

**UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA - UDESC**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGROVETERINÁRIAS - CAV**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**MESTRADO EM PRODUÇÃO VEGETAL**

**JOSÉ MASANORI KATSURAYAMA**

**NUTRIÇÃO MINERAL E CONTROLE DE “BITTER PIT” EM MAÇÃS**  
**‘CATARINA’**

Dissertação apresentada ao Centro de Ciências Agroveterinárias, Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal.

Orientador: Prof. Ph.D. Cassandro V. T. do Amarante  
Co-orientadores: Prof. Dr. Cristiano A. Steffens  
Prof. Ph.D. Paulo R. Ernani

**LAGES – SC**

**2010**

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

José Masanori Katsurayama

Nutrição mineral e controle de “bitter pit” em maçãs  
‘Catarina’. / José Masanori Katsurayama. - Lages, 2010.  
64 p.

Dissertação (mestrado) – Centro de Ciências  
Agroveterinárias / UDESC.

1. Maçã. 2. Maçã – Nutrição. 3. Cálcio. 4. Pulverização pré-  
colheita. 5. Distúrbio fisiológico. 6. Atributos qualitativos dos  
frutos. I. Título.

CDD – 634.11

**JOSÉ MASANORI KATSURAYAMA**

**NUTRIÇÃO MINERAL E CONTROLE DE “BITTER PIT” EM MAÇÃS  
‘CATARINA’**

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal do Programa de Pós-graduação em Ciências Agrárias do Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina.

**Aprovado em:**

**Homologado em:**

Banca Examinadora:

Por:

---

Ph.D. Cassandro V. T. do Amarante  
Orientador - CAV/UDESC

---

Dr. Leo Rufato  
Coordenador Técnico do Curso de  
Mestrado em Produção Vegetal.

---

Dr. Cristiano André Steffens  
Co-Orientador - CAV/UDESC

---

Dr. Luciano Colpo Gatiboni  
Coordenador do Programa de Pós-  
Graduação em Ciências Agrárias.

---

Ph.D. Paulo R. Ernani  
Co-Orientador - CAV/UDESC

---

Dr. Adil Knackfuss Vaz  
Diretor Geral do Centro de Ciências Agroveterinárias –  
UDESC/CAV

---

Ph.D. Clori Basso  
Membro Externo – Universidade do  
Alto Vale do Rio do Peixe  
Caçador, SC

## **AGRADECIMENTOS**

A minha família...

À Universidade do Estado de Santa Catarina, Campus III de Lages;

À Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI);

À Estação Experimental de São Joaquim, da EPAGRI;

À Japan International Cooperation Agency (JICA);

Aos Professores Orientadores, Cassandro Vidal Talamini do Amarante, Paulo Roberto Ernani e Cristiano André Steffens;

Ao Pesquisador Adilson José Pereira e ao Engenheiro Agrônomo Antônio Amorim Neto;

Aos Peritos Masafumi Kumagai e Yoshio Yoshida '*in memorian*';

Aos Professores e funcionários do Centro de Ciências Agroveterinárias;

Aos amigos do Curso de Mestrado em Produção Vegetal e Manejo do Solo;

Aos amigos que de uma maneira me ajudaram e incentivaram neste objetivo.

Minha eterna admiração e gratidão.

“Eu preciso de poucas coisas e as poucas coisas  
de que necessito, necessito pouco”.

São Francisco de Assis

## RESUMO

A cultivar Catarina produz frutos de boa qualidade, tamanho grande, bom formato e apresenta resistência às principais doenças da macieira, sarna (*Venturia inaequalis*) e mancha foliar de ‘Gala’ (*Glomerella cingulata*). O plantio comercial da macieira ‘Catarina’ está limitado pela suscetibilidade ao “bitter pit”, distúrbio fisiológico relacionado principalmente à deficiência de Ca nos frutos. Os trabalhos tiveram por objetivos avaliar: 1) a variação dos nutrientes nas folhas e nos frutos das cultivares Catarina, Gala e Fuji, durante o ciclo vegetativo, visando diagnosticar as diferenças nutricionais e relacionar com a ocorrência de “bitter pit”; e 2) a eficiência de fontes de Ca em pulverização pré-colheita no controle de “bitter pit” e na preservação dos atributos qualitativos dos frutos da cultivar Catarina. Os trabalhos foram conduzidos na região de São Joaquim, SC, durante as safras 2004/2005 e 2005/2006 para o monitoramento nutricional, e durante as safras 2004/2005 a 2006/2007 para a avaliação das fontes de Ca. As três cultivares apresentaram reduções nos teores de N, P e K, e aumento nos teores de Ca e Mg nas folhas ao longo do ciclo vegetativo. A cultivar Catarina apresentou os menores teores de P, Ca e Mg nas folhas. Entre as cultivares, a cultivar Catarina apresentou a maior massa final dos frutos. As cultivares apresentaram reduções nos teores de N, K, Ca e Mg nos frutos ao longo do ciclo vegetativo. Os frutos da cultivar Catarina apresentou o maior teor de K e o menor teor de Ca em relação às cultivares Gala e Fuji. O conteúdo de Ca nos frutos aumentou até a colheita nas três cultivares. Na safra 2004/2005, a cultivar Catarina apresentou o maior conteúdo de Ca nos frutos, mas na safra 2005/2006, apresentou o menor conteúdo de Ca. O baixo teor de Ca nos frutos da cultivar Catarina aumentou o valor das relações N/Ca, K/Ca, Mg/Ca e (K+Mg)/Ca, principalmente na safra 2005/2006, aumentando a probabilidade da ocorrência de distúrbios fisiológicos nos frutos. No experimento de pulverização pré-colheita com fontes de Ca, não foi verificado efeito nos teores de N, P e K nas folhas. Das três safras, apenas na safra 2006/2007, o teor de Ca nas folhas aumentou com o tratamento CalSOL 15 (15 aplicações). Na safra 2004/2005, o teor de Ca nos frutos aumentou com os tratamentos Calboron + CaCl<sub>2</sub>, Sett, CaCl<sub>2</sub>, Calboron e S-CaB. Na testemunha, o “bitter pit” ocorreu em 23,9% e 45,5% dos frutos, nas safras 2005/2006 e 2006/2007, respectivamente. Os tratamentos Calboron, Sett, CaCl<sub>2</sub> e Wuxal Cálcio (safra 2005/2006) e os tratamentos CaCl<sub>2</sub> e CalSOL 15 (10 e 15 aplicações) (safra 2006/2007) reduziram a incidência de “bitter pit” avaliado na colheita. Na safra 2006/2007, a severidade inicial (logo após a colheita) de “bitter pit” não foi afetada pelos tratamentos, mas o tratamento CaCl<sub>2</sub> reduziu a severidade final dos frutos armazenados. Nas safras 2004/2005, 2005/2006 e 2006/2007, as fontes de Ca não afetaram o peso médio, o rendimento de frutos, a firmeza da polpa, o índice de iodo-amido, o teor de sólidos solúveis (SS), a acidez titulável (AT) e relação SS/AT na colheita.

**Palavras-chave:** *Malus domestica*. Fontes de cálcio. Pulverização pré-colheita. Distúrbio fisiológico. Atributos qualitativos dos frutos.

## ABSTRACT

The cultivar Catarina produces fruits of good quality, large size and good shape, and is resistant to the main diseases of the apple trees, scab (*Venturia inaequalis*) and 'Gala' leaf spot (*Glomerella cingulata*). The commercial use of 'Catarina' apples is limited by its susceptibility to bitter pit, a physiological disorder caused by Ca deficiency in the fruit. This work was carried out to evaluate: 1) the seasonal fluctuation of nutrients in the leaves and fruits of cultivars Catarina, Gala and Fuji, during the vegetative cycle; and 2) the efficiency of sources of Ca, sprayed at preharvest for bitter pit control and the preservation of fruit qualitative attributes of 'Catarina' apples. The researches were conducted in São Joaquim region, during two growing seasons for evaluation of the nutritional assessment (2004/2005 and 2005/2006), and during three growing seasons for the evaluation of the sources of Ca spraying (from 2004/2005 to 2006/2007). The three cultivars exhibited reductions in the concentration of N, P and K, and increases in the concentration of Ca and Mg in the leaves along the growing season. Among the cultivars, the 'Catarina' had the smallest foliar concentrations of P, Ca and Mg. 'Catarina' apples had the highest increment of fruit mass. Fruits of 'Catarina', 'Gala' and 'Fuji' showed reduction in the concentration of N, K, Ca and Mg along the growing season. 'Catarina' apples had the highest concentration of K and the smallest concentration of Ca in the fruit. In the cultivars, the Ca content in the fruits increased until the harvest. 'Catarina' had the highest Ca content in the fruit in 2004/2005, and the lowest Ca content in 2005/2006. The low Ca content in the fruit of 'Catarina' increased the N/Ca, K/Ca, Mg/Ca and (K+Mg)/Ca ratios, especially in 2005/2006, therefore increasing the risk of physiological disorder in the fruit. In the experiment to evaluate the efficiency of sources of Ca sprayed at preharvest, there was no effect of treatments on N, P and K concentrations in the leaves. Only in 2006/2007, preharvest spraying with CalSOL 15 (15 sprayings) increased the Ca concentration in the leaves. In 2004/2005, preharvest spraying with Calboron + CaCl<sub>2</sub>, Sett, CaCl<sub>2</sub>, Calboron and S-CaB increased Ca concentration in the fruit. The control treatment exhibited incidences of bitter pit of 23,9% and 45,5% in 2005/2006 and 2006/2007, respectively. The treatments with Calboron, Sett, Ca Cl<sub>2</sub> and Wuxal Cálcio in 2005/2006, and with CaCl<sub>2</sub> and CalSOL 15 (10 and 15 sprayings) in 2006/2007, reduced the incidence of bitter pit assessed at harvest. In 2006/2007, the initial severity (at harvest) was not affected by treatments, but the treatments with CaCl<sub>2</sub> reduced the severity of this disorder during cold storage. In 2004/2005, 2005/2006 and 2006/2007, the sources of Ca did not affect the fruit weight, yield, and flesh firmness, starch index, soluble solids content (SSC), titratable acidity (TA), and SSC/TA ratio of the fruit at harvest.



**Keywords:** *Malus domestica*. Calcium sources. Preharvest spraying. Physiological disorder. Fruit quality attributes.

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Temperatura média mensal de setembro a março, nas safras 2004/2005 e 2005/2006 e dos últimos 51 anos. São Joaquim - SC.....21
- Figura 2 - Precipitação mensal de setembro a março, nas safras 2004/2005 e 2005/2006 e nos últimos 51 anos. São Joaquim – SC.....21
- Figura 3 - Alterações nos teores de N (A e B), P (C e D), K (E e F), Ca (G e H) e Mg (I e J) nas folhas das cultivares Catarina, Gala e Fuji, nas safras 2004/2005 e 2005/2006. São Joaquim - SC.....22
- Figura 4 - Alterações nos teores de Fe (A e B), Mn (C e D), Zn (E e F) e B (G e H) nas folhas das cultivares Catarina, Gala e Fuji, nas safras 2004/2005 e 2005/2006. São Joaquim - SC.....24
- Figura 5 - Incremento de massa fresca (A e B) e no conteúdo de Ca (C e D) nos frutos das cultivares Catarina, Gala e Fuji, nas safras 2004/2005 e 2005/2006. São Joaquim - SC.....27
- Figura 6 - Alterações nos teores de N (A e B), P (C e D), K (E e F), Ca (G e H) e Mg (I e J) durante o crescimento dos frutos nas cultivares Catarina, Gala e Fuji, nas safras 2004/2005 e 2005/2006. São Joaquim - SC.....28
- Figura 7 - Relações nutricionais N/Ca (A e B), K/Ca (C e D), Mg/Ca (E e F) e (K+Mg)/Ca (G e H) durante o crescimento dos frutos nas cultivares Catarina, Gala e Fuji, nas safras 2004/2005 e 2005/2006. São Joaquim - SC.....30

## LISTA DE TABELAS

|                                                                                                                                                           |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 1 - Plena floração das cultivares de macieira Catarina, Gala e Fuji, nas safras 2004/2005 e 2005/2006, na região de São Joaquim - SC.....          | 20 |
| Tabela 2 - Análise física e química do solo da área experimental. São Joaquim - SC, 2004....                                                              | 36 |
| Tabela 3 - Produtos comerciais testados nas safras 2004/2005 a 2006/2007, com a respectiva formulação e concentração de nutrientes. São Joaquim - SC..... | 37 |
| Tabela 4 - Teores de N, P, K, Ca e Mg em folhas de macieiras ‘Catarina’. São Joaquim - SC, safra 2004/2005.....                                           | 40 |
| Tabela 5 - Teores de N, P, K, Ca e Mg em folhas de macieiras ‘Catarina’. São Joaquim - SC, safra 2005/2006.....                                           | 40 |
| Tabela 6 - Teores de N, P, K, Ca e Mg em folhas de macieiras ‘Catarina’. São Joaquim - SC, safra 2006/2007.....                                           | 41 |
| Tabela 7 - Teores de Fe, Mn, Zn, Cu e B em folhas de macieiras ‘Catarina’. São Joaquim - SC, safra 2004/2005.....                                         | 42 |
| Tabela 8 - Teores de Fe, Mn, Zn, Cu e B em folhas de macieiras ‘Catarina’. São Joaquim - SC, safra 2005/2006.....                                         | 43 |

|                                                                                                                                                                                                                                                              |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 9 - Teores de Fe, Mn, Zn, Cu e B em folhas de macieiras ‘Catarina’. São Joaquim - SC, safra 2006/2007.....                                                                                                                                            | 43 |
| Tabela 10 - Teores de N, P, K, Ca e Mg, e as relações N/Ca, K/Ca e (K+Mg)/Ca em frutos de maçãs ‘Catarina’. São Joaquim - SC, safra 2004/2005.....                                                                                                           | 45 |
| Tabela 11 - Teores de N, P, K, Ca e Mg, e as relações N/Ca, K/Ca e (K+Mg)/Ca em frutos de maçãs ‘Catarina’. São Joaquim - SC, safra 2005/2006.....                                                                                                           | 45 |
| Tabela 12 - Teores de N, P, K, Ca e Mg, e as relações N/Ca, K/Ca e (K+Mg)/Ca em frutos de maçãs ‘Catarina’. São Joaquim - SC, safra 2006/2007.....                                                                                                           | 46 |
| Tabela 13 - Rendimento de frutos, peso médio do fruto, firmeza da polpa, área superficial vermelha, índice de iodo-amido, sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT) e relação SS/AT em frutos de maçãs ‘Catarina’. São Joaquim - SC, safra 2004/2005..... | 50 |
| Tabela 14 - Rendimento de frutos, peso médio do fruto, firmeza da polpa, área superficial vermelha, sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT) e relação SS/AT em frutos de maçãs ‘Catarina’. São Joaquim - SC, safra 2005/2006.....                       | 51 |
| Tabela 15 - Rendimento de frutos, peso médio do fruto, firmeza da polpa, índice de iodo-amido, sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT) e relação SS/AT em frutos de maçãs ‘Catarina’. São Joaquim - SC, safra 2006/2007.....                            | 52 |
| Tabela 16 - Incidência inicial e a severidade de “bitter pit” durante o armazenamento refrigerado em frutos de maçãs ‘Catarina’. São Joaquim - SC, safra 2005/2006.....                                                                                      | 53 |
| Tabela 17 - Incidência inicial e a severidade de “bitter pit” durante o armazenamento refrigerado em frutos de maçãs ‘Catarina’. São Joaquim - SC, safra 2006/2007.....                                                                                      | 54 |

## SUMÁRIO

|                                                                                                                                                                  |           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>INTRODUÇÃO GERAL.....</b>                                                                                                                                     | <b>14</b> |
| <br><b>CAPÍTULO 1. VARIAÇÃO DOS TEORES MINERAIS EM FOLHAS E FRUTOS DE MACIEIRAS ‘CATARINA’, ‘GALA’ E ‘FUJI’.....</b>                                             | <b>16</b> |
| 1.1 RESUMO.....                                                                                                                                                  | 16        |
| 1.2 INTRODUÇÃO.....                                                                                                                                              | 17        |
| 1.3 MATERIAL E MÉTODOS.....                                                                                                                                      | 18        |
| 1.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....                                                                                                                                  | 21        |
| 1.4.1 Alterações nos teores de nutrientes nas folhas das cultivares Catarina, Gala e Fuji, nas safras 2004/2005 e 2005/2006.....                                 | 21        |
| 1.4.2 Incremento de massa fresca e conteúdo de cálcio nos frutos de maçãs ‘Catarina’, ‘Gala’ e ‘Fuji’, nas safras 2004/2005 e 2005/2006.....                     | 26        |
| 1.4.3 Alterações nos teores de nutrientes nos frutos de maçãs ‘Catarina’, ‘Gala’ e ‘Fuji’, nas safras 2004/2005 e 2005/2006.....                                 | 27        |
| <br><b>CONCLUSÕES.....</b>                                                                                                                                       | <b>32</b> |
| <br><b>CAPÍTULO 2. CONTROLE DE “BITTER PIT” E PRESERVAÇÃO DA QUALIDADE DO FRUTO EM MAÇÃS ‘CATARINA’ PELA PULVERIZAÇÃO PRÉ-COLHEITA COM FONTES DE CÁLCIO.....</b> | <b>33</b> |
| 2.1 RESUMO.....                                                                                                                                                  | 33        |

|                                                                                                                            |               |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| 2.2 INTRODUÇÃO.....                                                                                                        | 34            |
| 2.3 MATERIAL E MÉTODOS.....                                                                                                | 35            |
| 2.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....                                                                                            | 39            |
| 2.4.1 Atributos nutricionais nas folhas de macieira ‘Catarina’, nas safras 2004/2005, 2005/2006 e 2006/2007.....           | 39            |
| 2.4.2 Atributos nutricionais na polpa dos frutos em maçãs ‘Catarina’, nas safras 2004/2005, 2005/2006 e 2006/2007.....     | 44            |
| 2.4.3 Rendimento e atributos qualitativos dos frutos de maçãs ‘Catarina’, nas safras 2004/2005, 2005/2006 e 2006/2007..... | 49            |
| 2.4.4 Incidência inicial e severidade de “bitter pit” em maçãs ‘Catarina’, nas safras 2005/2006 e 2006/2007.....           | 52            |
| <br><b>CONCLUSÕES.....</b>                                                                                                 | <br><b>57</b> |
| <br><b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>                                                                                       | <br><b>58</b> |
| <br><b>REFERÊNCIAS.....</b>                                                                                                | <br><b>59</b> |

## INTRODUÇÃO GERAL

Mundialmente, a maçã é um dos principais frutos em volume produzido. Na safra 2005/2006, a produção mundial de maçãs atingiu aproximadamente 64 milhões de toneladas (EPAGRI, 2009), com forte participação dos países do hemisfério norte e fraca participação do hemisfério Sul.

No hemisfério Sul, Chile, Argentina, Brasil e África do Sul produziram conjuntamente mais de quatro milhões de toneladas de maçãs na safra 2005/2006, ou apenas 6,5% da produção mundial (EPAGRI, 2009).

No Brasil, o cultivo comercial da maçã está estabelecido na Região Sul. Na safra 2006/2007, os Estados de Santa Catarina, Rio Grande do Sul e Paraná totalizaram uma produção de 1.115.379t de maçãs (EPAGRI, 2009). O Estado de Santa Catarina, principal produtor, possui 50,9% da área plantada (19.259 ha), com uma produção anual de 598.680t, correspondendo a 53,7% da produção nacional de maçãs (EPAGRI, 2009).

A oferta brasileira de maçãs está concentrada nas cultivares Fuji e Gala e seus clones, com 35% e 60% do volume total de produção, respectivamente. A pomicultura demanda de novas cultivares adaptadas às condições edafoclimáticas da região produtora. Segundo Brown e Maloney (2003), as cultivares novas devem ser melhores, mais nutritivas, resistentes às doenças ou de qualidade superior.

Em 1982, na Estação Experimental de Caçador, foi realizado o cruzamento de ‘Fuji’ x ‘PWR37T133’ (BONETI ET AL., 1996). Deste cruzamento, em 1992, na Estação Experimental de São Joaquim, foram obtidas cinco seleções, das quais destacou-se a F44P4, que em 1996 recebeu o nome de ‘Catarina’. Esta é uma das cultivares mais promissoras, pois apresenta resistência às duas principais doenças da macieira, sarna [*Venturia inaequalis* Cke. Wint. (*Spilocaea pomi* Fr.)] e mancha foliar da ‘Gala’ [*Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. & Sacc]. Segundo Camilo e Denardi (2006), os frutos da cultivar Catarina apresenta similaridade à ‘Fuji’ em relação à aparência, conservação e época de maturação, apresentando perspectivas de plantio em substituição a cultivar Fuji. Além disso, os frutos apresentam boa conservação em prateleira, o que a torna uma opção para os pequenos

produtores e agricultores familiares, principalmente no sistema de produção orgânica e/ou agroecológica.

Em pomares comerciais implantados com a cultivar Catarina, esta apresentou baixa absorção e acúmulo de Ca nos frutos (KATSURAYAMA & NAVA, 2004; CHAVES, 2005). O baixo conteúdo de Ca nos frutos é o principal fator predisponente à ocorrência de “bitter pit”, principal distúrbio fisiológico da macieira (DE LONG, 1937; MONGE ET AL., 1994; REMATALES & VALDES, 1996; FERGUSON ET AL., 1999; ROSENBERGER ET AL., 2004).

Os distúrbios fisiológicos aparecem antes, durante e após o armazenamento refrigerado, devido a alterações metabólicas causadas pelo ambiente e condições nutricionais inadequadas (FERGUSON ET AL., 1999), o que diminui o potencial de armazenamento do fruto e a qualidade de consumo. Segundo Basso (2006), em anos favoráveis ao desenvolvimento de “bitter pit”, pomares com maiores condições para o distúrbio fisiológico podem resultar em incidências de até 30% após alguns meses de frigoconservação.

Algumas cultivares são mais susceptíveis ao “bitter pit” que outras (MOOR ET AL., 2006b; ZHENG ET AL., 2006), devido a diferenças genéticas na absorção e translocação de Ca para os frutos (SHEAR & FAUST, 1970; VOLZ ET AL., 2006). Segundo Moor et al. (2005), as perdas causadas pelo “bitter pit” variam de ano para ano e de local para local. Segundo Iuchi et al. (2001), são vários fatores que afetam a ocorrência de “bitter pit” nos pomares.

O primeiro trabalho objetivou monitorar as variações nos teores de nutrientes nas folhas e nos frutos durante o ciclo vegetativo, visando diagnosticar as diferenças nutricionais nas cultivares Catarina, Gala e Fuji e relacionar com a ocorrência de “bitter pit” e o segundo trabalho objetivou avaliar as fontes de Ca em pulverização pré-colheita no controle de “bitter pit” e a influência nos atributos qualitativos em frutos da cultivar Catarina.



## **CAPÍTULO 1. VARIAÇÃO DOS TEORES MINERAIS EM FOLHAS E FRUTOS DE MACIEIRAS ‘CATARINA’, ‘GALA’ E ‘FUJI’**

### **1.1 RESUMO**

Os teores de nutrientes nas folhas e nos frutos determinam o estado nutricional da macieira e variam com o desenvolvimento vegetativo. As diferenças genéticas encontradas nas cultivares interferem na absorção e acúmulo de nutrientes minerais afetando os atributos qualitativos dos frutos. O presente trabalho foi conduzido em pomares comerciais da região de São Joaquim, nas safras agrícolas 2004/2005 e 2005/2006, e objetivou monitorar as variações nos teores de nutrientes nas folhas e nos frutos durante o ciclo vegetativo, visando diagnosticar as diferenças nutricionais nas cultivares Catarina, Gala e Fuji e relacionar com a ocorrência de “bitter pit” nos frutos. Na safra 2004/2005, as amostras de folhas e frutos foram coletadas quinzenalmente a partir do dia 24/11/2004 até o dia 10/03/2005, e na safra 2005/2006, do dia 21/11/2005 até o dia 06/03/2006. Foram determinados os teores de N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn e B nas folhas. Os frutos foram pesados e determinaram-se os teores de N, P, K, Ca e Mg na polpa fresca. Nas folhas, os teores de Ca e Mg aumentaram, enquanto os teores de N, P e K diminuíram nas três cultivares. Os teores de P, Ca e Mg nas folhas da cultivar Catarina foram inferiores aos teores observados nas cultivares Gala e Fuji. Nas duas safras, a massa final dos frutos foi maior na cultivar Catarina. Nos frutos, as três cultivares apresentaram diminuição nos teores de N, K, Ca e Mg ao longo do monitoramento, enquanto o teor de P variou entre as safras. As cultivares Catarina, Gala e Fuji aumentaram o conteúdo de Ca nos frutos até a colheita dos frutos, porém a cultivar Catarina apresentou o menor conteúdo de Ca. No estágio inicial de crescimento dos frutos, o teor de Ca na cultivar Catarina foi inferior às cultivares Gala e Fuji, permanecendo até a colheita dos frutos. De modo geral, os valores das relações nutricionais N/Ca, K/Ca, Mg/Ca e (K+Mg)/Ca foram maiores nos frutos da cultivar Catarina, principalmente na safra 2005/2006. O baixo teor de Ca em frutos pequenos e a maior diluição de Ca nos frutos em crescimento da cultivar Catarina favorecem a ocorrência de distúrbios fisiológicos, principalmente o “bitter pit”. Entre as cultivares Catarina, Gala e Fuji, a

‘Catarina’ requer maior atenção no manejo da nutrição de Ca para a prevenção de distúrbios fisiológicos.

**Palavras-chave:** *Malus domestica*. Sazonalidade nutricional. Conteúdo de cálcio. Relações nutricionais. “Bitter pit”.

## 1.2 INTRODUÇÃO

A cultivar Catarina, lançada em 1996, apresenta perspectiva de plantio comercial, pois os frutos são similares à ‘Fuji’, em relação ao sabor, aparência, época de maturação e conservação (CAMILO & DENARDI, 2006). Além de, a ‘Catarina’ apresentar resistência às duas principais doenças, sarna da macieira e mancha foliar da ‘Gala’ (BONETI ET AL., 1996).

A região de São Joaquim possui temperatura amena e alta umidade na primavera e verão, condição favorável ao desenvolvimento da sarna da macieira. Em cultivares sensíveis, o controle da sarna é realizado através da aplicação de fungicidas na planta. A seleção de cultivar resistente a sarna da macieira reduz a aplicação de fungicidas no pomar, reduzindo o custo de produção e o impacto negativo ao ambiente gerado pela exploração agrícola.

Em pomares comerciais de macieira ‘Catarina’, ‘Gala’ e ‘Fuji’, a cultivar Catarina tem apresentado a menor absorção e acúmulo de Ca nos frutos ao longo das safras agrícolas. Na cultura da macieira, os baixos teores de Ca nos frutos estão relacionados a vários distúrbios fisiológicos (BANGERTH, 1979). Segundo Iuchi et al. (2001), a deficiência de Ca e desequilíbrios nutricionais nos frutos impedem a permeabilidade seletiva das membranas celulares que levam ao dano e necrose das células. Os distúrbios fisiológicos aparecem antes, durante e após o armazenamento refrigerado, devido a alterações metabólicas causadas pelo ambiente e condições nutricionais inadequadas (FERGUSON ET AL., 1999), o que diminui o potencial de armazenamento do fruto e a qualidade de consumo.

Algumas cultivares são mais susceptíveis que outras (MOOR ET AL., 2006b; ZHENG ET AL., 2006), devido a diferenças genéticas na absorção e translocação de Ca para os frutos (SHEAR & FAUST, 1970; VOLZ ET AL., 2006).

De acordo com Fallahi et al. (1997), o “bitter pit” em maçãs pode ser minimizado com teores de Ca na polpa superiores a 250 mg kg<sup>-1</sup> (base em massa seca). Dris e Niskanen (1999) afirmam que em cultivares com teores de Ca inferiores a 45 mg kg<sup>-1</sup> (base em massa fresca),

os frutos foram susceptíveis ao “bitter pit”. Segundo estes mesmos autores, em adição à concentração de nutrientes na polpa do fruto, as relações nutricionais são importantes na capacidade de armazenamento dos frutos. Os teores ideais de minerais (base em massa fresca) em maçãs são 90 a 110 mg kg<sup>-1</sup> de P (JOHNSON, 1993), ≤950 mg kg<sup>-1</sup> de K (TERBLANCHE, 1981), ≥60 mg kg<sup>-1</sup> de Ca (PERRING, 1979) e ≤40 mg kg<sup>-1</sup> de Mg (TERBLANCHE, 1981). A qualidade de maçãs, geralmente, é reduzida pelos altos teores de N, K e Mg, e baixos teores de Ca e P no tecido do fruto (BRAMLAGE, 1993, citado por PALMER & DRYDEN, 2006). Segundo Amarante et al. (2006a), frutos da cultivar Catarina com valores altos das relações nutricionais Mg/Ca, (K+Mg)/Ca e (K+Mg+N)/Ca na epiderme são mais propícios a incidência de “bitter pit”.

Segundo Nachtigall e Dechen (2006), há poucos estudos da sazonalidade dos nutrientes nas folhas e nos frutos da macieira, e as curvas de acumulação de nutrientes são bons indicadores de demanda nutricional em cada estágio de desenvolvimento da planta. De acordo com Choi e Lee (1992), por meio do conhecimento do acúmulo progressivo dos nutrientes nos frutos pode-se melhorar o programa de suplementação mineral e controle nutricional das plantas frutíferas.

Mancera-López et al. (2007) complementa, as qualidades de um fruto fresco estão relacionadas com suas características físicas, sua composição química e bioquímica (a qual determina o gosto e sabor característicos) e a composição mineral dos frutos, um dos principais fatores relacionados com a ocorrência de desordens fisiológicas durante o armazenamento refrigerado.

O objetivo deste trabalho foi monitorar as variações nos teores de nutrientes nas folhas e nos frutos durante o ciclo vegetativo, visando diagnosticar as diferenças nutricionais nas cultivares Catarina, Gala e Fuji relacionados com a ocorrência de “bitter pit”.

### 1.3 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado na região de São Joaquim, SC, nas safras 2004/2005 e 2005/2006.

Os pomares foram escolhidos para representar as várias situações de cultivo da macieira, com um fruticultor no município de Urubici, dois fruticultores em Bom Jardim da Serra e 10 fruticultores em São Joaquim. Em cada um dos 12 fruticultores selecionaram-se 10

plantas de macieira ‘Gala’ e 10 plantas de macieira ‘Fuji’. Apenas um pomar da cultivar Catarina foi selecionado para este estudo.

Ao longo de duas safras, quinzenalmente, foram realizadas coletas de amostras de folhas e de frutos. Na safra 2004/2005, amostras de folhas e frutos foram coletadas a partir do dia 24/11/2004 até o dia 10/03/2005, e na safra 2005/2006, do dia 21/11/2005 até o dia 06/03/2006.

As amostras de folhas compunham de 40 folhas inteiras e saudáveis, retiradas em ramos do ano, posicionado na altura média das plantas selecionadas. Foram determinadas os teores de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), ferro (Fe), manganês (Mn), boro (B) e zinco (Zn) nas folhas das três cultivares.

O número de frutos por amostragem variou conforme a época de coleta. Inicialmente, foram colhidos 50 frutos da altura média das plantas, e com o crescimento dos frutos, a quantidade foi sendo reduzida até 15 a 20 frutos por amostragem. Estas amostras de frutos das cultivares foram utilizadas para a determinação da evolução da massa fresca e para determinação dos teores de N, P, K, Ca e Mg ao longo do ciclo vegetativo, uma fatia longitudinal (menos pedúnculo e semente), contendo tecidos de casca e polpa foi utilizada dos frutos.

A determinação dos teores de nutrientes nas folhas e nos frutos foi realizada no Laboratório de Fisiologia e Nutrição Vegetal, junto a Epagri - Estação Experimental de Caçador, SC, segundo a metodologia descrita por Freire (1998). O teor de N foi determinado pelo método semi-micro Kjeldahl. Os teores de P e B foram determinados por espectrofotometria visível e os demais nutrientes por espectrofotometria de absorção atômica.

Em cada safra, os resultados dos teores dos nutrientes nas folhas e nos frutos referem a média de 12 pomares para a cultivar Gala e Fuji, com exceção da cultivar Catarina, com apenas um pomar.

A plena floração da cultivar Catarina ocorreu antes das cultivares Gala e Fuji, nas safras 2004/2005 e 2005/2006 (Tabela 1). Na safra 2004/2005, a antecipação da plena floração da cultivar Catarina foi de seis e 12 dias, em relação às cultivares Gala e Fuji, respectivamente, enquanto na safra 2005/2006, a antecipação da cultivar Catarina foi de sete dias, em relação às cultivares Gala e Fuji.

Tabela 1 - Plena floração das cultivares Catarina, Gala e Fuji, nas safras 2004/2005 e 2005/2006, na região de São Joaquim - SC.

| Cultivar | Plena floração         |                         |
|----------|------------------------|-------------------------|
|          | Safra 2004/2005        | Safra 2005/2006         |
| Catarina | 23 de setembro de 2004 | sete de outubro de 2005 |
| Gala     | 29 de setembro de 2004 | 14 de outubro de 2005   |
| Fuji     | 5 de outubro de 2004   | 14 de outubro de 2005   |

Fonte: CIDASC, Estação de Avisos Fitossanitários – São Joaquim, SC.

No período da plena floração das cultivares Catarina e Gala, a temperatura média de setembro de 2004 foi superior a média dos últimos 51 anos, enquanto na plena floração da cultivar Fuji, a temperatura média de outubro de 2004 foi inferior a média dos últimos 51 anos (Figura 1). Na safra 2005/2006, a temperatura média durante a plena floração das cultivares Catarina, Gala e Fuji foi superior a média dos últimos 51 anos (Figura 1). No verão de 2005, as temperaturas médias dos meses de janeiro e março, foram superiores às médias registradas nos últimos 51 anos no município de São Joaquim (Figura 1).

A precipitação pluviométrica ocorrida nas safras 2004/2005 e 2005/2006 apresentou característica distinta no período monitorado. Na safra 2004/2005, no período da floração da macieira, de setembro a outubro, as precipitações mensais estiveram abaixo da média dos últimos 51 anos, e de janeiro a março de 2005, meses que antecedem a colheita dos frutos, houve um aumento gradual da precipitação pluviométrica. Na safra 2005/2006, na plena floração das cultivares Catarina, Gala e Fuji, a precipitação foi alta no mês de outubro (268,4mm), e entre janeiro e março de 2006, houve uma redução drástica da precipitação mensal, até a colheita dos frutos das três cultivares (Figura 2).

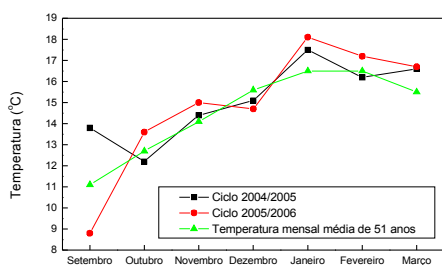


Figura 1 - Temperatura média mensal de setembro a março (nas safras 2004/2005 e 2005/2006) e temperatura média mensal de 51 anos. São Joaquim – SC.

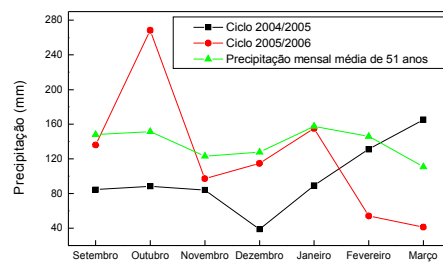


Figura 2 - Precipitação mensal de setembro a março (nas safras 2004/2005 e 2005/2006) e precipitação média mensal de 51 anos. São Joaquim – SC.

Fonte: Epagri, Estação Experimental de São Joaquim – São Joaquim, SC.

## 1.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 1.4.1 Alterações nos teores de nutrientes nas folhas das cultivares Catarina, Gala e Fuji, nas safras 2004/2005 e 2005/2006

Nas safras 2004/2005 e 2005/2006, as cultivares Catarina, Gala e Fuji apresentaram a mesma tendência, com aumento no teor de Ca e Mg e redução nos teores de N, P e K nas folhas (Figura 3).

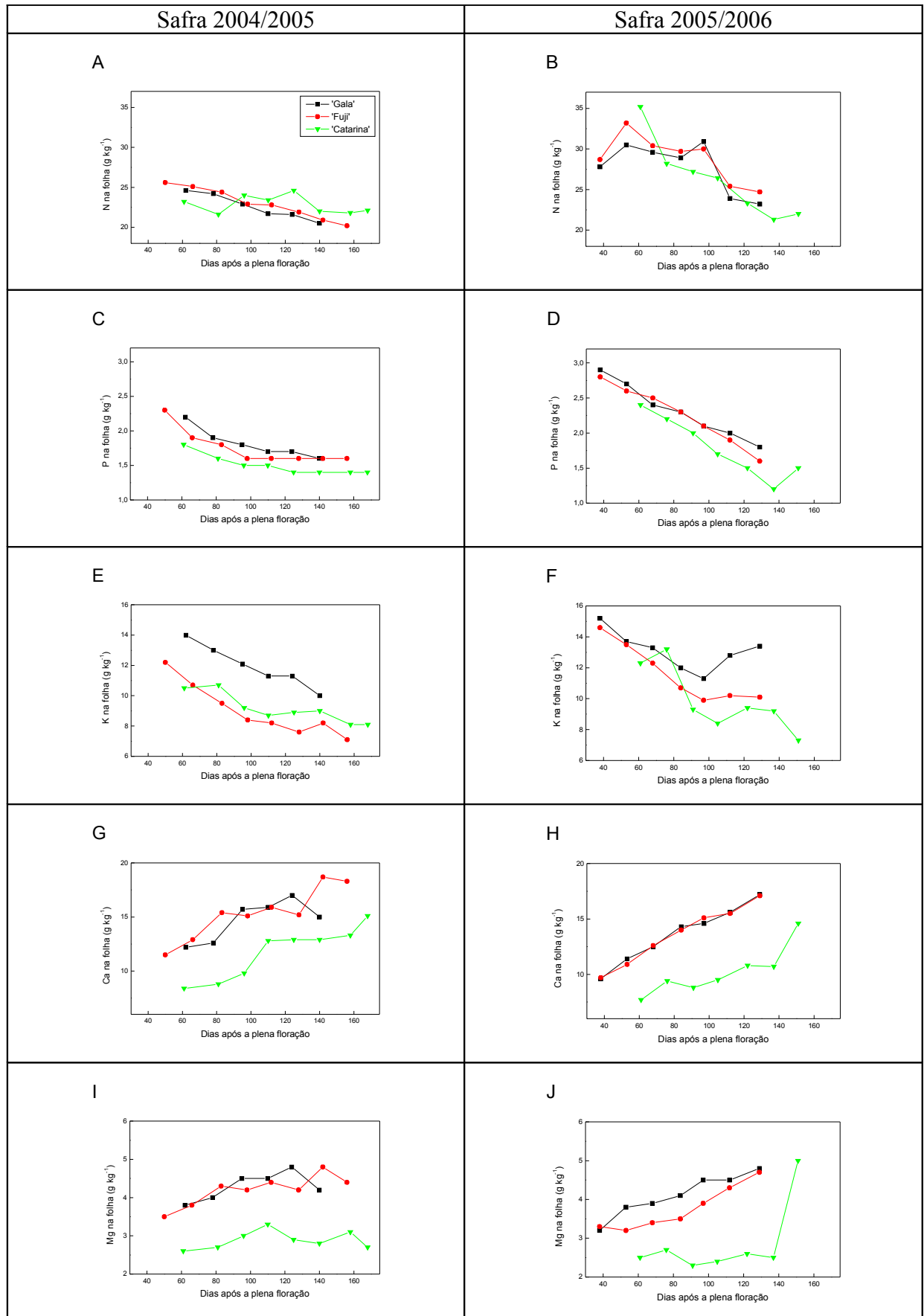


Figura 3 - Alterações nos teores de N (A e B), P (C e D), K (E e F), Ca (G e H) e Mg (I e J) nas folhas das cultivares Catarina, Gala e Fuji, nas safras 2004/2005 e 2005/2006. São Joaquim - SC.

Na safra 2004/2005, o teor de N oscilou nas folhas da cultivar Catarina mas o teor de N no final do monitoramento foi inferior ao teor observado no início da avaliação (Figura 3A). A cultivar Catarina apresentou a menor variação no teor de N, com uma redução de 4,74%. Neste mesmo período, as cultivares Gala e Fuji apresentaram reduções de 16,7 e 21,1% de N, respectivamente. Em macieiras ‘Anna’, a redução no teor foliar de N foi verificada entre 46 e 139 DAPF (CASSIERRA-POSADA ET AL., 2003). Na safra 2005/2006, as cultivares tiveram redução no teor de N (Figura 3B). O teor de N nas folhas, nas três cultivares, foi menor na safra 2004/2005 do que na safra 2005/2006, mas os teores de N foram normais para as duas safras quando considerada a amostragem em janeiro/fevereiro (SUZUKI & BASSO, 2006). A baixa precipitação ocorrida na safra 2004/2005 (Figura 2) pode ter reduzido a disponibilidade de N do solo, para a absorção nas três cultivares, observando-se o oposto no início do ciclo 2005/2006.

Na safra 2004/2005, o teor de P nas folhas apresentou redução até 96 DAPF na ‘Catarina’, 110 DAPF na ‘Gala’ e 112 DAPF na ‘Fuji’, e manteve-se estável até o final da avaliação (Figura 3C). Para a safra 2005/2006, as cultivares Catarina, Gala e Fuji apresentaram redução no teor de P nas folhas até 138 DAPF (Figura 3D).

Nas duas safras, o teor de K no final da avaliação foi menor ao observado no início da avaliação para as três cultivares (Figuras 3E e 3F).

O aumento no teor final de Ca nas folhas das cultivares Catarina, Gala e Fuji foram constatadas nas safras 2004/2005 (Figura 3G) e 2005/2006 (Figura 3H). Na safra 2004/2005, as cultivares apresentaram incrementos maiores de Ca nas folhas até 80 DAPF (Fuji), 120 DAPF (Gala) e 110 DAPF (Catarina). A cultivar Fuji apresentou intervalos de redução e aumento, e posterior redução de Ca nas folhas no período final do monitoramento. O teor de Ca na cultivar Gala caiu após 120 DAPF. A cultivar Catarina apresentou pequeno incremento de Ca no intervalo 110 a 160 DAPF. A pulverização pré-colheita de Ca durante o crescimento dos frutos colaboram no incremento do teor de Ca nas folhas da macieira. Incremento no teor de Ca nas folhas de macieira foi relatado por diversos autores (CASERO ET AL., 1999; CASIERRA-POSADA ET AL., 2003; DRIS & NISKANEN, 2004; NACHTIGALL, 2004; NORTH & WOOLDRIDGE, 2005; NACHTIGALL & DECHEN, 2006; ZHENG ET AL., 2006). Segundo Nachtigall e Dechen (2006), este aumento no teor foliar de Ca está relacionado a sua imobilidade em tecidos vegetais e inexistência de redistribuição para outros órgãos.



Nas safras 2004/2005 e 2005/2006, considerando o teor de Mg no início do período avaliado, o teor no fim do período foi maior nas cultivares Gala e Fuji e Catarina (Figuras 3I e 3J).

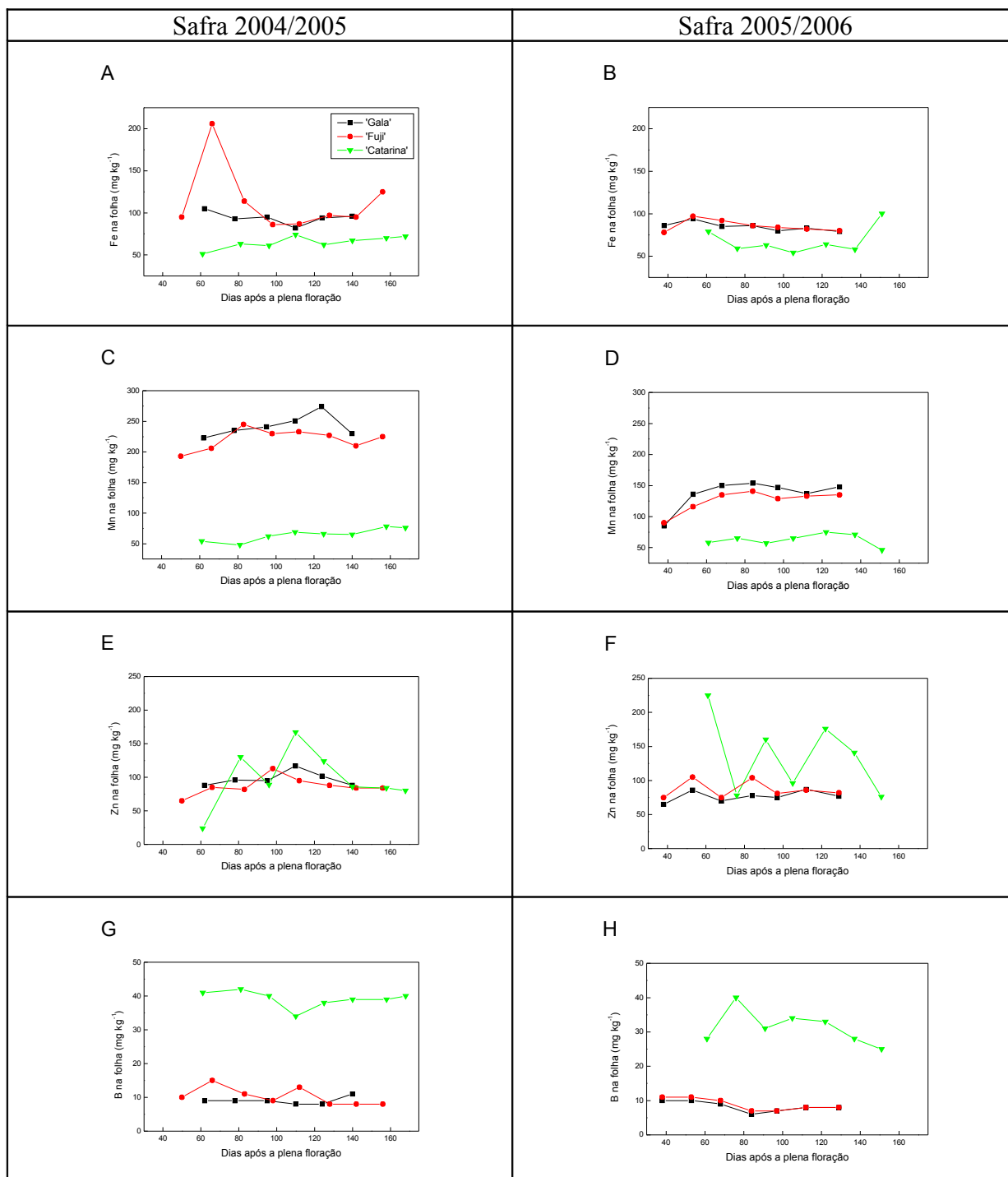


Figura 4 - Alterações nos teores de Fe (A e B), Mn (C e D), Zn (E e F) e B (G e H) nas folhas das cultivares Catarina, Gala e Fuji, nas safras 2004/2005 e 2005/2006. São Joaquim - SC.

Nas folhas, pequena redução no teor final de Fe na cultivar Gala e aumento nas cultivares Catarina e Fuji (Figura 4A). Na safra 2005/2006, ocorreu redução de Fe na cultivar Gala, pouca variação na 'Fuji', e aumento no teor de Fe na cultivar Catarina (Figura 4B).

Na safra 2004/2005, no período avaliado, o teor final de Mn nas folhas foram maiores do que os teores iniciais observados nas cultivares Catarina, Gala e Fuji (Figura 4C). Para a safra 2005/2006, Gala e Fuji apresentaram incremento de Mn, e a cultivar Catarina apresentou redução no teor de Mn quando comparado com o teor no início da avaliação (Figura 4D). A utilização de fungicidas no controle da sarna da macieira durante o ciclo vegetativo aumentou o teor de Mn nas folhas nas cultivares Gala e Fuji.

Na safra 2004/2005, a cultivar Gala apresentou incremento de Zn, mas no final do período monitorado, o teor de Zn reduziu ao nível inicial. As cultivares Catarina e Fuji, após incremento de Zn nas folhas ocorreram reduções mas o teor final foi maior do que no início do monitoramento (Figura 4E). Nas cultivares Gala e Fuji, o teor de Zn sofreu pequenas oscilações ao longo do período mas o teor final foi maior do que o teor inicial, enquanto na cultivar Catarina, a oscilação de Zn nas folhas foi maior e o teor final de Zn foi menor do que o teor inicial (Figura 4F).

Na safra 2004/2005, o teor de B foi mais estável na cultivar Catarina, aumentou na 'Gala' e reduziu na 'Fuji' (Figura 4G). Na safra 2005/2006, o teor final de B nas folhas das cultivares Catarina, Gala e Fuji foram menores aos teores observados no início do monitoramento (Figura 4H).

Nas duas safras, as folhas da cultivar 'Catarina' apresentaram os menores teores de P (Figuras 3C e 3D), Ca (Figuras 3G e 3H) e Mg (Figuras 3I e 3J). Na cultivar Catarina, o teor de K nas folhas foi superior à 'Fuji' e inferior à 'Gala', na safra 2004/2005 (Figura 3E), e inferior à 'Gala' e 'Fuji' na safra 2005/2006 (Figura 3F). Em relação aos micronutrientes, ao longo do ciclo vegetativo, os teores de Fe (Figuras 4A e 4B) e Mn (Figuras 4C e 4D) nas folhas foram menores em 'Catarina', enquanto o teor de B (Figuras 4G e 4H) nas folhas foi superior aos observados em 'Gala' e 'Fuji'.

Estes resultados concordam em parte aos obtidos por Nachtigall e Dechen (2006), que observaram, nas folhas, o aumento nos teores de Ca, Mg e Fe, redução nos teores de N, P, K, Cu e B, e pouca variação nos teores de Mn e Zn, nas cultivares Gala, Fuji e Golden Delicious. Segundo estes autores, as reduções nos teores foliares de N, P e K decorrem do efeito da diluição, com o crescimento das folhas, e da redistribuição destes nutrientes para outros órgãos. Da mesma forma, trabalho conduzido por Casierra-Posada et al. (2003) confirmaram a redução nos teores foliares de N, P, Mg, S e B, na cultivar Anna.

#### 1.4.2 Incremento de massa fresca e conteúdo de Ca nos frutos de maçãs ‘Catarina’, ‘Gala’ e ‘Fuji’, nas safras 2004/2005 e 2005/2006

O aumento de massa fresca dos frutos foi maior nos primeiros 100 DAPF para as três cultivares (Figuras 5A e 5B). A cultivar Catarina apresentou a maior massa final dos frutos, nas safras 2004/2005 (180g) e 2005/2006 (184,8g). Segundo Casero et al. (1999), os incrementos são menores no início do desenvolvimento, aumentaram a partir dos 50 dias e diminuíram no final do ciclo vegetativo.

Nas três cultivares, o conteúdo de Ca nos frutos aumentou até a colheita dos frutos (Figura 5). Este resultado é semelhante ao obtido por Zheng et al. (2006), que observaram aumento na capacidade de acúmulo de Ca ao longo da safra, em oito cultivares de macieiras, com valores variando de 7,47 a 15,5 mg fruto<sup>-1</sup>. Segundo os autores, a maior absorção de Ca para o fruto ocorreu no período inicial, quando comparado com outros estádios de crescimento.

A cultivar Catarina apresentou a maior diferença no conteúdo de Ca nos frutos (na maturação comercial), com 7,4 mg fruto<sup>-1</sup> na safra 2004/2005 e 3,9 mg fruto<sup>-1</sup> na safra 2005/2006. Para a cultivar Gala, o conteúdo de Ca nos frutos foi de 5,8 e 6,8 mg fruto<sup>-1</sup>, e na cultivar Fuji foi de 5,5 e 5,1 mg fruto<sup>-1</sup>, nas safras 2004/2005 e 2005/2006, respectivamente (Figuras 5C e 5D). Segundo Casero et al. (1999), a cultivar Golden Smoothee acumulou 9,17 mg fruto<sup>-1</sup> de Ca, valor superior ao conteúdo de Ca nos frutos das três cultivares avaliadas nas condições deste trabalho.

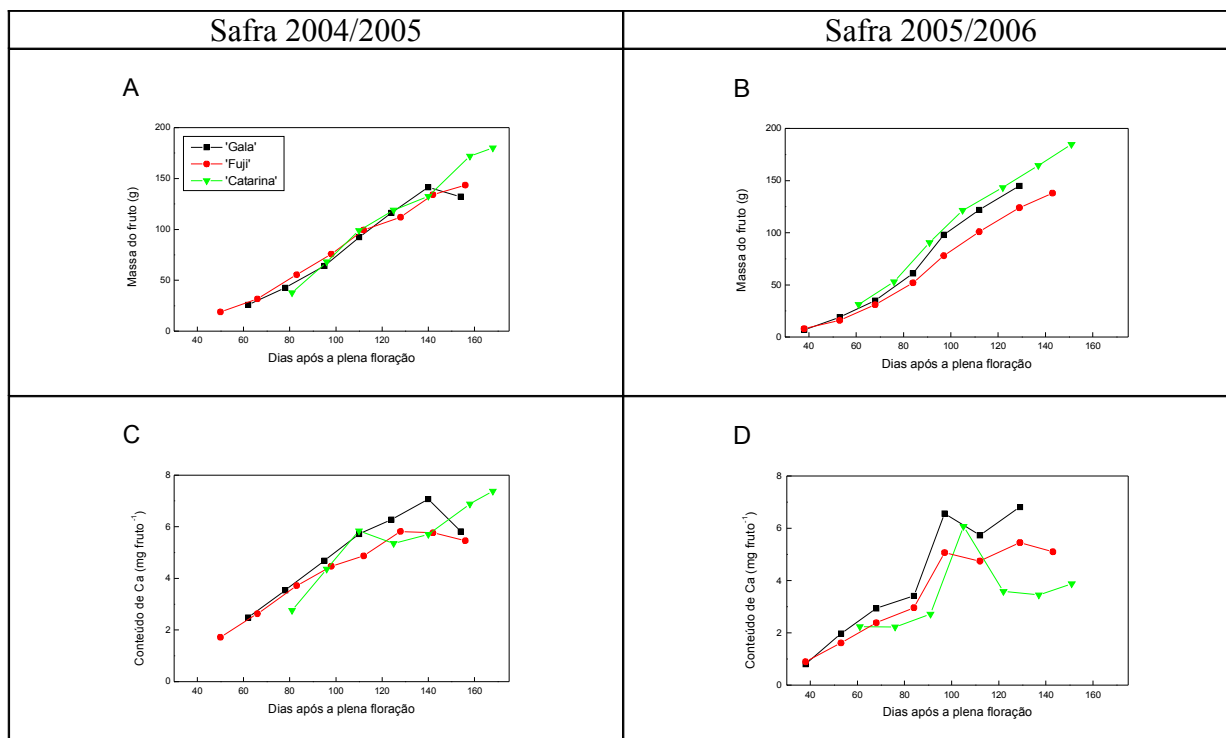


Figura 5 - Incremento de massa fresca (A e B) e conteúdo de Ca (C e D) nos frutos das cultivares Catarina, Gala e Fuji, nas safras 2004/2005 e 2005/2006. São Joaquim - SC.

#### 1.4.3 Alterações nos teores de nutrientes nos frutos de maçãs 'Catarina', 'Gala' e 'Fuji', nas safras 2004/2005 e 2005/2006

A evolução da massa fresca dos frutos de maçãs 'Catarina', 'Gala' e 'Fuji' nas safras 2004/2005 e 2005/2006 (Figuras 5A e 5B) foi acompanhado pela redução nos teores de N, K, Ca e Mg nos frutos (Figura 6). O mesmo comportamento dos nutrientes foi relatado nas cultivares Gala, Fuji e Golden Delicious por Nachtigall e Dechen (2006).

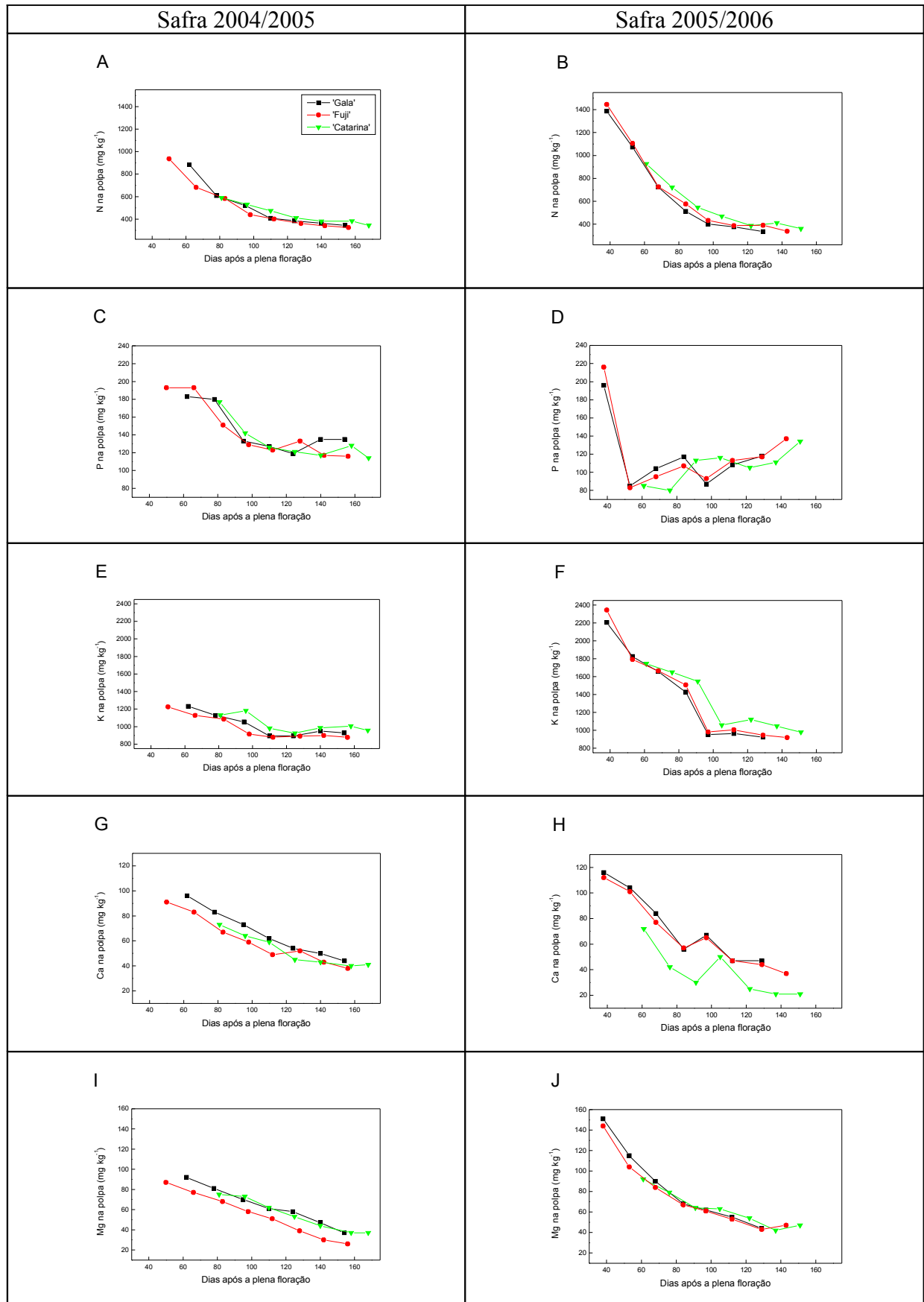


Figura 6 - Alterações nos teores de N (A e B), P (C e D), K (E e F), Ca (G e H) e Mg (I e J) durante o crescimento dos frutos nas cultivares Catarina, Gala e Fuji, nas safras 2004/2005 e 2005/2006. São Joaquim - SC.

Volz et al. (2006) encontrou uma correlação positiva e inversa entre o teor de Ca e peso do fruto. Segundo Saure (2005), a diminuição do teor de Ca com o aumento da massa do fruto continua até a colheita, alcançando níveis muito baixos na polpa do fruto, em média de 30-60 mg kg<sup>-1</sup> de polpa fresca de maçã. De acordo com Zheng et al. (2006), o teor de Ca dilui ou reduz com a expansão do fruto, ao contrário das folhas, ramos e pedúnculos. Segundo Moggia e Pereira (2008), em frutos de maçã com peso entre 25 a 30 g até a colheita, ocorre uma redução média de 50% no teor de Ca.

Zheng et al. (2006) reforçam que as diferenças nos teores de Ca é mais pronunciado em frutos novos. Em 25 de maio, a cultivar Starkrimson apresentou o maior teor de Ca (506,52 mg kg<sup>-1</sup>), seguido das cultivares Gala (394,876 mg kg<sup>-1</sup>) e Fuji (335,693 mg kg<sup>-1</sup>) representando 66,3% do teor de Ca da cultivar Starkrimson).

A redução de Mg nos frutos (Figuras 6I e 6J) observada nas cultivares Catarina, Gala e Fuji, diverge do resultado de Dris e Niskanen (2004), em cultivares Red Atlas, Samo e Jaspi, nas quais houve incremento do teor de Mg.

Os frutos das três cultivares apresentaram a mesma tendência para o teor de P na polpa (Figuras 6C e 6D), diferindo entre as safras, com redução no teor de P na safra 2004/2005 e incremento na safra 2005/2006. Dris e Niskanen (2004) realizaram duas análises consecutivas para a determinação do teor de P nos frutos de maçãs, sendo que duas cultivares apresentaram aumento, uma manteve e duas cultivares apresentaram redução. Monitoramento realizado em frutos de maçãs pelos autores Casierra-Posada et al. (2003) e Nachtigall e Dechen (2006), mostrou redução no teor de P nos frutos.

As relações nutricionais dependem, principalmente, do teor de Ca nos frutos. Assim, quanto menor a diluição do Ca nos frutos durante o ciclo vegetativo, menor o valor das relações nutricionais N/Ca, K/Ca, Mg/Ca e (K+Mg)/Ca (Figura 7).

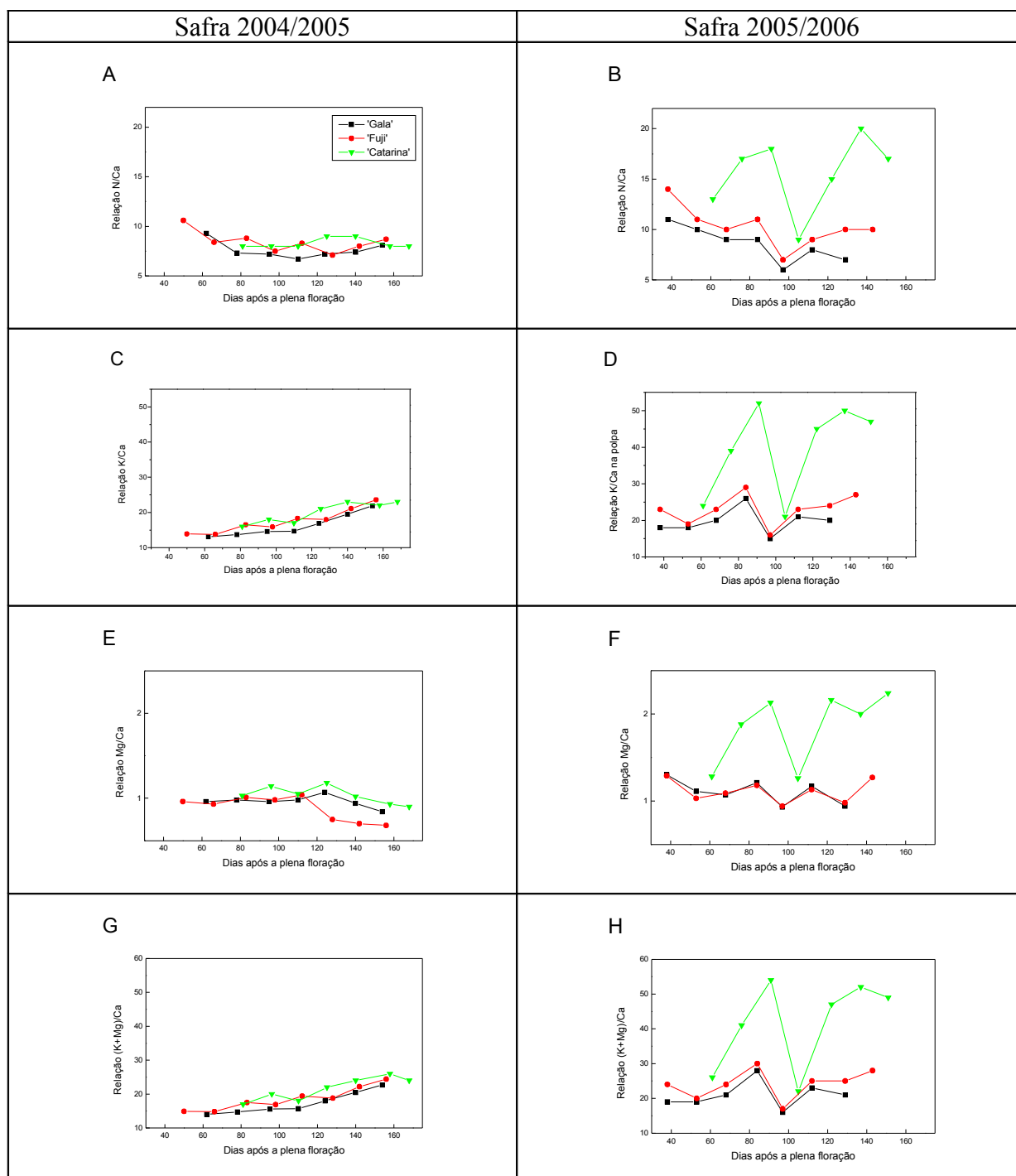


Figura 7 - Relações nutricionais N/Ca (A e B), K/Ca (C e D), Mg/Ca (E e F) e (K+Mg)/Ca (G e H) durante o crescimento dos frutos nas cultivares Catarina, Gala e Fuji, nas safras 2004/2005 e 2005/2006. São Joaquim - SC.

Na safra 2004/2005, a relação N/Ca foi semelhante entre as três cultivares, com valores inferiores ao recomendado para a cultura. A cultivar Catarina teve pouca variação na relação N/Ca, pois o valor inicial e final foi o mesmo, e nas cultivares Gala e Fuji, o valor da relação N/Ca diminuiu durante o intervalo avaliado (Figura 7A). Na safra 2005/2006, a

relação N/Ca diminuiu aos níveis adequados nos frutos das cultivares Gala e Fuji, enquanto na cultivar Catarina, a relação N/Ca aumentou devido a redução no teor de Ca nos frutos, interferindo na qualidade pós-colheita do fruto (Figura 7B).

Nas duas safras, as cultivares Catarina, Gala e Fuji tiveram aumento na relação K/Ca dos frutos (Figuras 7C e 7D). Na safra 2004/2005, a relação K/Ca foi adequado para as cultivares Catarina (23), Gala (22) e Fuji (24), mas na safra 2005/2006, as cultivares Catarina e Fuji apresentaram valor acima do recomendado, 47 e 27, respectivamente.

Na safra 2004/2005, o valor da relação Mg/Ca nos frutos decresceu durante o período nas três cultivares (Figuras 7E). Na safra 2005/2006, a relação Mg/Ca inicial foi igual para as três cultivares (1,3), e durante o monitoramento, aumentou excessivamente na cultivar Catarina (2,2), diminuiu na 'Gala' (0,9) e a 'Fuji' permaneceu inalterado (1,3) (Figura 7F). Resultados recentes comprovam a importância do menor valor da relação Mg/Ca na polpa e na epiderme dos frutos visando a redução da severidade de "bitter pit" em maçãs 'Catarina' (CHAVES, 2005; AMARANTE ET AL., 2006a) e 'Gala' (AMARANTE ET AL., 2006b).

Nas duas safras, a relação (K+Mg)/Ca aumentou nos frutos das três cultivares (Figuras 7G e 7H). Os valores foram ideais na safra 2004/2005, mas na safra 2005/2006, a cultivar Catarina apresentou a relação mais alta entre as cultivares.

Na safra 2004/2005, durante o período de avaliação dos frutos, o teor de Ca na cultivar Catarina foi próximo dos teores apresentadas pelas cultivares Gala e Fuji, favorecendo as relações nutricionais. Segundo Basso (2006), os valores considerados ideais para as relações nutricionais N/Ca e K/Ca, na cultura da macieira são de  $\leq 10$  e  $\leq 25$ , respectivamente.

Mas, na safra 2005/2006, a cultivar Catarina apresentou os maiores valores das relações N/Ca (Figura 7B), K/Ca (Figura 7D), Mg/Ca (Figura 7F) e (K+Mg)/Ca (Figura 7H) nos frutos em virtude do menor teor de Ca, apenas 21 mg kg<sup>-1</sup>. Nestas condições, os frutos da cultivar Catarina apresentam baixa qualidade nutricional (desequilíbrio nutricional) visando uma conservação prolongada e apresentam alto risco de incidência de distúrbios fisiológicos. O aumento no valor das relações K/Ca e (K+Mg)/Ca nos frutos das três cultivares discordam dos resultados de Casierra-Posada et al. (2004). Segundo estes autores, as reduções nos teores de K e Mg, e aumento no teor de Ca nos frutos de 'Anna' causou a redução na relação (K+Mg)/Ca.



## **CONCLUSÕES**

Entre as cultivares Catarina, Gala e Fuji, a ‘Catarina’ requer maior atenção na nutrição mineral de cálcio visando à prevenção de distúrbios fisiológicos.

## **CAPÍTULO 2. CONTROLE DE “BITTER PIT” E PRESERVAÇÃO DA QUALIDADE DO FRUTO EM MAÇÃS ‘CATARINA’ PELA PULVERIZAÇÃO PRÉ-COLHEITA COM FONTES DE CÁLCIO.**

### **2.1 RESUMO**

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da pulverização pré-colheita com diversas fontes de Ca no controle de “bitter pit” e na preservação da qualidade em maçãs ‘Catarina’. O experimento foi conduzido em pomar comercial, em São Joaquim, SC, durante três safras (2004/2005, 2005/2006 e 2006/2007). O delineamento experimental utilizado foi blocos casualizados, com quatro repetições e cinco a seis plantas úteis por parcela. As fontes testadas foram Calboron,  $\text{CaCl}_2$ , Sett, Aminolom Floración, Max Fruit, S-CaB, Cal Super, Wuxal Cálcio, Orgasol Ca, CalSOL 15 e Coda-Ca-L + CodaSal-Plus 2000. Realizaram-se avaliações de incidência inicial de “bitter pit” em pré-colheita, de atributos nutricionais em folhas e frutos, dos atributos qualitativos dos frutos e de severidade inicial (após a colheita) e severidade final (após o armazenamento). Na testemunha (sem fonte de Ca), 23,9% e 45,5% dos frutos apresentaram sintoma de “bitter pit”, nas safras 2005/2006 e 2006/2007, respectivamente. A incidência de “bitter pit” foi reduzido com os tratamentos Calboron, Sett,  $\text{CaCl}_2$  na safra 2005/2006 e  $\text{CaCl}_2$  e CalSOL 15 (10 e 15 aplicações) na safra 2006/2007. Os teores de N, P e K nas folhas não foram afetados pelas fontes de Ca. Das três safras, apenas na safra 2006/2007, o teor de Ca nas folhas aumentou com o tratamento CalSOL 15 (15 aplicações). Na safra 2004/2005, o teor de Ca aumentou com os tratamentos Calboron +  $\text{CaCl}_2$ , Sett,  $\text{CaCl}_2$ , Calboron e S-CaB. Na safra 2005/2006, os tratamentos não afetaram a severidade de ‘bitter pit’ nos frutos. Na safra 2006/2007, o tratamento  $\text{CaCl}_2$  reduziu a severidade final dos frutos armazenados. Os tratamentos de Ca não influíram nos atributos qualitativos dos frutos.

**Palavras-chave:** *Malus domestica*. Nutrição. Distúrbios fisiológicos. Fruto. Atributos qualitativos.

## 2.2 INTRODUÇÃO

O Brasil, em curto espaço de tempo, passou de um país importador para auto-suficiente e exportador mundial de maçãs. No mercado interno, a oferta de maçã é controlada com o escalonamento da colheita, entre cultivares de ciclo precoce, intermediário e de ciclo tardio, e pelo armazenamento dos frutos excedentes.

Os distúrbios fisiológicos são uma das principais causas de perdas e danos nos frutos, e aparecem antes, durante e após o armazenamento, devido a defeitos metabólicos, que são causados pelo ambiente e condição nutricional inadequados. Segundo Kays (1999), as deficiências de macronutrientes e micronutrientes e acúmulo de toxinas resultam em alterações na coloração, formato e tamanho do fruto. Eles reduzem o potencial de armazenamento e qualidade de consumo.

Na cultura da macieira, o nutriente Ca está relacionado com a qualidade pós-colheita dos frutos e a vários distúrbios, principalmente o “bitter pit”. Estes compreendem as modificações que ocorrem devido às alterações no metabolismo normal ou na integridade estrutural dos tecidos, quer seja por transformações internas ou por condições externas desfavoráveis (IUCHI ET AL., 2001).

A deficiência de Ca e desequilíbrios nutricionais nos frutos impedem a permeabilidade seletiva das membranas celulares que levam ao dano e necrose das células (IUCHI ET AL., 2001). De acordo com Fallahi et al. (1997), o “bitter pit” em maçãs pode ser minimizado com teores de Ca na polpa superiores a 250 mg kg<sup>-1</sup> (base em massa seca). Dris e Niskanen (1999) afirmam que em cultivares com teores de Ca inferiores a 45 mg kg<sup>-1</sup> (base em massa fresca), os frutos foram susceptíveis ao “bitter pit”. Segundo estes mesmos autores, em adição à concentração de nutrientes na polpa do fruto, é importante as relações nutricionais na capacidade de armazenamento dos frutos. Os teores ideais de minerais (base em massa fresca) em maçãs são 90 a 110 mg kg<sup>-1</sup> de P (JOHNSON, 1993), ≤950 mg kg<sup>-1</sup> de K (TERBLANCHE, 1981), ≥60 mg kg<sup>-1</sup> de Ca (PERRING, 1979) e ≤40 mg kg<sup>-1</sup> de Mg (TERBLANCHE, 1981). A qualidade de maçãs, geralmente, é reduzida pelos altos teores de N, K e Mg, e baixos teores de Ca e P no tecido do fruto (BRAMLAGE, 1993, citado por PALMER & DRYDEN, 2006). Segundo Amarante et al. (2006a), frutos da cultivar Catarina com valores altos das relações nutricionais Mg/Ca, (K+Mg)/Ca e (K+Mg+N)/Ca na epiderme são mais propícios a incidência de “bitter pit”.

Em pomares comerciais de maçã, a pulverização pré-colheita de Ca é uma prática comum na prevenção de “bitter pit”. A eficiência da pulverização pré-colheita de Ca depende

da susceptibilidade das cultivares (MOOR ET AL., 2006a; 2006b), das condições climáticas (WESTWOOD, 1993; TOMALA & SOSKA, 2004; LANAUSKAS & KVIKLIENĖ, 2005; MOOR ET AL., 2006b), do número de aplicações (KADIR, 2005), da quantidade de Ca aplicado nas pulverizações (ROSENBERGER ET AL., 2004), da época de aplicação (NEILSEN ET AL., 2005; DOMAGALA-ŚWIATKIEWICZ & BLASZCZYK, 2007) e, principalmente, das fontes de Ca (KATSURAYAMA & NAVA, 2004; LÖTZE ET AL., 2008). Segundo Rosenberger et al. (2004), a pulverização pré-colheita de Ca em doses inferiores a 3,03 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> não reduziu a incidência de “bitter pit” em maçãs ‘Honeycrisp’, mas a partir da dose de 3,25 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, a incidência de “bitter pit” foi menor na colheita.

As fontes de Ca mais utilizadas no controle de “bitter pit” em pulverização pré-colheita são cloreto de cálcio (ROSENBERGER ET AL., 2004; TELIAS ET AL., 2006; PERYEA ET AL., 2007; LÖTZE & THERON, 2007), nitrato de cálcio (TELIAS ET AL., 2006; LÖTZE & THERON, 2007) ou a combinação de cloreto de cálcio e nitrato de cálcio (MOOR ET AL., 2006b).

Também, vários resultados de pesquisa têm relacionado o mineral Ca com a preservação ou melhoria da qualidade dos frutos (DRIS & NISKANEN, 1999), como no prolongamento da conservação refrigerada (DRIS & NISKANEN, 1999; KADIR, 2005).

O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos da pulverização pré-colheita com diferentes fontes de Ca no controle de “bitter pit” e na preservação da qualidade de maçãs ‘Catarina’.

## 2.3 MATERIAL E MÉTODOS

Os três experimentos foram conduzidos no município de São Joaquim (SC), durante as safras de 2004/2005, 2005/2006 e 2006/2007, com a cultivar Catarina, sobre o porta-enxerto Marubakaido, com inter-enxerto de M.9 (20cm de comprimento), em pomar comercial implantado no ano de 2001, em um espaçamento de 5x1m, com 2.000 plantas por hectare.

As propriedades químicas e físicas do solo da área experimental, na profundidade de zero a 20cm são apresentadas na Tabela 2. Segundo a interpretação da Comissão de Química e Fertilidade do Solo (CQFS, 2004), a área possui textura argilosa, alto teor de matéria orgânica, acidez do solo neutralizada, baixa disponibilidade de P, boa disponibilidade de K e alta disponibilidade de Ca e Mg, e baixa relação Ca/Mg.

Tabela 2 - Análise física e química do solo da área experimental. São Joaquim - SC, 2004.

| Argila                        | M.O. | pH<br>H <sub>2</sub> O | pH<br>SMP | P   | K                               | Al                                             | Ca  | Mg  | Ca/Mg |
|-------------------------------|------|------------------------|-----------|-----|---------------------------------|------------------------------------------------|-----|-----|-------|
| -----g dm <sup>-3</sup> ----- |      |                        |           |     | ----- mg dm <sup>-3</sup> ----- | ----- cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> ----- |     |     |       |
| 435                           | 57   | 6,5                    | 6,8       | 3,4 | 165                             | 0                                              | 8,8 | 6,9 | 1,3   |

O delineamento experimental adotado foi blocos ao acaso, com quatro repetições, sendo as parcelas compostas de cinco a seis plantas úteis com uma planta de bordadura em cada extremidade da parcela.

Na safra 2004/2005, o intervalo entre as aplicações dos tratamentos foi de 14 dias e para as safras 2005/2006 e 2006/2007, foi de 10 dias.

As aplicações foram realizadas manualmente, com uma bomba estacionária, pressão de 200 lb pol<sup>-1</sup>, e volume de calda de 1000L ha<sup>-1</sup> na safra 2004/2005 e 1200L ha<sup>-1</sup> nas safras 2005/2006 e 2006/2007.

Os tratamentos avaliados na safra 2004/2005 foram: T1 – Testemunha (sem pulverização pré-colheita de Ca); T2 – Calboron (quatro aplicações de 4,0 kg ha<sup>-1</sup>) + CaCl<sub>2</sub> ‘escama’ (sete aplicações a 0,6 %) + Calboron (uma aplicação de 4,0 kg ha<sup>-1</sup>); T3 – Sett (12 aplicações de 3,0 L ha<sup>-1</sup>); T4 – CaCl<sub>2</sub> ‘escama’ (duas aplicações a 0,3% + 10 aplicações a 0,6%); T5 – Calboron (quatro aplicações de 4,0 kg ha<sup>-1</sup> + sete aplicações de 3,0 kg ha<sup>-1</sup> + uma aplicação de 4,0 kg ha<sup>-1</sup>); T6 – Aminolom Floración (12 aplicações de 3,0 L ha<sup>-1</sup>); T7 – Max Fruit (12 aplicações de 3,0 L ha<sup>-1</sup>); e T8 – S-CaB (12 aplicações de 1,0 kg ha<sup>-1</sup>).

Na safra 2005/2006 foram utilizados os seguintes tratamentos: T1 – Testemunha (sem pulverização pré-colheita de Ca); T2 – Calboron (15 aplicações de 3 kg ha<sup>-1</sup>); T3 – Sett (15 aplicações de 3 L ha<sup>-1</sup>); T4 – CaCl<sub>2</sub> ‘escama’ (duas aplicações a 0,4% + 13 aplicações a 0,6%); T5 – Cal Super (15 aplicações de 2 L ha<sup>-1</sup>); T6 – Cal Super (15 aplicações de 3 L ha<sup>-1</sup>); T7 – Cal Super (15 aplicações de 4 L ha<sup>-1</sup>); T8 – Wuxal Cálcio (15 aplicações de 1 L ha<sup>-1</sup>); e T9 – Orgasol Ca (10 aplicações de 1 L ha<sup>-1</sup>).

E na safra 2006/2007: T1 – Testemunha (sem pulverização pré-colheita de Ca); T2 – CalSOL 15 (CaCl<sub>2</sub> líquido, com cinco aplicações de 3 L ha<sup>-1</sup>, no terço final de crescimento dos frutos); T3 – CalSOL 15 (10 aplicações de 3 L ha<sup>-1</sup>, nos dois terços finais de crescimento dos frutos); T4 – CaCl<sub>2</sub> (formulação farelado/pó, com duas aplicações a 0,4% + 13 aplicações a 0,6%); T5 – Cal Super (15 aplicações de 2 L ha<sup>-1</sup>); T6 – Cal Super (15 aplicações de 3 L ha<sup>-1</sup>); T7 – Cal Super (15 aplicações de 4 L ha<sup>-1</sup>); T8 – CalSOL 15 (15 aplicações de 3 L ha<sup>-1</sup>, distribuídas ao longo de todo o período de crescimento dos frutos); e T9 – Coda-Ca-L (10

pulverizações de 1 L ha<sup>-1</sup>) + CodaSal-Plus 2000 (via solo, com duas aplicações de 5 L ha<sup>-1</sup> + 15 aplicações de 2 L ha<sup>-1</sup>).

Na Tabela 3 são listados os produtos comerciais testados na pulverização pré-colheita da cultivar Catarina durante as safras 2004/2005 a 2006/2007, concentração de nutrientes e tipo de formulação.

Tabela 3 - Produtos comerciais testados nas safras 2004/2005 a 2006/2007, tipo de formulação e concentração de nutrientes. São Joaquim - SC.

| Produtos comerciais | Formulação  | Concentração de nutrientes (%) | Safras de utilização do produto |
|---------------------|-------------|--------------------------------|---------------------------------|
| Calboron            | Pó molhável | 25% de Ca + 1% de B            | 2004/05 e 2005/06               |
| CaCl <sub>2</sub>   | Escama      | 27% de Ca                      | 2004/05 e 2005/06               |
| Sett                | Líquida     | 8% de Ca + 2% de B             | 2004/05 e 2005/06               |
| Aminolom Floración  | Líquida     | 7,1% de Ca + 0,5% de B         | 2004/05                         |
| Max Fruit           | Líquida     | 7,5% de Ca                     | 2004/05                         |
| S-CaB               | Pó molhável | 20% de Ca                      | 2004/05                         |
| Cal Super           | Líquida     | 25% de Ca                      | 2005/06 e 2006/07               |
| Wuxal Cálcio        | Líquida     | 10,7% de Ca                    | 2005/06                         |
| Orgasol Ca          | Líquida     | 10% de Ca                      | 2005/06                         |
| CalSOL 15           | Líquida     | 15% de Ca                      | 2006/07                         |
| CaCl <sub>2</sub>   | Farelado/pó | 27% de Ca                      | 2006/07                         |
| Coda-Ca-L           | Líquida     | 9% de Ca                       | 2006/07                         |
| CodaSal-Plus 2000*  | Líquida     | 14,5% de Ca                    | 2006/07                         |

\*Produto aplicado via solo

Para avaliar a eficiência das fontes de cálcio no controle de “bitter pit” foram realizadas análises de tecido foliar, análise mineral da polpa, determinação da incidência e severidade de “bitter pit” nos frutos, bem como avaliação dos atributos qualitativos logo após a colheita dos frutos de ‘Catarina’.

Para as três safras (de 2004/2005 a 2006/2007), coletaram-se 40 folhas por parcela experimental segundo a recomendação do CQFS (2004). As folhas foram secadas na temperatura de 65°C, durante 24 h, em estufa com ventilação forçada, moídas e encaminhadas para a determinação dos teores de N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, B e Zn no Laboratório de Fisiologia e Nutrição Vegetal, junto à Estação Experimental da Epagri em Caçador, SC. O teor de N foi determinado pelo método semi-micro Kjeldahl. Os teores de P e B foram

determinados por espectrofotometria visível e os demais nutrientes por espectrofotometria de absorção atômica.

Antes da colheita da cultivar Catarina, nas safras 2005/2006 e 2006/2007, foram quantificados os frutos com e sem sintoma de “bitter pit” nas plantas úteis da parcela dos tratamentos para a determinação percentual da incidência inicial em pré-colheita. A contagem total dos frutos com e sem sintoma de “bitter pit” foi realizada nos dias 7 e 8 de março, na safra 2005/2006, e nos dias 8 e 18 de março, na safra 2006/2007.

Nas parcelas experimentais, sete a 10 dias antes da colheita comercial da cultivar Catarina, frutos de tamanho representativo, totalizando 30 frutos na safra 2004/2005, 35 frutos na safra 2005/2006 e 50 frutos na safra 2006/2007 foram colhidos para avaliação dos atributos qualitativos, atributos nutricionais e conservação dos frutos. Também, estas amostras foram utilizadas para a determinação do peso médio dos frutos nas parcelas e determinação do rendimento de frutos nos tratamentos.

A determinação do índice de iodo-amido foi realizado em 10 frutos, cortados transversalmente e imerso em solução de iodeto de prata, leitura em escala de 1 a 5 pontos, onde 1 indica a menor e 5 a maior conversão de amido para açúcar (GIRARDI ET AL., 2004). A firmeza da polpa foi determinada em 10 frutos, duas medições em lados opostos por fruto, com penetrômetro Effegi FT 327, ponteira de 11,1 mm de diâmetro e 7,9mm de penetração na polpa, e os resultados expressos em Newton. O teor de sólidos solúveis (SS) foi medido com refratômetro digital (Atago, Japão) e os resultados expressos em °Brix. A acidez titulável (AT) foi determinada em amostras compostas de suco de cinco frutos por titulometria de neutralização com NaOH 0,1N até pH 8,2. A área superficial vermelha dos frutos foi determinada visualmente em 10 frutos, onde a área superficial vermelha foi dividida em quatro escalas, de zero a 25%, 26 a 50%, 51 a 75% e 76 a 100% de cor vermelha.

Uma fatia longitudinal (menos pedúnculo e semente), contendo tecidos de casca e polpa foi utilizada para a determinação dos nutrientes N, P, K, Ca e Mg nos frutos, sendo realizada no Laboratório de Fisiologia e Nutrição Vegetal, junto à Estação Experimental da Epagri em Caçador, SC.

As manchas de “bitter pit” nos frutos foram quantificadas após a colheita e após a retirada dos frutos da câmara fria, determinando o número médio de “bitter pit” nos tratamentos. Os frutos de maçãs ‘Catarina’ foram armazenados a uma temperatura de 0°C e 95 a 100% de umidade relativa do ar por três meses (safra 2005/2006) e cinco meses (safra 2006/2007) para avaliar as fontes de cálcio sobre a severidade (número de manchas/fruto) de “bitter pit” durante a conservação refrigerada. Para isto, foram utilizados cinco frutos por

parcela experimental na safra 2005/2006 e 20 frutos por parcela experimental na safra 2006/2007.

Os dados obtidos foram submetidos à análise estatística utilizando o programa SAS, versão 6.12 (SAS Institute, Inc.). Foi realizada análise de variância (ANOVA) e teste de comparação de médias (Tukey,  $P < 0,05$ ) para as variáveis analisadas.

## 2.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 2.4.1 Atributos nutricionais nas folhas de macieira ‘Catarina’, nas safras 2004/2005, 2005/2006 e 2006/2007

Nas safras 2004/2005 e 2005/2006, os teores de N, P, K, Ca e Mg nas folhas não foram influenciados pela pulverização pré-colheita com os tratamentos de Ca (Tabelas 4 e 5) e na safra 2006/2007, os tratamentos não afetaram os teores de N, P e K, entretanto o tratamento CalSOL 15 (15 aplicações) afetou o teor de Ca e os tratamentos  $\text{CaCl}_2$ , Cal Super ( $4 \text{ L ha}^{-1}$ ), CalSOL (5, 10 e 15 aplicações) e Coda-Ca-L + CodaSal-Plus 2000 afetaram o teor de Mg nas folhas (Tabela 6). Segundo Suzuki e Basso (2006), os teores médios de N nas folhas nas safras 2004/2005 ( $18,9 \text{ g kg}^{-1}$ ), 2005/2006 ( $24,7 \text{ g kg}^{-1}$ ) e 2006/2007 ( $26,5 \text{ g kg}^{-1}$ ) indicam teores abaixo do normal, normal e acima do normal, respectivamente. Enquanto, os teores médios de P e K nas folhas foram normal e abaixo do normal, respectivamente, para as três safras.



Tabela 4 - Teores de N, P, K, Ca e Mg em folhas de macieiras ‘Catarina’. São Joaquim - SC, safra 2004/2005.

| Tratamentos | N                  | P    | K    | Ca    | Mg   |
|-------------|--------------------|------|------|-------|------|
|             | g kg <sup>-1</sup> |      |      |       |      |
| 1           | 19,2a              | 1,5a | 8,6a | 11,5a | 3,6a |
| 2           | 19,1a              | 1,4a | 7,2a | 13,3a | 4,0a |
| 3           | 20,0a              | 1,4a | 8,3a | 12,9a | 3,9a |
| 4           | 18,4a              | 1,4a | 7,9a | 13,5a | 3,9a |
| 5           | 18,0a              | 1,6a | 8,1a | 13,4a | 4,2a |
| 6           | 19,9a              | 1,6a | 8,8a | 12,4a | 3,8a |
| 7           | 18,1a              | 1,6a | 8,2a | 12,3a | 3,9a |
| 8           | 18,7a              | 1,7a | 8,4a | 12,3a | 4,1a |
| Média       | 18,9               | 1,5  | 8,2  | 12,7  | 3,9  |
| CV (%)      | 12,0               | 12,0 | 20,8 | 8,2   | 13,0 |

1 – Testemunha; 2 – Calboron (quatro aplicações de 4,0 kg ha<sup>-1</sup>) + CaCl<sub>2</sub> (sete aplicações a 0,6 %) + Calboron (uma aplicação de 4,0 kg ha<sup>-1</sup>); 3 – Sett (12 aplicações de 3,0 L ha<sup>-1</sup>); 4 – CaCl<sub>2</sub> (duas aplicações a 0,3% + 10 aplicações a 0,6%); 5 – Calboron (quatro aplicações de 4,0 kg ha<sup>-1</sup> + sete aplicações de 3,0 kg ha<sup>-1</sup> + uma aplicação de 4,0 kg ha<sup>-1</sup>); 6 – Aminolom Floración (12 aplicações de 3,0 L ha<sup>-1</sup>); 7 – Max Fruit (12 aplicações de 3,0 L ha<sup>-1</sup>); 8 – S-CaB (12 aplicações de 1,0 kg ha<sup>-1</sup>). Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Tabela 5 - Teores de N, P, K, Ca e Mg em folhas de macieiras ‘Catarina’. São Joaquim - SC, safra 2005/2006.

| Tratamentos | N                  | P    | K     | Ca    | Mg   |
|-------------|--------------------|------|-------|-------|------|
|             | g kg <sup>-1</sup> |      |       |       |      |
| 1           | 24,9a              | 1,8a | 10,2a | 13,0a | 4,6a |
| 2           | 24,9a              | 1,8a | 9,0a  | 15,2a | 5,3a |
| 3           | 26,2a              | 1,8a | 9,5a  | 14,8a | 4,9a |
| 4           | 22,6a              | 1,6a | 8,1a  | 14,5a | 4,3a |
| 5           | 24,0a              | 1,8a | 9,4a  | 14,1a | 4,7a |
| 6           | 25,7a              | 2,0a | 9,2a  | 14,7a | 5,2a |
| 7           | 24,9a              | 2,0a | 9,3a  | 14,9a | 4,9a |
| 8           | 24,5a              | 1,9a | 9,8a  | 14,6a | 5,1a |
| 9           | 24,4a              | 1,9a | 8,6a  | 13,8a | 5,2a |
| Média       | 24,7               | 1,8  | 9,2   | 14,4  | 4,9  |
| CV (%)      | 6,2                | 10,8 | 14,2  | 8,6   | 10,8 |

1 – Testemunha; 2 – Calboron (15 aplicações de 3,0 kg ha<sup>-1</sup>); 3 – Sett (15 aplicações de 3 L ha<sup>-1</sup>); 4 – CaCl<sub>2</sub> (duas aplicações a 0,4 % + 13 aplicações a 0,6%); 5 – Cal Super (15 aplicações de 2 L ha<sup>-1</sup>); 6 – Cal Super (15 aplicações de 3 L ha<sup>-1</sup>); 7 – Cal Super (15 aplicações de 4 L ha<sup>-1</sup>); 8 – Wuxal Cálcio (15 aplicações de 1 L ha<sup>-1</sup>); T9 – Orgasol Ca (10 aplicações de 1 L ha<sup>-1</sup>). Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Tabela 6 - Teores de N, P, K, Ca e Mg em folhas de macieiras ‘Catarina’. São Joaquim - SC, safra 2006/2007.

| Tratamentos | N                  | P    | K    | Ca     | Mg    |
|-------------|--------------------|------|------|--------|-------|
|             | g kg <sup>-1</sup> |      |      |        |       |
| 1           | 26,8a              | 1,9a | 8,8a | 11,0b  | 5,3ab |
| 2           | 27,9a              | 1,8a | 7,3a | 11,1b  | 4,5b  |
| 3           | 27,6a              | 1,9a | 8,1a | 11,9ab | 4,4b  |
| 4           | 24,8a              | 2,1a | 9,5a | 11,0b  | 5,6a  |
| 5           | 25,0a              | 1,6a | 8,0a | 12,0ab | 4,8ab |
| 6           | 26,8a              | 1,9a | 9,3a | 11,5ab | 5,4ab |
| 7           | 26,5a              | 2,0a | 9,1a | 11,3ab | 5,7a  |
| 8           | 26,4a              | 1,7a | 8,4a | 13,2a  | 4,4b  |
| 9           | 26,7a              | 2,0a | 8,6a | 10,5b  | 4,4b  |
| Média       | 26,5               | 1,9  | 8,6  | 11,5   | 4,9   |
| CV (%)      | 5,4                | 10,7 | 12,2 | 7,3    | 8,7   |

1 – Testemunha; 2 – CalSOL 15 (CaCl<sub>2</sub> líquido, cinco aplicações de 3 L ha<sup>-1</sup>); 3 – CalSOL 15 (10 aplicações de 3 L ha<sup>-1</sup>); 4 – CaCl<sub>2</sub> (duas aplicações a 0,4% + 13 aplicações a 0,6%); 5 – Cal Super (15 aplicações de 2 L ha<sup>-1</sup>); 6 – Cal Super (15 aplicações de 3 L ha<sup>-1</sup>); 7 – Cal Super (15 aplicações de 4 L ha<sup>-1</sup>); 8 – CalSOL 15 (15 aplicações de 3 L ha<sup>-1</sup>); 9 – Coda-Ca-L (10 aplicações de 1 L ha<sup>-1</sup>) + CodaSal-Plus 2000 (duas aplicações de 5 L ha<sup>-1</sup> + 15 aplicações de 2 L ha<sup>-1</sup>). Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Na safra 2006/2007, o teor de Ca nas folhas do tratamento CalSOL 15 (15 aplicações) foi maior do que os tratamentos testemunha, CalSOL 15 (cinco aplicações), CaCl<sub>2</sub> e Coda-Ca-L + CodaSal-Plus 2000 (Tabela 6). O aumento no teor de Ca observado nas folhas com o tratamento CalSOL 15 (15 aplicações), devido à baixa mobilidade do Ca no floema, não afetou o teor de Ca nos frutos de ‘Catarina’ (Tabela 12). Segundo Cain e Boynton (1948) citados por Shear e Faust (1970), o Ca é transportado preferencialmente para as folhas novas, mas as folhas maduras acumulam Ca proporcionalmente a sua idade. Moor et al. (2006b) concluíram que os teores dos elementos minerais em folhas não apresentam correlação positiva com os teores dos elementos minerais nos frutos. Fallahi et al. (1997) complementa, o teor de Ca nos frutos correlaciona-se mais fortemente com a incidência de “bitter pit” do que o teor de Ca nas folhas.

Na safra 2006/2007, os tratamentos com as fontes CalSOL 15 (cinco, 10 e 15 aplicações) e Coda-Ca-L + CodaSal-Plus 2000 apresentaram o menor teor de Mg, diferindo dos tratamentos CaCl<sub>2</sub> e Cal Super (4 L ha<sup>-1</sup>), que apresentaram o maior teor de Mg nas folhas (Tabela 6).

As fontes de Ca não tiveram efeito sobre os teores foliares de Fe e Cu, mas modificaram os teores foliares de Mn (safra 2006/2007), Zn (safra 2005/2006 e 2006/2007) e

B (safras 2004/2005, 2005/2006 e 2006/2007) (Tabelas 7, 8 e 9). Segundo Suzuki e Basso (2006), teores de Fe de 50 a 250 mg kg<sup>-1</sup> e de Cu de 5 a 30 mg kg<sup>-1</sup> nas folhas são considerados normais para a macieira. Nas três safras, os teores médios de Fe e Cu dos tratamentos foram normais para a cultura da macieira.

Tabela 7 - Teores de Fe, Mn, Zn, Cu e B em folhas de macieiras 'Catarina'. São Joaquim - SC, safra 2004/2005.

| Tratamentos | Fe                  | Mn   | Zn  | Cu   | B    |
|-------------|---------------------|------|-----|------|------|
|             | mg kg <sup>-1</sup> |      |     |      |      |
| 1           | 65a                 | 193a | 50a | 10a  | 22b  |
| 2           | 61a                 | 224a | 51a | 12a  | 25ab |
| 3           | 61a                 | 207a | 45a | 10a  | 31a  |
| 4           | 66a                 | 196a | 45a | 9a   | 23b  |
| 5           | 67a                 | 191a | 47a | 9a   | 30a  |
| 6           | 66a                 | 202a | 48a | 9a   | 23b  |
| 7           | 68a                 | 192a | 47a | 9a   | 28ab |
| 8           | 66a                 | 200a | 50a | 9a   | 23b  |
| Média       | 65                  | 201  | 48  | 10   | 26   |
| CV (%)      | 9,6                 | 13,3 | 7,5 | 19,3 | 10,3 |

1 – Testemunha; 2 – Calboron (quatro aplicações de 4,0 kg ha<sup>-1</sup>) + CaCl<sub>2</sub> (sete aplicações a 0,6%) + Calboron (uma aplicação de 4,0 kg ha<sup>-1</sup>); 3 – Sett (12 aplicações de 3,0 L ha<sup>-1</sup>); 4 – CaCl<sub>2</sub> (duas aplicações a 0,3% + 10 aplicações a 0,6%); 5 – Calboron (quatro aplicações de 4,0 kg ha<sup>-1</sup> + sete aplicações de 3,0 kg ha<sup>-1</sup> + uma aplicação de 4,0 kg ha<sup>-1</sup>); 6 – Aminolom Floración (12 aplicações de 3,0 L ha<sup>-1</sup>); 7 – Max Fruit (12 aplicações de 3,0 L ha<sup>-1</sup>); 8 – S-CaB (12 aplicações de 1,0 kg ha<sup>-1</sup>). Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Tabela 8 - Teores de Fe, Mn, Zn, Cu e B em folhas de macieiras 'Catarina'. São Joaquim - SC, safra 2005/2006.

| Tratamentos | Fe                              | Mn   | Zn    | Cu   | B    |
|-------------|---------------------------------|------|-------|------|------|
|             | ----- mg kg <sup>-1</sup> ----- |      |       |      |      |
| 1           | 81a                             | 225a | 174ab | 7a   | 18bc |
| 2           | 69a                             | 235a | 182ab | 7a   | 28ab |
| 3           | 122a                            | 250a | 174ab | 7a   | 34a  |
| 4           | 125a                            | 193a | 154b  | 6a   | 17c  |
| 5           | 176a                            | 211a | 178ab | 7a   | 21bc |
| 6           | 73a                             | 236a | 160ab | 7a   | 18bc |
| 7           | 97a                             | 209a | 169ab | 7a   | 18bc |
| 8           | 78a                             | 229a | 166ab | 9a   | 21bc |
| 9           | 71a                             | 234a | 186a  | 9a   | 18bc |
| Média       | 99                              | 225  | 171   | 7    | 21   |
| CV (%)      | 68,3                            | 12,2 | 7,0   | 21,1 | 20,3 |

1 – Testemunha; 2 – Calboron (15 aplicações de 3 kg ha<sup>-1</sup>); 3 – Sett (15 aplicações de 3 L ha<sup>-1</sup>); 4 – CaCl<sub>2</sub> (duas aplicações a 0,4% + 13 aplicações a 0,6%); 5 – Cal Super (15 aplicações de 2 L ha<sup>-1</sup>); 6 – Cal Super (15 aplicações de 3 L ha<sup>-1</sup>); 7 – Cal Super (15 aplicações de 4 L ha<sup>-1</sup>); 8 – Wuxal Cálcio (15 aplicações de 1 L ha<sup>-1</sup>); 9 – Orgasol Ca (10 aplicações de 1 L ha<sup>-1</sup>). Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Tabela 9 - Teores de Fe, Mn, Zn, Cu e B em folhas de macieiras 'Catarina'. São Joaquim - SC, safra 2006/2007.

| Tratamentos | Fe                              | Mn     | Zn    | Cu  | B    |
|-------------|---------------------------------|--------|-------|-----|------|
|             | ----- mg kg <sup>-1</sup> ----- |        |       |     |      |
| 1           | 59a                             | 220bc  | 178b  | 6a  | 36c  |
| 2           | 62a                             | 330a   | 251a  | 6a  | 58ab |
| 3           | 65a                             | 326a   | 240a  | 6a  | 61a  |
| 4           | 60a                             | 255abc | 183b  | 6a  | 36c  |
| 5           | 54a                             | 211c   | 158b  | 6a  | 34c  |
| 6           | 55a                             | 226bc  | 168b  | 6a  | 35c  |
| 7           | 59a                             | 258abc | 170b  | 6a  | 34c  |
| 8           | 63a                             | 313a   | 248a  | 6a  | 54ab |
| 9           | 60a                             | 296ab  | 235a  | 6a  | 52b  |
| Média       | 60                              | 271    | 203,3 | 6   | 44   |
| CV (%)      | 9,5                             | 12,7   | 10,1  | 7,6 | 7,6  |

1 – Testemunha; 2 – CalSOL 15 (CaCl<sub>2</sub> líquido, cinco aplicações de 3 L ha<sup>-1</sup>); 3 – CalSOL 15 (10 aplicações de 3 L ha<sup>-1</sup>); 4 – CaCl<sub>2</sub> (duas aplicações a 0,4% + 13 aplicações a 0,6%); 5 – Cal Super (15 aplicações de 2 L ha<sup>-1</sup>); 6 – Cal Super (15 aplicações de 3 L ha<sup>-1</sup>); 7 – Cal Super (15 aplicações de 4 L ha<sup>-1</sup>); 8 – CalSOL 15 (15 aplicações de 3 L ha<sup>-1</sup>); 9 – Coda-Ca-L (10 aplicações de 1 L ha<sup>-1</sup>) + CodaSal-Plus 2000 (duas aplicações de 5 L ha<sup>-1</sup> + 15 aplicações de 2 L ha<sup>-1</sup>). Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Na safra 2006/2007, a pulverização pré-colheita de CalSOL 15 (cinco, 10 e 15 aplicações) aumentou o teor de Mn em relação à testemunha e ao tratamento Cal Super (3 L ha<sup>-1</sup>), porém as fontes Cal Super (2 e 3 L ha<sup>-1</sup>) e a testemunha não diferiram estatisticamente e apresentaram os menores teores de Mn nas folhas (Tabela 9).

Na safra 2004/2005, a presença de B na composição dos produtos Calboron e Sett, com 1 e 2% de B, respectivamente, aumentou o teor deste elemento nas folhas de macieira ‘Catarina’ (Tabelas 7). Na safra 2005/2006, o teor de B (34 mg kg<sup>-1</sup>) no tratamento Sett diferiu do tratamento testemunha (Tabela 8). Na safra 2006/2007, o teor de B nos tratamentos CalSOL 15 (cinco, 10 e 15 aplicações) e Coda-Ca-L + CodaSal-Plus 2000 foram superiores ao tratamento testemunha (Tabela 9). Segundo Faust e Shear (1968), citados por Fallahi et al. (1997), o suprimento adequado de B e Ca reduzem a incidência de “bitter pit” em maçãs. Segundo Shear e Faust (1970), o B foi efetivo no aumento do movimento de Ca para as folhas maduras em macieira.

Na safra 2005/2006, o teor de Zn nas folhas diferiu entre as fontes Orgasol Ca (186 mg kg<sup>-1</sup>) e CaCl<sub>2</sub> (154 mg kg<sup>-1</sup>) (Tabela 8) e na safra 2006/2007, as fontes CalSOL 15 (cinco, 10 e 15 aplicações) e Coda-Ca-L + CodaSal-Plus 2000 apresentaram incremento no teor de Zn em relação ao tratamento testemunha, CaCl<sub>2</sub> e Cal Super (2, 3 e 4 L ha<sup>-1</sup>) (Tabela 9).

A pulverização pré-colheita com a fonte CalSOL 15 (5, 10 e 15 aplicações) aumentou significativamente o teor de Mn em relação às folhas do tratamento testemunha (Tabela 9).

#### 2.4.2 Atributos nutricionais na polpa dos frutos em maçãs ‘Catarina’, nas safras 2004/2005, 2005/2006 e 2006/2007

O efeito da pulverização pré-colheita com as diferentes fontes de Ca nos atributos nutricionais em maçãs ‘Catarina’ não foi consistente entre as safras (Tabelas 10, 11 e 12). Dris e Niskanen (1999) e Telias et al. (2006) relataram poucos efeitos da pulverização pré-colheita de Ca nos teores de nutrientes na polpa de maçã. Os tratamentos afetaram os teores de Ca (safras 2004/2005 e 2006/2007) e P e Mg (safra 2006/2007) e as relações N/Ca (safras 2004/2005 e 2006/2007), K/Ca e (K+Mg)/Ca (safras 2004/2005, 2005/2006 e 2006/2007) nos frutos (Tabelas 10, 11 e 12).

Tabela 10 - Teores de N, P, K, Ca e Mg, e as relações N/Ca, K/Ca e (K+Mg)/Ca em frutos de maçãs ‘Catarina’. São Joaquim - SC, safra 2004/2005.

| Tratamentos | N                               | P    | K     | Ca    | Mg   | N/Ca  | K/Ca | (K+Mg)/Ca |
|-------------|---------------------------------|------|-------|-------|------|-------|------|-----------|
|             | ----- mg kg <sup>-1</sup> ----- |      |       |       |      |       |      |           |
| 1           | 298a                            | 130a | 1266a | 22c   | 42a  | 14ab  | 58a  | 59ab      |
| 2           | 323a                            | 127a | 1105a | 35a   | 47a  | 9bc   | 32b  | 33c       |
| 3           | 289a                            | 123a | 1230a | 38a   | 53a  | 8c    | 32b  | 34bc      |
| 4           | 292a                            | 129a | 1140a | 40a   | 51a  | 7c    | 29b  | 30c       |
| 5           | 305a                            | 129a | 1166a | 38a   | 49a  | 8c    | 31b  | 32c       |
| 6           | 303a                            | 121a | 1176a | 30abc | 45a  | 10abc | 39ab | 41abc     |
| 7           | 320a                            | 128a | 1222a | 24bc  | 48a  | 13a   | 51a  | 53a       |
| 8           | 293a                            | 131a | 1261a | 34ab  | 52a  | 9bc   | 37ab | 39abc     |
| Média       | 303                             | 127  | 1196  | 33    | 48   | 10    | 39   | 40        |
| CV (%)      | 5,8                             | 7,7  | 15,0  | 14,4  | 11,9 | 24,5  | 27,6 | 27,2      |

1 – Testemunha; 2 – Calboron (quatro aplicações de 4,0 kg ha<sup>-1</sup>) + CaCl<sub>2</sub> (sete aplicações a 0,6 %) + Calboron (uma aplicação de 4,0 kg ha<sup>-1</sup>); 3 – Sett (12 aplicações de 3,0 L ha<sup>-1</sup>); 4 – CaCl<sub>2</sub> (duas aplicações a 0,3% + 10 aplicações a 0,6%); 5 – Calboron (quatro aplicações de 4,0 kg ha<sup>-1</sup> + sete aplicações de 3,0 kg ha<sup>-1</sup> + uma aplicação de 4,0 kg ha<sup>-1</sup>); 6 – Aminolom Floración (12 aplicações de 3,0 L ha<sup>-1</sup>); 7 – Max Fruit (12 aplicações de 3,0 L ha<sup>-1</sup>); 8 – S-CaB (12 aplicações de 1,0 kg ha<sup>-1</sup>). Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Tabela 11 - Teores de N, P, K, Ca e Mg, e as relações N/Ca, K/Ca e (K+Mg)/Ca em frutos de maçãs ‘Catarina’. São Joaquim - SC, safra 2005/2006.

| Tratamentos | N                               | P    | K     | Ca   | Mg  | N/Ca | K/Ca | (K+Mg)/Ca |
|-------------|---------------------------------|------|-------|------|-----|------|------|-----------|
|             | ----- mg kg <sup>-1</sup> ----- |      |       |      |     |      |      |           |
| 1           | 405a                            | 142a | 1135a | 30a  | 61a | 14a  | 38a  | 40a       |
| 2           | 402a                            | 137a | 1044a | 34a  | 60a | 12a  | 31ab | 32ab      |
| 3           | 394a                            | 150a | 1125a | 34a  | 63a | 12a  | 33ab | 35ab      |
| 4           | 392a                            | 135a | 1027a | 38a  | 59a | 10a  | 27b  | 29b       |
| 5           | 387a                            | 133a | 1034a | 32a  | 58a | 12a  | 32ab | 34ab      |
| 6           | 404a                            | 141a | 1085a | 36a  | 62a | 11a  | 30ab | 32ab      |
| 7           | 376a                            | 141a | 1109a | 36a  | 62a | 10a  | 31ab | 33ab      |
| 8           | 374a                            | 140a | 1106a | 33a  | 65a | 11a  | 34ab | 35ab      |
| 9           | 380a                            | 138a | 1056a | 29a  | 64a | 13a  | 41ab | 39a       |
| Média       | 390                             | 140  | 1080  | 34   | 62  | 12   | 33   | 34        |
| CV (%)      | 8,7                             | 6,5  | 5,6   | 12,9 | 6,4 | 13,8 | 12,6 | 12,3      |

1 – Testemunha; 2 – Calboron (15 aplicações de 3 kg ha<sup>-1</sup>); 3 – Sett (15 aplicações de 3 L ha<sup>-1</sup>); 4 – CaCl<sub>2</sub> (duas aplicações a 0,4% + 13 aplicações a 0,6%); 5 – Cal Super (15 aplicações de 2 L ha<sup>-1</sup>); 6 – Cal Super (15 aplicações de 3 L ha<sup>-1</sup>); 7 – Cal Super (15 aplicações de 4 L ha<sup>-1</sup>); 8 – Wuxal Cálcio (15 aplicações de 1 L ha<sup>-1</sup>); T9 – Orgasol Ca (10 aplicações de 1 L ha<sup>-1</sup>). Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Tabela 12 - Teores de N, P, K, Ca e Mg, e as relações N/Ca, K/Ca e (K+Mg)/Ca em frutos de maçãs ‘Catarina’. São Joaquim - SC, safra 2006/2007.

| Tratamentos | N                   | P    | K     | Ca    | Mg  | N/Ca   | K/Ca | (K+Mg)/Ca |
|-------------|---------------------|------|-------|-------|-----|--------|------|-----------|
|             | mg kg <sup>-1</sup> |      |       |       |     |        |      |           |
| 1           | 300a                | 106b | 1100a | 36ab  | 72a | 8,5c   | 31ab | 34ab      |
| 2           | 373a                | 188a | 1029a | 28bc  | 55b | 13,5ab | 37ab | 39ab      |
| 3           | 360a                | 195a | 1055a | 33abc | 54b | 11,0bc | 32ab | 34ab      |
| 4           | 361a                | 122b | 1075a | 42a   | 76a | 8,8c   | 26b  | 28b       |
| 5           | 325a                | 117b | 1125a | 35ab  | 73a | 9,3bc  | 33ab | 35ab      |
| 6           | 338a                | 114b | 1075a | 36ab  | 73a | 9,5bc  | 30b  | 32b       |
| 7           | 343a                | 109b | 1100a | 36ab  | 76a | 9,5bc  | 31b  | 33ab      |
| 8           | 361a                | 204a | 1089a | 35ab  | 52b | 10,5bc | 31ab | 33ab      |
| 9           | 388a                | 215a | 1110a | 25c   | 48b | 15,5a  | 44a  | 46a       |
| Média       | 350                 | 152  | 1084  | 34    | 64  | 10,7   | 33   | 35        |
| CV (%)      | 12,1                | 9,4  | 11,7  | 10,7  | 9,6 | 16,7   | 16,1 | 15,7      |

1 – Testemunha; 2 – CalSOL 15 (CaCl<sub>2</sub> líquido, cinco aplicações de 3 L ha<sup>-1</sup>); 3 – CalSOL 15 (10 aplicações de 3 L ha<sup>-1</sup>); 4 – CaCl<sub>2</sub> (duas aplicações a 0,4% + 13 aplicações a 0,6%); 5 – Cal Super (15 aplicações de 2 L ha<sup>-1</sup>); 6 – Cal Super (15 aplicações de 3 L ha<sup>-1</sup>); 7 – Cal Super (15 aplicações de 4 L ha<sup>-1</sup>); 8 – CalSOL 15 (15 aplicações de 3 L ha<sup>-1</sup>); 9 – Coda-Ca-L (10 aplicações de 1 L ha<sup>-1</sup>) + CodaSal-Plus 2000 (duas aplicações de 5 L ha<sup>-1</sup> + 15 aplicações de 2 L ha<sup>-1</sup>). Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Nas safras 2004/2005, 2005/2006 e 2006/2007, o teor de N nos frutos de ‘Catarina’ não foram influenciados pelos tratamentos de Ca (Tabelas 10, 11 e 12). O teor médio de N foi considerado adequado para os frutos de maçã, com poucas probabilidades de afetar negativamente a qualidade do fruto (BASSO, 2006). Uma relação N/Ca superior a 10 não é desejável na macieira, pois os frutos apresentam maior suscetibilidade a desordens fisiológicas (BASSO, 2006; AMARANTE ET AL., 2006b). Para Casierra-Posada et al. (2004), maçãs com uma relação N/Ca na polpa (em base de massa seca), menor do que 10 apresentam bom potencial para armazenamento de longa duração.

Aumento significativo no teor de P na polpa fresca foi observado com a pulverização pré-colheita de CalSOL 15 (5, 10 e 15 aplicações) e de Coda-Ca-L + CodaSal-Plus 2000 (Tabela 12). O teor de P aumentou com o número de aplicações de CalSOL 15, sendo de 188 mg kg<sup>-1</sup> para cinco aplicações, 195 mg kg<sup>-1</sup> para 10 aplicações, e 204 mg kg<sup>-1</sup> para 15 aplicações, com incrementos de 77,2% a 93,1% em relação a testemunha. O maior incremento no teor de P (215 mg kg<sup>-1</sup>) foi verificado com o tratamento Coda-Ca-L + CodaSal-Plus 2000, correspondente a 102,7% em relação a testemunha. Estes resultados concordam com Dris e Niskanen (1999), que observaram aumento no teor de P em maçãs ‘Melba’ com a

pulverização pré-colheita de cloreto de cálcio, no entanto, diferem dos dados obtidos por Rosenberger et al. (2004) e Telias et al. (2006), onde o teor de P em maçãs diminuíram com a aplicação de cloreto de cálcio ou nitrato de cálcio.

A pulverização pré-colheita de Ca realizado nas três safras não afetou o teor de K nos frutos de maçãs ‘Catarina’ (Tabelas 10, 11 e 12). Os teores médios de K nos experimentos, 1196 mg kg<sup>-1</sup> na safra 2004/2005, 1080 mg kg<sup>-1</sup> na safra 2005/2006 e 1078 mg kg<sup>-1</sup> na safra 2006/2007, superaram os teores recomendados para os frutos de maçã, principalmente na safra 2004/2005 (BASSO, 2006). Telias et al. (2006) e Ernani et al. (2008) também não observaram diferenças no teor de K em maçãs com a pulverização pré-colheita de Ca. Todavia, outros trabalhos reportam a redução no teor de K com a pulverização pré-colheita de Ca (ROSENBERGER ET AL., 2004; MOOR ET AL., 2006a). Segundo Suzuki e Argenta (1994) e Amarante et al. (2006b), altos teores de K nos frutos associados, com baixos teores de Ca, aumentam a incidência de distúrbios fisiológicos em frutos armazenados.

A eficiência das fontes de Ca em pulverização pré-colheita no incremento de Ca nos frutos em maçãs ‘Catarina’ não foi consistente nas safras (Tabelas 10, 11 e 12). As fontes de Ca tiveram respostas diferentes nas safras, com incremento significativo de Ca na safra 2004/2005, nenhuma diferença na safra 2005/2006, e redução no teor de Ca nos frutos na safra 2006/2007.

Na safra 2004/2005, as fontes Calboron + CaCl<sub>2</sub>, Sett, CaCl<sub>2</sub>, Calboron e S-CaB aumentaram o teor de Ca nos frutos em relação à testemunha (Tabela 10). Os tratamentos realizados na safra 2005/2006 não afetaram o teor de Ca nos frutos de maçãs ‘Catarina’ (Tabela 11). Na safra 2006/2007, o teor de Ca na testemunha não foi superado pelas fontes de Ca, mas o teor de Ca no tratamento CaCl<sub>2</sub> diferiu das fontes CalSOL 15 (5 aplicações) e da combinação das fontes Coda-Ca-L + CodaSal-Plus 2000, os quais afetaram negativamente o teor de Ca nos frutos (Tabela 12). Resultados semelhantes foram descritos por Moor et al. (2006a), os quais verificaram redução significativa de Ca em maçãs ‘Krameri Tuviðun’ com o tratamento pré-colheita combinado de nitrato de cálcio e cloreto de cálcio. De acordo com Wilkinson (1970), citado por Monge et al. (1994), a entrada de Ca pelo pedúnculo é mais lenta que outros nutrientes, e a sua saída pode ser mais rápida e abundante, quando a transpiração é excessiva, alcançando perdas de até 10 mg kg<sup>-1</sup> de peso fresco. Isto se deve a competição forte entre os frutos e os brotos de crescimento (meristemas apicais e folhas novas). Para Westwood (1993), citado por Tahir (2006), as condições que aumentam este processo são estações secas e quentes e estresse hídrico, que causam desequilíbrio de água entre frutos e folhas, e reduzem o teor de Ca no fruto.



Nas três safras, o tratamento com cloreto de cálcio apresentou o maior teor de Ca na polpa e os menores valores das relações N/Ca, K/Ca e (K+Mg)/Ca, mas não atingiram os valores recomendados para a cultura da macieira (Tabelas 10, 11 e 12).

A pulverização pré-colheita de Ca fornece pequena quantidade de Ca ao fruto (NEILSEN & NEILSEN, 2002), e o Ca absorvido fica concentrado, principalmente, na epiderme do fruto, sendo que a amostragem de polpa mais epiderme para determinação mineral dilui o Ca (ERNANI ET AL., 2008).

Segundo Suzuki e Basso (2006), os teores de Ca obtidos com a amostragem polpa + casca estão abaixo do recomendado para a cultura da macieira (Tabela 10, 11 e 12). Para Dris e Niskanen (1999), teores abaixo de 45 mg kg<sup>-1</sup> de Ca na polpa fresca, aumentam a suscetibilidade ao “bitter pit”. Segundo Amarante et al. (2006a), maçãs ‘Catarina’ com um teor de Ca na polpa inferior a 32 mg kg<sup>-1</sup> apresentam maior severidade de “bitter pit”.

Tomala e Soska (2004) observaram aumento significativo nos teores de Ca na polpa de maçãs ‘Šampion’ pulverizadas em pré-colheita com fontes de Ca, sendo que o maior teor de Ca no fruto foi obtido em plantas tratadas com CaCl<sub>2</sub> concentrado (Kalcisal). Rosenberger et al. (2004) e Neilsen et al. (2005) também obtiveram incremento significativo no teor de Ca nos frutos de maçãs pulverizadas em pré-colheita com Ca.

Nas safras 2004/2005 e 2005/2006, os tratamentos de Ca não afetaram o teor de Mg nos frutos (Tabelas 10 e 11). Entretanto, na safra 2006/2007, a pulverização pré-colheita de CalSOL 15 (5 e 15 aplicações) e Coda-Ca-L + CodaSal-Plus 2000 reduziram o teor de Mg na polpa fresca das maçãs ‘Catarina’ em relação à testemunha (Tabela 12). O teor de Mg na cultivar Honeycrisp não foi afetado pelas aplicações de nitrato de cálcio (TELIAS ET AL., 2006) e cloreto de cálcio (PERYEA ET AL., 2007). Segundo Chaves (2005), o aumento de Mg na polpa está associada com o aumento da severidade de “bitter pit” nos frutos de ‘Catarina’.

Na safra 2004/2005, os tratamentos Sett, CaCl<sub>2</sub> e Calboron reduziram o valor da relação N/Ca nos frutos quando comparada a testemunha (Tabela 10), enquanto na safra 2006/2007, os tratamentos CalSOL 15 (5 aplicações) e Coda-Ca-L + CodaSal-Plus 2000 aumentaram o valor da relação N/Ca em relação à testemunha (Tabela 12). Estes tratamentos apresentaram o maior teor de N e o menor teor de Ca na polpa do fruto, afetando negativamente a relação N/Ca.

Os tratamentos Calboron + CaCl<sub>2</sub>, Sett, CaCl<sub>2</sub> e Calboron (safra 2004/2005) e o tratamento CaCl<sub>2</sub> (safra 2005/2006) reduziram o valor da relação K/Ca nos frutos. Todavia, nenhuma fonte de Ca satisfaz todas as três relações nutricionais, N/Ca ( $\leq 10$ ), K/Ca ( $\leq 25$ ) e

(K+Mg)/Ca ( $\leq 27$ ), quanto aos limites recomendados visando reduzir o risco de “bitter pit” em maçãs (BASSO, 2006). Segundo Amarante et al. (2006b), na polpa ou na epiderme, valores maiores para as relações N/Ca, K/Ca, Mg/Ca, (K+Mg)/Ca e (N+K+Mg)/Ca estão relacionados com sintomas mais severos de “bitter pit” em maçãs ‘Gala’.

Dos produtos testados na safra 2004/2005, os tratamentos Calboron + CaCl<sub>2</sub>, CaCl<sub>2</sub> e Calboron reduziram significativamente o valor da relação (K+Mg)/Ca (Tabela 10). Na safra 2005/2006, apenas o produto CaCl<sub>2</sub> reduziu significativamente o valor da relação (K+Mg)/Ca em relação à testemunha (Tabela 11). Na safra 2006/2007, o tratamento Coda-Ca-L + CodaSal-Plus 2000 aumentou significativamente o valor da relação (K+Mg)/Ca (Tabela 12).

Segundo Argenta e Suzuki (1994), maçãs ‘Gala’ com teor de Ca superior a 40 mg kg<sup>-1</sup> e valor da relação (K+Mg)/Ca  $\leq 27$ , apresentaram menor incidência de “bitter pit”. Segundo Tahir (2006), maçãs com baixos teores de Ca e altos teores de K e Mg apresentam maior risco de ocorrência de distúrbios fisiológicos. Para Schulz (1996), citado por Casierra-Posada et al. (2004), maçãs com valores da relação K/Ca  $\geq 33$  apresentam maior risco de “bitter pit”. Segundo Chaves (2005), as relações K/Ca, (K+Mg)/Ca e N/Ca não apresentaram uma relação consistente com a severidade de “bitter pit” em maçãs ‘Catarina’. Resultados recentes comprovam a importância do aumento na relação Mg/Ca na epiderme dos frutos, na maior susceptibilidade ao “bitter pit” em maçãs ‘Catarina’ (CHAVES, 2005; AMARANTE ET AL., 2006a) e ‘Gala’ (AMARANTE ET AL., 2006b). Segundo Moor et al. (2006a), a ocorrência de “bitter pit” em maçãs ‘Krameri Tuviõun’ apresentou correlação negativa ( $r^2 = -0,897$ ) com a relação Mg/Ca.

#### 2.4.3 Rendimento de frutos e atributos qualitativos dos frutos de maçãs ‘Catarina’, nas safras 2004/2005, 2005/2006 e 2006/2007

Durante a condução dos experimentos, nas safras 204/2005 a 2006/2007, não foram observadas diferenças na quantidade de frutos entre os tratamentos (dados não apresentados).

Nas três safras, na cultivar Catarina, o rendimento de frutos, o peso médio, a firmeza da polpa, a área superficial vermelha, o índice de iodo-amido, o teor de sólidos solúveis (SS), a acidez titulável (AT) e a relação SS/AT não foram afetadas pela pulverização pré-colheita de Ca (Tabelas 13, 14 e 15).

Tabela 13 - Rendimento de frutos, peso médio do fruto, firmeza da polpa, área superficial vermelha, índice de iodo-amido, sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT) e relação SS/AT em frutos de maçãs ‘Catarina’. São Joaquim - SC, safra 2004/2005.

| Tratamentos | Rendimento de frutos (Mg ha <sup>-1</sup> ) | Peso médio do fruto (g) | Firmeza da polpa (N) | Área superficial vermelha (%) | Índice de iodo-amido (1-5) | SS (°Brix) | AT (cmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> ) | Relação SS/AT |
|-------------|---------------------------------------------|-------------------------|----------------------|-------------------------------|----------------------------|------------|-----------------------------------------|---------------|
| 1           | 26a                                         | 206a                    | 78,5a                | 69a                           | 4a                         | 17,6a      | 2,9a                                    | 6,2a          |
| 2           | 33a                                         | 212a                    | 71,8a                | 73a                           | 4a                         | 17,2a      | 2,6a                                    | 7,2a          |
| 3           | 34a                                         | 232a                    | 74,4a                | 81a                           | 4a                         | 17,4a      | 3,1a                                    | 5,7a          |
| 4           | 30a                                         | 207a                    | 74,4a                | 76a                           | 4a                         | 17,4a      | 2,6a                                    | 7,0a          |
| 5           | 27a                                         | 196a                    | 79,7a                | 77a                           | 4a                         | 17,3a      | 2,8a                                    | 6,3a          |
| 6           | 35a                                         | 201a                    | 72,5a                | 74a                           | 4a                         | 17,9a      | 2,6a                                    | 6,9a          |
| 7           | 23a                                         | 210a                    | 80,0a                | 75a                           | 4a                         | 17,8a      | 2,9a                                    | 6,3a          |
| 8           | 28a                                         | 208a                    | 79,1a                | 74a                           | 4a                         | 17,9a      | 2,8a                                    | 6,5a          |
| Média       | 30                                          | 209                     | 76                   | 75                            | 4                          | 17,6       | 2,8                                     | 6,5           |
| CV (%)      | 34,0                                        | 8,2                     | 7,6                  | 7,9                           | 6,0                        | 4,0        | 15,5                                    | 16,7          |

1 – Testemunha; 2 – Calboron (quatro aplicações de 4,0 kg ha<sup>-1</sup>) + CaCl<sub>2</sub> (sete aplicações a 0,6 %) + Calboron (uma aplicação de 4,0 kg ha<sup>-1</sup>); 3 – Sett (12 aplicações de 3,0 L ha<sup>-1</sup>); 4 – CaCl<sub>2</sub> (duas aplicações a 0,3% + 10 aplicações a 0,6%); 5 – Calboron (quatro aplicações de 4,0 kg ha<sup>-1</sup> + sete aplicações de 3,0 kg ha<sup>-1</sup> + uma aplicação de 4,0 kg ha<sup>-1</sup>); 6 – Aminolom Floración (12 aplicações de 3,0 L ha<sup>-1</sup>); 7 – Max Fruit (12 aplicações de 3,0 L ha<sup>-1</sup>); 8 – S-CaB (12 aplicações de 1,0 kg ha<sup>-1</sup>). Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Tabela 14 - Rendimento de frutos, peso médio do fruto, firmeza da polpa, área superficial vermelha, sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT) e relação SS/AT em frutos de maçãs 'Catarina'. São Joaquim - SC, safra 2005/2006.

| Tratamentos | Rendimento de frutos (Mg ha <sup>-1</sup> ) | Peso médio do fruto (g) | Firmeza da polpa (N) | Área superficial vermelha (%) | SS (°Brix) | AT (cmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> ) | SS/AT            |
|-------------|---------------------------------------------|-------------------------|----------------------|-------------------------------|------------|-----------------------------------------|------------------|
| 1           | 32a                                         | 213a                    | 67a                  | 70a                           | 16,0a      | 3,0a                                    | 5,4a             |
| 2           | 25a                                         | 215a                    | 67a                  | 70a                           | 16,7a      | 2,8a                                    | 6,0a             |
| 3           | 32a                                         | 221a                    | 69a                  | 74a                           | 15,5a      | 3,0a                                    | 5,2a             |
| 4           | 31a                                         | 217a                    | 65a                  | 72a                           | 16,1a      | 2,8a                                    | 5,9a             |
| 5           | 25a                                         | 218a                    | 65a                  | 78a                           | 16,0a      | 2,8a                                    | 5,8a             |
| 6           | 30a                                         | 222a                    | 68a                  | 74a                           | 16,2a      | 3,0a                                    | 5,4a             |
| 7           | 33a                                         | 229a                    | 67a                  | 78a                           | 16,1a      | 3,0a                                    | 5,5a             |
| 8           | 30a                                         | 229a                    | 68a                  | 78a                           | 16,8a      | 2,6a                                    | 6,6a             |
| 9           | 27a                                         | 226a                    | 68a                  | 79a                           | 16,6a      | 3,0a                                    | 5,7 <sup>a</sup> |
| Média       | 29                                          | 221                     | 67                   | 75                            | 16,2       | 2,9                                     | 5,7              |
| CV (%)      | 18,0                                        | 5,0                     | 3,3                  | 9,7                           | 4,8        | 9,3                                     | 11,6             |

1 – Testemunha; 2 – Calboron (15 aplicações de 3 kg ha<sup>-1</sup>); 3 – Sett (15 aplicações de 3 L ha<sup>-1</sup>); 4 – CaCl<sub>2</sub> (duas aplicações a 0,4% + 13 aplicações a 0,6%); 5 – Cal Super (15 aplicações de 2 L ha<sup>-1</sup>); 6 – Cal Super (15 aplicações de 3 L ha<sup>-1</sup>); 7 – Cal Super (15 aplicações de 4 L ha<sup>-1</sup>); 8 – Wuxal Cálcio (15 aplicações de 1 L ha<sup>-1</sup>); 9 – Orgasol Ca (10 aplicações de 1 L ha<sup>-1</sup>). Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Tabela 15 - Rendimento de frutos, peso médio do fruto, firmeza da polpa, índice de iodo-amido, sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT) e relação SS/AT em frutos de maçãs ‘Catarina’. São Joaquim - SC, safra 2006/2007.

| Tratamentos | Rendimento de frutos (Mg ha <sup>-1</sup> ) | Peso médio do fruto (g) | Firmeza (N) | Índice de iodo-amido (1-5) | SS (°Brix) | AT (cmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> ) | Relação SS/AT |
|-------------|---------------------------------------------|-------------------------|-------------|----------------------------|------------|-----------------------------------------|---------------|
| 1           | 29a                                         | 225a                    | 68a         | 4a                         | 15,1a      | 1,1a                                    | 14,1a         |
| 2           | 30a                                         | 253a                    | 66a         | 4a                         | 15,7a      | 1,1a                                    | 14,0a         |
| 3           | 32a                                         | 251a                    | 68a         | 4a                         | 15,8a      | 1,2a                                    | 13,4a         |
| 4           | 25a                                         | 225a                    | 66a         | 4a                         | 16,1a      | 1,2a                                    | 14,0a         |
| 5           | 24a                                         | 236a                    | 68a         | 4a                         | 16,3a      | 1,1a                                    | 15,7a         |
| 6           | 29a                                         | 230a                    | 68a         | 4a                         | 15,3a      | 1,1a                                    | 13,7a         |
| 7           | 27a                                         | 233a                    | 68a         | 4a                         | 16,1a      | 1,1a                                    | 14,6a         |
| 8           | 27a                                         | 223a                    | 68a         | 4a                         | 15,7a      | 1,1a                                    | 14,6a         |
| 9           | 22a                                         | 240a                    | 69a         | 4a                         | 16,4a      | 1,3a                                    | 13,3a         |
| Média       | 27                                          | 235                     | 68          | 4                          | 15,8       | 1,1                                     | 14,2          |
| CV (%)      | 22,1                                        | 7,9                     | 3,6         | 5,7                        | 4,3        | 10,7                                    | 10,8          |

1 – Testemunha; 2 – CalSOL 15 (CaCl<sub>2</sub> líquido, cinco aplicações de 3 L ha<sup>-1</sup>); 3 – CalSOL 15 (10 aplicações de 3 L ha<sup>-1</sup>); 4 – CaCl<sub>2</sub> (duas aplicações a 0,4% + 13 aplicações a 0,6%); 5 – Cal Super (15 aplicações de 2 L ha<sup>-1</sup>); 6 – Cal Super (15 aplicações de 3 L ha<sup>-1</sup>); 7 – Cal Super (15 aplicações de 4 L ha<sup>-1</sup>); 8 – CalSOL 15 (15 aplicações de 3 L ha<sup>-1</sup>); 9 – Coda-Ca-L (10 aplicações de 1 L ha<sup>-1</sup>) + CodaSal-Plus 2000 (duas aplicações de 5 L ha<sup>-1</sup> + 15 aplicações de 2 L ha<sup>-1</sup>). Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Neste experimento, as fontes de Ca não influenciaram o peso médio dos frutos. Trabalhos desenvolvidos por Brown et al. (1996), Neilsen et al. (2005) e Ernani et al. (2008) também comprovam a ineficiência das fontes de Ca no incremento de massa fresca em frutos de maçãs. Frutos grandes, devido a baixa produção, são mais suscetíveis a distúrbios fisiológicos, pois ocorre a diluição do Ca (ERNANI ET AL., 2008).

Em relação aos atributos qualitativos avaliados logo após a colheita dos frutos, o ponto de maturação não diferiu entre as fontes de Ca, e estes resultados estão em consonância aos obtidos por Ernani et al. (2008). Segundo estes autores, os atributos qualitativos em maçãs ‘Gala’, avaliados na colheita ou após cinco meses de armazenamento, não foram afetados pela pulverização pré-colheita com cloreto de cálcio.

#### 2.4.4 Incidência inicial, severidade e evolução de “bitter pit” em maçãs ‘Catarina’, nas safras 2005/2006 e 2006/2007

Resultados sobre a eficiência das fontes de Ca em pulverização pré-colheita no controle de “bitter pit” são contraditórios para a cultura da macieira. Na safra 2005/2006, o percentual de frutos com “bitter pit” variou de 1,9 a 23,9%, e na safra 2006/2007, variou de 15,9 a 48,0% dos frutos (Tabelas 16 e 17). A eficiência no controle de “bitter pit” variou com as fontes de Ca, e estes dados estão em consonância com os resultados de outros autores (DRIS & NISKANEN, 1999; LANAUSKAS & KVIKLIENĖ, 2005; NEILSEN ET AL., 2005; PERYEA ET AL., 2007; LÖTZE & THERON, 2007).

Tabela 16 - Incidência inicial e a severidade de “bitter pit” durante o armazenamento refrigerado, em frutos de maçãs ‘Catarina’. São Joaquim - SC, safra 2005/2006.

| Tratamentos | Incidência inicial<br>(%) | Severidade (manchas fruto <sup>-1</sup> ) |       |
|-------------|---------------------------|-------------------------------------------|-------|
|             |                           | Inicial                                   | Final |
| 1           | 23,9a                     | 4,6a                                      | 5,9a  |
| 2           | 10,4bc                    | 3,8a                                      | 4,8a  |
| 3           | 5,5bc                     | 4,4a                                      | 5,3a  |
| 4           | 1,9c                      | 4,1a                                      | 4,8a  |
| 5           | 15,3ab                    | 3,0a                                      | 4,0a  |
| 6           | 14,8ab                    | 5,6a                                      | 6,4a  |
| 7           | 12,7abc                   | 4,2a                                      | 5,3a  |
| 8           | 11,9abc                   | 4,8a                                      | 6,0a  |
| 9           | 16,8ab                    | 6,0a                                      | 6,5a  |
| Média       | 12,6                      | 4,5                                       | 5,4   |
| CV (%)      | 40,7                      | 38,6                                      | 34,1  |

1 – Testemunha; 2 – Calboron (15 aplicações de 3 kg ha<sup>-1</sup>); 3 – Sett (15 aplicações de 3 L ha<sup>-1</sup>); 4 – CaCl<sub>2</sub> (duas aplicações a 0,4% + 13 aplicações a 0,6%); 5 – Cal Super (15 aplicações de 2 L ha<sup>-1</sup>); 6 – Cal Super (15 aplicações de 3 L ha<sup>-1</sup>); 7 – Cal Super (15 aplicações de 4 L ha<sup>-1</sup>); 8 – Wuxal Cálcio (15 aplicações de 1 L ha<sup>-1</sup>); 9 – Orgasol Ca (10 aplicações de 1 L ha<sup>-1</sup>). Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Tabela 17 - Incidência inicial e a severidade de “bitter pit” durante o armazenamento refrigerado, em frutos de maçãs ‘Catarina’. São Joaquim - SC, safra 2006/2007.

| Tratamentos | Incidência inicial<br>(%) | Severidade (manchas fruto <sup>-1</sup> ) |        |
|-------------|---------------------------|-------------------------------------------|--------|
|             |                           | Inicial                                   | Final  |
| 1           | 45,5a                     | 1,7ab                                     | 4,2ab  |
| 2           | 35,0ab                    | 1,1ab                                     | 2,2abc |
| 3           | 19,7b                     | 1,0ab                                     | 2,1bc  |
| 4           | 18,7b                     | 0,3b                                      | 0,4c   |
| 5           | 37,6ab                    | 1,3ab                                     | 3,1ab  |
| 6           | 45,9a                     | 1,2ab                                     | 2,1bc  |
| 7           | 34,3ab                    | 2,0ab                                     | 3,0abc |
| 8           | 15,9b                     | 1,2ab                                     | 2,4abc |
| 9           | 48,0a                     | 2,4a                                      | 4,8a   |
| Média       | 33,4                      | 1,4                                       | 2,7    |
| CV (%)      | 30,9                      | 54,7                                      | 40,8   |

1 – Testemunha; 2 – CalSOL 15 (CaCl<sub>2</sub> líquido, cinco aplicações de 3 L ha<sup>-1</sup>); 3 – CalSOL 15 (10 aplicações de 3 L ha<sup>-1</sup>); 4 – CaCl<sub>2</sub> (duas aplicações a 0,4% + 13 aplicações a 0,6%); 5 – Cal Super (15 aplicações de 2 L ha<sup>-1</sup>); 6 – Cal Super (15 aplicações de 3 L ha<sup>-1</sup>); 7 – Cal Super (15 aplicações de 4 L ha<sup>-1</sup>); 8 – CalSOL 15 (15 aplicações de 3 L ha<sup>-1</sup>); 9 – Coda-Ca-L (10 aplicações de 1 L ha<sup>-1</sup>) + CodaSal-Plus 2000 (duas aplicações de 5 L ha<sup>-1</sup> + 15 aplicações de 2 L ha<sup>-1</sup>). Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Na safra 2005/2006, 23,9% dos frutos do tratamento testemunha (sem pulverização de cálcio) apresentaram “bitter pit”. Em relação à testemunha, a redução de “bitter pit” foi observada com os tratamentos Calboron (10,4%), Sett (5,5%) e CaCl<sub>2</sub> (1,9%) (Tabela 16).

Na safra 2006/2007, 45,5% dos frutos do tratamento testemunha apresentaram sintoma de “bitter pit” (Tabela 17). A incidência de “bitter pit” nos frutos de maçãs ‘Catarina’ do tratamento testemunha foi superior ao relatado por Ernani et al. (2008) em trabalho conduzido em Vacaria, onde os distúrbios fisiológicos “bitter pit” e depressão lenticelar atingiram 24,0% das maçãs ‘Gala’ na parcela testemunha. Nesta safra, reduções significativas na incidência de “bitter pit” foram observadas com os tratamentos CalSOL 15 (10 e 15 aplicações) e CaCl<sub>2</sub> (Tabela 17).

Na safra 2005/2006, a menor incidência de “bitter pit” foi obtido com a pulverização pré-colheita de CaCl<sub>2</sub> (1,9%), mas na safra 2006/2007, com a mesma dose e mesmo número de pulverizações de CaCl<sub>2</sub>, o “bitter pit” afetou 18,7% dos frutos. Ernani et al. (2008)

relataram a incidência de 2% de “bitter pit” em maçãs ‘Gala’ com 12 pulverizações pré-colheita de cloreto de cálcio.

A severidade de “bitter pit” nos frutos, inicial (na colheita) e final (após três meses de conservação) não foram afetados pelos tratamentos de Ca na safra 2005/2006 (Tabela 16). Na safra 2006/2007, a severidade inicial de “bitter pit” diferiu entre os tratamentos Coda-Ca-L + CodaSal-Plus 2000 (maior severidade) e  $\text{CaCl}_2$  (menor severidade) (Tabela 17). Após cinco meses de conservação refrigerada, os frutos do tratamento  $\text{CaCl}_2$  apresentou menor severidade de “bitter pit” em relação aos frutos do tratamento testemunha (4,2 manchas de “bitter pit”). No tratamento  $\text{CaCl}_2$ , após cinco meses de conservação, os frutos apresentaram a menor evolução de manchas de “bitter pit”, passando de 0,3 manchas para 0,4 manchas de “bitter pit” por fruto (Tabela 17). Os tratamentos Cal Super (2 L ha<sup>-1</sup>) e Coda-Ca-L + CodaSal-Plus 2000 apresentaram a maior severidade final de “bitter pit” em relação a severidade dos frutos no tratamento  $\text{CaCl}_2$  (0,4 manchas de “bitter pit”/fruto). O percentual de “bitter pit” foi menor na safra 2005/2006, mas a severidade foi mais intensa, com menor evolução durante o armazenamento (Tabela 16), enquanto na safra 2006/2007, a intensidade de “bitter pit” foi mais alta, mas a severidade foi menor nos frutos, com maior evolução durante o armazenamento (Tabela 17).

Trabalho desenvolvido por Moor et al. (2006a) mostrou o controle de “bitter pit” em maçãs ‘Krameri Tuviðun’ com a pulverização pré-colheita de nitrato de cálcio e cloreto de cálcio, e o efeito permaneceu até o final do armazenamento. Recasens et al. (2004) relatou a redução na incidência de “bitter pit” em maçãs ‘Golden Smoothee’ tratadas em pré-colheita com cloreto de cálcio (Stopit), e após seis meses de armazenamento refrigerado. Segundo Argenta e Suzuki (1994), o aumento na incidência de “bitter pit” em frutos armazenados persiste nos primeiros três meses, e estabilizam do terceiro ao sexto mês.

Mancera-López et al. (2007) relatam que após quatro meses de armazenamento, a incidência de “bitter pit” em frutos de maçãs ‘Galaxy’ ficou abaixo de 3%. Em todas as localidades, o teor de Ca girou em torno de 50 mg kg<sup>-1</sup> na colheita, valor considerado adequado segundo a literatura internacional. Resultados obtidos por Fukumoto et al. (1988), indicam maior severidade do sintoma de “bitter pit” com a redução no teor de Ca na polpa dos frutos. Maçãs ‘Fuji’ com 138,0 mg kg<sup>-1</sup> de Ca (base de massa seca) apresentaram-se sadios, enquanto frutos com 98,3 mg kg<sup>-1</sup> de Ca apresentaram de uma a três manchas de “bitter pit”, e frutos com 61,0 mg kg<sup>-1</sup> de Ca apresentaram mais de 20 manchas. Segundo Chaves (2005) e Amarante et al. (2006a), a severidade de “bitter pit” em maçãs ‘Catarina’ foi maior com o



aumento na relação Mg/Ca na polpa do fruto. De acordo com Volz et al. (2006) e Lötze e Theron (2007), o aumento no teor de Ca nos frutos reduz a incidência de “bitter pit”.

Os tratamentos que reduziram a incidência inicial de “bitter pit” nas safras 2005/2006 e 2006/2007 não aumentaram o teor de Ca nos frutos de ‘Catarina’ (Tabelas 11 e 12).

## CONCLUSÕES

A ocorrência dos sintomas de “bitter pit” nos frutos em pré-colheita mostra que a cultivar Catarina é altamente susceptível a este distúrbio fisiológico.

No momento da colheita dos frutos, os atributos qualitativos não foram afetados pelas fontes de cálcio em pulverização pré-colheita.

O cloreto de cálcio é a fonte de Ca mais efetiva na prevenção de “bitter pit” em macieira ‘Catarina’.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A cultivar Catarina apresentam alta incidência de “bitter pit” em pré-colheita.

Sugerem-se estudos envolvendo o manejo da planta, como a utilização de porta-enxertos com boa extração de Ca do solo, época da poda, intensidade do raleio de frutos, aplicação de reguladores vegetais visando à redução do crescimento da planta, definição das doses de K e Mg para a implantação de pomares e a inclusão da análise mineral da epiderme dos frutos, em futuros trabalhos de pesquisa com “bitter pit” na cultivar Catarina.

## REFERÊNCIAS

- AMARANTE, C.V.T. do; 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, 2006a.
- AMARANTE, C.V.T. do; 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, 2006b.
- ARGENTA, L.C.; SUZUKI, A. Relação entre teores minerais e frequência de “bitter pit” em maçã cv. Gala no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v.16, n.1, p.267-277, 1994.
- BANGERTH, F. Calcium-related physiological disorders of plants. **Annual Reviews of Phytopathology**, Palo Alto, v.17, n.1, p.97-122, 1979.
- BASSO, C. Distúrbios fisiológicos. In: Epagri. **A cultura da macieira**. Florianópolis, 2006. p.609-636.
- BONETI, J.I. da S.; RIBEIRO, P.A.; DENARDI, F.; CAMILO, A.P.; BRIGHENTI, E.; PEREIRA, A.J. Epagri 402 – Catarina – Nova cultivar de macieira resistente à sarna. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v.9, n.2, p.51-54, 1996.
- BRAMLAGE, W.J. Interactions of orchard factors and mineral nutrition on quality of pome fruit, **Acta Horticulturae**, Wageningen, v.326, p.15-28, 1993.  
Disponível em:<[http://www.actahort.org/books/326/326\\_1.htm](http://www.actahort.org/books/326/326_1.htm)>. Acesso em: 26 nov. 2009.
- BROWN, G.S.; KITCHENER, A.E.; McGLASSON, W.B.; BARNES, S. The effects of copper and calcium foliar sprays on cherry and apple fruit quality. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.67, n.3-4, p.219-227, 1996.

BROWN, S.K.; MALONEY, E. The genetic improvement of apple. **The compact fruit tree**, Middleburg, v.36, n. 2, p.38-42, 2003.

CAIN, J.C.; BOYNTON, D. Some effects of season, fruit crop and nitrogen fertilization on the mineral composition of ‘McIntosh’ apple leaves. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, Wageningen, v.51, p.12-22, 1948.

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

CASERO, T.; RECASENS, I.; CARRASCO, V. XUCLA, F. Dinamica de acumulacion de nutrientes en manzana. **Investigación Agraria: Producción y Protección Vegetales**, Lleida, v.14, n.3, p.465-474, 1999.

CASIERRA-POSADA, F.; CORTÉS, L.F.; RAMÍREZ, J.; FRANCO, H.C. Estado nutricional de árboles de manzano ‘Anna’ durante la estación de crecimiento en los altiplanos colombianos. I. Contenido de elementos minerales. **Agronomía Colombiana**, Bogotá, v.21, n.1-2, p.75-82, 2003.

CASIERRA-POSADA, F.; LIZARAZO, L.M.; ANDRADE FILHO, G. Estado nutricional de árboles de manzano ‘Anna’ durante la estación de crecimiento em los altiplanos colombianos: II. Relaciones e interacciones entre nutrientes. **Agronomía Colombiana**, Bogotá, v.22, n.2, p.160-169, 2004.

CHAVES, D.V. **Teores nutricionais e ocorrência de “bitter pit” em maçãs cultivares Gala e Catarina**. 2005. 44f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, 2005.

CHOI, J.S.; LEE, J.C. Seasonal trends in calcium accumulation in fruit of five apple cultivars. **Journal of the Korean Society for Horticultural Science**, Suwon, v.33, n.2, p.156-160, 1992.

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

DE LONG, W.A. Calcium and boron contents of apple fruit as related to the incidence of blotchy corky. **Plant Physiology**, Stanford, v.12, p.553-556, 1937.

DOMAGALA-ŚWIATKIEWICZ, I.; BLASZCZYK, J. The effect of late spraying with calcium nitrate on mineral contents in ‘Elise’ apples. **Folia Horticulturae**, Poland, v.19, n.2, p.47-56, 2007.

DRIS, R.; NISKANEN, R. Calcium chloride sprays decrease physiological disorders following long-term cold storage of apple. **Plant Foods for Human Nutrition**, Netherlands, v.54, p.159-171, 1999.

DRIS, R.; NISKANEN, R. Leaf and fruit macronutrient composition during the growth period of apples. **Journal of Food, Agriculture & Environment**, Finland, v.2, n.3-4, p.174-176, 2004.

EPAGRI. **Tabelas de produção**. In: CEPA - Centro de Socioeconomia e Planejamento Agrícola. Disponível em: < <http://www.cepa.epagri.sc.gov.br> >. Acesso em: 26 nov. 2009.

ERNANI, P.R.; DIAS, J.; AMARANTE, C.V.T. do; RIBEIRO, D.C.; ROGERI, D.A. Preharvest calcium sprays were not always needed to improve fruit quality of ‘Gala’ apples in Brazil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.30, n.4, p.892-896, 2008.

FALLAHI, E.; CONWAY, W.S.; HICKEY, K.D.; SAMS, C.E. The role of calcium and nitrogen in postharvest quality and disease resistance of apples. **HortScience**, Alexandria, v.32, n.5, p.831-835, 1997.

FAUST, M.; SHEAR, C.B. Corking disorders of apples: A physiological and biochemical review. **Botanical Review**, New York, v.34, n.4, p.441-469, 1968.

FERGUSON, I.; VOLZ, R.; WOOLF, A. Preharvest factors affecting physiological disorders of fruit. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.15, n.3, p.255-262, 1999.

FERGUSON, I.B.; WATKINS, C.B. Bitter pit in apple fruit. **Horticultural Review**, Leuven or New York, v.11, n.8, p.289-355, 1989.

FREIRE, C.J.S. **Manual de métodos de análise de tecido vegetal, solo e calcário**. Pelotas: Embrapa, CPACT, 1998. 208p.

FUKUMOTO, M.; AOBA, K.; YOSHIOKA, H.; NAGAI, K. Influence of the disorder bitter pit on microsomal vanadate-sensitive ATPase activity from apple fruit. **Journal of the Japanese Society for Horticultural Science**, Kyoto, v.57, n.2, p.184-190, 1988.

GIRARDI, C.L.; NACHTIGALL, G.R.; PARUSSOLO, A. Fatores pré-colheita que interferem na qualidade da fruta. In: Embrapa. **Maçã Pós-colheita**. Brasília, p.24-34. 2004.

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

JOHNSON, D.S. Fruit mineral content and storage quality of apples. In: Annual Washington Tree Fruit Postharvest Conference, IX, 1993, Wenatchee, 1993.

KADIR, S.A. Influence of preharvest calcium application on storage quality of 'Jonathan' apple in Kansas. **Transactions of the Kansas Academy of Science**, Wichita, v.108, n.3/4, p.129-137, 2005.

KATSURAYAMA, J.M.; NAVA, G. Eficiência de fontes de adubos foliares no acúmulo de cálcio na cv. Catarina. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 18, 2004, Florianópolis. **Resumos expandidos...** 2004. CD-ROM.

KAYS, S.J. Preharvest factors affecting appearance. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.15, p.233-247, 1999.

LANAUSKAS, J.; KVIKLIENĖ, N. Effect of calcium fertilizer sprays on storage quality of Shampion apples. **Horticulture and Vegetable Growing**, Lithuanian, v.24, n.2, p.20-28, 2005.

LÖTZE, E.; THERON, K.I. Evaluating the effectiveness of pre-harvest calcium applications for bitter pit control in 'Golden Delicious' apples under South African conditions. **Journal of Plant Nutrition**, Philadelphia, v.30, n.3, p.471-485, 2007.

LÖTZE, E.; JOUBERT, J.; THERON, K.I. Evaluating pre-harvest foliar calcium applications to increase fruit calcium and reduce bitter pit in 'Golden Delicious' apples. **Scientia Horticulturae**, Wageningen, v.116, p.299-304, 2008.

MANCERA-LÓPEZ, M.M.; SOTO-PARRA, J.M.; SÁNCHEZ-CHÁVEZ, E.; YÁÑEZ-MUÑOZ, R.M.; MONTES-DOMÍNGUEZ, F.; BALANDRÁN-QUINTANA, R.R. Caracterización mineral de manzana 'Red Delicious' y 'Golden Delicious' de dos países productores. **Tecnociencia Chihuahua**, México, v.1, n.2, p.6-17, 2007.

MOGGIA, C; PEREIRA, M. Contenido mineralógico de manzanas vs calidad. **Boletín Técnico**, Talca, v.8, n.2, p.1-4, 2008.

MONGE, E.; VAL, J.; SANZ, M.; BLANCO, A.; MONTAÑÉS, L. El calcio nutriente para las plantas. Bitter pit en manzano. **Anales de la Estación Experimental de Aula Dei**, Zaragoza, v.21, n.3, p.189-201, 1994.

MOOR, U.; KARP, K.; PÖLDMA, P.; ASAFOVA, L.; STARAST, M. Post-harvest disorders and mineral composition of apple fruits as affected by pre-harvest calcium treatments. **Acta Agriculturae Scandinavica Section B-Soil and Plant Science**, Oslo, v.56, n.3, p.179-185, 2006a.

MOOR, U.; TOOME, M.; LUIK, A. Effect of different calcium compounds on postharvest quality of apples. **Agronomy Research**, Saku, v.4, n.2, p.543-548, 2006b.

NACHTIGALL, G.R. **Sistema integrado de diagnose e recomendação (DRIS) para avaliação do estado nutricional da macieira no Sul do Brasil**. 2004. 141p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2004.

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

NEILSEN, G.H.; NEILSEN, D. Effect of foliar zinc, form and timing of Ca sprays on fruit Ca concentration in new apple cultivars. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n.594, p.435-443, 2002.

NEILSEN, G.; NEILSEN, D.; DONG, S.; TOIVONEN, P. Application of  $\text{CaCl}_2$  sprays earlier in the season may reduce bitter pit incidence in 'Braeburn' apple. **HortScience**, Alexandria, v.40, n.6, p.1850-1853, 2005.

NORTH, M.; WOOLDRIDGE, J. Effect of adjuvants on Apple fruit and leaf calcium and nitrogen concentrations at three fruit growth stages. **South African Journal Plant Soil**, Bethlehem, v.22, n.1, p.33-37, 2005.

PALMER, J.W.; DRYDEN, G. Fruit mineral removal rates from New Zealand apple (*Malus domestica*) orchards in the Nelson Region. **New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science**, Wellington, v.34, n.1, p.27-32, 2006.

PERRING, M.A. The effects of environment and cultural practices on calcium concentration in the apple fruit. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v.10, n.1-2, p.279-293, 1979.

PERYEA, F.J.; NEILSEN, G.H.; FAUBION, D. Start-timing for calcium chloride spray programs influences fruit calcium and bitter pit in 'Braeburn' and 'Honeycrisp' apples. **Journal of Plant Nutrition**, Philadelphia, v.30, n.8, p.1213-1227, 2007.

RECASENS, I.; BENAVIDES, A.; PUY, J.; CASERO, T. Pre-harvest calcium treatments in relation to the respiration rate and ethylene production of 'Golden Smoothee' apples. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, Weinheim, v.84, n.8, p.765-771, 2004.

REMATALES, J.B.; VALDES, C. Avances en la prediccion de bitter pit en manzanos. **Revista Fruticola**, Talca, v.17, n.3, p.93-97, 1996.

ROSENBERGER, D.A.; SCHUPP, J.R.; HOYING, S.A.; CHENG, L.; WATKINS, C.B. Controlling bitter pit in 'Honeycrisp' apples. **HortTechnology**, Alexandria, v.14, n.3, p.342-349, 2004.

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



SCHULZ, H. Äußere und innere Eigenschaften lagernder heimischer Fruchtarten. En: Osterloh, A.; G. Ebert; W. H. Held; H. Schulz y N. E. Urban (eds.). Lagerung von Obst und Südfrüchten. Verlag Ulmer, Stuttgart. pp. 19-90, 1996.

SHEAR, C.B.; FAUST, M. Calcium transport in apple trees. **Plant Physiology**, Stanford, v.45, n.6, p.670-674, 1970.

SUZUKI, A.; ARGENTA, L.C. Teores minerais na polpa de maçã das cvs. Gala, Golden Delicious e Fuji. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v.16, n.1, p.92-104, 1994.

SUZUKI, A.; BASSO, C. Solos e nutrição da macieira. In: EPAGRI. **A cultura da macieira**. Florianópolis, 2006. p.341-390.

TAHIR, I. **Control of pre-and postharvest factors to improve apple quality and storability**. 2006. 64p. Doctoral thesis - Swedish University of Agricultural Sciences, Alnarp, 2006.

TELIAS, A.; HOOVER, E.; ROSEN, C.; BEDFORD, D.; COOK, D. The effect of calcium sprays and fruit thinning on bitter pit incidence and calcium content in 'Honeycrisp' apple. **Journal of Plant Nutrition**, Philadelphia, v.29, n.11, p.1941-1957, 2006.

TERBLANCHE, J.H. An integrated approach to orchard nutrition and bitter pit control. **The Deciduous Fruit Grower**, Wageningen, v.31, p.501-513, 1981.

TOMALA, K.; SOSKA, A. Effects of calcium and/or phosphorus sprays with different commercial preparations on quality and storability of Šampion apples. **Horticultural Science**, Prague, v.31, n.1, p.12-16, 2004.

VOLZ, R.K.; ALSPACH, P.A.; FLETCHER, D.J.; FERGUSON, I.B. Genetic variation in bitter pit and fruit calcium concentrations within a diverse apple germplasm collection. **Euphytica**, Dordrecht, v.149, n.1-2, p.1-10, 2006.

WESTWOOD, M.N. Temperate-Zone Pomology: Physiology and culture. Timber Press, Portl. and OR. 523 pp.1993.

WILKINSON, B.G. The effect of evaporation on storage disorders of apples. **Annual Report East Malling Research Station**, Merbein, A53, bibl. 14, p.125-127, 1970.

ZHENG, W.; YOU, C.; DU, Z.; ZHAI, H. Dynamic changes in the calcium content of several Apple cultivars during the growing season. **Agricultural Sciences in China**, China, v.5, n.12, p.933-937, 2006.