e Ca na casca dos frutos de 'Royal Gala' e 'Fuji';
- teores de Ca e K na polpa dos frutos de 'Fuji' e N e Mg na polpa dos frutos de 'Royal Gala' e 'Fuji';
- relações N/Ca na polpa dos frutos de 'Royal Gala' e relações N/Ca, K/Ca, Mg/Ca e (K+Mg)/Ca na casca dos frutos de 'Royal Gala' e 'Fuji'.

Entre sistemas de manejo integrado e orgânico, em 'Catarina', não houve diferenças para:

- Número de gemas/cm<sup>2</sup> de secção dos ramos, número de frutos por cacho floral e peso médio de frutos;
- teores de N, K, Ca Mg no tecido foliar, N, K e Mg na casca e na polpa dos frutos;
- relações K/Ca, N/Ca e (K+Mg)/Ca na polpa de 'Catarina'.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo pode constituir-se num pequeno passo no avanço da pesquisa no sentido do desenvolvimento de tecnologias adequadas para a produção de frutos de qualidade, livres de resíduos potencialmente agressivos aos agentes envolvidos na cadeia da produção, manipulação e aos consumidores;

O sistema de manejo convencional das culturas, graças aos longos anos e vultosos investimentos em pesquisa, constitui-se ainda no suporte maior para os produtores, capaz de viabilizar a produção de alimentos em quantidade para as populações;

As iniciativas pontuais de pesquisa e produção alternativa de alimentos são constituídas ainda de passos lentos e tímidos, porém já demonstram que “um outro modo de produção é possível” e potencialmente viável, sob todos os aspectos, tanto que os resultados deste trabalho evidenciam que houveram menos diferenças que semelhanças entre os diferentes sistemas de manejo testados;

Este trabalho possibilitou a busca e aquisição de conhecimentos e experiências básicas e fundamentais para a prática do ensino, da pesquisa e da produção com qualidade diferenciada, pelas diferentes alternativas de manejo disponíveis.

Os resultados preliminares registrados neste trabalho emprestam suporte para concluir que:

- Os atributos de solo da região pesquisada, tanto físicos quanto químicos, com destaque para os níveis de carbono orgânico, são adequados para a produção de maçãs da mais alta qualidade;

- A produção convencional de maçãs, ainda hegemônica na região e no Brasil, caminha no sentido da redução de práticas culturais degradativas do solo/ambiente, com a substituição de insumos de síntese química por práticas e tecnologias menos impactantes sobre o meio ambiente;

- A produção orgânica de frutas, também de maçãs, é ainda bastante incipiente, mas a experiência dos poucos produtores que se aventuraram nessa

empreitada, no mínimo, já demonstra que é possível produzir qualidade com tecnologias alternativas;

- A demanda por frutos produzidos de forma alternativa é cada vez maior no Brasil e noutros países, e a produção ainda muito aquém da demanda;

- Alternativas de controle fitossanitário, especialmente o controle da mosca-das-frutas e grafolita constituem o ponto frágil da produção orgânica de maçãs;

Diante do exposto, é possível propor:

- Ampliação dos trabalhos de pesquisa no sentido de desenvolver novos materiais genéticos ou introduzir materiais adaptados e de qualidade para a produção convencional/integrada e orgânica;

- Ampliação dos trabalhos de desenvolvimento de tecnologias alternativas, no que se refere a espécies de cobertura vegetal adaptadas às condições regionais, com alta capacidade de produção de massa e ciclagem de nutrientes;

- Desenvolvimento de estudos e experimentação para processamento e o melhor aproveitamento de resíduos orgânicos animais e vegetais e até industriais;

- Desenvolvimento de tecnologias alternativas para o manejo e/ou controle dos principais agentes potencialmente daninhos que afetam a produção de maçãs, particularmente a mosca-das-frutas;

## BIBLIOGRAFIA

ABPM, 2004. **Informações estatísticas**. Disponível em: <http://www.abpm.org.br/informações.htm> > Acesso em: 21.03.2011.

ADLER, P.R.; WILCOX, G.E. Rapid perchloric acid digestion methods for analysis of major elements in plant tissue. **Communication in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v.16, n.3, p.1153-1163, 1985.

AITA, C.; BASSO, C.J.; CERETTA, C.A.; GONÇALVES, C.N.; DA ROS, C.O. Plantas de cobertura de solo como fonte de nitrogênio ao milho. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, Viçosa, v.25, n.1, p.157-165, 2001.

ALBUQUERQUE, J.A.; BAYER, C.; ERNANI, P.R.; MAFRA, A.L.; FONTANA, E.C. Aplicação de calcário e fósforo e estabilidade da estrutura de um solo ácido. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.27, n.5, p.799-806, 2003.

ALMEIDA, G.V.B. de; ALVES, A.A. Mercado de maçã: situação atual, ameaças, oportunidades e estratégias para o futuro. In: SEMINÁRIO NACIONAL SOBRE FRUTICULTURA DE CLIMA TEMPERADO, 2006, São Joaquim. **Resumos...** São Joaquim: Epagri, p.56-65, 2006.

ALMEIDA, J.A.; ERNANI, P.R.; MAÇANEIRO, K.C. Recomendação alternativa de calcário para solos altamente tamponados do extremo sul do Brasil. **Ciencia Rural**, Santa Maria, v.29, n.4, p.651-656, 1999.

ALTIERI, M. **Agroecologia**: bases científicas para uma agricultura sustentável. Guaíba: Agropecuária, 2002. 592 p.

ALVES, M.C. Densidade do solo e infiltração de água como indicadores da qualidade física de um latossolo vermelho distrófico em recuperação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.31, n.4, p.617-625, 2007.

ALVES FILHO, J.P. **Receituário agrônomo**: a construção de um instrumento de apoio à gestão dos agrotóxicos e sua controvérsia. In: Ricardo Abramovay. (Org.). Construindo a Ciência Ambiental. 1. ed. São Paulo, v.01, p.205-234, 2002.

AMARANTE, C.V.T.; ALBUQUERQUE, J.A.; MAFRA, A.L.; MERTZ, L.M.; COSTA, A. Análise multivariada de atributos químicos e físicos do solo em pomares de macieira conduzidos nos sistemas de produção orgânico e convencional, In: FERTBIO 2004, Lages. **Resumos expandidos**. Lages: SBSC/SBM/CAV-UDESC, 2004. CD-ROM.



AMARANTE, C.V.T.; BOGO, A.; DREHMER, A.M.F.; ROSA, F.C. da; FRANCESCETTO, P.; PEREIRA, T.; COSTA, A.R. da.; MOTA, C.S.; VENTURA, D. W.; SILVA, L.; GITRONE, J.; MOREIRA, N.A. Fisiologia de plantas e qualidade de frutos em pomares de macieira conduzidos nos sistemas orgânico e convencional de produção. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Porto Alegre, v.1, n.1, p.1227-1230, 2006.

AMARANTE, C.V.T.; CHAVES, D.V.; ERNANI, P.R. Análise multivariada de atributos nutricionais associados ao “bitter pit” em maçãs ‘Gala’. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, n.5, p.841-846, 2006a.

AMARANTE, C.V.T.; CHAVES, D.V.; ERNANI, P.R. Composição mineral e severidade de “bitter pit” em maçãs ‘Catarina’. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.28, n.1, p.51-54, 2006b.

AMARANTE, C.V.T.; STEFFENS, C.A.; MAFRA, A.L.; ALBUQUERQUE, J.A. Yield and fruit quality of apple from conventional and organic production systems. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.43, n.3, p.333-340, 2008.

AMARANTE, C.V.T.; STEFFENS, C.A.; ERNANI, P.R. Identificação pré-colheita do risco de ocorrência de “bitter pit” em maçãs ‘Gala’ por meio de infiltração com magnésio e análise dos teores de cálcio e nitrogênio nos frutos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n.1, p.27-34, 2010.

AMARANTE, C.V.T.; ARGENTA, L.C.; SUZUKI, A.; BASSO, C.; WOLFF, C.L. Diagnóstico da composição mineral em maçãs ‘Gala’ e ‘Fuji’ na Região Sul do Brasil. In: XII Enfrute - Encontro Nacional sobre fruticultura de clima temperado, 2011. Anais - Vol. II, **Resumos...**, Epagri, Caçador, v.II, p.122-129, 2011.

ANDRADE, A.G.; FREITAS, P.L.; LANDRES, J. Aspectos gerais do manejo e conservação do solo e da água e as mudanças ambientais. In: PRADO, R.B.; TURETTA, A.P.D.; ANDRADE, A.G. **Manejo e conservação do solo e da água no contexto das mudanças ambientais**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, p.25-40, 2010.

ANDREOLA, F.; COSTA, L.M.; OLSZEWSKI, N. Influência da cobertura vegetal de inverno e da adubação orgânica e, ou, mineral sobre as propriedades físicas de uma Terra Roxa Estruturada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.24, n.4, p.857-865, 2000.

ANDREOTTI, M.; SOUZA, E.C.A.; CRUSCIOL, C.A.C.; RODRIGUES, J.D.; BÜLL, L.T. Produção de matéria seca e absorção de nutrientes pelo milho em razão da saturação por bases e da adubação potássica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.12, p.2437-2446, 2000.

ANGULO, R.J.; ROLOFF, G.; SOUZA, M.L.P. Correlação entre diferentes formas de determinação e representação da estabilidade e resistência dos agregados do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.8, n.1, p.7-12, 1984.

ANJOS, J.T.; UBERTI, A.A.A.; VIZZOTO, V.J.; LEITE, G.B.; KRIEGER, M. Propriedades físicas em solos sob diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.18, n.1, p.139-145, 1994.

ANVISA - Agência nacional de vigilância sanitária. 2003. Portaria nº 33/98. Disponível em <http://www.anvisa.gov.br/> Acesso em 12 de outubro de 2011.

ARAÚJO, R.; GOEDERT, W.J.; LACERDA, M.P.C. Qualidade de um solo sob diferentes usos e sob cerrado nativo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.31, n.5, p.1099-1108, 2007.

ARAÚJO, A.S.F.; SANTOS, V.B.; MONTEIRO, R.T.R. Responses of soil microbial biomass and activity for practices of organic and conventional farming systems in Piauí State, Brazil. **European Journal of Soil Biology**, Texas, v.44, n.2, p.225-230, 2008.

ARGENTA, L.C.; SUZUKI, A. Relação entre teores minerais e frequência de “bitter pit” em maçãs cv. Gala no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v.16, n.3, p.267-277, 1994.

BASSO, C. Distúrbios fisiológicos. In: EPAGRI. **Manual da cultura da macieira**. Florianópolis, p.609-636, 2006.

BASSO, C.; SUZUKI, A. Solos e nutrição da macieira. In: EPAGRI. **Manual da cultura da macieira**. Florianópolis, p.341-381, 2006.

BAYER, C.; BERTOL, I. Características químicas de um Cambissolo húmico afetadas por sistemas de preparo, com ênfase à matéria orgânica. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.23, n.3, p.687-694, 1999.

BAYER, C. Tillage and cropping system effects on organic matter storage in an Acrisol soil in southern Brazil. **Soil & Tillage Research**. v. 54, n.4, p. 101-109, 2000.

BITTENCOURT, C.C.; MATTEI, L.F. Panorama da cadeia da maçã no Estado de Santa Catarina: algumas evidências no segmento da produção. Chapecó, 14 p. 2008.

BLEICHER, J. História da macieira. In: EPAGRI. **A cultura da macieira**. Florianópolis, p.29-36, 2006.

BOFF, P.; GONÇALVES P.A. de S.; DEBARBA J.F. Efeito de preparados caseiros no controle da queima-acinzentada, na cultura da cebola. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.17, n.2, p.81-85, 1999..

BOMBARDI, L.M. Intoxicação e morte por agrotóxicos no Brasil: A nova versão do capitalismo oligopolizado. Disponível em [http://www2.fct.unesp.br/nera/artigodomes/9artigodomes\\_2011.pdf](http://www2.fct.unesp.br/nera/artigodomes/9artigodomes_2011.pdf)

BONETI, J.I. da S.; CESA, J.D.; PETRI, J.L.; BLEICHER, J. Evolução da cultura da macieira. In: EPAGRI. **A cultura da macieira**. Florianópolis, p.37-57, 2006.

BONETI, J.I. da S.; KATSURAYAMA, Y.; RIBEIRO, L.G.; NAVA, G.; DI PIERO, R.M. Produção orgânica de maçã no Estado de Santa Catarina. **Revista Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v.23, n.2, p.66-78, 2010.

BOURN, D.; PRESCOTT, J.A comparison of the nutritional value, sensory qualities and food safety of organically and conventionally produced fruits. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Dunedin, v.42, n.1, p.1-34, 2002.

BRAIDA, J.A.; REICHERT, J.M.; REINERT, D.J.; SEQUINATO, L. Resíduos vegetais na superfície e carbono orgânico do solo e suas relações com a densidade máxima obtida no ensaio Proctor. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.30, n.4, p.605-614, 2006.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa 077/1999. **Normas de produção, tipificação, processamento, envase, distribuição, identificação e de certificação da qualidade para os produtos orgânicos de origem vegetal e animal**. Acesso em 10 set. 2009. Disponível na Internet <http://www.agricultura.gov.br>

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - **Lei nº 10.831 de 23 de dezembro de 2002**, disponível em [www.agricultura.gov.br](http://www.agricultura.gov.br), acesso em 19/12/10.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – **Decreto nº 6.323 de 27 de dezembro de 2007**. Disponível em [www.agricultura.gov.br](http://www.agricultura.gov.br), Acessado em 15 jun 2011.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – **Reestruturação do Segmento da maçã 2010**. Disponível em [www.agricultura.gov.br/arq\\_editor/file/camaras\\_setoriais/Fruticultura](http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/camaras_setoriais/Fruticultura). Acessado em 16 jun 2011.

BRASIL. Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas. **Resíduos de pesticidas em produtos de origem vegetal: amostragens e métodos**. Lisboa, 1997. Disponível em [http://www.dgpc.min-agricultura.pt/fitofarmaceuticos/Residuos/residuos\\_de\\_pesticidas\\_95-97amostragem.htm](http://www.dgpc.min-agricultura.pt/fitofarmaceuticos/Residuos/residuos_de_pesticidas_95-97amostragem.htm). Acesso em 10/04/11.

CAMARGO, A.M.; MOURA, B.R.; LIMA, E.; CASTELETTI, L.C.; WILDNER, M.; CHAUDHRY, Z. De volta às origens. **Revista Brasileira de Agropecuária**, São Paulo, v.10, n.1, p.1-55, 2001.

CAMILO, A.P.; DENARDI, F. Cultivares: descrição e comportamento no Sul do Brasil. In: EPAGRI. **A cultura da macieira**. Florianópolis, p.113-168, 2006.

CAMILO, A.P.; PEREIRA, A.J. Raleio de frutos. In: EPAGRI. **A Cultura da macieira**. Florianópolis, p.419-461, 2006.

CAPORAL, F. R. & COSTABEBER, J. A. Segurança Alimentar e Agricultura Sustentável: uma perspectiva agroecológica. In: **Ciência e Ambiente**, Santa Maria, v.1, n.27,p.153-165, 2003.

CARDOSO, E.J.B.N. Ecologia microbiana do solo. In: SBCS. **Microbiologia do solo**. Campinas, p.33-39, 1992.

CARMO, M.S. do; MAGALHÃES, M.M. Agricultura sustentável: avaliação da eficiência técnica e econômica de atividades agropecuárias selecionadas no sistema não convencional de produção. **Informações Econômicas**, São Paulo, v.29, n.7, p.7-98, 1999.

CARPENEDO, V.; MIELNIKZUK, J. Estado de agregação e qualidade de agregados de Latossolos Roxos submetidos a diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciencia do Solo**, Campinas, v.14, n.3, p.99-105, 1990.

CASALI, C.A.; MOTERLE, D.F.; SANTOS, D.R. dos; BRUNETO, G.; CORCINI, A.L.M.; KAMINSKI, J.; MELO, G.W.B. Formas e dessorção de cobre em solos cultivados com videira na Serra Gaúcha do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.32, n.4, p.1479-1487, 2008.

CASERO, T.; BENAVIDES, A.; PUY, J.; RECASENS, I. Relationships between leaf and fruit nutrients and fruit quality attributes in Golden Smoothee apples using multivariate regression techniques. **Journal of Plant Nutrition**, Philadelphia, v. 27, n. 2, p. 313-324, 2004.

CENTURION, J.F.; DEMATTÊ, J.L.I.; FERNANDES, F.M. Efeitos de sistemas de preparo nas propriedades químicas de um solo sob cerrado cultivado com soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.9, n.2, p.267-270, 1985.

CESA, P.L.; JÚNIOR, J.C.W.; BOGO, A.; LAZAROTO, A.; SILVA, A.; AMARANTE, C.V.T. Análise temporal da sarna da macieira nas cultivares Royal Gala e Fuji sob os sistemas convencional e orgânico de produção. **Revista Brasileira de Fitopatologia**, Brasília, v.31 n.6, p.585-591, 2006.

CHAIGNON, V.; SANCHEZ NEIRA, L.; HERMANN, P.; HINSINGER, P.; Copper bioavailability and extractability as related to chemical properties of contaminated soils from a vine-growing area. **Enviromental pollution**, Oxford, v.123, n.1, p.229-238, 2003.

CHAN, K.Y. Consequences of changes in particulate organic carbon in vertisols under pasture and cropping. **Soil Science Society American Journal**. Conden, v.61, n.5, p.1376-1382, 1997.

CLARO, S.A. **Referenciais tecnológicos para agricultura familiar ecológica: a experiência da Região Centro-Serra do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: EMATER/RS-ASCAR, 2001, 250 p.

COELHO, L.R.; LEONEL, S.; CROCOMO, B.W. Avaliação de diferentes materiais no ensacamento de pêssegos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.30, n.3, p.822-826, 2008.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO – RS/SC. **Manual de Adubação e de Calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo – Núcleo Regional Sul. 10. Edição. Porto Alegre, 2004. 400 p.

COSTA, F.S.; BAYER, C.; ALBUQUERQUE, J.A.; FONTOURA, S.M.V. Aumento de matéria orgânica num latossolo bruno em plantio direto. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n.2, p.587-589, 2004.

CUNHA, T.J.F.; MACEDO, J.R.; RIBEIRO, L.P.; PALMIERI, F.; FREITAS, P.L.; AGUIAR, A.C. Impacto do manejo convencional sobre propriedades físicas e substâncias húmicas de solos sob Cerrado. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.1, n.1, p.27-36, 2001.

DALAL, R.C. Soil microbial biomass – What do the numbers really mean? **Australian Journal of Experiments in Agriculture**, Melbourne, v.38, n.7, p.649-665, 1998.

DAROLT, M.R. **As dimensões da sustentabilidade: um estudo da agricultura orgânica na Região Metropolitana de Curitiba**. 2000. 310 p. Tese (Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2000, 310 p.

DEFFUNE, G. Produção orgânica de frutas de clima temperado. **Revista Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v.23, n.2, p.54-65, 2010.

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.

DERPSCH, R.; ROTH, C.H.; SIDIRAS, N.; KÖPKE, U. **Controle da erosão no Paraná, Brasil: sistemas de cobertura do solo, plantio direto e preparo conservacionista do solo**. Eschborn: GTZ/IAPAR, 1991. 272 p.

DILMAGHANI, M.R.; MALAKOUTI, M.J.; NEILSEN, G.H.; FALLAHI, E. Interactive effects of potassium and calcium on K/Ca ratio and its consequences on apple fruit quality in calcareous soils of Iran. **Journal of Plant Nutrition**, Philadelphia, v.27, n.7, p.1149-1162, 2004.

DRAŽEĚTA, L.; LANG, A.; HALL, A.J.; VOLZ, R.K. Causes and effects of changes in xylem functionality in apple fruit. **Annals of Botany**, London, v.93, n.3, p.275-282, 2004.

DRIS, R.; NISKANEN, R.; FALLAHI, E. Nitrogen and calcium nutrition and fruit quality of commercial apple cultivars grown in Finland. **Journal of Plant Nutrition**, Philadelphia, v.21, n.11, p.2389-2402, 1998.

EHLERS, E. A agricultura alternativa: uma visão histórica. **Estudos Econômicos**, São Paulo, v.24, n. especial, p.231-262, 1994.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análises de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro, 1997. 212p.

EMBRAPA – Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa Produção de Informação, 2006. 306p.

EPAGRI - Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina S.A. **A Cultura da macieira**. Florianópolis, 2006. 743p.

EPAGRI. Tabelas de produção. In: CEPA – Centro de Socioeconomia e Planejamento Agrícola. Disponível em: <<http://www.cepa.epagri.sc.gov.br>> Acesso em: 03 abr. 2011.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A.J. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas**. 2. ed. Londrina: Editora Plantas, 2006. 401p.

ERNANI, E.; DIAS, J.; VANZ, L. Application of nitrogen to the soil after fruit harvest has not increased Apple yield. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.19, n.2, p.33-37, 1997.

ERNANI, P.R. **Química do solo e disponibilidade de nutrientes**. Lages: Editora, CAV/UDESC, 2008. 230p.

ERNANI, P.R.; DIAS, J.; FLORE, J.A. Annual additions of potassium to the soil increased apple yield in Brazil. **Communication in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v.33, n.7-8, p.1291-1304, 2002.

ESPANHOL, G.L.; ALBUQUERQUE, J.A.; MAFRA, A.L.; NUERNBERG, N.J.; NAVA, G. Propriedades químicas e físicas do solo modificadas pelo manejo de plantas espontâneas e adubação orgânica em pomar de macieira. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v.6, n.2, p.83-94, 2007.

FALLAHI, E.; RIGHETTI, T.L.; RICHARDSON, D.G. Prediction of quality by preharvest fruit and leaf mineral analyses in 'Starkspur Golden Delicious' apple. **Journal of American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.510, p.524-527, 1985.

FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Statistical Databases**. Disponível em: <https://www.fao.org.br/>. Acesso em: 21 março 2011.

FAO. **Statistics**. Disponível em: < <http://www.fao.org> > Acesso em 21.03.2011.

FELICETTI, D.A.; SCHRADER, L.E. Changes in pigment concentrations associated with sunburn browning of apple cultivars. II. Phenolics. **Plant Science**, Alexandria, v.176, n.1, p.84-89, 2009.

FERGUSON, I.B.; WATKINS, C.B. Bitter pit in apple fruit. **Horticultural Reviews**, New York, v.11, p.289-355, 1989.

FIGUEIREDO, S.R.; MALUCHE, C.R.D.; KLAUBERG FILHO, O.; BARETTA, D.; AMARANTE, C.V.T. do; PEREIRA, T. O manejo agroecológico em pomares de maçã afetou a amostragem de características microbiológicas do solo. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Cruz Alta, v.1, n.1, p.1385-1388, 2006.

GARDNER, J. 2003. **Coper usage controversy heats up in Europe**. Ministry of Agriculture Food, Ontario, Canadá. Disponível em: <http://www.omafr.gov.on.ca/english/crops/hortmart/2003/03hrt03a3.htm>. Acesso em 20 de janeiro de 2010.

GIANELLO, C.; BISSANI, C.A.; TEDESCO, M.J. **Princípios de fertilidade do solo**. Porto Alegre: Departamento de Solos da UFRGS, 1995. 276p.

GLOVER, J.D.; REGANOLD, J.P.; ANDREWS, P.K. Systematic method for rating soil quality of conventional, organic, and integrated apple orchards in Washington State. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v.80, n.1, p.29-45, 2000.

GOH, K.M.; PEARSON, D.R.; DALY, M.J. Effects of apple orchard production systems on some important soil physical, chemical and biological quality parameters. **Biological Agriculture and Horticulture**, Bicester, v.18, n.3, p.269-292, 2001.

GONÇALVES, J.S.; AMARO, A. A.; MAIA, M. L.; SOUZA, S. A. M. Produção, mercado e inserção internacional da maçã brasileira. **Agricultura em São Paulo**, São Paulo, v.43, n.1, p.95-136, 1996.

GUANAPALA, N.; SCOW, K.M. Dynamics of soil microbial biomass and activity in conventional and organic farming systems. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v.30, n.6, p.805-816, 1998.

GUERRA, M.A.; CASQUERO, P.A. Site and fruit maturity influence on the quality of European plum in organic production. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.122, n.4, p.540-544, 2009.

HARKER F.R.; REDGWELL, R.J.; HALLETT, I.C.; MURRAY, S.; CARTER, G. Texture of fresh fruit. *Horticultural Reviews*, New York, v.20, p.212-224, 1997.

HIGASHI, T. Agrotóxicos e a saúde humana. **Agroecologia**, Botucatu, v.12, n.1, p.5-8, 2002.

HILLEL, D. **Environmental soil physics**. New York: Academic Press, 1998. 770p.

HUBER, J. Organic consumption-hype or future trend? **Obstbau Weinbau**, Jahrgang, v.45, n.10, p.313-314, 2008.

HUNSCHE, M.; BRACKMANN, A.; ERNANI, P.R. Efeito da adubação potássica na qualidade pós-colheita de maçãs Fuji. **Revista Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.38, n.4, p.489-496, 2003.

IBGE/CEPAGRO. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em 21 mar. 2011.

ICEPA, Instituto de Planejamento e Economia Agrícola de Santa Catarina, Epagri/Cepa, **Síntese Anual da agricultura de Santa Catarina 2008-2009**. Florianópolis, SC. 2009. 312p.

IFOAM. Disponível em: <http://www.organic.worldnet/statistics.html>. Acesso em 21 março 2011.

INGLE, M.; D'SOUZA, M.C. Physiology and control of superficial scald of apples: A review. **HortScience**, Alexandria, v.24, n.1, p.28-31, 1989.

IUCHI, V.L. Botânica e fisiologia. In: EPAGRI: **A cultura da macieira**. Florianópolis, p.59-104, 2006.

IUCHI, V.L.; NAVA, G.; IUCHI, T. **Distúrbios fisiológicos e desequilíbrios nutricionais em macieiras**. Florianópolis, Epagri, 2001. 74p.

JOHNSTON, J.W.; HEWETT, E.W.; HERTOOG, M.L.A.T.M. Postharvest softening of apple (*Malus domestica*) fruit: a review. **New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science**, Wellington, v.30, p.145-160, 2002.

JÖNSSON, A. **Organic apple production in Sweden**: cultivation and cultivars. 2007. 33p. Doctoral Thesis, Department of Crop Science, Swedish University of Agricultural Sciences, Balsgård, Sweden.

JORGE, J.A.; CAMARGO, O.A.; VALADARES, J.M.A.S. Condições físicas de um Latossolo Vermelho-Escuro quatro anos após aplicação de lodo de esgoto e calcário. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.15, n.3, p.237-240, 1991.



KEMPER, W.D.; CHEPIL, W.S. **Size distribution of aggregates**. In. BLACK, C.A.; EVANS, D.D.; WHITE, J.L. (eds.) *Methods of soils analysis*. Madison, American Society of Agronomy, p.687-732, 1986.

KIRCHNER, R. S. **Panorama do Consumo de Orgânicos na cidade de Curitiba-Pr**. Dissertação do Programa de Pós-Graduação em Tecnologia, Universidade Federal Tecnológica do Paraná, Curitiba, 2006. 125p.

KREUZ, C.L.; SOUZA A.; STADLER H.; CUNHA S. Estratégias competitivas para agronegócios: análise e resultados para o caso da maçã brasileira. **Revista Eletrônica Administradores sem Fronteiras**, n.2, 2005.

LAYNE, D.R.; JIANG, Z.; RUSSHING, J.W. The influence of reflective film and retain on red skin coloration and maturity of gala apples. **HortTechnology**, Alexandria, v.12, n.4, p.640-644, 2002.

LI, H.; HAN, Y.; CAI, Z. Nitrogen mineralization in paddy soils of the Taihu Region of China under anaerobic conditions: dynamic and model fitting. **Geoderma**, Amsterdam, v.115, n.3, p.161-175, 2003.

LIDSTER, P.D.; PORRIT, S.W.; EATON, G.W.; MASON, J. Spartan apple breakdown as affected by orchard factors, nutrient content and fruit quality. **Canadian Journal of Plant Science**, Ottawa, v.55, n.2, p.443-446, 1976.

LOMBARDI-BOCCIA, G.; LUCARINI, M.; LANZI, S.; AGUZZI, A; CAPPELLONI, M. Nutrients and antioxidant molecules in yellow plums (*Prunus domestica* L.) from conventional and organic productions: a comparative study. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Columbus, v.52, n.10, p.90–94. 2004.

LUNARDI NETO, A.; ALBUQUERQUE, J.A.; ALMEIDA, J.A. de; MAFRA, A.L.; MEDEIROS, J.C. Atributos físicos do solo em área de mineração de carvão influenciados pela correção da acidez, adubação orgânica e revegetação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.32, n.4, p.1379-1388, 2008.

McARTNEY, S.J.; WALKER, J.T.S. Current situation and future challenges facing the production and marketing of organic fruit in Oceania. **Acta Horticulturae**, Leuven, n.638, p.387-396, 2004.

McBride, M.B. Cupric ion activity in peat as a toxicity indicator for mayze. **Journal of Environmental Quality**, Madison, v.30, n.1, p.78-84, 2001.

MAFRA, A.L.; ALBUQUERQUE, J.A.; SCHEIDT, F.R.; AMARANTE, C.V.T do. Atributos do solo em pomares de macieira conduzidos nos sistemas orgânico e convencional de produção. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Cruz Alta, v.1, n.1, p.1513-1517, 2006.

MAFRA, A.L.; da ROSA, E.F.F.; MOTA, E.C. Agricultura Familiar e Produção Agroecológica na Região de Lages, SC: Aspectos de Fertilidade do Solo. In: UDESC em Ação, v.1, n.1, 2007.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas:** princípios e aplicações. Piracicaba: Potafos, 2 ed., 319p, 1997.

MALUCHE, C.R.D. **Atributos microbiológicos e químicos do solo em sistemas de produção de maçãs convencional e orgânico.** CAV/UDESC, Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo). Curso de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, 72 p, 2004.

MALUCHE, C.R.D.; AMARANTE, C.V.T. do.; KLAUBERG-FILHO, O.; FIGUEIREDO, S.R.; BARETTA, D. Bioindicadores de qualidade do solo em sistemas de produção orgânico e convencional de maçãs. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Cruz Alta, v.1, n.1, p.1381-1384, 2006.

MALUCHE, C.R.D.; SANTOS, J.C.P.; SINHORATI, D.; AMARANTE, C.V.T. do; BARETTA, D. Fauna edáfica como bioindicadora da qualidade do solo em pomares de macieiras conduzidos nos sistemas orgânico e convencional. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Cruz Alta, v.1, n.1, p.1389-1393, 2006.

MALUCHE-BARETTA, C.R.D.; AMARANTE, C.V.T. do; KLAUBERG FILHO, O. Multivariate analysis of soil attributes of apple orchards under conventional and organic production systems. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, n.10, p.1531-1539, 2006.

MALUCHE-BARETTA, C.R.D.; KLAUBERG-FILHO, O.; AMARANTE, C.V.T.; RIBEIRO, G.M.; ALMEIDA, D. Atributos microbianos e químicos do solo em sistemas de produção convencional e orgânico de maçãs no Estado de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.31, n.4, p.655-665, 2007.

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

MÄDER, P.; FLIEBBACH A, DUBOIS D.; GUNST, L.; FRIED P.; NIGGLI, U. Soil fertility and biodiversity in organic farming. **Science** v.296, n.5573 p.1964-1967, 2002.

MARTINS, C.R.; FARIA, J.C.; ROMBALDI, C.V.; FARIAS, R. de M. Qualidade sensorial de maçãs produzidas em diferentes sistemas de produção. **Scientia Agraria**, Curitiba, v.11, n.2, p.91-99, 2010.

MARTINS, C.R.; FARIA, J.L.C.; MELLO FARIAS, R. de. Sistemas de produção de macieiras influenciam o teor dos nutrientes no solo, no tecido foliar e na fruta. **Revista da FZVA**, Uruguaiana, v.17, n.1, p.14-26, 2010.

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

MEURER, E.J.; BISSANI, C.A.; SELBACH, P.A. Poluentes do solo e do ambiente. In: MEURER, E.J. (ed.). **Fundamentos de química do solo**. Porto Alegre: Gênese, 2000. p.151-167.

MIQUELOTO, A. **Atributos minerais e aspectos fisiológicos relacionados com a ocorrência de "bitter pit" em maçãs**. Lages, CAV/UEDESC, 2011. 56p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal), Curso de Pós-graduação em Ciência do Solo, Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, 2011.

MIRLEAN, N.; ROISENBERG, A.; CHIES, J.O. Metal contamination of vineyard soil in wet subtropics (Southern Brazil). **Environmental Pollution**, Oxon, v.149, n.1, p.10-17, 2007.

MOSCARDI, F.O Controle de pragas agrícolas e a sustentabilidade ecológica. **Ciência & Ambiente**, Santa Maria, v.27, n.1, p.67-84, 2003.

NACHTIGALL, G.R.; FREIRE, C.J.S. Previsão da incidência de "bitter pit" em maçãs através dos teores de cálcio em folhas e frutos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v.20, n.2, p.158-166, 1998.

NACHTIGALL, R.G. **Sistema integrado de diagnose e recomendação (DRIS) para a avaliação do estado nutricional da macieira no sul do Brasil**. 2004. 153 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

NACHTIGALL, G.R.; DECHEN, R.A.; Seasonality of nutrients in leaves and fruits of apple trees. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.63, n.5, p.493-501, 2006.

NAVA, G. **Nutrição e Rendimento da macieira em resposta às adubações nitrogênica e potássica e ao déficit hídrico**. 2007, 113p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

NAVA, G.; NACHTIGALL, G.R. Resposta da macieira 'Fuji' à adubação orgânica e manejo de plantas espontâneas. XXIX Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas. Anais... Guarapari, ES, 2010.

NOGUEIROL, R.C.; NACHTIGALL, G. R.; CAMBRI, M. A.; ALLEONI, L. R. F. Copper and zinc in the organic fraction of vineyard as a function of pH variation.. In: INTERNATIONAL MEETING OF INTERNATIONAL HUMIC SUBSTANCES SOCIETY, 12, 2004, São Pedro. Proceedings. São Pedro : Embrapa Instrumentação Agropecuária, 2004. p. 707-709.

NORA, I.; HICKEL, E.R.; RIBEIRO, L.G.; FLORES, E.H. Pragas da macieira. In: EPAGRI: **A Cultura da Macieira**. Florianópolis, p.463-525, 2006.

NUERNBERG, N.; STAMEL, J.G.; CABEDA, M.S.V. Efeito de sucessão de culturas e tipos de adubação em características físicas de um solo da encosta basáltica sul-rio-grandense. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, v.10, n.1, p.185-190, 1986.

OLIVEIRA, M. de.; CURI, N.; FREIRE, J.C. Influência do cultivo na agregação de um Podzólico Vermelho-Amarelo textura média/argilosa da região de Lavras (MG). **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, v.7, n.1, p.317- 322, 1983.

OLTRAMARI, A.C.; ZOLDAN, P.; ALTMANN, R. Içepa/SC: **Agricultura orgânica em Santa Catarina**. Florianópolis, 2002. 56p.

OMS-ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAUDE/OPAS-ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAUDE/MINISTÉRIO DA SAUDE-BRASIL. **Manual de Vigilância da saúde de populações expostas a Agrotóxicos**. OPAS/BRAHEP/002/97, Brasília, 1997. 72p. Disponível: <http://www.opas.org.br/sistema/arquivos/livro2.pdf>. Acesso em 14 de Nov. de 2011.

PALMEIRA, P.R.T.; PAULETTO, C.F.A.; TEIXEIRA, A.S.G.; SILVA, J.B. Agregação de um Planossolo submetido a diferentes sistemas de cultivo. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, v.23, n.2, p.189-195, 1999.

PALMER, J.W.; DAVIES, S.B.; SHAW, P.W.; WÜNSCHE, J.N. Growth and fruit quality of 'Braeburn' apple (*Malus domestica*) trees as influenced by fungicide programmes suitable for organic production. **New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science**, Wellington, v.31, n.2, p.169-177, 2003.

PARAT, C.; CHAUSSOD, R.; LEVEQUE, J.; DOUSSET, S.; ANDREUX, F. The relationship between copper accumulated in vineyard calcareous soils and soil organic matter and iron. **European Journal of Soil Science**. Oxon, v.53, n.4, p.663-669, 2002.

PASSOS, L.P. EMBRAPA-CNPGL: **Métodos analíticos e laboratoriais em fisiologia vegetal**. Coronel Pacheco, 1996. 223p.

PECK, G.M.; ANDREWS, P.K.; RICHTER, C.; REGANOLD, J.P. Internationalization of the organic fruit market: the case of Washington State's organic apple exports to

the European Union. **Renewable Agriculture and Food Systems**, Cambridge, v.20, n.2, p.101-112, 2005.

PECK, G.M.; ANDREWS, P.K.; REGANOLD, J.P.; FELLMAN, J.K. Apple orchard productivity and fruit quality under organic, conventional, and integrated management. **HortScience**, Alexandria, v.41, n.1, p.99-107, 2006.

PEDROZO, M. de F. M.; LIMA, I.V. de. Ecotoxicologia do cobre e seus compostos. **Cadernos de referência ambiental**, Volume 2. Salvador, 2001. 128p.

PELOZATTO, M. **Valores de referência de cádmio, cobre, manganês e zinco em solos de Santa Catarina**. 2008. 69 p. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) Curso de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, 2008.

PERRING, M.A. Lenticel blotch pit, watercore, splitting and cracking in relation to calcium concentration in the apple fruit. **Journal of the Science of Food and Agriculture, New York**, v.35, n.11, p.1165-1173, 1984.

PERRING, M.A.; PEARSON, K.; MARTIN, K.J. The distribution of calcium in apples with watercore. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, New York, v.35, n.12, p.1326-1328, 1984.

PERRING, M.A.; PEARSON, K.; MARTIN, K.J. The distribution of calcium in apples with senescent breakdown. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, New York, v.36, n.11, p.1035-1038, 1985.

PETRI, J.L.; LEITE, G.B. Macieira. **Revista Brasileira de Fruticultura**. v.30, n.4, p.857, 2008.

PIETRAZAK, U.; McPHAIL, D.C. Copper accumulation, distribution and fractionation in vineyard soils of Victoria, Australia. **Geoderma**, Amsterdam, v.122, n.1, p.151-166. 2004.

BATISTA, D.C.P.; AZEVEDO, E.C.G. de; BERNHARD, T. **Viabilidade da produção ecológica de citros no interior de Montenegro, RS**. Universidade de Santa Cruz do Sul, 2006.

REGANOLD, J.P.; ELLIOTT, L.F.; UNGER, Y.L. Long-term effects of organic and conventional farming on soil erosion. **Nature**, Reino Unido, v.330, p.370-372, 1987.

REGANOLD, J.P.; GLOVER, J.D.; ANDREWS, P.K.; Systematic method for rating soil quality of conventional, organic, and integrated apple orchards in Washington State. **Agriculture, Ecosystem & Environment**, Amsterdam, v.80, n.1, p.29-45, 2000.

REGANOLD, J.P.; GLOVER, J.D.; ANDREWS, P.K.; HINMAN, H.R. Sustainability of three apple production systems. **Nature**, Reino Unido, v.410, n.1, p.926-930, 2001.

REICHERT, J.M. Índices de estabilidade de agregados e suas relações com características e parâmetros do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.17, n.2, p.283-290, 1993.

REINERT, D.J.; REICHERT, J.M. UFSM: Propriedades físicas do solo. **Caderno de estudos**. Santa Maria, 2006. 18p.

REYNOLDS, W.D.; BOWMAN, B.T.; DRURY, C.F.; TAN, C.S.; LU, X. Indicators of good soil physical quality: density and storage parameters. **Geoderma**. Amsterdam, v.110, n.1-2, p.131-146, 2002.

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

RICE, C.W.; MOORMAN, T.B.; BEARE, M. Role of microbial biomass carbon and nitrogen in soil quality. In: DORAN, J.W. & JONES, A.J. Methods for assessing soil quality. **Madison, Soil Science Society of America**. (Special publication, 49), p.203-216, 1996.

ROSSET, P.M. & ALTIERI, M.A. Agroecology versus input substitution: A fundamental contradiction of sustainable agriculture. **Society & Natural Resources**. Beltsville, v.10, n.3, p.283-295, 1997.

RÓTH, E.; BERNA, A.; BEULLENS, K.; YARRAMRAJU, S.; LAMMERTYNA, J.; SCHENK, A.; NICOLAÏ, B. Postharvest quality of integrated and organically produced apple fruit. **Postharvest Biology and Technology**, Wageningen, v.45, n.1, p.11-19, 2007.

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.

SALISBURY, F.B.; ROSS, C.W. **Plant Physiology**. Wadsworth Belmont, 1992. 180p.

SAMPAIO, B.D.; ARAÚJO, A.S.F.; SANTOS, V.B. Avaliação de indicadores biológicos de qualidade do solo sob sistemas de cultivo convencional e orgânico de frutas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.32, n.2, 353-359, 2008.

SAMS, C.E. Preharvest factors affecting postharvest texture. **Postharvest Biology and Technology**. Amsterdam, v.15, n.3, p.249-254, 1999.

SANTOS, A.C.; SILVA, I.F.; LIMA, J.R. de S.; ANDRADE, A.P. de; CAVALCANTE, V.R. Gramíneas e leguminosas na recuperação de áreas degradadas: efeito nas características químicas do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.25, n.4, p.1063-1071, 2001.

SANTOS, P.J.; WAMSER, F.A. Efeito do ensacamento de frutos sobre danos causados por fatores bióticos e abióticos em pomar orgânico de macieira. **Revista Brasileira Fruticultura**, Jaboticabal, v.28, n.2, p.168-171, 2006.

SANTOS, J.P. dos; WAMSER, A.F.; DENARDI, F. Qualidade de frutos ensacados em diferentes genótipos de macieira. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.37, n.6, p.1614-1620, 2007.

SAS Institute. SAS User's guide: statistics. SAS Institute Inc., Software Version 9.0. Cary, NC, USA, 2002.

SAURE, M.C. Calcium translocation to fleshy fruit: its mechanism and endogenous control. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.105, n.1, p.65-89, 2005.

SHIRANI, H.; HAJABBASI, M.A.; AFIUNI, A.; HEMMAT, A. Effects of farmyard manure and tillage systems on soil physical properties and corn yield in central Iran. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v.68, n.2, p.101-108, 2008.

SILVA, V.R.; REINERT, D.J.; REICHERT, J.M. Densidade do solo, atributos químicos e sistema radicular do milho afetados pelo pastejo e manejo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.24, n.1, p.191-199, 2000.

SILVEIRA, J.P.G.da. Crescimento vegetativo, potencial produtivo e qualidade dos frutos em macieiras tratadas com inibidor da síntese de giberelinas. 2011. 49p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) Curso de Pós-Graduação em Produção Vegetal. Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, 2011.

SINDAG, Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para Defesa Agrícola. Disponível em: [http://www.sindag.com.br/noticia.php?News\\_ID=1755](http://www.sindag.com.br/noticia.php?News_ID=1755) Acesso em 12.11.2011.

SOANE, B.D. The role of organic matter in soil compactability: A review of some practical aspects. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v.16, n.1, p.179-201, 1990.

SOARES, A.C. **Milho crioulo: conservação e uso da biodiversidade**. Rio de Janeiro: AS-PTA, 1998. 185p.

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

SOUZA, J.L. de; RESENDE, P. **Manual de agricultura orgânica**. 2. Edição. Viçosa, 2006, 843p.

SPERA, S.T. SANTOS, H.P.; TOMM, G.O.; FONTANELI, R.S. Avaliações de alguns atributos físicos de solo em sistemas de produção de grãos, envolvendo pastagens sob plantio direto. **Revista Científica Rural**, Bagé, v.9, n.1, p.23-31, 2004.

STENBERG, B. Monitoring soil quality of arable land: Microbiological indicators. **Plant Soil Science**, [S.l.] v.49, n.1, p.1-24, 1999.

STOCKDALE, E.A.; LAMPKIN, N.H.; KEATINGE, R.; LENNARTSSON, E.K.M.; MACDONALD, D.W.; PADEL, S.; TATTERSALL, F.H. Agronomic and environmental implications of organic farming systems. **Advances in Agronomy**, Amsterdam, v.70, n.6 p.261-327, 2001.

TAGLIARI, P.S. Agricultores familiares produzem maçã agroecológica. **Revista Agropecuária Catarinense**, Florianópolis v.14, n.1, p.26-31, 2001.

TAGLIARI, P.S. (2009) Produção orgânica cresce em Santa Catarina. Disponível em: <http://www.agecom.ufsc.br/index.php?secao=arg&id=9094>. Acesso em 30.01.2012.

TAGLIARI, P.S. Alimentos orgânicos na preferência dos consumidores. **Revista Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v.24, n.1, p.13-14, 2011.

TAIZ, Z.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. Tradução de R.E. Santarem. Porto Alegre: Artmed, 2004, 719 p.

TAMIS, W.L.M.; BRINK, W.J. Conventional, integrated and organic winter wheat production in the Netherlands in the period 1993-1997. **Agriculture, Ecosystem & Environment**, Amsterdam, v.76, n.1, p.47-59, 1999.

TEDESCO, M.J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S.J. **URGS: Análises de solo, plantas e outros materiais**. Boletim Técnico nº 5, 2ª edição, Porto Alegre, 1995, 174p.

TEDESCO, M.J. Nitrogênio. In: GIANELLO, C.; BISSANI, C.A.; TEDESCO, J.M. **Princípios de Fertilidade do Solo**. Porto Alegre, p.73-98, 1995.

TEIXEIRA, R. **Métodos alternativos para o manejo de *Anastrepha fraterculus* (Wied) em pomares de maçã e sua influência sobre a qualidade dos frutos**. 2009. 113p. Tese (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, 2009.

TELLES, V.L.L. **Um estudo de caso sobre a agricultura orgânica em Goiás**. Dissertação de Mestrado em Ecologia e Produção Sustentável, Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2007. 77p.

TISDALL, J. M.; OADES, J. M. The management of ryegrass to stabilize aggregates of a red-brown earth. **Australian Journal of Soil Research**, Collingwood, v.18, p.415-422, 1980.

TISDALL, J.M.; OADES, J.M. Organic matter and water-stable aggregates in soil. **European Journal of Soil Science**, London, v.3, n.2, p.141-163, 1982.



THEISEN, G. **O Mercado de Agroquímicos**. Disponível em: [http://www.cpact.embrapa.br/eventos/2010/met/palestras/28/281010\\_PAINEL3\\_GIOVANI\\_THEISEN.pdf](http://www.cpact.embrapa.br/eventos/2010/met/palestras/28/281010_PAINEL3_GIOVANI_THEISEN.pdf). Acesso em: 11 de Nov. 2011.

UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA – UDESC. **Manual para elaboração de trabalhos acadêmicos da Udesc: teses, dissertações, monografias e trabalhos de Conclusão de Cursos**. Florianópolis, 2006. 96p.

UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA – UDESC. **Manual para elaboração de trabalhos acadêmicos da Udesc: tese, dissertação, monografia, trabalho de conclusão de curso e relatório de estágio**. 2ª edição, Florianópolis, 2008. 75p.

USEPA. 1998, **Method 3050B**. Online. Disponível em: <<http://www.epa.gov/SW-46/pdfs/3050b.pdf>> Acesso em: 17 abr. 2009.

USP. Universidade de São Paulo. **Tabela brasileira de composição de alimentos: projeto integrado de composição de alimentos**. Disponível em: <<http://www.fcf.usp.br/tabela/tbcacoce.php>> Acesso em: 10 jan 2011.

VOGELER, I.; CICHOTA, R.; SIVAKUMARAN, S.; DEURER, M.; McIVOR, I. Soil assessment of apple orchards under conventional and organic management. **Australian Journal of Soil Research**, Collingwood, v.44, n.8, p.745-752, 2006.

WANG, Q.Y.; ZHOU, D.M.; CANG, L. Microbial and enzyme properties of apple orchard soil as affected by long-term application of copper fungicide. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v.41, n.7, p.1504-1509, 2009.

WEBER, O.B.; OLIVEIRA, A.A.R.; MAGALHÃES, A.F.deJ. Adubação orgânica e inoculação com *Glomus etunicatum* em porta-enxertos de citros. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, SP, v.14, n.3, p.321-326, 1990.

WEIBEL, F.; WIDMER, F.; HUSISTEIN, A. Comparison of production systems: integrated and organic apple production. Part III: inner quality - composition and sensory. **Obst und Weinbau**, v.140, n.7, p.10-13, 2004

WERNER, H. Agroecologia para todos. **Revista Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v.14, n.2, p.35-38, 2001.

WERNER, M.R. Soil quality characteristics during conversion to organic orchard Management. **Applied Soil Ecology**, Wageningen, v.5, n.2, p.151-167, 1997.

YRUELA, I. Copper in plants. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Londrina, v. 17, n. 1, p. 145-156, 2005.

## APÊNDICES

### LEVANTAMENTO DADOS POMAR **YAKULT** 19 NOV. 2009.

GLEBA “27”      BLOCO “B” - Implantação – 2001

Cultivares – Royal Gala (12% = polinizadora)

Fuji (produtora principal)

Porta-enxerto – Marubakaido com filtro (20 cm) de EM-9

Mudas adquiridas junto ao Viveiro Crestani (Osmar) em Videira –SC

Correção do solo – 0 a 40 cm profundidade = 40 ton calcário / ha

2/3 Calcário dolomítico

1/3 Calcário calcítico

P (Superfosfato triplo) no plantio – 300 g/m<sup>2</sup> somente na faixa de plantio,

K (potássio) – Não foi aplicado no plantio.

Gesso agrícola – Não foi aplicado. É aplicado cal proveniente das câmaras de frigoconservação de maçãs/aumento do teor de Ca no solo.

Espaçamento – 4,80 x 1,50 m = 1.388 plantas/há

Condução das macieiras – Líder central.

Manejo de cobertura do solo – No máximo duas roçadas (mecânicas) / ano (uma roçada na linha de cultivo ou de plantio)

Adubação de reposição / produção – Uréia = 50 g / planta na brotação

KCl = 100 g / planta em dezembro

Ca quelatizado (0,7%) + Ácido bórico (0,5%) na florada

Ca quelatizado (0,7%) após a floração (6 a 8 aplicações junto com tratamentos para Sarna)

Cloreto de Cálcio (CaCl<sub>2</sub>) – 600 g/100 l quinzenal (a partir de dezembro).

Não se aplica produtos à base de cobre, como sulfato de cobre (caldas).

Quebra artificial da dormência – De acordo com o comportamento do frio no inverno, aplica-se Triona (óleo mineral) – 4 L + Dormex (cianamida hidrogenada) – dosagem variável com o nº de horas de frio.

Poda – Setembro (complementação da poda verde pós colheita).

Fitossanidade – Pragas mais presentes = Mosca das frutas (*Anastrepha fraterculus*), Grafolita (*Grapholita molesta*) e, mais raramente, Ácaro vermelho (*Panonychus ulmi*)

Controle – Armadilhas caça-mosca com atrativo alimentar como forma de monitoramento (mosca da fruta); No nível de controle, se aplica Sumithion (200ml), Supracid (100 ml), Malathiom (100 ml), Dimetoato,...

Monitoramento com armadilha de confundimento sexual (Grafolita, Bonagota e Cydia)

Doenças mais comuns – Sarna (*Venturia inaequalis*), Podridão amarga (*Colletotricum gloeosporioidis*), Mancha foliar da Gala (*Colletotrichum spp*) e Podridão carpelar em Fuji (*Alternaria*, *Fusarium*, *Botrytis*, *Colletotricum*, *Botryosphaeria*, *Cryptosporiopsis*, ... 16 spp de fungos), marssonina, Sujeira de mosca e outras de menor importância.

Para Sarna, aplicam-se fungicidas: Score (14 ml), Captan (200 g), Mythos (100 ml), Systhane (20 ml), Orthocid (200 g), Flint (10 g), Mimic (90 g).

Nos casos de danos por granizo, aplica-se o produto anti stress BONUS à base de N+K.

Resultados da análise do solo Gleba 27 Fazenda YAKULT – 26 de maio de 2008.

| Argila | pH H <sub>2</sub> O | pH SMP | P   | K  | MO  | Al  | Ca  | Mg  |
|--------|---------------------|--------|-----|----|-----|-----|-----|-----|
| 26%    | 6,8                 | 6,7    | 6,4 | 75 | 5,3 | 0,0 | >10 | > 5 |
| 32%    | 6,3                 | 6,1    | 6,9 | 50 | 4,3 | 0,0 | 8,1 | 4,5 |

São Joaquim, 19 Novembro de 2009.

Informações obtidas junto aos registros da empresa e informações pessoais do Eng. Agr. Marcos

## HISTÓRICO DO POMAR DE MAÇÃ “ROYAL GALA e FUJI” ORGÂNICO

**Proprietário: VELOCINO BOLZANI NETO**

1. ANO DE IMPLANTAÇÃO – 2001
2. PORTA-ENXERTO – Marubakaido com filtro de EM-9
3. INTER-ENXERTO – EM – 9
4. ESPAÇAMENTO – 5,0 x 1,80 m = 1.111 plantas/ha
5. SISTEMA DE CONDUÇÃO – Líder central
6. CALAGEM – TON/HÁ: 10 (70% calcítico e 30% dolomítico)
7. GESSO: Não
8. FÓSFORO EM CORREÇÃO – 350 kg/ha Fosfato (60% solúvel e 40% natural)
9. POTÁSSIO EM CORREÇÃO – Não
10. BORO EM CORREÇÃO – 30 kg / ha
11. MANEJO DA COBERTURA DO SOLO – Roçada mecânica – 3/ano
12. ADUBAÇÃO CRESCIMENTO –1 kg esterco de peru / planta (1º, 2º e 3º anos) mais adubação verde (viça, cornichão, festuca, dactilo, alfafa, trevo vermelho)
13. ADUBAÇÃO DE PRODUÇÃO – 2 kg cama de aves / planta
14. PODAS – de frutificação (retirada de ramos/abertura da copa)
15. QUEBRA DE DORMÊNCIA – Natural (sem aplicação de produtos)
16. APLICAÇÃO DE CÁLCIO – não fez
17. DOENÇAS: Podridão amarga e outras secundárias
18. Produtos – Calda sulficálcica (Cal+enxofre), cerca de 24 aplicações por safra, e calda bordalesa (Cal+sulfato de cobre)
19. EMPREGO DE CÚPRICOS – Bordasul na safra 2009 (outubro). Em 2010, após a colheita.
20. PRAGAS: Grafolita e Mosca da fruta (2009 teve perdas com danos por mosca e 2010, com grafolita).
21. PRODUTOS – Ensacamento, efetuado nas safras 2009 e 2010 (parcial)  
Isca de confundimento para grafolita (experimentos com Epagri)  
Experimento de ensacamento para mosca em 2009 (Epagri)
22. DISTÚRBIOS – Bitter pit. Não aplicou produto de prevenção
23. TELA ANTI GRANIZO – Dispõe de material, ainda não instalado
24. CUSTO DE PRODUÇÃO / PREÇOS DE VENDA – Custo ~ 1,20 – 1,30/kg e 1,50 a 3,00/kg na comercialização
25. ANÁLISE RECENTE DO SOLO – Não. Baseia-se nos dados coletados nos trabalhos de pesquisa desenvolvidos no seu pomar.

**PLANILHA DO POMAR DE 'Royal Gala', 'Fuji' e 'Catarina' ORGÂNICO / PELO PRODUTOR**

| DATA       | TIPO DE INSUMO OU OPERAÇÃO | Dose<br>L ou<br>Kg/100 | PARCELA<br>TRATADA | Volume<br>calda<br>gasto | L ou Kg<br>do<br>insumo | Área<br>tratada<br>(há) |
|------------|----------------------------|------------------------|--------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 24/9/2008  | Calda sulfocálcica         | 1,00                   | 4                  | 950                      | 9,50                    | 1,30                    |
| 29/9/2008  | Calda sulfocálcica         | 2,00                   | 4                  | 950                      | 19,00                   | 1,30                    |
| 4/10/2008  | Calda sulfocálcica         | 1,50                   | 1,2,4,9 e 13       | 2850                     | 42,75                   | 3,40                    |
| 9/10/2008  | Calda sulfocálcica         | 1,50                   | 4                  | 1000                     | 15,00                   | 1,30                    |
| 14/10/2008 | Bordasul                   | 0,25                   | 4                  | 1100                     | 2,75                    | 1,30                    |
| 20/10/2008 | Calda sulfocálcica         | 2,00                   | 1,2,4,9 e 13       | 3000                     | 60,00                   | 3,40                    |
| 26/10/2008 | Bordasul                   | 0,25                   | 4                  | 1100                     | 2,75                    | 1,30                    |
| 1/11/2008  | Calda sulfocálcica         | 1,50                   | 4                  | 1100                     | 16,50                   | 1,30                    |
| 7/11/2008  | Calda sulfocálcica         | 1,50                   | 4                  | 1100                     | 16,50                   | 1,30                    |
| 14/11/2008 | Calda sulfocálcica         | 1,50                   | 4                  | 1100                     | 16,50                   | 1,30                    |
| 14/11/2008 | leite                      | 1,00                   | 4                  | 1100                     | 11,00                   | 1,30                    |
| 20/11/2008 | Calda sulfocálcica         | 1,50                   | 1,2,4,9 e 13       | 3000                     | 45,00                   | 3,40                    |
| 27/11/2008 | Calda sulfocálcica         | 1,00                   | 4                  | 1100                     | 11,00                   | 1,30                    |
| 6/12/2008  | Calda sulfocálcica         | 1,00                   | 4                  | 1100                     | 11,00                   | 1,30                    |
| 12/12/2008 | Calda sulfocálcica         | 1,00                   | 4                  | 1100                     | 11,00                   | 1,30                    |
| 19/12/2008 | Calda sulfocálcica         | 1,00                   | 4                  | 1100                     | 11,00                   | 1,30                    |
| 27/12/2008 | Calda sulfocálcica         | 2,00                   | 1,2,4,9 e 13       | 3000                     | 60,00                   | 3,40                    |
| 5/1/2009   | Sulfato de magnésio        | 1,75                   | 1,9 e 13           | 1100                     | 19,25                   | 1,14                    |
| 7/1/2009   | Calda sulfocálcica         | 1,50                   | 1,2,4,9 e 13       | 3000                     | 45,00                   | 3,40                    |
| 16/1/2009  | Calda sulfocálcica         | 1,50                   | 4                  | 1100                     | 16,50                   | 1,30                    |
| 23/1/2009  | Calda sulfocálcica         | 1,00                   | 4                  | 1100                     | 11,00                   | 1,30                    |
| 1/2/2009   | Calda sulfocálcica         | 1,00                   | 1,2,4,9 e 13       | 3000                     | 30,00                   | 3,40                    |
| 15/2/2009  | Sulfato de magnésio        | 1,75                   | 1,9 e 13           | 1100                     | 19,25                   | 1,14                    |
| 16/2/2009  | Calda sulfocálcica         | 1,00                   | 1,2,4,9 e 13       | 3000                     | 30,00                   | 3,40                    |
| 2/3/2009   | Calda sulfocálcica         | 1,50                   | 4                  | 1100                     | 16,50                   | 1,30                    |
| 18/3/2009  | Calda sulfocálcica         | 1,00                   | 4                  | 1100                     | 11,00                   | 1,30                    |
| 28/3/2009  | Calda sulfocálcica         | 0,75                   | 4                  | 1100                     | 8,25                    | 1,30                    |
| 13/4/2009  | Calda sulfocálcica         | 0,75                   | 4                  | 1100                     | 8,25                    | 1,30                    |

75% da área, 10 anos antes da implantação, foi plantado batata semente durante 3 anos.

Na implantação do pomar foi aplicado 350 kg de fosfato/ha (60% solúvel e 40% natural)

Joaquina: "maruba" filtrado, 5x2; Catarina, idem. Gala e Fuji 5x1,80 porta enxerto "maruba".

2 a 3 roçadas/safra

Cobertura verde com cornichão, alfafa, trevo vermelho, dactilo, festuca e nativas.

Adubação: 4 kg de esterco de aves por planta na área de Joaquina e Catarina e

2 kg; planta na área de Gala e Fuji.

Calcário na implantação: 10t/há sendo 70% calcítico e 30% dolomítico;

Variedades ensacadas na safra passada (2008/09): somente Joaquina.

## HISTÓRICO DO POMAR DE MAÇÃ “CATARINA”

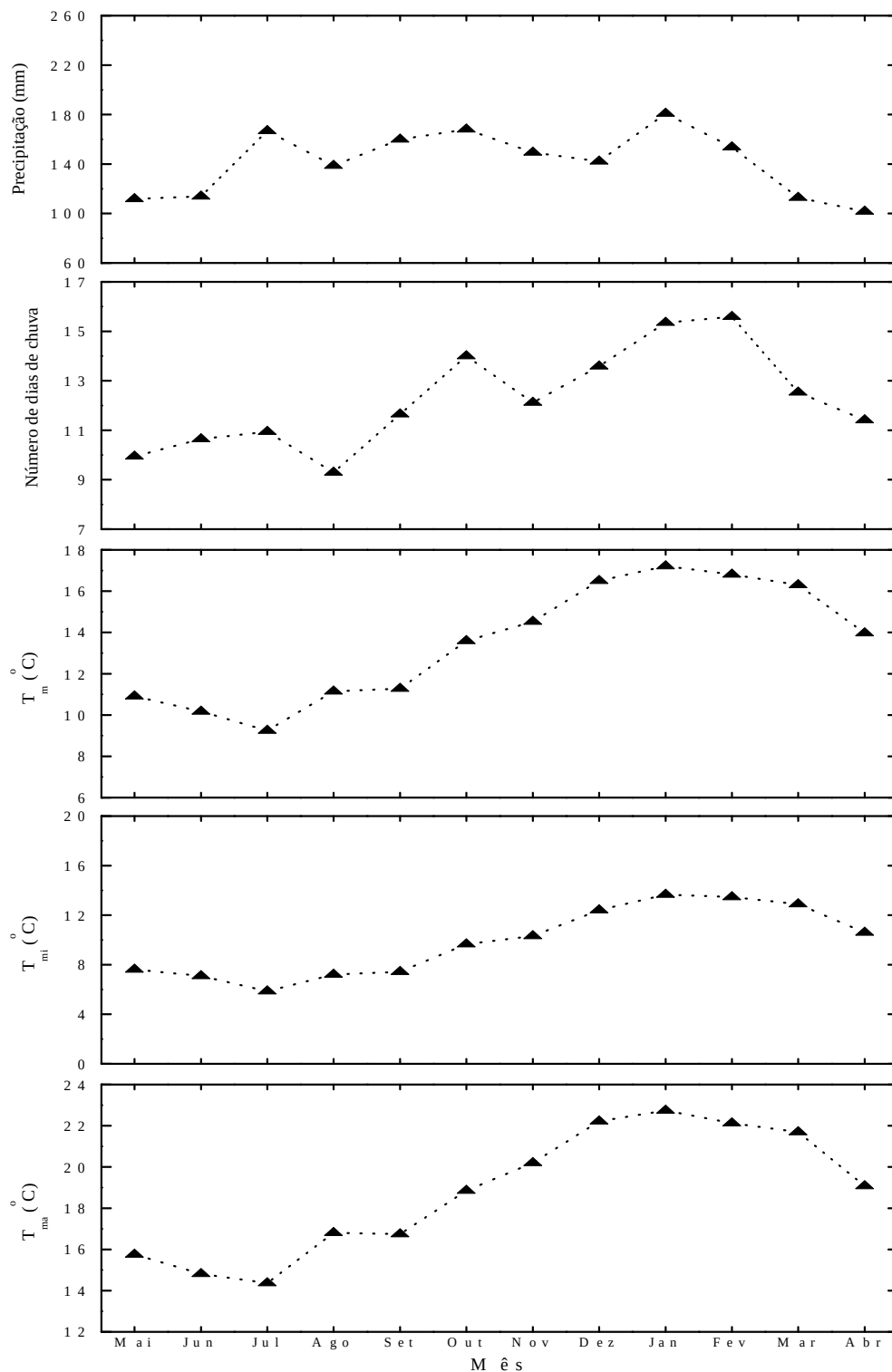
Proprietário: ADILSON JOSÉ PEREIRA

1. ANO DE IMPLANTAÇÃO – 2002
2. PORTA-ENXERTO – Marubakaido
3. INTER-ENXERTO – EM – 9
4. ESPAÇAMENTO – 4,0 x 1,0 m
5. SISTEMA DE CONDUÇÃO – Líder central apoiado (espaldeira)
6. CALAGEM – TON/ha: 30
7. GESSO: Não
8. FÓSFORO EM CORREÇÃO – 300 kg Super triplo / ha
9. POTÁSSIO EM CORREÇÃO – 120 kg Cloreto de potássio / ha
10. BORO EM CORREÇÃO – 30 kg / ha
11. MANEJO DA COBERTURA DO SOLO – Roçada mecânica (2/ano)
12. ADUBAÇÃO CRESCIMENTO – 3x30g N; 3x45g N; 3x60g N / planta (1º, 2º e 3º anos)
13. ADUBAÇÃO DE PRODUÇÃO – Reposição 50 kg KCl /ha + 100 kg / ha 20-10-20 na brotação.
14. PODAS – de frutificação
15. QUEBRA DE DORMÊNCIA – 3 l Triona + 0,3 l Dormex / uniformização da floração e brotação
16. APLICAÇÃO DE CÁLCIO –  $\text{CaCl}_2$  quinzenal pós queda pétalas
17. DOENÇAS: Sarna (Gala e Fuji), Podridão amarga, MFG, P. carpelar (Fuji suprema)
18. Produtos – Dithane, Captan, Foliran (Mancozeb), outros recomendados pela P. I. M.
19. (Produção Integrada de Maçãs)
20. EMPREGO DE CÚPRICOS – Não (Agrava incidência de Russeting)
21. PRAGAS: Grafolita, a pressão maior; Mosca da fruta e Coleópteros desfolhadores
22. PRODUTOS – Sumithion e Supracid (Monitora com armadilhas).
23. DISTÚRBIOS – Bitter pit (Catarina).
24. TELA ANTI GRANIZO – Não reduz pressão de doenças e pragas. Facilita aplicação e uniformidade de cobertura dos produtos aplicados.
25. CUSTO DE PRODUÇÃO / PREÇOS DE VENDA – Custo ~ 30 a 40% menor que a média da região (~ R\$ 0,30 / kg – Preço de venda ~R\$ 0,60 a 0,70 / kg)
26. ANÁLISE RECENTE DO SOLO – Não. Baseia-se nos dados coletados nos diversos trabalhos de pesquisa desenvolvidos no seu pomar.
27. P. I. M.? Sim, mas não é credenciado.

| ESTAÇÃO METEOROLÓGICA DE SÃO JOAQUIM FONTE EPAGRI<br>INMET. |       |       |       |                       |       |       |       |                      |       |       |       |       |        |
|-------------------------------------------------------------|-------|-------|-------|-----------------------|-------|-------|-------|----------------------|-------|-------|-------|-------|--------|
| LATITUDE: 28 17' 39"                                        |       |       |       | LONGITUDE: 49 55' 56" |       |       |       | ALTITUDE 1415 METROS |       |       |       |       |        |
| PRECIPITAÇÃO TOTAL MENSAL (mm)                              |       |       |       |                       |       |       |       |                      |       |       |       |       |        |
| ANO                                                         | JAN   | FEV   | MAR   | ABR                   | MAI   | JUN   | JUL   | AGO                  | SET   | OUT   | NOV   | DEZ   | SOMA   |
| 1955                                                        | 66,7  | 127,4 | 114,6 | 211,5                 | 193,1 | 88,9  | 256,5 | 82,8                 | 111,4 | 133,9 | 101,3 | 109,3 | 1597,4 |
| 1956                                                        | 322,3 | 142,0 | 53,2  | 188,0                 | 80,5  | 84,9  | 91,2  | 107,7                | 210,7 | 91,5  | 9,7   | 104,6 | 1486,3 |
| 1957                                                        | 282,8 | 184,5 | 135,8 | 156,5                 | 6,7   | 130,6 | 119,2 | 267,2                | 229,1 | 180,5 | 69,7  | 118,8 | 1881,4 |
| 1958                                                        | 104,2 | 141,4 | 111,5 | 25,4                  | 103,4 | 202,8 | 36,0  | 149,6                | 150,5 | 160,3 | 264,9 | 227,6 | 1677,6 |
| 1959                                                        | 92,7  | 156,2 | 123,6 | 190,6                 | 86,9  | 91,0  | 24,2  | 154,0                | 173,0 | 137,1 | 24,9  | 85,5  | 1339,7 |
| 1960                                                        | 81,0  | 203,1 | 79,2  | 82,5                  | 73,2  | 109,2 | 91,7  | 293,4                | 171,9 | 147,6 | 119,0 | 55,6  | 1507,4 |
| 1961                                                        | 134,5 | 281,9 | 243,8 | 171,4                 | 58,9  | 127,9 | 118,6 | 93,0                 | 320,5 | 259,0 | 168,5 | 140,3 | 2118,3 |
| 1962                                                        | 76,5  | 60,2  | 75,8  | 40,9                  | 84,6  | 65,4  | 129,4 | 87,4                 | 108,3 | 111,9 | 100,3 | 40,1  | 980,8  |
| 1963                                                        | 265,6 | 206,3 | 170,6 | 41,8                  | 53,6  | 30,0  | 78,9  | 305,2                | 217,9 | 230,9 | 141,4 | 118,0 | 1860,2 |
| 1964                                                        | 94,7  | 186,7 | 120,2 | 119,6                 | 44,8  | 111,3 | 81,0  | 130,2                | 160,8 | 142,5 | 28,3  | 138,6 | 1358,7 |
| 1965                                                        | 176,7 | 57,2  | 137,6 | 80,5                  | 80,5  | 80,5  | 110,2 | 514,2                | 339,5 | 129,9 | 61,0  | 81,5  | 1849,3 |
| 1966                                                        | 117,2 | 103,9 | 67,8  | 46,3                  | 12,6  | 55,0  | 59,9  | 89,1                 | 143,9 | 124,2 | 99,5  | 111,7 | 1031,1 |
| 1967                                                        | 153,9 | 167,0 | 129,3 | 73,1                  | 39,5  | 79,5  | 103,3 | 173,5                | 336,9 | 175,8 | 118,3 | 93,6  | 1643,7 |
| 1968                                                        | 97,7  | 104,2 | 162,6 | 96,6                  | 11,1  | 42,6  | 176,1 | 14,0                 | 183,2 | 126,4 | 118,2 | 182,1 | 1314,8 |
| 1969                                                        | 146,9 | 145,5 | 102,3 | 51,9                  | 64,0  | 115,0 | 62,4  | 68,4                 | 147,8 | 127,5 | 162,6 | 32,6  | 1226,9 |
| 1970                                                        | 131,4 | 137,6 | 131,7 | 46,6                  | 161,9 | 197,1 | 158,9 | 145,2                | 122,2 | 228,9 | 68,5  | 177,6 | 1707,6 |
| 1971                                                        | 210,0 | 231,8 | 235,1 | 176,2                 | 106,3 | 179,0 | 147,4 | 252,0                | 90,6  | 79,5  | 37,5  | 68,8  | 1814,2 |
| 1972                                                        | 224,7 | 227,0 | 103,0 | 115,2                 | 44,4  | 223,0 | 136,5 | 254,4                | 242,1 | 142,0 | 140,6 | 124,1 | 1977,0 |
| 1973                                                        | 206,1 | 131,1 | 53,5  | 137,9                 | 181,6 | 189,3 | 78,1  | 236,0                | 182,7 | 115,3 | 54,5  | 89,8  | 1655,9 |
| 1974                                                        | 123,3 | 170,7 | 169,1 | 31,1                  | 135,4 | 142,1 | 88,7  | 95,4                 | 65,8  | 114,3 | 174,2 | 108,6 | 1418,7 |
| 1975                                                        | 155,4 | 132,8 | 98,4  | 29,9                  | 90,6  | 136,5 | 70,5  | 146,3                | 286,7 | 148,8 | 94,2  | 203,8 | 1593,9 |
| 1976                                                        | 233,8 | 138,8 | 258,5 | 49,5                  | 200,8 | 91,7  | 122,8 | 141,7                | 70,1  | 132,6 | 185,1 | 217,0 | 1842,4 |
| 1977                                                        | 157,9 | 238,1 | 211,2 | 77,6                  | 62,7  | 90,6  | 173,9 | 349,8                | 34,4  | 150,0 | 166,2 | 76,2  | 1788,6 |
| 1978                                                        | 246,8 | 92,7  | 123,4 | 10,6                  | 54,8  | 69,5  | 105,7 | 60,5                 | 147,8 | 122,7 | 105,1 | 140,3 | 1279,9 |
| 1979                                                        | 111,3 | 68,1  | 145,9 | 142,2                 | 126,4 | 59,1  | 127,2 | 79,9                 | 77,4  | 303,0 | 170,2 | 168,0 | 1578,7 |
| 1980                                                        | 84,0  | 123,7 | 63,6  | 59,7                  | 125,4 | 53,9  | 177,4 | 199,1                | 111,1 | 168,7 | 83,7  | 330,3 | 1580,6 |
| 1981                                                        | 83,2  | 199,2 | 67,9  | 131,3                 | 31,7  | 79,9  | 67,4  | 87,5                 | 165,4 | 103,1 | 127,5 | 198,9 | 1343,0 |
| 1982                                                        | 63,6  | 187,8 | 114,8 | 18,9                  | 59,1  | 277,3 | 124,4 | 110,5                | *     | 272,0 | 294,5 | 100,2 | 1623,1 |

|              |              |              |              |             |             |              |              |              |              |              |              |              |               |
|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|
| <b>1983</b>  | *            | *            | *            | *           | *           | *            | *            | *            | *            | 79,3         | 193,4        | 89,2         | <b>361,9</b>  |
| <b>1984</b>  | 268,8        | 144,1        | 117,9        | 115,3       | 90,6        | 231,2        | 194,1        | 264,6        | 145,5        | 111,4        | 158,6        | 118,2        | <b>1960,3</b> |
| <b>1985</b>  | 41,8         | 194,5        | 131,6        | 116,7       | 98,2        | 86,3         | 88,5         | 164,1        | 95,0         | 99,8         | 121,8        | 97,9         | <b>1336,2</b> |
| <b>1986</b>  | 164,6        | 147,7        | 60,1         | 189,5       | 158,9       | 51,1         | 72,2         | 120,2        | 143,9        | 130,3        | 325,9        | 114,5        | <b>1678,9</b> |
| <b>1987</b>  | 204,0        | 178,3        | 73,3         | 246,1       | 334,7       | 164,4        | 208,3        | 274,2        | 104,6        | 290,5        | 55,8         | 161,7        | <b>2295,9</b> |
| <b>1988</b>  | 172,2        | 66,7         | 124,4        | 114,1       | 151,2       | 160,1        | 68,5         | 17,6         | 190,0        | 121,2        | 109,0        | 140,5        | <b>1435,5</b> |
| <b>1989</b>  | 287,0        | 92,1         | 53,2         | 155,9       | 110,6       | 47,7         | 160,0        | 160,9        | 345,4        | 105,0        | 81,9         | 95,2         | <b>1694,9</b> |
| <b>1990</b>  | 274,4        | 200,6        | 204,1        | 255,2       | 243,1       | 163,3        | 103,0        | 62,0         | 165,4        | 180,5        | 172,6        | 127,1        | <b>2151,3</b> |
| <b>1991</b>  | 141,5        | 61,2         | 51,1         | 100,4       | 50,7        | 167,2        | 90,0         | 130,4        | 36,8         | 305,7        | 166,7        | 200,4        | <b>1502,1</b> |
| <b>1992</b>  | 152,4        | 119,3        | 67,1         | 78,8        | 243,5       | 105,4        | 168,1        | 184,1        | 146,3        | 55,2         | 107,8        | 85,8         | <b>1513,8</b> |
| <b>1993</b>  | 115,8        | 121,6        | 112,5        | 127,5       | 142,2       | 105,3        | 373,9        | 30,6         | 129,8        | 107,2        | 119,6        | 223,4        | <b>1709,4</b> |
| <b>1994</b>  | 115,8        | 314,1        | 101,8        | 138,6       | 211,3       | 172,5        | 222,5        | 34,9         | 68,1         | 192,0        | 136,4        | 149,8        | <b>1857,8</b> |
| <b>1995</b>  | 234,2        | 94,1         | 76,8         | 69,3        | 2,3         | 149,1        | 128,1        | 98,4         | 168,9        | 128,5        | 102,8        | 36,4         | <b>1288,9</b> |
| <b>1996</b>  | 296,1        | 117,0        | 199,8        | 60,6        | 44,9        | 145,4        | 152,7        | 191,0        | 159,2        | 158,2        | 53,5         | 121,0        | <b>1699,4</b> |
| <b>1997</b>  | 245,4        | 249,0        | 37,3         | 40,6        | 50,9        | 107,4        | 188,5        | 230,4        | 154,2        | 354,1        | 287,9        | 191,2        | <b>2136,9</b> |
| <b>1998</b>  | 265,8        | 360,0        | 163,9        | 232,8       | 132,9       | 152,3        | 153,6        | 224,6        | 253,5        | 94,0         | 92,3         | 122,6        | <b>2248,3</b> |
| <b>1999</b>  | 156,2        | 146,5        | 72,7         | 102,9       | 121,4       | 67,6         | 16,2,6       | 38,3         | 95,3         | 127,7        | 138,3        | 121,4        | <b>1188,3</b> |
| <b>2000</b>  | 159,5        | 159,2        | 161,7        | 135,7       | 119,4       | 115,0        | 142,4        | 84,8         | 188,2        | 281,5        | 113,0        | 150,2        | <b>1810,6</b> |
| <b>2001</b>  | 385,5        | 199,4        | 88,1         | 154,8       | 201,7       | 137,5        | 236,0        | 60,9         | 226,3        | 197,2        | 190,9        | 130,8        | <b>2209,1</b> |
| <b>2002</b>  | 146,3        | 50,4         | 136,4        | 111,1       | 113,5       | 223,5        | 136,7        | 143,1        | 204,5        | 265,8        | 259,7        | 186,8        | <b>1977,8</b> |
| <b>2003</b>  | 118,3        | 227,0        | 129,3        | 103,2       | 85,0        | 102,9        | 70,8         | 466,0        | 82,5         | 131,7        | 126,8        | 339,0        | <b>1982,5</b> |
| <b>2004</b>  | 78,6         | 53,4         | 128,7        | 91,6        | 88,4        | 77,7         | 126,1        | 39,5         | 84,6         | 88,5         | 84,2         | 39,0         | <b>980,3</b>  |
| <b>2005</b>  | 89,4         | 131,2        | 165,3        | 91,1        | 93,1        | 85,8         | 89,7         | 170,8        | 136,1        | 268,4        | 97,2         | 114,8        | <b>1532,9</b> |
| <b>2006</b>  | 155,2        | 54,2         | 41,3         | 53,4        | 51,0        | 120,7        | 129,7        | 199,1        | 85,3         | 102,0        | 266,8        | 122,6        | <b>1381,3</b> |
| <b>2007</b>  | 146,4        | 160,4        | 227,8        | 57,0        | 59,2        | 21,1         | 337,2        | 156,1        | 248,5        | 201,7        | 180,5        | 160,2        | <b>1956,1</b> |
| <b>2008</b>  | 196,6        | 177,2        | 115,5        | 192,7       | 103,2       | 193,3        | 52,7         | 83,5         | 228,1        | 380,1        | 237,6        | 91,6         | <b>2052,1</b> |
| <b>2009</b>  | 193,0        | 109,2        | 91,8         | 22,9        | 117,3       | 48,2         | 197,5        | 171,7        | 450,2        | 137,5        | 248,1        | 144,5        | <b>1931,9</b> |
| <b>2010</b>  | 374,9        | 306,4        | 177,9        | 233,7       | 279,6       | 140,7        | 187,5        | 83,4         | 246,4        | 121,3        | 180,4        | 166,0        | <b>2498,2</b> |
| <b>2011</b>  | 205,3        | 354,0        | 188,8        | 118,8       | 100,1       | 143,3        | 239,6        | 368,8        | 145,2        | 168,4        | 76,3         | 167,8        | <b>2276,4</b> |
| <b>MÉDIA</b> | <b>146,3</b> | <b>135,5</b> | <b>103,0</b> | <b>93,8</b> | <b>90,7</b> | <b>104,6</b> | <b>108,5</b> | <b>136,9</b> | <b>137,6</b> | <b>140,7</b> | <b>114,4</b> | <b>118,7</b> | <b>1456,7</b> |





**Figura 1.** Dados mensais de precipitação pluviométrica (mm) média (A), número de dias de chuva (B) e temperatura - média ( $T_m$ ) (C), média das mínimas ( $T_{mi}$ ) (D) e média das máximas ( $T_{ma}$ ) (E) - no município de São Joaquim, no período de 1991 a 2009 (EPAGRI/CIRAM).

| NUTRIÇÃO MAÇÃS SAFRA 2009 |           |         |         |         |         |         |         |          |          |          |          |          |          |          |          |          |
|---------------------------|-----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
|                           |           | N Folha | N Casca | N Polpa | K Folha | K Casca | K Polpa | Ca Folha | Ca Casca | Ca Polpa | Mg Folha | Mg Casca | Mg Polpa | Cu Folha | Cu Casca | Cu Polpa |
|                           |           | 2009    | 2009    | 2009    | 2009    | 2009    | 2009    | 2009     | 2009     | 2009     | 2009     | 2009     | 2009     | 2009,00  | 2009,00  | 2009,00  |
| Pomar                     | Trat      | mg kg   | mg kg   | mg kg   | mg kg   | mg kg   | mg kg   | mg kg    | mg kg    | mg kg    | mg kg    | mg kg    | mg kg    | mg kg    | mg kg    | mg kg    |
| RGala                     | Convenc   | 24919   | .       | .       | 24200   | .       | .       | .        | .        | .        | .        | .        | .        | 0,39     | 3,21     | 1,66     |
| RGala                     | Convenc   | 24919   | .       | .       | 27225   | .       | .       | .        | .        | .        | .        | .        | .        | 0,73     | 3,21     | 1,66     |
| RGala                     | Convenc   | 29666   | 322,0   | 205,1   | 24420   | 1219,0  | 1327,0  | 9461     | 180,00   | 85,3     | 3250     | 259,2    | 32,3     | 0,99     | 2,70     | 2,28     |
| RGala                     | Convenc   | 27293   | 383,2   | 149,1   | 23925   | 1495,0  | 1078,7  | 7319     | 132,00   | 66,8     | 4238     | 168,5    | 30,7     | 1,40     | 5,28     | 1,66     |
| RGala                     | Convenc   | 29666   | 262,1   | 205,5   | 23650   | 1633,0  | 1299,0  | 9627     | 128,30   | 59,9     | 4638     | 203,0    | 37,4     | 0,98     | 2,97     | 2,19     |
| RGala                     | Convenc   | 27293   | 551,6   | 320,6   | 21450   | 1610,0  | 1456,0  | 8850     | 127,80   | 59,4     | 4538     | 165,6    | 37,8     | 0,60     | 3,21     | 1,58     |
| RGala                     | Convenc   | 29666   | 320,4   | 211,7   | 19525   | 1196,0  | 1042,0  | 7703     | 103,30   | 63,4     | 5088     | 161,3    | 38,2     | 1,04     | 2,81     | 0,18     |
| RGala                     | Convenc   | 24919   | 433,5   | 208,8   | 22000   | 1403,0  | 2178,0  | 9034     | 136,20   | 60,0     | 5113     | 201,6    | 36,5     | 1,13     | 3,37     | 1,89     |
| RGala                     | Convenc   | 29666   | 496,5   | 204,7   | 17875   | 1380,0  | 1401,0  | 10870    | 111,20   | 66,4     | 4600     | 184,3    | 39,6     | 0,51     | 2,84     | 1,64     |
| RGala                     | Convenc   | 22546   | 495,8   | 324,7   | 23100   | 1219,0  | 1842,0  | 10309    | 87,80    | 72,0     | 3013     | 201,6    | 37,8     | 2,42     | 2,49     | 1,84     |
| RGala                     | Organica  | 24919   | 436,2   | 265,6   | 26125   | 782,0   | 1840,0  | 17328    | 112,70   | 51,1     | 4913     | 266,4    | 38,2     | 107,00   | 10,88    | 5,37     |
| RGala                     | Organica  | 27293   | 376,8   | 206,6   | 17050   | 2012,5  | 2231,0  | 17760    | 146,80   | 38,8     | 4013     | 271,2    | 39,9     | 40,55    | 5,41     | 4,41     |
| RGala                     | Organica  | 27293   | 210,5   | 149,7   | 25025   | 1265,0  | 2070,0  | 11792    | 120,00   | 37,1     | 1850     | 184,3    | 33,6     | 86,04    | 8,87     | 4,63     |
| RGala                     | Organica  | 29666   | 261,9   | 206,2   | 25300   | 540,5   | 2192,0  | 13024    | 124,10   | 49,8     | 513      | 152,6    | 36,5     | 88,09    | 7,28     | 7,56     |
| RGala                     | Organica  | 24919   | 319,2   | 332,2   | 26125   | 685,4   | 2109,0  | 12304    | 83,90    | 59,6     | 1013     | 217,4    | 30,2     | 60,07    | 8,09     | 5,46     |
| RGala                     | Organica  | 29666   | 378,4   | 323,4   | 25850   | 982,1   | 2459,0  | 13040    | 145,70   | 45,9     | 4175     | 161,3    | 32,3     | 108,97   | 7,06     | 2,29     |
| RGala                     | Organica  | 27293   | 502,6   | 321,1   | 26950   | 1255,8  | 2109,0  | 12688    | 136,10   | 70,4     | 1850     | 239,0    | 33,6     | 82,83    | 8,60     | 5,27     |
| RGala                     | Organica  | 24486   | 507,2   | 322,7   | 25850   | 1662,9  | 2070,0  | 15872    | 68,50    | 53,0     | 913      | 227,5    | 37,4     | 53,63    | 9,83     | 4,51     |
| RGala                     | Organica  | 27293   | 442,2   | 205,5   | 25850   | 1357,0  | 2116,0  | 14976    | 79,20    | 48,2     | 1250     | 234,7    | 32,3     | 79,61    | 6,07     | 4,65     |
| RGala                     | Organica  | 27293   | 497,8   | 391,0   | 23650   | 1451,3  | 1647,0  | .        | 81,60    | 50,6     | 2500     | 262,1    | 37,8     | 74,06    | 4,28     | 4,53     |
| Fuji                      | Convenc   | 32029   | 322,0   | 208,1   | 21175   | 2040,1  | 2040,0  | 13322    | 102,60   | 72,4     | 1500     | 262,1    | 34,4     | 3,58     | 3,48     | 4,40     |
| Fuji                      | Convenc   | 27293   | 260,0   | 267,1   | 18700   | 2104,5  | 2104,5  | 14880    | 100,50   | 52,1     | 1538     | 200,2    | 35,7     | 1,55     | 5,30     | 2,04     |
| Fuji                      | Convenc   | 34413   | 553,2   | 317,9   | 18975   | 2350,6  | 2350,6  | 19884    | 154,80   | 75,0     | 5188     | 410,4    | 35,7     | 3,14     | 2,61     | 3,85     |
| Fuji                      | Convenc   | 27293   | 441,5   | 150,2   | 19250   | 1895,2  | 1895,4  | 21480    | 91,40    | 68,2     | 2888     | 191,5    | 37,0     | 1,44     | 2,05     | 3,29     |
| Fuji                      | Convenc   | 29666   | 262,2   | 261,1   | 20350   | 1368,6  | 1368,5  | 20020    | 100,40   | 66,0     | 3175     | 216,0    | 37,0     | 0,59     | 2,21     | 1,87     |
| Fuji                      | Convenc   | 34413   | 493,6   | 202,5   | 18975   | 2169,0  | 2169,0  | 13964    | 128,50   | 69,8     | 4763     | 210,2    | 26,9     | 0,89     | 3,49     | 3,43     |
| Fuji                      | Convenc   | 29666   | 554,5   | 269,9   | 19525   | 1814,8  | 1814,7  | 18002    | 65,00    | 55,9     | 1563     | 213,1    | 34,0     | 2,51     | 2,43     | 4,04     |
| Fuji                      | Convenc   | 27293   | 325,3   | 322,1   | 21450   | 1814,8  | 1814,7  | 18466    | 115,60   | 46,2     | 2288     | 182,9    | 35,7     | 1,44     | 2,91     | 3,22     |
| Fuji                      | Convenc   | 29666   | 551,5   | 262,1   | 20900   | 1612,3  | 1612,3  | 16566    | 113,40   | 51,7     | 4525     | 221,8    | 33,2     | 1,10     | 3,06     | 5,51     |
| Fuji                      | Convenc   | 32039   | 495,3   | 264,7   | 19525   | 1124,7  | 2024,0  | 19040    | 110,50   | 51,0     | 4938     | 213,1    | 35,7     | 0,61     | 3,06     | 2,65     |
| Fuji                      | Organica  | 32039   | 554,6   | 145,8   | 20625   | 1108,6  | 1840,0  | 20560    | 110,20   | 49,4     | 3775     | 188,6    | 35,7     | 37,42    | 9,25     | 2,03     |
| Fuji                      | Organica  | 27293   | 499,4   | 145,3   | 23650   | 1478,9  | 2097,6  | 16164    | 77,60    | 45,5     | 5000     | 190,1    | 30,7     | 82,78    | 1,83     | 3,97     |
| Fuji                      | Organica  | 29666   | 734,6   | 204,0   | 22825   | 924,6   | 1803,2  | 15468    | 80,20    | 52,5     | 4588     | 185,8    | 35,7     | 125,37   | 8,73     | 5,09     |
| Fuji                      | Organica  | 29666   | 261,8   | 260,7   | 22550   | 1288,0  | 1656,0  | 14080    | 94,30    | 37,6     | 3775     | 145,4    | 37,0     | 107,95   | 4,52     | 6,63     |
| Fuji                      | Organica  | 24919   | 202,5   | 260,8   | 22000   | 740,6   | 1840,0  | 15004    | 94,80    | 42,5     | 3750     | 128,2    | 35,7     | 39,19    | 5,92     | 3,73     |
| Fuji                      | Organica  | 22546   | 491,1   | 327,0   | 20075   | 1219,0  | 2060,8  | 12400    | 96,00    | 44,6     | 3875     | 175,7    | 34,9     | 89,27    | 8,26     | 3,63     |
| Fuji                      | Organica  | 34413   | 549,2   | 270,3   | 23100   | 1614,6  | 2760,0  | 14482    | 144,00   | 39,8     | 4838     | 181,4    | 31,1     | 105,17   | 8,53     | 3,60     |
| Fuji                      | Organica  | 27293   | 555,6   | 322,3   | 22275   | 1012,0  | 1895,0  | 15068    | 132,00   | 37,6     | 4750     | 236,2    | 45,4     | 98,05    | 13,10    | 3,50     |
| Fuji                      | Organica  | 29666   | 498,7   | 263,9   | 24200   | 1345,0  | 2300,0  | 14722    | 120,00   | 31,6     | 4625     | 227,5    | 34,9     | 144,51   | 8,84     | 4,00     |
| Fuji                      | Organica  | 25698   | 318,5   | 150,3   | 21175   | 950,0   | 1656,0  | 19484    | 135,00   | 22,9     | 4725     | 210,2    | 38,6     | 139,17   | 5,59     | 3,58     |
| Cata                      | Integrada | 32029   | 729,1   | 272,5   | 20900   | 2097,0  | 1987,0  | 16435    | 50,60    | 20,0     | 5000     | 270,7    | 29,4     | 1,38     | 0,72     | 6,32     |
| Cata                      | Integrada | 31067   | 608,9   | 390,4   | 19525   | 1449,0  | 1803,0  | 15720    | 55,20    | 14,4     | 4863     | 269,3    | 28,6     | 1,73     | 0,17     | 6,03     |
| Cata                      | Integrada | 32912   | 551,7   | 211,5   | 19800   | 1076,6  | 2215,0  | 13844    | 47,60    | 18,0     | 3763     | 211,7    | 31,5     | 0,53     | 0,18     | 3,45     |
| Cata                      | Integrada | 32039   | 606,7   | 210,6   | 20625   | 1048,8  | 1858,0  | 16028    | 132,50   | 20,3     | 4475     | 180,0    | 37,0     | 0,62     | 0,37     | 4,14     |
| Cata                      | Integrada | 27293   | 318,8   | 271,6   | 19800   | 1819,3  | 1840,0  | 16008    | 61,70    | 23,6     | 3100     | 205,9    | 37,0     | 1,90     | 0,35     | 3,14     |
| Cata                      | Integrada | 31125   | 610,8   | 264,4   | 19250   | 1246,6  | 1113,2  | 14167    | 55,30    | 28,6     | 4263     | 249,1    | 34,6     | 1,38     | 0,34     | 3,03     |
| Cata                      | Integrada | 29666   | 606,4   | 330,5   | 18975   | 1228,2  | 2061,0  | 14521    | 111,60   | 20,5     | 3750     | 298,1    | 22,3     | 1,07     | 2,31     | 3,07     |
| Cata                      | Integrada | 29666   | 548,9   | 389,6   | 19250   | 1384,7  | 2070,0  | 15678    | 39,60    | 20,2     | 5013     | 266,4    | 36,5     | 2,64     | 0,71     | 3,62     |
| Cata                      | Integrada | 20964   | 724,3   | 324,6   | 16225   | 949,9   | 2244,8  | 12008    | 50,40    | 25,8     | 1775     | 236,2    | 44,9     | 2,02     | 0,19     | 3,12     |
| Cata                      | Integrada | 32039   | 670,6   | 317,8   | 16500   | 2244,8  | 2098,0  | 10888    | 48,00    | 24,0     | 1538     | 229,0    | 36,5     | 0,23     | 0,19     | 3,32     |
| Cata                      | Organica  | 34413   | 260,3   | 328,3   | 18150   | 1163,8  | 1969,0  | 11364    | 132,00   | 31,4     | 4313     | 282,2    | 35,7     | 196,48   | 5,22     | 4,60     |
| Cata                      | Organica  | 27293   | 591,6   | 378,3   | 17325   | 1430,6  | 2470,0  | 12526    | 122,80   | 20,7     | 4175     | 247,7    | 36,1     | 247,93   | 3,83     | 4,60     |
| Cata                      | Organica  | 32039   | 537,6   | 389,8   | 20075   | 1752,6  | 2079,2  | 12004    | 110,30   | 2,6      | 2538     | 244,8    | 31,9     | 128,50   | 4,90     | 5,52     |
| Cata                      | Organica  | 34413   | 428,8   | 331,0   | 18425   | 1748,0  | 2079,2  | 14798    | 109,60   | 28,2     | 3488     | 247,7    | 35,3     | 180,36   | 2,99     | 5,94     |
| Cata                      | Organica  | 27293   | 365,7   | 265,7   | 27225   | 1566,3  | 2152,8  | 15042    | 140,80   | 26,5     | 2500     | 252,0    | 33,6     | 255,55   | 3,26     | 3,77     |
| Cata                      | Organica  | 32029   | 364,3   | 320,5   | 20075   | 1603,0  | 2208,0  | 16236    | 144,00   | 211,6    | 5013     | 241,9    | 34,4     | 254,08   | 4,19     | 2,99     |
| Cata                      | Organica  | 27293   | 537,4   | 269,2   | 18425   | 1405,5  | 1913,6  | 17767    | 153,00   | 25,6     | 4138     | 214,6    | 35,3     | 232,59   | 3,56     | 3,19     |

| NUTRIÇÃO MAÇÃS SAFRA 2010 |           |         |         |         |         |         |         |          |          |          |          |          |          |          |          |          |
|---------------------------|-----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
|                           |           | N Folha | N Casca | N Polpa | K Folha | K Casca | K Polpa | Ca Folha | Ca Casca | Ca Polpa | Mg Folha | Mg Casca | Mg Polpa | Cu folha | Cu casca | Cu Polpa |
|                           |           | 2010    | 2010    | 2010    | 2010    | 2010    | 2010    | 2010     | 2010     | 2010     | 2010     | 2010     | 2010     | 2010     | 2010,00  | 2010     |
| Pomar                     | Trat      | mg kg   | mg kg   | mg kg   | mg kg   | mg kg   | mg kg   | mg kg    | mg kg    | mg kg    | mg kg    | mg kg    | mg k     | mg kg    | mg kg    | mg kg    |
| RGala                     | Convenc   | 41401   | 470,1   | 299,3   | 17325   | 779,7   | 915,4   | 11850    | 121,00   | 61,0     | 1688     | 142,60   | 36,7     | 10,90    | 7,10     | 4,20     |
| RGala                     | Convenc   | 32279   | 590,8   | 315,0   | 22275   | 784,3   | 880,9   | 12113    | 154,00   | 48,8     | 1650     | 190,10   | 36,7     | 11,70    | 8,70     | 4,70     |
| RGala                     | Convenc   | 32337   | 556,3   | 283,5   | 19525   | 947,6   | 1016,6  | 11300    | 307,00   | 62,9     | 1775     | 211,70   | 55,4     | 11,00    | 7,30     | 3,80     |
| RGala                     | Convenc   | 28527   | 525,9   | 276,5   | 18975   | 961,4   | 1189,1  | 11513    | 202,10   | 54,8     | 1788     | 197,30   | 34,6     | 13,30    | 8,40     | 4,10     |
| RGala                     | Convenc   | 28065   | 594,2   | 219,5   | 19800   | 906,2   | 995,9   | 10088    | 102,50   | 43,8     | 2638     | 184,30   | 38,2     | 12,58    | 7,90     | 5,50     |
| RGala                     | Convenc   | 30086   | 563,3   | 276,2   | 17325   | 1110,9  | 857,9   | 12763    | 249,70   | 44,6     | 2138     | 161,30   | 31,0     | 12,10    | 6,60     | 2,90     |
| RGala                     | Convenc   | 31587   | 606,9   | 268,4   | 19525   | 1028,1  | 745,2   | 12513    | 160,60   | 47,4     | 1663     | 139,70   | 33,8     | 9,20     | 5,90     | 3,70     |
| RGala                     | Convenc   | 26275   | 595,4   | 223,0   | 16225   | 908,5   | 844,1   | 10475    | 199,10   | 54,7     | 2550     | 200,20   | 49,7     | 15,80    | 9,00     | 5,20     |
| RGala                     | Convenc   | 29681   | 467,4   | 323,8   | 17875   | 809,6   | 995,9   | 10463    | 165,00   | 67,3     | 1700     | 221,80   | 39,6     | 14,40    | 8,10     | 4,10     |
| RGala                     | Convenc   | 28815   | 525,1   | 244,3   | 20625   | 968,3   | 1182,2  | 10938    | 125,80   | 49,6     | 1675     | 178,60   | 37,4     | 15,00    | 7,40     | 3,80     |
| RGala                     | Organica  | 27372   | 436,2   | 197,0   | 23925   | 947,6   | 807,3   | 9388     | 112,70   | 43,8     | 1600     | 168,50   | 37,4     | 14,38    | 10,80    | 7,40     |
| RGala                     | Organica  | 20502   | 429,1   | 214,7   | 24475   | 1110,9  | 860,2   | 9350     | 139,90   | 52,9     | 2625     | 142,60   | 36,7     | 16,80    | 12,60    | 5,80     |
| RGala                     | Organica  | 26448   | 505,3   | 271,7   | 25025   | 917,7   | 765,9   | 8188     | 166,60   | 37,1     | 2575     | 142,50   | 57,6     | 17,80    | 10,20    | 6,30     |
| RGala                     | Organica  | 23504   | 506,4   | 243,8   | 25850   | 825,7   | 1122,4  | 9150     | 186,60   | 41,0     | 2513     | 164,20   | 69,8     | 13,00    | 9,20     | 6,90     |
| RGala                     | Organica  | 27314   | 534,1   | 262,0   | 22275   | 754,4   | 756,7   | 9513     | 198,80   | 42,8     | 1838     | 184,30   | 62,6     | 10,60    | 13,60    | 5,90     |
| RGala                     | Organica  | 27141   | 530,8   | 325,6   | 21725   | 871,7   | 777,4   | 10975    | 165,20   | 48,1     | 1650     | 141,10   | 35,3     | 16,30    | 11,90    | 7,10     |
| RGala                     | Organica  | 26506   | 609,1   | 329,1   | 22550   | 809,6   | 1030,4  | 9888     | 113,80   | 45,8     | 2525     | 132,50   | 33,8     | 14,20    | 10,80    | 5,80     |
| RGala                     | Organica  | 24486   | 519,2   | 131,3   | 23788   | 857,9   | 823,4   | 9394     | 201,10   | 64,3     | 1588     | 194,40   | 38,2     | 15,90    | 8,50     | 7,20     |
| RGala                     | Organica  | 30143   | 507,2   | 225,3   | 25300   | 775,1   | 1161,5  | 10175    | 116,60   | 65,3     | 1550     | 213,10   | 36,7     | 15,60    | 14,40    | 6,54     |
| RGala                     | Organica  | 24947   | 521,4   | 236,9   | 23650   | 1145,4  | 952,2   | 19040    | 217,30   | 42,6     | 1575     | 229,00   | 35,3     | 9,60     | 12,00    | 6,54     |
| Fuji                      | Convenc   | 31702   | 855,9   | 234,1   | 19525   | 2019,4  | 991,3   | 12488    | 139,00   | 45,1     | 2438     | 296,60   | 41,8     | 5,90     | 7,40     | 3,30     |
| Fuji                      | Convenc   | 33030   | 936,2   | 150,6   | 15400   | 1952,7  | 1101,7  | 13363    | 515,50   | 36,4     | 1538     | 283,70   | 40,3     | 8,10     | 6,80     | 2,90     |
| Fuji                      | Convenc   | 26275   | 821,2   | 181,3   | 15950   | 1674,4  | 963,7   | 11450    | 294,60   | 57,5     | 2550     | 339,80   | 43,9     | 6,00     | 5,60     | 1,40     |
| Fuji                      | Convenc   | 28238   | 860,6   | 146,4   | 19525   | 1743,4  | 1014,3  | 12525    | 189,00   | 40,4     | 2575     | 328,30   | 46,1     | 2,70     | 4,90     | 1,90     |
| Fuji                      | Convenc   | 27719   | 944,1   | 205,3   | 18425   | 1904,4  | 1186,8  | 13263    | 199,10   | 45,8     | 2375     | 308,20   | 45,4     | 4,80     | 7,10     | 2,50     |
| Fuji                      | Convenc   | 26910   | 923,4   | 164,2   | 15125   | 1559,4  | 729,1   | 11350    | 602,80   | 48,4     | 2600     | 311,00   | 44,6     | 4,00     | 7,60     | 2,20     |
| Fuji                      | Convenc   | 32279   | 876,6   | 212,2   | 16225   | 1800,9  | 945,3   | 11438    | 304,60   | 32,0     | 2675     | 299,50   | 40,3     | 4,10     | 8,40     | 3,20     |
| Fuji                      | Convenc   | 28642   | 1011,4  | 148,6   | 18975   | 1941,2  | 917,7   | 13475    | 204,60   | 39,2     | 2713     | 175,70   | 44,6     | 6,80     | 6,00     | 1,60     |
| Fuji                      | Convenc   | 31760   | 929,0   | 223,5   | 19525   | 1789,4  | 1099,4  | 10650    | 205,1    | 38,0     | 1575     | 313,90   | 41,8     | 6,70     | 5,80     | 2,30     |
| Fuji                      | Convenc   | 28065   | 990,7   | 172,8   | 17050   | 1959,6  | 1092,5  | 11900    | 309,40   | 46,1     | 1575     | 289,40   | 39,6     | 4,90     | 6,20     | 2,38     |
| Fuji                      | Organica  | 29624   | 875,7   | 148,0   | 18975   | 1872,2  | 1166,1  | 11213    | 356,00   | 35,4     | 1700     | 273,60   | 40,3     | 10,17    | 12,40    | 8,20     |
| Fuji                      | Organica  | 32337   | 834,4   | 147,5   | 20625   | 1819,3  | 1062,6  | 10138    | 253,60   | 38,5     | 1738     | 313,90   | 33,1     | 12,40    | 10,20    | 6,60     |
| Fuji                      | Organica  | 31991   | 975,6   | 171,2   | 18975   | 1856,1  | 993,6   | 10663    | 183,40   | 34,6     | 1700     | 319,70   | 42,5     | 8,00     | 9,00     | 6,50     |
| Fuji                      | Organica  | 31529   | 983,4   | 181,8   | 19800   | 1945,8  | 853,3   | 10675    | 146,80   | 36,1     | 1738     | 289,40   | 40,3     | 11,70    | 10,90    | 5,60     |
| Fuji                      | Organica  | 32337   | 1018,5  | 164,5   | 16225   | 2035,5  | 1041,9  | 11788    | 381,50   | 29,9     | 1938     | 313,90   | 31,7     | 8,70     | 11,60    | 8,10     |
| Fuji                      | Organica  | 31471   | 930,3   | 144,9   | 16225   | 2026,3  | 913,1   | 10488    | 126,20   | 32,3     | 1850     | 267,80   | 32,4     | 10,90    | 12,80    | 7,60     |
| Fuji                      | Organica  | 30605   | 919,4   | 212,5   | 15675   | 1860,7  | 922,3   | 9275     | 242,30   | 36,2     | 1550     | 213,10   | 35,3     | 9,50     | 8,40     | 6,90     |
| Fuji                      | Organica  | 30143   | 918,3   | 195,6   | 17600   | 1695,1  | 977,5   | 11563    | 216,60   | 36,4     | 1788     | 276,50   | 34,6     | 9,90     | 10,40    | 7,50     |
| Fuji                      | Organica  | 33954   | 881,9   | 166,4   | 20075   | 1929,7  | 1168,4  | 11788    | 120,60   | 41,2     | 1700     | 262,10   | 38,2     | 10,80    | 11,80    | 7,07     |
| Fuji                      | Organica  | 25698   | 845,5   | 224,8   | 18425   | 1787,1  | 917,7   | 8863     | 135,00   | 42,6     | 1488     | 262,10   | 45,4     | 9,90     | 10,83    | 6,70     |
| Cata                      | Integrada | 31240   | 956,6   | 226,4   | 17325   | 1430,6  | 1239,7  | 16050    | 154,90   | 17,0     | 1538     | 182,90   | 37,4     | 5,80     | 3,46     | 1,90     |
| Cata                      | Integrada | 31067   | 980,1   | 206,5   | 11550   | 1085,6  | 1032,7  | 11825    | 127,60   | 33,1     | 1775     | 188,60   | 36,7     | 3,20     | 7,00     | 0,70     |
| Cata                      | Integrada | 32912   | 929,3   | 256,1   | 14300   | 1159,2  | 1076,4  | 8600     | 195,40   | 51,5     | 1763     | 175,20   | 36,0     | 4,30     | 3,90     | 0,90     |
| Cata                      | Integrada | 28585   | 930,3   | 279,0   | 17050   | 1322,5  | 878,6   | 10113    | 166,30   | 27,2     | 1588     | 167,00   | 34,6     | 5,40     | 2,20     | 1,30     |
| Cata                      | Integrada | 25294   | 863,7   | 267,8   | 17050   | 1536,4  | 1200,6  | 10088    | 122,00   | 28,2     | 2575     | 151,20   | 36,7     | 3,90     | 2,70     | 2,20     |
| Cata                      | Integrada | 31125   | 896,0   | 213,7   | 15125   | 1223,6  | 1113,2  | 9613     | 169,30   | 28,1     | 1775     | 184,30   | 34,6     | 5,70     | 2,90     | 0,50     |
| Cata                      | Integrada | 29970   | 953,0   | 254,6   | 14575   | 1281,1  | 1069,5  | 9300     | 132,70   | 34,9     | 2163     | 159,80   | 34,6     | 6,60     | 3,20     | 0,40     |
| Cata                      | Integrada | 30778   | 895,7   | 224,1   | 15125   | 1444,4  | 894,7   | 7975     | 175,60   | 30,6     | 1525     | 157,00   | 37,4     | 2,80     | 2,80     | 1,60     |
| Cata                      | Integrada | 20964   | 991,0   | 244,2   | 14575   | 1122,4  | 1122,4  | 9513     | 135,50   | 29,4     | 1713     | 145,40   | 43,9     | 3,90     | 4,10     | 1,10     |
| Cata                      | Integrada | 14671   | 857,3   | 250,6   | 15950   | 1428,3  | 1041,9  | 9113     | 132,60   | 31,7     | 1813     | 184,30   | 37,4     | 5,90     | 2,90     | 1,21     |
| Cata                      | Organica  | 40881   | 948,9   | 294,7   | 17600   | 1276,5  | 1009,7  | 8600     | 153,80   | 40,3     | 2025     | 154,10   | 33,8     | 9,00     | 4,90     | 2,90     |
| Cata                      | Organica  | 30374   | 811,4   | 229,2   | 10725   | 1014,3  | 982,1   | 8638     | 154,30   | 43,3     | 1613     | 175,70   | 36,0     | 11,00    | 3,90     | 3,20     |
| Cata                      | Organica  | 28007   | 916,9   | 224,2   | 14850   | 975,2   | 1078,7  | 8675     | 156,40   | 37,1     | 2388     | 180,00   | 32,4     | 10,50    | 3,30     | 4,10     |
| Cata                      | Organica  | 28180   | 874,9   | 273,1   | 14300   | 1037,3  | 1014,3  | 9638     | 148,90   | 34,1     | 1388     | 149,80   | 39,6     | 8,50     | 5,40     | 2,80     |
| Cata                      | Organica  | 29912   | 827,1   | 220,7   | 13475   | 1097,1  | 1055,7  | 8863     | 169,80   | 42,2     | 1613     | 174,20   | 33,1     | 7,00     | 3,70     | 3,45     |
| Cata                      | Organica  | 28411   | 1003,3  | 276,1   | 19525   | 1453,6  | 1177,6  | 8313     | 203,60   | 32,6     | 2425     | 175,70   | 38,9     | 9,00     | 6,20     | 4,00     |
| Cata                      | Organica  | 29335   | 916,5   | 247,6   | 15125   | 1170,7  | 1143,1  | 10050    | 134,00   | 30,7     | 1588     | 185,80   | 32,4     | 8,50     | 2,90     | 6,90     |