



**POLLYANA CARDOSO CHAGAS**

**PRODUÇÃO E QUALIDADE DE CULTIVARES  
DE MACIEIRA NO LESTE PAULISTA**

**LAVRAS – MG  
2011**

**POLLYANA CARDOSO CHAGAS**

**PRODUÇÃO E QUALIDADE DE CULTIVARES DE MACIEIRA NO  
LESTE PAULISTA**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Doutor.

Orientador

Dr. Rafael Pio

**LAVRAS – MG**

**2011**

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da  
Biblioteca da UFLA**

Chagas, Pollyana Cardoso.  
Produção e qualidade de cultivares de macieira no Leste Paulista  
/ Pollyana Cardoso Chagas. – Lavras : UFLA, 2011.  
83 p. : il.

Tese (doutorado) – Universidade Federal de Lavras, 2011.  
Orientador: Rafael Pio.  
Bibliografia.

1. *Malus domestica*. 2. Inverno ameno. 3. Melhoramento. 4.  
Pós-colheita. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 634.11

**POLLYANA CARDOSO CHAGAS**

**PRODUÇÃO E QUALIDADE DE CULTIVARES DE MACIEIRA NO  
LESTE PAULISTA**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Doutor.

APROVADA em 29 de julho de 2011.

Dr. Moacir Pasqual	UFLA
Dr. Luiz Carlos de Oliveira Lima	UFLA
Dr. Antônio Decarlos Neto	UFLA
Dr. Wellington Farias Araújo	UFRR

Dr. Rafael Pio  
Orientador

**LAVRAS - MG**

**2011**

## **Dedico meu trabalho**

*Ao amado Edvan, companheiro de todas as horas com o qual compartilho sonhos, alegrias, choros, beijos... e aos nossos filhos que nos enchem de alegria, Raíssa e o que está por vir.*

*“Que o nosso amor cresça sempre em graça e força  
e ultrapasse os portais do coração”*

## **BIOGRAFIA**

POLLYANA CARDOSO CHAGAS, filha de Célia Fátima Cardoso, nasceu em 18 de junho de 1983, no município de Lavras, estado de Minas Gerais. Ingressou no Curso de Agronomia da Universidade Federal de Lavras em agosto de 2002, tendo obtido o título de Engenheira Agrônoma, em outubro de 2006. Durante o período de janeiro de 2004 a setembro de 2006, foi bolsista do Programa de Educação Tutorial – PET.

Em fevereiro de 2007, iniciou o Curso de Mestrado pelo Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia da Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, tendo defendido a dissertação em 30 de janeiro de 2009.

No ano de 2010, ingressou no Curso de Doutorado da Universidade Federal de Lavras, pelo Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, onde concluiu o curso em 18 meses. No decorrer deste mesmo ano foi aprovada no Concurso Público da Universidade Federal de Roraima, para o cargo de Professor do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico, onde atualmente exerce sua função na Escola Agrotécnica da referida instituição de ensino.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida e por mais esta conquista.

À Universidade Federal de Lavras, por meio do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, pela oportunidade de realização do curso.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudo e recurso financeiro.

Ao querido amigo Prof. Dr. Rafael Pio, pela orientação, amizade, incentivo, confiança e apoio no decorrer de todo esse trabalho, possibilitando a realização de um sonho.

Ao coordenador do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Prof. Dr. Moacir Pasqual, pela oportunidade, amizade, compreensão, incentivo e apoio durante todo o curso.

Aos professores, Carlos Ramirez de Rezende, José Darlan Ramos, Luciane Vilela Resende, Luiz Edson Mota de Oliveira, Messias J. B. Andrade, Nilton Nagib Jorge Chalfun, Renato Mendes Guimarães, Samuel Pereira de Carvalho, Wagner Pereira Reis, Wilson Magela, e Antônio Decarlos Neto, pelos ensinamentos transmitidos e harmoniosa convivência.

À secretária do curso de Pós-Graduação em Fitotecnia, Marli, pela amizade e auxílio administrativo.

Aos meus coorientadores Dr. Edvan Alves Chagas (meu esposo), Dr. Moacir Pasqual e Dra. Juliana Sanches, pelo auxílio no desenvolvimento do projeto de pesquisa e análise dos resultados, meu muito obrigado.

À pesquisadora do Centro de Engenharia e Automação (CEA/IAC), Dra. Patrícia Cia, pela amizade e grande contribuição para realização desse trabalho.

Ao pesquisador do Centro de Frutas/IAC, MSc. José Emílio Bettiol Neto, pela amizade e grande apoio no desenvolvimento das pesquisas.

À minha grande amiga, Marcela Liege da Silva, pela amizade e apoio.

Aos colegas de curso, Luana, Paula, Pedro, Felipe, Wiara, Frederico, pela amizade, companheirismo e momentos de descontração.

Aos queridos amigos da Escola Agrotécnica da Universidade Federal de Roraima, em especial ao Diretor Prof. Arnaldo Marcílio dos Santos, por compreender a importância da finalização deste curso para minha carreira profissional.

Ao meu esposo Edvan, pelo amor, incentivo constante e apoio fundamental para realização deste trabalho.

À minha amada filha Raíssa, pelo amor incondicional, paciência e compreensão neste momento de dedicação à minha vida profissional. Muito obrigada minha moça, princesa, linda!

A toda minha família, à minha avó Irany, aos meus tios, Paulo, Maria, Fernando, Sandra, Carlos e Michelliny, aos meus primos, Jean, Érick, Bruna, Felipe, Letícia, Marcelo, Gabriel, Rafaela, Fernanda e Iara, ao meu padrasto Alaércio, ao meu irmão Raphael e em especial a minha mãe Célia, por todo o amor e pela confiança depositada. Amo muito todos vocês.

À família do meu esposo; Pedro, Francisca, Rosângela, Ray, Rosicléa, Euzébio, Regiane, Evandro, França, Garcia, Lucinaldo, Marinéia, Érick, Aparecida, Eduardo, Luís Henrique, Bruno, Émile, Wyngra, Ramom, Lucas, Ângela e Débora, pelo carinho.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização desse trabalho, o meu respeito e infinita gratidão.



## RESUMO

A fruticultura de clima temperado deixou de ser praticada somente em áreas serranas do Sul do país, deslocando-se para outras regiões de inverno ameno, desprovidas de temperaturas hibernais frias, a exemplo de São Paulo, Minas Gerais e Paraná. Contudo, informações sobre o comportamento de novas cultivares para essas regiões são incipientes. Neste contexto, objetivou-se com o presente trabalho avaliar o desempenho adaptativo, produtivo e atributos de qualidade dos frutos de cultivares de macieira nas condições subtropicais da região Leste Paulista (Circuito das Frutas). Para tal, um ensaio de competição de cultivares foi implantado no município de Jundiá-SP, onde foi feito o teste com nove cultivares de macieira (Eva, Condessa, Princesa, Rainha, Imperial Gala, Fuji Suprema, Daiane, Imperatriz e Baronesa). O experimento foi implantado em 2007, no espaçamento de 3,0 m x 1,5 m, e as mudas enxertadas em porta-enxerto Marubakaido e interenxerto M9. As avaliações foram realizadas em duas safras (2008/09 e 2009/10), analisando-se os aspectos fenológicos, desenvolvimento vegetativo, produtivo e atributos de qualidade dos frutos. A colheita de maçã de diferentes cultivares nas condições da região Leste Paulista ocorreu nos meses de janeiro e fevereiro na safra 2008/09 e dezembro a fevereiro na safra de 2009/10. As cultivares de macieira Eva, Baronesa e Princesa foram as que apresentaram melhor desempenho adaptativo e produtivo na região Leste Paulista, enquanto que a Condessa, a Imperial Gala, a Fuji Suprema, a Daiane e a Imperatriz apresentaram baixo desempenho adaptativo e produtivo. As características físico-químicas dos frutos diferiram entre as cultivares avaliadas, indicando que o genótipo é o principal fator determinante para os atributos de qualidade das maçãs. Pelos atributos de qualidade, todas as cultivares de macieira avaliadas são aptas para o consumo *in natura* por apresentarem-se doces devido ao alto valor do *ratio*, porém a Condessa é a mais saborosa, seguida por Imperial Gala e Baronesa.

Palavras-chave: *Malus domestica*. Inverno ameno. Melhoramento. Pós-colheita.

## ABSTRACT

The fruits of temperate climate left of being only practised in areas of raised altitude in the South extremity of the country, dislocating itself for other regions of low winter, unprovided of cold temperatures, the example of São Paulo, Minas Gerais and Paraná. However, information on the behavior of new cultivating for these regions are incipient. In this context, the objective to evaluate the adaptive, productive performance and attributes of quality of the fruits to cultivate of apple tree in the subtropicals regions of São Paulo East (Fruits of Region). For such, an assay of competition to cultivate was implanted in the Jundiá-SP city, being that the treatments had consisted of nine to apple tree cultivars (Eva, Condessa, Princesa, Rainha, Imperial Gala, Fuji Suprema, Daiane, Imperatriz and Baronesa). The experiment was implanted in 2007, the spacing of 3,0 m x 1,5 m, and the plants grafting in Marubakaido roostock and M9. The evaluations had been carried through in two harvests (2008/09 and 2009/10), the stage phenologic, vegetative development, productive aspects and attributes of quality of the fruits was evaluated. The different apple harvest of cultivating in the conditions of the region East of São Paulo occurred in the months of January and February in 2008/09 and December the February in 2009/10 harvest. To cultivate them of Eva apple tree, Baronesa and Princesa had been the ones that had better presented productive performance in the region São Paulo east, whereas the Condessa, Imperial Gala, Fuji Suprema, Daiane and Imperatriz had presented adaptive and productive overhead. The characteristics physico-chemistries had differed cultivating evaluated between them, indicating that the genotype is the main determinative factor for the attributes of quality of apples. For attributes of quality all cultivars of evaluated apple trees are apt for the consumption *in natura* for presenting candies due to the high value of the ratio, however the Condessa is most flavorful, followed for Imperial Gala and Baronesa.

Keywords: *Malus domestica*. Low chilling. Breeding. Postharvest.

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Descrição fenológica – início (I), término (T) e duração da florada e colheita (D) de cultivares de macieira em Jundiaí-SP, nas safras 2008/09 e 2009/10.....	53
Tabela 2	Desenvolvimento vegetativo – altura da planta, diâmetro da copa, nº de ramos por líder central e qualidade da brotação de cultivares de macieira em Jundiaí-SP, nas safras 2008/09 e 2009/10.....	58
Tabela 3	Número médio de frutos, produção média (kg planta <sup>-1</sup> ) e produtividade estimada (T ha <sup>-1</sup> , espaçamento 3 m x 1,5 m, considerando uma densidade populacional de 2.222 plantas por ha) de cultivares de macieira em Jundiaí-SP, nas safras 2008/09 e 2009/10.....	61
Tabela 4	Massa média dos frutos (g), diâmetro médio dos frutos (mm) e comprimento médio dos frutos (mm) de cultivares de macieira em Jundiaí-SP, nas safras 2008/09 e 2009/10.....	62
Tabela 5	Luminosidade e ângulo de cor ou <i>Hue</i> da epiderme e polpa de cultivares de macieira em Jundiaí-SP, na safra 2008/09.....	65
Tabela 6	Firmeza, acidez titulável (AT), sólidos solúveis (SS) e <i>ratio</i> de cultivares de macieira em Jundiaí-SP, na safra 2008/09.....	66

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Visão geral da área experimental de macieira conduzidas no suporte tipo “Espaldeira” e plantas conduzidas no sistema de Líder Central Modificado, na região de Jundiaí, SP. No canto inferior esquerdo visualiza-se o detalhe dos fixadores plásticos utilizados para fixar as plantas ao fio. UFLA, 2011.....	46
Figura 2	Condução de ramos primários através de condutores plásticos após a poda de frutificação. UFLA, 2011.....	48
Figura 3	Escala de notas utilizadas para classificação da qualidade da brotação em cultivares de macieira, sendo 0 = ausência de brotação, 1 = péssima brotação, 2 = regular brotação, 3 = boa brotação e 4 = excelente brotação.....	50
Figura 4	Período de florescimento de cultivares de macieira avaliadas nas condições subtropicais da região Leste Paulista, nas safras de 2008/09 e 2009/10. UFLA, 2011.....	55
Figura 5	Temperaturas médias máximas e mínimas e precipitação acumulada mensalmente para os meses de junho de 2008 a fevereiro de 2010 em Jundiaí-SP.....	56
Figura 6	Detalhe das cultivares de macieira avaliadas: 1 - Eva, 2 - Condessa, 3 - Princesa, 4 - Rainha, 5 - Imperial Gala, 6 - Fuji Suprema, 7 - Daiane, 8 - Imperatriz e 9 – Baronesa avaliadas nas condições da região Leste Paulista. UFLA, 2011.....	64

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	14
2	REVISÃO DE LITERATURA .....	17
2.1	Aspectos gerais da macieira .....	17
2.2	Importância econômica .....	18
2.3	Aspectos botânicos .....	20
2.4	Características agronômicas das cultivares .....	22
2.4.1	Cultivar Erva.....	23
2.4.2	Cultiva Condessa.....	23
2.4.3	Cultivar Princesa.....	24
2.4.4	Cultivar Rainha.....	25
2.4.5	Cultivar Imperial Gala.....	25
2.4.6	Cultivar Fuji Suprema.....	26
2.4.7	Cultivar Daiane.....	26
2.4.8	Cultivar Imperatriz.....	26
2.4.9	Cultivar Baronesa.....	27
2.5	Aspectos ecofisiológicos da dormência .....	28
2.6	Ponto de colheita .....	34
2.7	Influências climáticas sobre a qualidade dos Frutos .....	35
2.8	Atributos de qualidade dos frutos .....	37
2.8.1	Coloração.....	38
2.8.2	Sabor.....	39
2.8.3	Acidez total titulável (ATT) e pH.....	40
2.8.4	Sólidos Solúveis totais.....	41
2.8.5	Firmeza.....	42
3	MATERIAL E MÉTODOS .....	44
3.1	Caracterização da Área Experimental .....	44
3.2	Cultivares .....	44
3.3	Preparo do Solo .....	44
3.4	Plantio .....	45
3.5	Manejo Cultural .....	46
3.6	Aplicação de Cianamida Hidrogenada .....	46
3.7	Poda de Frutificação .....	47
3.8	Características Analisadas .....	48
3.8.1	Período de Florescimento .....	48
3.8.2	Período de Colheita .....	49
3.8.3	Desenvolvimento Vegetativo .....	49
3.8.3.1	Altura da planta e diâmetro da copa.....	49
3.8.3.2	Número de ramos por líder central.....	50
3.8.3.3	Qualidade da brotação das plantas.....	50

3.8.4	Eficiência de produção .....	51
3.8.5	Atributos de qualidade .....	51
3.9	Delineamento experimental e análise estatística .....	52
4	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	53
4.1	Período de florescimento e colheita .....	53
4.2	Desenvolvimento vegetativo .....	57
4.3	Eficiência de produção .....	60
4.4	Atributos de qualidade .....	63
5	<b>CONCLUSÕES</b> .....	69
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	70

## 1 INTRODUÇÃO

Algumas cultivares de macieira (*Malus domestica* Borkh) de baixa exigência em frio, desenvolvidas principalmente pelo Instituto Agronômico de Campinas (IAC), pelo Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR) e pela Empresa de Pesquisa Agropecuária de Santa Catarina (EPAGRI), em seus respectivos programas de melhoramento genético varietal de frutas de clima temperado, quando cultivadas em regiões de inverno ameno, podem atender em parte o período de entressafra das tradicionais regiões produtoras, ofertando frutos entre os meses de outubro a fevereiro. Assim, a adoção dessas cultivares de clima temperado, exigentes em menor quantidade de unidades de frio, quando cultivadas em regiões de inverno ameno, possibilita a colheita dos frutos em épocas de menores ofertas e com maiores preços pagos ao produtor (BARBOSA et al., 2010). Dessa forma, o início da safra das frutíferas de clima temperado em regiões de inverno ameno ocorre em época antecipada, em relação à dos demais Estados da região Sul (Santa Catarina, Rio Grande do Sul e Paraná). Essa precocidade de maturação é decorrente do clima hibernal mais quente nas regiões subtropicais, seguido de temperaturas amenas ao final do inverno e elevadas na primavera.

Em função do exposto, a fruticultura de clima temperado deixou de ser praticada somente em áreas serranas no extremo Sul do país, deslocando-se para outras regiões, a exemplo de São Paulo, Minas Gerais, Espírito Santo e Bahia. O reflexo dessa migração ocasionou a implantação de inúmeros pomares de frutas de clima temperado em regiões atípicas, pouco pesquisadas quanto à adaptação climática das respectivas espécies e cultivares (BARBOSA et al., 2010) e inúmeros trabalhos de pesquisa voltados para essas regiões têm sido realizados (BETTIOL NETO et al., 2010; CHAGAS et al., 2006; PIO et al., 2007a, 2007b).

O cultivo da macieira no Brasil apresentou um grande desenvolvimento a partir da década de 70 quando a cultura ainda era inexpressiva, em Santa Catarina, Rio Grande do Sul, Paraná e estados da região Sudeste. A área plantada com macieiras passou de 661 ha em 1971 para 36,6 mil ha em 2009, aumentando a produção de 3.470 toneladas colhidas para mais de 1.184,3 mil toneladas na safra 2009/10 (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE, 2011; KOVALESKI; SUGAYAMA; MALAVASI, 1999).

Contribuição marcante para o avanço da pomicultura, especialmente na região Sudeste e no norte do Paraná, ocorreu em 1999 com o lançamento da cultivar IAPAR 75 – Eva, macieira precoce com baixa necessidade de frio hibernal, adaptada para regiões de inverno ameno (HAUAGGE; TSUNETA, 1999). A cultivar Eva propiciou o avanço do cultivo de maçãs em áreas onde jamais era esperado, como no estado da Bahia, especificamente na chapada Diamantina, que apresenta na atualidade mais de 3 ha em cultivo, com rendimento médio de 15 toneladas por hectare. Maiores avanços ocorreram em outros estados com clima suficiente para o desenvolvimento vegetativo e reprodutivo dessa cultivar de maçã, destacando-se Minas Gerais e São Paulo (IBGE, 2011). No estado de São Paulo, o cultivo de maçã é incipiente, no entanto em décadas passadas possuía expressão comercial. Devido à carência de cultivares adaptadas às condições climáticas de São Paulo, aliado a problemas fitossanitários e falta de manejo, a pomicultura deixou de ser expressiva. Contudo, a exemplo dos demais estados já citados, São Paulo mais recentemente voltou a explorar o cultivo da macieira. Atualmente podem ser encontrados mais de 100 ha cultivados com a cultura, mas ainda são carentes de informações a respeito de sua adaptação nas condições do estado.

Com relação aos atributos de qualidade dos frutos, esses são determinados principalmente pela aparência visual, influenciada pela intensidade



da cor da epiderme e tamanho do fruto (IGLESIAS; ECHEVERRÍA; SORIA, 2008). Recentes estudos também demonstram que as diferentes cultivares de maçã apresentam comportamento distintos quanto aos aspectos físico-químicos como a coloração, pH, sólidos solúveis, açúcares, ácidos, fenóis e antocianinas (FELICIANO et al., 2010; IGLESIAS; ECHEVERRÍA; SORIA, 2008; HASEGAWA et al., 2010; VIEIRA et al., 2009). Porém, ainda não foram encontradas informações na literatura nacional a respeito dos atributos de qualidade de cultivares de macieira plantadas no estado de São Paulo.

Neste contexto, objetivou-se com o presente trabalho avaliar o desempenho adaptativo, produtivo e atributos de qualidade dos frutos de cultivares de macieira em condições subtropicais na região Leste Paulista.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Aspectos Gerais da Macieira

A macieira pertence à família *Rosaceae*, uma das maiores famílias de dicotiledôneas e bastante conhecida pela importância econômica de muitas de suas espécies que produzem frutos de clima temperado (JOLY, 1993). Caracteriza-se por apresentar um período de dormência durante o inverno, no qual as plantas necessitam de certo número de horas de frio com temperaturas abaixo de 7,2 °C para completarem seu ciclo anual, após o qual suas gemas entram em período vegetativo, com subsequentes brotações e florescimento.

Segundo a Empresa Catarinense de Pesquisa Agropecuária - EPAGRI (1986), entre os fatores luminosidade, disponibilidade de nutrientes, condições de solo e temperatura, este último é o que apresenta a influência mais marcante no desenvolvimento da macieira.

Os primeiros pomares comerciais surgiram no Brasil em meados da década de 1960, no município de Fraiburgo, Santa Catarina (FREIRE et al., 1994; KOVALESKI et al., 1999).

Em 1971, o Brasil tinha apenas aproximadamente de 661 ha plantados com a cultura da macieira e praticamente toda a maçã consumida no país era importada da Argentina e Chile (KOVALESKI et al., 1999). Essa cultura é considerada a principal frutífera de clima temperado cultivada no país, apresentando elevada importância, tanto no mercado interno quanto para exportação (BERTARELLO; SPECHT; BOTTON, 2003). Atualmente, o país praticamente atingiu a autossuficiência na produção de maçãs, com uma área plantada superior 36,6 mil hectares e uma produção de mais de 1.184,3 mil toneladas na safra 2009/2010 (IBGE, 2011).

Das cultivares existentes, as mais plantadas no Brasil são Gala, Fuji e Golden Delicious (FREIRE et al., 1994). Contudo, novas cultivares menos exigentes em frio estão viabilizando o cultivo em outras regiões do Brasil.

Os fatores que viabilizaram a atual expansão da cultura da macieira no Brasil foram: a existência de cultivares com adaptação satisfatória às nossas condições de clima e solo, a alta qualidade e sabor das frutas brasileiras, a introdução e desenvolvimento de tecnologias especializadas e a existência de um grande mercado consumidor.

O consumo *per capita* de maçãs no Brasil aumentou de 2,88 Kg em 1992, para 3,79 Kg em 2003 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE MAÇÃ - ABPM, 2009). Aliado ao aumento da demanda nacional cresceu também o grau de exigência dos consumidores, tornando necessária uma nova postura do produtor para satisfazer aos mercados consumidores interno e externo (FARIAS et al., 2003).

O cultivo de diversas cultivares de macieira está consolidado como um empreendimento rentável e viável no Brasil. A qualidade da maçã produzida no país tornou o mercado competitivo em relação à maçã importada (FREY, 1990).

## **2.2 Importância Econômica**

Dentre os países produtores de maçãs, a China lidera o ranking mundial, respondendo por 38,6% do volume total, embora apresente um rendimento médio de 13,75 toneladas por hectare (EPAGRI, 2009). O Brasil está entre os vinte maiores produtores mundiais ocupando a terceira posição na América Latina e perdendo somente para o Chile e a Argentina (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO, 2009).

Segundo dados do IBGE (2011), a produção de maçãs na safra 2007/08 foi de 1.121,5 mil toneladas. Santa Catarina permanece na liderança do ranking nacional, responsável por 50,2% da produção (563,0 mil toneladas), seguida pelo Rio Grande do Sul, com 45,9% (514,7 mil toneladas). A maior parte da produção é oriunda das cultivares Gala e Fuji. A ‘Gala’ é a primeira a ser colhida, em fevereiro, com 46% da produção total. A ‘Fuji’ tem sua colheita iniciada no mês de abril e é a mais resistente para frigoconservação, sendo responsável por aproximadamente 45% do volume produzido. A ‘Golden Delicious’, colhida em março, representa 6% da produção total e os 3% restantes são compostos por outras cultivares (EPAGRI, 2009).

Na safra nacional de maçãs 2009/10 o volume produzido foi de 1.184,3 mil toneladas, com área colhida de 36,6 mil hectares e rendimento médio de 32,63 toneladas por hectare (IBGE, 2011). Em comparação com os resultados da safra anterior (2008/09), embora apresente decréscimo de 4,2% na área colhida (devido à erradicação de pomares nos estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul), o ganho de 10,3% no rendimento médio eleva para 5,6% a quantidade produzida. Destacam-se como pólos produtores, as cidades de Vacaria-RS, Fraiburgo-SC e São Joaquim-SC.

Além da importância econômica, a maçã é uma cultura que apresenta papel social bastante importante. Por ser um fruto delicado com colheita artesanal, exige grande número de operações manuais, tendo como consequência o emprego de intensiva mão-de-obra. Cada hectare plantado exige 1,5 empregos diretos, o que representa 52.000 trabalhadores nos pomares brasileiros, abrangendo agricultores familiares que trabalham na forma de cooperados, médias e grandes empresas (ZONTA, 2007).

### 2.3 Aspectos botânicos

A macieira (*Malus domestica* Borkh.), pertencente à família *Rosaceae*, ordem Rosales, subfamília Pomoideae (tribo Maleae, gênero *Malus*, série Pumilae), a qual pertence também a pereira (*Pyrus communis* L.) e o marmeleiro (*Cydonia vulgaris* L.), sendo originária da Europa e Ásia (EPAGRI, 1986). Foi trazida para o Brasil por imigrantes durante o processo de colonização, sendo que as primeiras cultivares introduzidas foram a Starkrimson, Red Delicious, Golden Delicious, Black John, Mutsu, entre outras. Entretanto, por apresentarem problemas de produção, qualidade de frutos e pouca aceitação por parte dos consumidores, algumas destas foram sendo paulatinamente substituídas por cultivares mais modernas (BONETI; PEREIRA; BRITHENTI, 2001).

Essas espécies apresentam folhas simples, caducas, estipuladas, peninérvias de bordos dentados e tomentosas no limbo inferior. As flores são superovariadas, dispostas em inflorescência denominada umbela, são pentâmeras, actinomorfas, hermafroditas e caracterizadas por apresentarem 2 a 5 carpelos, com fruto tipo pomo (EPAGRI, 1986).

Quanto à estrutura do sistema radicular esta é dependente do tipo de propagação adotada. Quando a propagação é feita por sementes, o sistema radicular é inicialmente pivotante, com posterior ramificação lateral vigorosa. Porém, é mais comum a propagação vegetativa, em que o sistema radicular é uniformemente distribuído na base da muda (HOFFMANN; BERNADI, 2004).

A macieira é caracterizada como espécie alógama, necessitando de polinização cruzada como garantia para se obterem boas produções anuais. Essa frutífera possui como fator impeditivo da autofecundação o mecanismo de autoincompatibilidade gametofítica sob controle dos alelos S (*SI*). Caracterizado como um sistema muito comum entre espécies vegetais encontra-se na macieira sob controle de um único loco, denominado S (ALBUQUERQUE JÚNIOR,

2005; LUNDOQVIST, 1964; NETTANCOURT, 2001). Essa incompatibilidade é de caráter genético, e se expressa sempre que o pólen e o estigma apresentarem o mesmo alelo-S (BROOThAERTS, 2004). Em virtude deste fator, a polinização e a frutificação efetiva somente são asseguradas com a intercalação de diferentes cultivares, compatíveis entre si e com floração coincidente.

As cultivares polinizadoras devem apresentar compatibilidade do alelo-S com a cultivar produtora, produzir pólen viável, além de apresentar florescimento coincidente com a cultivar a ser polinizada (CERTAL et al., 1999) e com regularidade do florescimento em todos os anos. Segundo Warmund (2007), baixa frutificação efetiva ou baixa produção muitas vezes pode ser decorrente de polinização deficiente, devido à escolha inadequada das polinizadoras e não coincidência de floração entre as cultivares utilizadas.

A época de florescimento das cultivares é fortemente influenciada pelas condições ambientais (SOLTÉSZ, 2003). Em condições de inverno, onde as exigências em frio não são completamente satisfeitas, cultivares com distintos requerimentos em frio apresentam grande variabilidade no período de florescimento, de um ano para outro.

A utilização de cultivares polinizadoras é a principal estratégia utilizada para superar a autoincompatibilidade e se obter bons índices de frutificação efetiva (JACKSON, 2003). Assim, um ponto importante é a distribuição das cultivares polinizadoras intercaladas com a cultivar principal. Segundo Hoffmann et al. (2004), é difícil estabelecer a distância entre a cultivar polinizadora e a cultivar a ser polinizada, visto que sua influência poderá variar de um ano para outro, conforme a cultivar utilizada, a intensidade de floração, a presença de insetos polinizadores e o período de que se dispõe para efetuar a polinização. Estes autores ainda citam que qualquer esquema de distribuição deve prever no mínimo 10% de plantas polinizadoras.

## 2.4 Características agronômicas das cultivares

As cultivares copa comerciais de macieira derivaram de espécies nativas, procedentes, na sua grande maioria, da Ásia Central – norte da China, Kaskistão e sudeste da Rússia. Nestas regiões, os invernos são rigorosos, o que tem condicionado estas espécies nativas a altas exigências em frio hibernal. Por isso, a grande maioria das atuais cultivares comerciais requer grande quantidade de frio durante o inverno para assegurar boa adaptação ao clima e solo, boa brotação e boa produção. Entretanto, já existem inúmeras novas cultivares, desenvolvidas por instituições de pesquisa, entre as quais a EPAGRI, em Santa Catarina, a EMBRAPA, no Rio Grande do Sul, o IAPAR, no Paraná, e o IAC, em São Paulo. Seus respectivos programas de melhoramento genético visam principalmente à obtenção de novas cultivares mais adaptadas ao clima local e resistentes às pragas e doenças (BERNARDI; DENARDI; HOFFMANN, 2004).

Em função do esforço das diversas instituições de pesquisa brasileiras, atualmente existem uma diversidade de cultivares adaptadas a diferentes condições climáticas, inclusive, de baixa exigência em frio, cultivadas nas regiões com inverno ameno. Porém, atualmente, nas regiões de inverno mais rigoroso, as principais cultivares utilizadas são Gala e Fuji que vêm sendo gradativamente substituídas por clones de coloração vermelha mais intensa, como a ‘Royal Gala’, ‘Imperial Gala’, ‘Gala Real’ (‘Galaxy’) e ‘Fuji Suprema’ (BONETI; PEREIRA; BRIGHENTI, 2001). Já nas regiões de inverno ameno, a principal cultivar plantada é a Eva e suas polinizadoras (‘Princesa’).

As cultivares apresentam características agronômicas e genéticas distintas. As principais características de algumas cultivares copa de macieira recomendadas para plantio no Brasil são apresentadas abaixo.

### 2.4.1 Cultivar Eva

A 'Eva' foi desenvolvida pelo Instituto Agronômico do Paraná – IAPAR (HAUAGGE; TSUNETA, 1999). É originária do cruzamento entre as cultivares Anna e Gala. As plantas têm vigor moderado a baixo, com ramos semieretos, de crescimento compacto, do tipo *spur* (esporão). Floresce e frutifica abundantemente em esporões, brindilas e gemas primários em ramos do ano. É pouco exigente em frio hibernal, aproximadamente 250 horas de frio com temperatura abaixo de 7,2 °C para brotar e florescer normalmente. Sua floração ocorre a partir de 1 a 3 semanas após a floração da cv. Anna. Requer polinização cruzada, podendo ser usadas como polinizadoras as cultivares Princesa, Carícia ou Anabela.

É precoce e altamente produtiva. As frutas amadurecem a partir do final de dezembro. A coloração da epiderme da fruta é vermelho-escarlate, com estrias leves sobre fundo creme-amarelado, lembrando a coloração da cv. Gala. O formato é cônico e o tamanho é mediano. A polpa é doce e semiácida, macia, e succulenta, conferindo às frutas sabor agradável. A capacidade de frigoconservação é boa, podendo ser armazenada por até 4 meses a 0 °C e umidade relativa entre 90 e 95% (BERNARDI; DENARDI; HOFFMANN, 2004).

### 2.4.2 Cultivar Condessa

A cv. Condessa foi desenvolvida pela EPAGRI, na Estação Experimental de Caçador (DENARDI; CAMILO, 1998a). É originária de cruzamento realizado em 1987 entre a cultivar Gala e uma seleção local de baixa exigência em frio. Após 11 anos de pesquisas, foi lançada como nova cultivar em 1998. As plantas têm vigor médio, ramos de crescimento semi-aberto, requerendo



arqueamento para melhorar a insolação e a coloração das frutas. O hábito de frutificação é do tipo *spur*, com forte capacidade de formação de esporões, brindilas e gemas floríferas em ramos do ano. Tem pouca exigência em frio hibernal, sendo, por isso, recomendada para cultivo em climas com 300 a 500 horas de temperaturas abaixo de 7,2 °C. Tem boa resistência à sarna e moderada resistência ao oídio. Por conta da maturação precoce das frutas, geralmente não é atacada por doenças de verão que incidem sobre as frutas. Porém, é suscetível à mancha-foliar-da-*glomerella* (BERNARDI; DENARDI; HOFFMANN, 2004).

As plantas têm alta precocidade quanto ao início da produção comercial e são altamente produtivas, requerendo raleio intenso das frutas, principalmente nos dois primeiros anos após o plantio. Floresce a partir da segunda quinzena de agosto e requer polinização cruzada. Como polinizadoras podem ser usadas as cultivares Princesa ou Duquesa. Trata-se de uma cultivar muito exigente em polinização. Por isso, recomenda-se usar mais plantas polinizadoras do que o convencional, além de várias colméias, para garantir boas produções. As frutas amadurecem a partir do final de dezembro, entre as colheitas das cultivares Anna e Gala. A coloração da epiderme da fruta é vermelha-escarlate, com estrias leves sobre fundo amarelo, conferindo muito boa aparência à fruta. O formato e o tamanho lembram as frutas da cv. Gala, porém são menores em virtude do curto ciclo entre a floração e a colheita. Por isso, deve-se praticar raleio para melhorar o tamanho das frutas. A polpa é crocante, suculenta e bastante agradável (BERNARDI; DENARDI; HOFFMANN, 2004).

### **2.4.3 Cultivar Princesa**

A cultivar Princesa foi obtida pela EPAGRI em 1992, juntamente com a cultivar Primícia (DENARDI; CAMILO; HOUGH, 1992). É uma cultivar de media exigência em frio e atualmente tem sido muito cultivada como

polinizadora das cultivares Eva e Condessa, principalmente nas regiões de inverno ameno. Seus frutos possuem boa aparência e as plantas apresentam vigor mediano.

#### **2.4.4 Cultivar Rainha**

A cultivar Rainha foi obtida pelo Instituto Agronômico de Campinas (IAC) através do cruzamento entre ‘Golden Delicious’ x ‘Valinhense’ (RIGITANO; OJIMA; DALL’ORTO, 1975). A cultivar apresenta frutos de tamanho grande, em torno de 200 a 250 gramas, formato globoso-alongada que lembra a da ‘Golden Delicious’, com 7 cm de diâmetro e 8 cm de comprimento, base peduncular ampla e ligeiramente suberificada, base calicinal estreita e com pequena cavidade, coloração amarela com estrias vermelhas vivas pronunciadas, polpa firme, sucosa, sabor doce-acidulado bastante equilibrado.

É uma planta de bom vigor, ramos de coloração pardo-esverdeado-clara, com escassa pilosidade, gemas pouco salientes, tendência a frutificar no ápice dos ramos e nos esporões, internódios longos, folhas verde-claras, lisas e com pecíolo longo. Cultivar com excelente adaptação ao estado de São Paulo.

#### **2.4.5 Cultivar Imperial Gala**

A exemplo da cv. Royal Gala, esta também é mutação espontânea da cv. Gala. Foi obtida na Nova Zelândia. As plantas apresentam características semelhantes às da Royal Gala. A fruta apresenta coloração vermelho-escarlate, mais intensa e mais brilhante que a da cv. Royal Gala, em toda superfície da epiderme e com estrias menos pronunciadas. Por esta razão, está sendo muito plantada no sul do Brasil (BERNARDI; DENARDI; HOFFMANN, 2004).

#### **2.4.6 Cultivar Fuji Suprema**

A cv. Fuji Suprema é mutação espontânea da cv. Fuji, obtida pela EPAGRI em 1986, no município de Curitibanos, em Santa Catarina (PETRI; DENARDI; SUZUKI, 1997). Após 11 anos de pesquisas na Estação Experimental de Caçador, em 1997, pesquisadores da EPAGRI lançaram essa mutação como nova cultivar em substituição à cv. Fuji por apresentar melhor coloração da epiderme. Apresenta todas as características da cv. Fuji, porém a epiderme da fruta é mais colorida, com tonalidade vermelho-escuro e sem estrias, cobrindo praticamente 100% da superfície da epiderme, o que confere excelente aparência à fruta.

#### **2.4.7 Cultivar Daiane**

A cultivar Daiane foi obtida pela EPAGRI (DENARDI; CAMILO, 1998b). A planta é semi-vigorosa e tem hábito de crescimento fechado. Essa cultivar é menos suscetível à podridão-amarga e é resistente à mancha-foliar-da-*glomerella*; porém é suscetível à sarna. A floração ocorre em outubro e a maturação em março. A fruta apresenta tamanho médio, tem coloração vermelho-rajada, cor de fundo amarelo e forma arredondado-cônica. As frutas são aromáticas, com sabor doce e baixa acidez.

#### **2.4.8 Cultivar Imperatriz**

A cv. Imperatriz foi desenvolvida pela Estação Experimental de Caçador – EPAGRI, em Santa Catarina (DENARDI; CAMILO, 2000). Provém de cruzamento entre as cultivares Gala e Mollie's Delicious, realizado em 1983. Após 14 anos de pesquisas, foi lançada em 1997 como nova cultivar. As plantas

são semi-vigorosas e bem adaptadas a climas com pelo menos 600 horas de temperatura em torno de 7,2 °C durante o inverno. São bastante produtivas e iniciam a produção comercial com a mesma precocidade da cv. Gala. São resistentes à mancha-foliar-de-*glomerella* e moderadamente resistentes ao oídio e à podridão-amarga, porém são suscetíveis à sarna. Floresce a partir da segunda quinzena de setembro, podendo ser utilizada para dupla finalidade: como produtora comercial ou como polinizadora da cv. Gala. Requer polinização cruzada, podendo ser usadas como polinizadoras as cultivares Fred Hough e Baronesa. As frutas são maiores e amadurecem até uma semana antes que as da cv. Gala. A coloração da epiderme é vermelha, com estrias sobre fundo amarelo, cobrindo praticamente 100% da superfície da fruta. O sabor é doce e semi-ácido, muito bem balanceado em açúcares e acidez. A polpa é crocante e suculenta. Tem boa capacidade de frigoconservação, podendo ser armazenada por até 5 meses em atmosfera comum ou por 7 meses em atmosfera controlada (BERNARDI; DENARDI; HOFFMANN, 2004).

#### **2.4.9 Cultivar Baronesa**

A cv. Baronesa foi desenvolvida pela EPAGRI, na Estação Experimental de Caçador (DENARDI; CAMILO, 2000). É originária de cruzamento entre as cultivares Fuji e Princesa, realizado em 1985. As plantas são vigorosas, resistentes à mancha-foliar-de-*glomerella*, moderadamente resistentes à sarna e ao oídio, porém são suscetíveis à podridão amarga. É uma cultivar de média exigência em frio.

O hábito de crescimento é fechado, requerendo forte arqueamento para melhorar a frutificação e a coloração das frutas. O hábito de frutificação é do tipo *semi-spur*, frutificando intensamente em esporões, brindilas e gemas laterais em ramos do ano. Por isso, requer raleio intenso, com os objetivos de evitar a

alternância de produção e melhorar o tamanho das frutas. Requer polinização cruzada, podendo ser usadas como polinizadoras as cultivares Fred Hough e Imperatriz. As frutas amadurecem a partir de meados de abril, 1 a 2 semanas após a colheita da Fuji. A epiderme da fruta tem tonalidade vermelho-opaca, com estrias leves sobre fundo esverdeado, cobrindo entre 40% a 60% da superfície da fruta. O formato é arredondado e tamanho varia de médio a grande, dependendo da intensidade de raleio das frutas. A polpa é bastante doce, com baixa acidez, muito crocante e muito suculenta, conferindo sabor muito agradável, lembrando as frutas da cv. Fuji. A capacidade de frigoconservação é muito boa, podendo ser armazenados por igual período recomendado para as frutas da cv. Fuji (BERNARDI; DENARDI; HOFFMANN, 2004).

## **2.5 Aspectos ecofisiológicos da dormência**

A macieira caracteriza-se pela queda das folhas no final do ciclo e a consequente entrada em dormência.

A dormência é um fenômeno ocorrente em frutíferas de clima temperado, sendo um mecanismo adaptativo que permite sua sobrevivência em condições ambientais não favoráveis ao seu desenvolvimento. As plantas, para sobreviverem a períodos de estresse, como é o caso de baixas temperaturas hibernais, desenvolveram um mecanismo adaptativo que passa pela aquisição da resistência ao frio e do controle do crescimento (LEITE, 2005). Neste período, onde as condições de clima não são favoráveis ao crescimento, a macieira ainda apresenta atividade fisiológica, embora em níveis mínimos. Durante esta fase, reações bioquímicas específicas ocorrem no interior da planta, que são essenciais para iniciar um novo ciclo de crescimento (PETRI, 1986).

Segundo Lang et al. (1987), a dormência é classificada em três fases: paradormência, endodormência e ecodormência. A endodormência ocorre nos

meses mais frios, em que a paralisação do desenvolvimento da gema é resultante de uma série de eventos bioquímicos e fisiológicos que acontecem em tecidos meristemáticos ou regiões muito próximas; a paradormência antecede a endodormência e é resultante da influência de outro órgão do vegetal sobre a gema, e a ecodormência ocorre após a endodormência, quando a brotação da gema não ocorre devido a fatores extrínsecos à planta.

A dormência das gemas é governada por condições ambientais que, por sua vez, afetam o nível das substâncias reguladoras de crescimento que controlam as mudanças metabólicas da entrada e saída da dormência (PETRI; PALLADINI; POLA, 2002). Entre as substâncias inibidoras de crescimento, a primeira a ser citada foi o ácido abscísico (ABA), que inibe determinados tipos de RNA, impedindo a formação de proteínas necessárias ao crescimento (SAURE, 1985). A concentração de ABA diminui à medida que se aproxima o fim da dormência. Auxinas e citocianinas também são citadas como substâncias que interferem no processo de dormência. Embora pareça não haver relação direta entre as auxinas e a saída de dormência, elas são envolvidas na abertura das gemas (PETRI; PALLADINI; POLA, 2002).

As baixas temperaturas durante o inverno desempenham dupla função no ciclo das macieiras, a de induzir e terminar a dormência, permitindo nova brotação. Para que a macieira inicie novo ciclo vegetativo na primavera, em condições naturais, é necessário que esta seja exposta a um período onde as temperaturas sejam inferiores a 7,2 °C durante o inverno, sendo que este período é variável em função da cultivar (PETRI et al., 1996).

Por meio do melhoramento genético, tem sido obtido cultivares de macieira com diferentes requerimentos em frio para superar a dormência. Não só a quantidade de frio, mas também a temperatura, que se mostra eficiente, diferem entre cultivares.

A necessidade de frio, em geral, é medida por horas de frio abaixo de 7,2 °C, porém permite apenas uma orientação, pois não considera temperaturas superiores a esta. Métodos mais eficientes vêm sendo usados, como os de Unidades de Frio em que consideram valores ponderados para diversas temperaturas.

Erez e Lavee (1971) verificaram que as temperaturas mais eficientes para superar a dormência de gemas vegetativas axilares e terminais de pessegueiro foram de 6 °C e 8 °C, respectivamente. Porém, temperaturas de 13 °C também tiveram ação positiva e, com 10 °C, obteve-se 50% da brotação do tratamento a 6 °C. Tais autores ressaltam a importância do cálculo de horas de frio ponderadas, considerando a eficiência relativa de cada temperatura.

Durante o período de dormência, não deve haver grandes flutuações de temperatura, pois pode acarretar à planta maior necessidade de frio ou induzir um período de dormência mais prolongado, com brotação e floração desuniformes e com grande parte das gemas permanecendo dormentes. Além disso, a saída de dormência está também relacionada a outros fatores, como o estado nutricional e o vigor da árvore (PETRI; PALLADINI; POLA, 2002).

A brotação e o florescimento na cultura da macieira (*Malus domestica* Borkh.) manifesta-se normalmente quando cultivada em regiões com alta acumulação de frio durante o período de outono e inverno. Entretanto, quando cultivada em regiões de inverno ameno, em que as baixas temperaturas não satisfazem as necessidades em frio das diferentes cultivares, ocorre uma série de anomalias. Estas são muito bem descritas por inúmeros pesquisadores, relativas a brotação e floração (CHARIANI; STEBBINS, 1994; IUCHI et al., 2002; PETRI et al., 1996; SAURE, 1985; SKINWER, 1964).

Em regiões e em anos quando não ocorre adequado acúmulo de frio durante o inverno, problemas relacionados a não sincronização do florescimento entre cultivares produtoras e suas respectivas polinizadoras manifestam-se com

maior frequência (SOLTÉSZ, 2003), podendo repercutir em baixas produtividades devido a problemas de polinização em consequência da não coincidência de floração.

Leite (2004) e Leite et al. (2006) abordam que frutíferas temperadas cultivadas em condições subtropicais, onde o requerimento em frio não é satisfeito, proporcionam baixo nível de brotação associada à elevada heterogeneidade da brotação e floração ao longo dos ramos. Para Leite (2004, 2005), a heterogeneidade da floração e brotação manifesta-se temporalmente, caracterizada pela presença de gemas em vários estádios de desenvolvimento no mesmo momento e, espacialmente, mediante a formação de um gradiente anormal de brotação e floração ao longo de um mesmo ramo.

Porém, após a brotação e floração estas anomalias continuam se manifestando durante todo o ciclo da cultura, tendo poucos estudos que descrevem ou propõem medidas que possam minimizar o problema.

Nee e Fuchigami (1992) sugerem para a quebra de dormência dois processos distintos: saída da dormência e alongação das gemas, sendo que a ação dos indutores de brotação pode afetar somente o processo de saída da dormência. O segundo processo, que envolve o crescimento das gemas axilares e o desenvolvimento das novas folhas e frutos não é influenciado pelos indutores da brotação.

Assim, podemos citar como principais anomalias que se manifestam na macieira em consequência da falta de frio, a brotação e floração retardada, baixa porcentagem de brotação das gemas, brotação e floração sem datas definidas nos diferentes anos, flores de tamanho pequeno, pedúnculo de comprimento reduzido e deformado, folhas de esporões de tamanho reduzido, na forma de rosetas, que paralisam o crescimento após a brotação, anteras de menor tamanho e com menor número de grãos de pólen, baixa frutificação efetiva, frutos pequeno e de forma achatada, aumento da intensidade do *russetting* (manchas



irregulares de coloração marrom-clara com epiderme áspera próximo a cavidade peduncular), redução do comprimento dos internódios, menor crescimento nos cortes de poda, envelhecimento precoce da planta, redução do ciclo floração/maturação dos frutos e baixa produtividade (PETRI; PALLADINI; POLA, 2002).

De acordo com Petri et al. (1996) e Petri, Palladini e Pola (2006), grande parte das regiões onde a cultura é explorada no país não proporciona atendimento do requerimento em frio, sendo necessário a adoção de práticas de manejo complementares para minimizar os problemas decorrentes da falta de frio.

A utilização de agentes químicos, visando à maximização da brotação de gemas e a uniformização da floração, é a prática de manejo mais difundida em regiões com baixa ocorrência de frio hibernal. Vários produtos químicos, incluindo reguladores de crescimento e componentes nutricionais, têm sido utilizados para a superação da dormência (EL-AGAMY et al., 2001), assegurando uniformidade na brotação na cultura da macieira (CARVAJAL-MILLÁN et al., 2007). Dentre os produtos disponíveis no mercado, a cianamida hidrogenada ( $H_2CN_2$ ) é o produto químico mais eficiente para maximizar a brotação de gemas em inúmeras espécies frutíferas decíduas (EREZ, 2000; PETRI et al., 1996; WILLIAMSON et al., 2002). Como a ação deste produto não é sistêmica e sim localizada, é necessário que o produto aplicado atinja as gemas das plantas para que se obtenha o efeito esperado (CASTRO, 1998).

A cianamida hidrogenada é comercializada com o nome de Dormex<sup>®</sup>, sendo uma solução aquosa estabilizada com 49% do ingrediente ativo. O produto é degradado no solo em uréia, nitrato de amônia, comportando-se como um fertilizante nitrogenado, não deixando resíduos no solo e na planta. De acordo com as recomendações de Petri, Denardi e Suzuki (1997), a concentração

de cianamida hidrogenada, para regiões com frio hibernal abaixo de 800 horas, varia em torno de 1,0 a 2,0%.

No sistema brasileiro de produção de maçãs, a cianamida hidrogenada tem sido utilizada associada ao óleo mineral, permitindo redução da concentração de cianamida hidrogenada a ser aplicada. Segundo Petri (2005), a utilização de óleo mineral em mistura a outros indutores de brotação tem sido utilizada com eficiência, reduzindo o custo dos tratamentos para indução da brotação.

Para Petri et al. (1996), o uso de agentes químicos para indução da brotação pode antecipar a floração, especialmente no caso de cianamida hidrogenada e óleo mineral, alterando a sincronia da floração com as plantas polinizadoras.

Nas regiões subtropicais, segundo Chagas e Pio (2009) ainda podem ser citados a ocorrência de alguns fenômenos observados nas plantas de frutíferas de clima temperado e que diferem do que comumente ocorrem em regiões temperadas. As plantas não perdem as folhas naturalmente no período do inverno, necessitando da interferência do homem no manejo. Assim, a derrubada das folhas podem ser realizada através da aplicação de calda sulfocálcica ou derrubada manual. Pode ocorrer queimadura de troncos, necessitando de proteção dos mesmos, o que pode ser realizada com a pintura dos troncos com pasta bordalesa ou cal hidratada. As plantas tendem a ser mais vigorosas, o que implica no ajuste do manejo da adubação nitrogenada e uso de podas mais sistemáticas. Por outro lado, os frutos podem apresentar melhor sabor e coloração, pela exposição dos mesmos a alternância de temperatura dia e noite e também pela maior radiação dos frutos durante o dia.

## 2.6 Ponto de colheita

A maçã pertence ao grupo dos frutos climatéricos, ou seja, apresentam uma pronunciada elevação na taxa respiratória durante o amadurecimento, a qual é estimulada pelo etileno, hormônio responsável pelo processo de maturação e senescência dos frutos (BIALE, 1960). De acordo com Chitarra (1998), a intensidade da taxa respiratória está relacionada com a capacidade de armazenamento do produto, de forma que, quanto maior a taxa respiratória, menor é o potencial de armazenamento.

Segundo Girardi, Nachtigal e Parussolo (2004), os frutos colhidos antes do completo desenvolvimento têm seu processo de amadurecimento prejudicado, não alcançando a qualidade desejada para consumo, comprometendo o sabor e o aroma e desidratando-se com maior facilidade. Em contrapartida, o atraso na colheita, além de aumentar a incidência de distúrbios fisiológicos, causa perdas devido à queda pré-colheita dos frutos, à redução da firmeza de polpa e ao menor conteúdo de ácidos orgânicos e amido (BOWEN; WATKINS, 1997).

Nos pomares comerciais, verifica-se o ponto ideal de colheita pela firmeza da polpa, a qual é medida com um aparelho denominado penetrômetro; pela quantidade de sólidos solúveis totais, medida com o refratrômetro; pela cor de fundo da epiderme, através da comparação com tabelas de cores e pelo teste iodo-amido (FREIRE et al., 1994); pelo número de dias desde a plena floração até a colheita e pela acidez, sendo que os três primeiros índices parecem oferecer a melhor correlação com a maturação, sendo considerados os mais confiáveis (CANTILLANO et al., 1981).

Diferentes datas de colheita causam um impacto significativo na qualidade de maçãs e em suas propriedades durante o armazenamento (KNEE, 1989), sendo que a cultivar e as condições agronômicas contribuem para tal (TU;

WALDRON; INGHAM, 1997). Knee e Smith (1989) confirmam que a qualidade de maçãs armazenadas é dependente da data de colheita e varia durante o armazenamento. Skrzynshi (1994) demonstrou que maçãs 'McIntosh' colhidas tardiamente apresentavam melhor coloração de epiderme, porém eram mais propensas a desenvolver senescência, relacionada a distúrbios fisiológicos durante o armazenamento, em comparação a maçãs colhidas no estágio ótimo de maturação.

Visto que as maçãs são metabolicamente ativas e continuam perdendo a firmeza da polpa após a colheita, o objetivo do armazenamento em câmaras frigoríficas é reduzir o processo metabólico, tornando-o mais lento a fim de prevenir distúrbios e aumentar a vida pós-colheita dos frutos no ponto exato de maturação (USHIROZAWA, 1978). Porém, para conservá-los por longo período, torna-se mais seguro colhê-los um pouco depois da maturação fisiológica (AWAD, 1993).

## **2.7 Influências climáticas sobre a qualidade dos frutos**

Fatores como acúmulo de horas de frio, diferença térmica entre o período do dia e da noite, umidade, luminosidade, entre outros, estão diretamente relacionados à qualidade dos frutos, por serem estes reguladores de muitos processos fisiológicos, tanto em velocidade quanto em intensidade. Atributos como, acúmulo de cor, quantidade de açúcares e acidez os quais determinam o sabor e o aroma do fruto, são influenciados pelo ambiente (ARGENTA, 2002).

A macieira é considerada uma fruteira de clima temperado, adaptada às condições de frio, e, embora algumas cultivares necessitem de um menor acúmulo de frio para a produção, ou mesmo, reajam à quebra de dormência mediante aplicação de hormônios sintéticos, locais de clima frio possibilitam o

bom desenvolvimento da produção com qualidade destacada (BRAGA et al., 2001).

Nesse sentido, a região de origem dos frutos de macieira é extremamente importante na formação do preço das frutas no mercado consumidor, uma vez que as condições climáticas locais são associadas à qualidade do fruto. Com a evolução do setor e o aumento da competitividade, as regiões produtoras estão cada vez mais concentradas em locais que apresentam algumas vantagens comparativas, que permitam alta produtividade, elevado índice de qualidade e estrutura de comercialização (BONETI et al., 2002).

Um dos parâmetros que pode auxiliar na avaliação do potencial de uma determinada região é a altitude, pois pode indicar a predominância de características climáticas específicas. Assim, vários estudos vêm sendo realizados de forma a demonstrar a influência das condições climáticas dos locais de cultivo sobre as características de qualidade dos frutos. Na China, o acúmulo de antocianinas durante a formação da cor de maçãs foi comparado em duas condições distintas de altitude (XING-JUN et al., 2004).

No Brasil, as regiões produtoras são Vacaria-RS, Fraiburgo-SC e São Joaquim-SC. Regiões mais altas como São Joaquim-SC possibilitaram a formação de frutos menos achatados, com formato mais regular e melhor coloração, principalmente quando se trata de 'Fuji' (CAMILO; DENARDI, 2002). Segundo os atacadistas, as frutas provenientes do município de São Joaquim são consideradas de melhor qualidade, principalmente pelo formato mais alongado, comparadas às oriundas de regiões mais quentes, como Fraiburgo, comprovando a associação de características dos frutos com local de produção (BITENCOURT, 2005).

Outra forma de contribuição para a qualidade do fruto, não ligados à regulação dos processos fisiológicos, é pela correlação da incidência de doenças,

uma vez que a aparência, principalmente de frutos comercializados *in natura*, contribui para sua avaliação pelo consumidor.

Assim também, distúrbios fisiológicos são influenciados em diferentes intensidades por condições climáticas, e a presença dos distúrbios por sua vez, relacionada com a qualidade dos frutos. Nos Estados Unidos da América, têm sido destacados os estudos referentes à ocorrência de lenticelose em macieiras ‘Gala’ provenientes de regiões áridas de produção (CURRY, 2008).

## **2.8 Atributos de qualidade dos frutos**

O consumidor tem se tornado cada vez mais exigente quanto à qualidade, boa aparência e com características peculiares da cultivar. Embora, no atendimento a esses requisitos, os produtores ainda deixem a desejar, o mercado passou a exigir novos atributos, tais como, aspectos ligados às características organolépticas, à segurança alimentar e à proteção ambiental (MARTINS et al., 2001).

Os atributos de qualidade dos frutos estão na dependência de características físicas e químicas e são peculiares a cada espécie e cultivar, estando também em função do clima, solo e tratos culturais. Dentro de cada cultivar, os frutos modificam estas características durante o processo de maturação (ALVARENGA; FORTES, 1985; CHITARRA, 1998).

As transformações nos frutos ocorrem na célula, envolvendo processos de degradação e síntese de compostos orgânicos, além de mudanças na atividade enzimática, exteriorizando-se como mudanças na coloração da epiderme, firmeza da polpa, sabor e aroma. O conhecimento destas mudanças metabólicas associadas com a maturação é essencial para prolongar a conservação da qualidade dos frutos e prevenir distúrbios fisiológicos (BLANKE, 1991).

As características físicas, como a massa, comprimento, diâmetro transversal e coloração da epiderme, influenciam a aceitabilidade do fruto pelo consumidor e rendimento industrial. Por outro lado, as características físico-químicas, reveladas pelos teores de sólidos solúveis totais (SST), acidez total titulável (ATT) e balanço SST/ATT, são indicadores das características sensoriais, importantes tanto na industrialização, quanto no consumo dos frutos *in natura* (ALVARENGA; FORTES, 1985).

Vários métodos estão disponíveis para se fazer a detecção da qualidade dos produtos, sendo que, para maçãs, as características normalmente avaliadas são: perda de massa, firmeza da polpa, acidez total titulável, cor de fundo da epiderme, sólidos solúveis totais, aroma, distúrbios fisiológicos, dentre outras (ALVARENGA; FORTES, 1985).

### **2.8.1 Coloração**

A coloração é o atributo de qualidade mais atrativo para o consumidor e varia intensamente com a espécie e mesmo entre cultivares (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

A mudança de cor que se observa durante a maturação de muitos frutos é a transformação óbvia e, muito frequentemente, o critério mais importante utilizado pelo consumidor para julgar sua maturidade. A pigmentação verde em maçãs imaturas decorre da presença de clorofila nos cloroplastos. Com o desenvolvimento e climatério do fruto, ocorre a degradação dessas clorofilas por enzimas clorofilases, que são estimuladas pelo etileno e, nesses plastídios, surge componentes do grupo dos carotenóides, responsáveis pela pigmentação amarela (ARGENTA, 2002). Diferenças entre cultivares no controle do processo de destruição da clorofila e síntese de carotenoides resultam em padrões de mudança da cor de fundo da casca. A coloração vermelha é decorrente das

antocianinas, pigmentos hidrossolúveis do grupo dos flavonoides acumulados nos vacúolos (MARKAKIS, 1982), que dentre várias funções, apresentam propriedades nutracêuticas.

Os três tipos principais de pigmentos que dão cor aos produtos vegetais são: clorofila, carotenoides e antocianinas e, em alguns produtos, também ocorre formação de antoxantinas. Os carotenoides são, em geral, pigmentos de cor amarela a laranja, predominantes em frutos cítricos, manga, mamão e abacaxi, podendo também apresentar coloração vermelha, como no caso do licopeno, principal pigmento do tomate (CHITARRA; CHITARRA, 2005). As antocianinas constituem-se no maior grupo de pigmentos solúveis em água e corantes naturais importantes na produção de alimentos industrializados, devido à preferência dos consumidores por cores mais vivas. Estão presentes, sobretudo, no vacúolo das células da epiderme e são responsáveis pela coloração vermelha, púrpura, azul e violeta de muitos frutos. Alguns fatores afetam a síntese de antocianinas e, dentre eles, são citados a luminosidade e a temperatura. No caso da maçã, a luz vermelha promove a síntese de antocianinas vermelhas e as temperaturas noturnas mais baixas e os dias quentes e ensolarados promovem uma síntese mais intensa destes pigmentos (AWAD, 1993).

Tabelas com padrões de cores são utilizadas para a classificação visual de muitos produtos quanto ao seu grau de maturação como, por exemplo, para tomate, abacaxi, banana, maçã, dentre outros (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

### **2.8.2 Sabor**

O sabor dos frutos corresponde a um balanço entre os constituintes doces e ácidos, frequentemente com pequenas proporções de amargos ou adstringência, devido aos taninos. Os principais compostos químicos



responsáveis pelo sabor dos frutos são açúcares, ácidos orgânicos e compostos fenólicos (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

As mudanças do sabor resultam do aumento da relação açúcares/ácidos, sendo um atributo desejável para o sabor e aroma do fruto.

### **2.8.3 Acidez total titulável (ATT) e pH**

O teor de ácidos de um fruto é dado pela acidez total titulável (ATT), que é medida num extrato do fruto por titulação com hidróxido de sódio (uma base forte) de todos os ácidos presentes, podendo ser útil como referência ao estágio de maturação ou como uma informação objetiva do sabor do fruto (KLUGE et al., 1997; ULRICH, 1970). Para alguns frutos, como pêssegos e ameixas, a determinação do ponto de colheita pela ATT é pouco confiável, devido ao fato de haver pouca variação nesta característica no processo de maturação (KLUGE et al., 1997).

Os frutos apresentam uma quantidade de ácidos que, em balanço com os teores de açúcares, representam um importante atributo de qualidade. Além disso, muitos deles são voláteis, contribuindo para o aroma característico de muitos frutos. Os ácidos orgânicos são encontrados nos vacúolos das células na forma livre e/ou combinados com sais, ésteres e glicosídeos, sendo fonte importante de energia para o fruto, durante o processo de maturação (WILLS et al., 1981).

Durante a maturação e no armazenamento, os ácidos orgânicos sofrem oxidação no ciclo de Krebs, e, conseqüentemente, ocorre uma diminuição nos seus teores. Essa diminuição geralmente é devida ao consumo dos ácidos ou conversão em açúcares, pois os mesmos são considerados reserva de energia e são utilizados na atividade metabólica no processo da maturação (WILLS et al., 1981). Os ácidos predominantemente encontrados nos frutos são o málico, o

cítrico, o tartárico, o acético, o oxálico, o shiquímico, dentre outros (KLUGE et al., 1997; WILLS et al., 1981), sendo que, na pêra e maçã, o ácido mais importante é o málico (AWAD, 1993; RHODES, 1970). Em maçãs cv. Delicious o teor de acidez apresentado pelos frutos armazenados em diferentes níveis de CO<sub>2</sub> varia de 0,18 a 0,19% e para as cvs. Jonagold, Golden Delicious, Granny Smith e Fuji, armazenadas em atmosfera controlada por 60 dias, os teores encontrados são 0,45; 0,35; 0,21; 0,78 e 0,32%, respectivamente (DRAKE, 1993).

Os dois métodos mais comumente utilizados para medir a acidez de frutos são a acidez total titulável (ATT) e o potencial hidrogeniônico (pH).

#### **2.8.4 Sólidos solúveis totais**

Os sólidos solúveis totais (SST) são compostos solúveis em água e importantes na determinação da qualidade do fruto, sendo obtidos através de refratômetro e expressos em °Brix. Como a solubilidade dos açúcares é dependente da temperatura, é necessário proceder a correção do teor de SST para a temperatura de 20 °C (CANTILLANO, 1988; KLUGE et al., 1997). O teor de SST dá um indicativo da quantidade de açúcares existentes no fruto, considerando que outros compostos, embora em reduzidas proporções, também fazem parte, como por exemplo, ácidos, vitaminas, aminoácidos e algumas pectinas. O teor de SST proporciona a doçura do fruto durante a maturação (RHODES, 1970) e é um importante atributo na determinação do seu sabor (KAWAMATA, 1977).

Os SST geralmente aumentam com o transcorrer do processo de maturação do fruto, seja por biossíntese, pela degradação de polissacarídeos ou pela perda de água dos frutos resultando em maior concentração dos mesmos. Já a perda varia com a taxa de respiração, já que os sólidos são substratos utilizados

no processo respiratório. O armazenamento de maçãs em atmosfera controlada reduz a respiração, e, conseqüentemente, a perda de sólidos (FIDLER; NORTH, 1966), mas na maioria das ocasiões, não ocorrem grandes variações nos seus teores (LIDSTER; FORSYTH; LIGHTFOOT, 1980). O teor de SST encontrado para a cv. Gala armazenada em diferentes condições de AC varia de 10,6 a 11,9% (ARGENTA; MONDARDO, 1994) e para a cv. Delicious de 12,2 a 12,7% (DRAKE, 1993).

### **2.8.5 Firmeza**

A perda de firmeza da polpa é uma característica comum que ocorre durante a maturação dos frutos (KNEE, 1989); é muito importante do ponto de vista econômico, já que afeta a qualidade e a resistência dos produtos ao ataque de microrganismos (AWAD, 1993). Em maçãs e peras, a firmeza da polpa, juntamente com a coloração de epiderme e o *flavor*, são fatores muito importantes na qualidade dos frutos (PLOCHARSKI; KONOPACKA, 1997). As maçãs classificam-se como frutos que perdem a firmeza da polpa moderadamente durante a maturação, o que lhes confere um longo período de armazenamento (BOURNE, 1979).

Das alterações na firmeza da polpa, dois processos podem ser determinantes: a perda excessiva de água dos tecidos, que causa diminuição da pressão de turgor, comum em situação de armazenamento em baixa umidade relativa do ar e as modificações observadas na lamela média e parede celular, principalmente devido à atividade enzimática (AWAD, 1993; KLUGE et al., 1997).

A firmeza da polpa em maçãs tem sido determinada por métodos subjetivos e objetivos. A avaliação por métodos subjetivos é realizada aplicando-se a pressão dos dedos (AWAD, 1993), enquanto os métodos

objetivos determinam a firmeza com penetrômetro (WILLS et al., 1981), cuja leitura indica o grau de resistência da polpa, sendo os resultados expressos normalmente em  $\text{Lb/pol}^2$  ou Newtons. É recomendada a realização de duas ou mais leituras nos frutos, em regiões opostas, devido ao fato de que a maturação não é uniforme em todos os pontos do fruto (KLUGE et al., 1997).

Hardenburg, Watada e Wang (1986) afirmam que a medida de firmeza da polpa é de grande auxílio para determinar o potencial de armazenamento de maçãs, e que os frutos com firmeza de 71N ou superior teriam maior período de armazenamento.

A refrigeração é uma forma de se reduzir a atividade enzimática, embora o armazenamento em atmosfera controlada seja a melhor técnica para se preservar a firmeza da polpa por períodos longos, sendo a degradação da firmeza retardada pela redução do nível de  $\text{O}_2$  e pela elevação do nível de  $\text{CO}_2$  (KNEE, 1989). O estabelecimento rápido da atmosfera desejada, além do rápido abaixamento da temperatura da câmara, são cruciais na redução dos processos metabólicos dos frutos (STOW, 1986).

A perda de firmeza da polpa tem sido significativamente reduzida no armazenamento em AC quando são utilizados níveis de 1,0-1,5% de  $\text{O}_2$ , por outro lado Anderson (1967) recomenda níveis mais elevados de 2,5 a 3,0% de  $\text{O}_2$ .

Lidster, McRae e Sanford (1981), armazenando maçãs 'McIntosh' em atmosfera com baixo  $\text{O}_2$  (1,5%  $\text{CO}_2$  + 1,0%  $\text{O}_2$ ), obtiveram significante retenção da firmeza da polpa após armazenamento por 29 semanas, quando comparado com maçãs armazenadas em atmosfera controlada (5%  $\text{CO}_2$  + 2,8%  $\text{O}_2$ ).

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 Caracterização da área experimental**

O experimento foi desenvolvido no Centro de Treinamento do Sindicato dos Trabalhadores Rurais de Jundiaí e Região, localizado no município de Jundiaí, SP, a 23°08' de latitude sul e 46°55' de longitude oeste com altitude média de 700 m, na região Leste Paulista. O clima da região é classificado como mesotérmico de inverno seco (Cwa), comumente chamado de tropical de altitude, apresentando temperatura anual média de 21,4 °C (média mínima: 15,3 °C; média máxima: 27,4 °C), precipitação média anual de 1.400 mm e menos de 40 h de acúmulo de unidades de frio (PEDRO JÚNIOR et al., 1979). O solo é classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico, A moderado, textura argilosa (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA, 2006).

#### **3.2 Cultivares**

No presente experimento foram testadas as cultivares de macieira Eva, Condessa, Princesa, Rainha, Imperial Gala, Fuji Suprema, Daiane, Imperatriz e Baronesa. As cultivares foram adquiridas na forma de raiz nua, enxertadas em porta-enxerto Marubakaido e interenxerto M9.

#### **3.3 Preparo do solo**

O solo do pomar foi preparado 90 dias antes do plantio, através de uma aração e duas gradagens, momento em que foi realizada a calagem e incorporação do fósforo necessário, de acordo com a análise do solo. As covas

foram preparadas 30 dias antes do plantio na dimensão de 40 x 40 x 40 cm e adubadas com 20 Kg de esterco bovino curtido, 800 g de Yorim<sup>®</sup> e 300 g de KCl.

### 3.4 Plantio

A coleção de macieira contendo nove cultivares (Eva, Condessa, Princesa, Rainha, Imperial Gala, Fuji Suprema, Daiane, Imperatriz e Baronesa) foi implantada em 2007, no espaçamento de 3,0 m x 1,5 m (2.222 plantas ha<sup>-1</sup>). As mudas foram adquiridas no viveiro Clone<sup>®</sup>, Lapa, PR, na forma de raiz nua, enxertadas em porta-enxerto Marubakaido e interenxerto M9. Antes do plantio, as mudas foram submetidas à estratificação, mantidas em câmara fria a 5 °C, durante dois meses.

As plantas foram conduzidas no suporte tipo “Espaldeira”. Esse sistema foi constituído de dois mourões de cabeceira e outros enterrados em intervalos de 10 m em linha. As plantas de cada cultivar foram plantadas na linha e cada uma delas era fixada em fios de Nylon especiais para esse tipo de condução. Os fios foram fixados nos mourões de 2,5 m de altura, sendo o primeiro fio a 60 cm da superfície do solo, o segundo a 40 cm do primeiro e o terceiro a 40 cm do segundo. As plantas eram fixadas no fio através de fixadores plásticos especiais para a condução de macieira, para evitar possíveis ferimentos no caule. Após o plantio, as plantas foram conduzidas no sistema de líder central modificado. Na Figura 1, pode-se observar uma visão geral da área experimental.



Figura 1 Visão geral da área experimental de macieira conduzidas no suporte tipo “Espaldeira” e plantas conduzidas no sistema de Líder Central Modificado, na região de Jundiaí, SP. No canto inferior esquerdo visualiza-se o detalhe dos fixadores plásticos utilizados para fixar as plantas ao fio. UFLA, 2011

### 3.5 Manejo cultural

Após o plantio, o solo foi manejado deixando-se a cobertura permanente nas entrelinhas e a linha de plantio completamente limpa, através da utilização de capina manual. A cobertura vegetal na entrelinha foi controlada através de roçagem manual. O controle das pragas e doenças foi realizado com a utilização, quando necessária, de fungicidas e inseticidas recomendados para a cultura.

As adubações de formação e manutenção foram realizadas de acordo com as recomendações do Boletim 100 do Instituto Agrônômico.

### 3.6 Aplicação de cianamida hidrogenada

A indução vegetativa e floral foi realizada no dia 20 de julho para os respectivos anos de 2008 e 2009, quando as plantas ainda apresentavam com

gemas dormentes. Utilizou-se cianamida hidrogenada na concentração de 3% do produto comercial Dormex<sup>®</sup>, acrescido de 1% de óleo mineral, num volume de 600 L de calda por hectare. Para a aplicação utilizou-se um pulverizador manual de 20 L e pulverizou-se as plantas em cobertura total.

### **3.7 Poda de frutificação**

A poda de frutificação foi realizada no dia 23 de julho, ou seja, 3 dias após o tratamento para quebra de dormência, para ambas as safras, consistindo na eliminação de ramos doentes, fracos e ladrões. Fez-se a seleção e raleamento de ramos primários e produtivos ao redor do Líder Central e o encurtamento daqueles ramos mais compridos, deixando-se no máximo 50 cm de comprimento. Essa prática favorece o fortalecimento e engrossamento dos ramos primários, proporcionando que os ramos suportem maior carga de frutos, evitando a quebra dos mesmos.

Ainda durante a poda de frutificação, procedeu-se o encurtamento do Líder Central, de modo a eliminar a dominância apical e induzir o surgimento de novos ramos primários.

Após a poda, todos os ramos primários foram arqueados com auxílio de condutores plásticos (Figura 2).





Figura 2 Condução de ramos primários através de condutores plásticos após a poda de frutificação. UFLA, 2011

### 3.8 Características analisadas

Nas safras 2008/09 e 2009/10, avaliaram-se o período de florescimento e colheita; desenvolvimento vegetativo das plantas e eficiência de produção. Os atributos de qualidade dos frutos das cultivares estudadas foram avaliados apenas na safra 2008/09.

#### 3.8.1 Período de florescimento

Avaliou-se o período de florescimento através de seu início e término, registrando-se as respectivas datas de sua ocorrência durante as safras 2008/09 e 2009/10. Foram consideradas floridas todas as plantas que emitiram uma ou mais flores. Considerou-se início de florada quando as plantas estavam com 5% de flores abertas e, final de florada, quando as flores apresentavam as pétalas caídas e não havia mais flores nos ramos.

Para acompanhamento do florescimento, após a aplicação de cianamida hidrogenada, as plantas foram avaliadas de 4 em 4 dias, durante todo o período,

que compreendeu desde a aplicação do indutor até o final do florescimento, de forma a identificar com precisão cada uma das fases mencionadas.

Com base nos dados de florescimento, obteve-se a duração da florada calculando-se o intervalo entre o início e o final do florescimento, em dias.

### **3.8.2 Período de colheita**

Foram feitas colheitas semanalmente, registrando-se as datas de início e fim da colheita durante as safras de 2008/09 e 2009/10. Considerou-se como início de colheita a data em que apareceram os primeiros frutos maduros e; como final de colheita quando a planta não mais apresentava frutos para serem colhidos. O período de colheita foi calculado pela diferença em dias entre o final e o início da colheita. Levou-se em consideração o tamanho e a coloração dos frutos para iniciar a colheita.

### **3.8.3 Desenvolvimento vegetativo**

#### **3.8.3.1 Altura da planta e diâmetro da copa**

As alturas das plantas (m) e os diâmetros das copas (m) foram avaliados antes da poda. As alturas das plantas foram avaliadas utilizando-se uma régua graduada de madeira com quatro metros de comprimento, medindo-se desde o solo, paralelamente ao tronco da planta, até a extremidade apical do líder central. Mediu-se a altura de todas as plantas de cada parcela. Considerou-se a média das alturas das plantas de cada parcela.

Para avaliação dos diâmetros das copas, utilizaram-se dois operadores munidos de bambus e uma fita métrica. Projetou-se a copa no solo, apoiando-se os bambus paralelamente à copa da planta e mediu-se, a distância entre os dois

bambus, obtendo-se o diâmetro das copas. Considerou-se como diâmetro da copa a média dos diâmetros das plantas de cada parcela.

### 3.8.3.2 Número de ramos por líder central

O número de ramos por líder central foi obtido através da contagem manual do número de ramos primários ao redor do líder central. Contabilizaram-se todos os ramos, independentemente do comprimento dos mesmos.

### 3.8.3.3 Qualidade da brotação das plantas

A qualidade da brotação das plantas foi realizada através de uma escala que variou de 0 a 4, sendo 0 = ausência de brotação, 1 = péssima brotação, 2 = regular brotação, 3 = boa brotação e 4 = excelente brotação. Em cada planta foram marcados quatro ramos distribuídos nos quatro quadrantes geográficos, onde cada ramo foi classificado segundo as notas mencionadas acima. Na Figura 3, podem ser visualizadas escala de notas utilizadas para classificação da qualidade da brotação em cultivares de macieira.



Figura 3 Escala de notas utilizadas para classificação da qualidade da brotação em cultivares de macieira, sendo 0 = ausência de brotação, 1 = péssima brotação, 2 = regular brotação, 3 = boa brotação e 4 = excelente brotação

### 3.8.4 Eficiência de produção

A eficiência de produção foi obtida através do número de frutos por planta, produção ( $\text{kg planta}^{-1}$ ) e produtividade ( $\text{T ha}^{-1}$ ), além da mensuração da massa (g), diâmetro e comprimento (mm) dos frutos. Não foi realizado o raleio das flores e nem dos frutos nas safras avaliadas.

Quantificou-se o número e a massa total dos frutos colhidos semanalmente por planta. A soma de todas as colheitas de cada planta resultou na sua produção média ( $\text{kg planta}^{-1}$ ) e número de frutos por planta. Em seguida determinou-se a produtividade ( $\text{T ha}^{-1}$ ).

Para determinação da massa (g), diâmetro e comprimento (mm) dos frutos, foram colhidos aleatoriamente, 20 frutos maduros de cada cultivar e levados ao laboratório. Em seguida mediu-se o comprimento e diâmetro dos frutos com auxílio de um paquímetro digital e massa média dos frutos, com auxílio de uma balança eletrônica de precisão.

### 3.8.5 Atributos de qualidade

Os atributos de qualidade foram avaliados na safra 2008/09. Os frutos de cada cultivar foram colhidos aleatoriamente quando atingiram o ponto de colheita e avaliados quanto:

- a) Cor da epiderme e da polpa - através de leitura em colorímetro Hunter, sistema CIELab dos parâmetros de Luminosidade ( $L^*$ ), cor verde ( $-a^*$ ), cor vermelha ( $+a^*$ ), cor amarela ( $+b^*$ ), com duas leituras para cor da epiderme e da polpa, sendo os resultados expressos em luminosidade [ $L$ , em valores de 0 (preto) a 100 (branco)], e ângulo de cor ou *Hue* ( $\arctan(b^*/a^*)$ );

- b) Firmeza da polpa (N) – através de penetrômetro manual Effegi equipado com ponteira de 11 mm, com leitura efetuada na região equatorial, após a retirada da epiderme;
- c) Sólidos solúveis (SS) - determinado em refratômetro digital, sendo os valores expressos em %;
- d) Acidez titulável (AT) - por titulometria com solução de hidróxido de sódio (0,5 N), expresso em gramas de ácido málico por 100 g de polpa;
- e) *Ratio* - obtido pela relação entre o teor de sólidos solúveis e acidez titulável.

### **3.9 Delineamento experimental e análise estatística**

O experimento foi instalado no delineamento em blocos casualizados, com nove tratamentos, constituídos pelas cultivares, quatro repetições e duas plantas por parcela. Sendo que para os atributos de qualidade dos frutos das cultivares, utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, com oito repetições e quatro frutos por repetição.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, pelo teste F e as médias comparadas através do teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

As análises foram realizadas pelo programa computacional Sistema para Análise de Variância - SISVAR (FERREIRA, 2005).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Período de florescimento e colheita

Para todas as cultivares de macieira avaliadas nas safras 2008/09 e 2009/10 verificou-se que o início do florescimento ocorreu na segunda quinzena do mês de agosto, exceto ‘Eva’, ‘Princesa’ e ‘Baronesa’ que na safra 2009/10 floresceram na primeira quinzena de agosto. Na safra 2008/09, o início do florescimento ocorreu entre 28 e 37 dias após o tratamento com cianamida hidrogenada, a qual foi aplicada nas plantas em 20 de julho do mesmo ano (Tabela 1).

Tabela 1 Visão geral da área experimental de macieira conduzidas no suporte tipo “Espaldeira” e plantas conduzidas no sistema de Líder Central Modificado, na região de Jundiaí, SP. No canto inferior esquerdo visualiza-se o detalhe dos fixadores plásticos utilizados para fixar as plantas ao fio. UFLA, 2011

Cultivares de Macieira	Descrição fenológica											
	Safr 2008/09						Safr 2009/10					
	Floração			Colheita			Floração			Colheita		
I	T	D	I	T	D	I	T	D	I	T	D	
(dias)			(dias)			(dias)			(dias)			
Eva	20/08	10/09	21	08/01	15/01	7	08/08	01/09	24	05/12	21/01	47
Condessa	20/08	19/09	30	05/01	21/01	16	18/08	10/09	23	01/12	15/01	45
Princesa	20/08	19/09	30	12/01	27/01	15	05/08	07/09	33	18/12	21/01	34
Rainha	27/08	19/09	23	22/01	08/02	17	18/08	13/09	26	28/12	15/01	18
Imperial	18/08	19/09	32	08/02	15/02	7	23/08	12/09	20	01/02	11/02	10
Gala												
Fuji	18/08	19/09	32	28/01	13/02	16	18/08	07/09	20	27/12	18/01	22
Suprema												
Daiane	24/08	15/09	22	18/01	18/02	31	18/08	07/09	20	20/12	21/01	32
Imperatriz	20/08	10/09	21	08/02	15/02	7	24/08	20/09	27	01/02	11/02	10
Baronesa	24/08	15/09	22	28/01	20/02	23	10/08	07/09	28	29/12	17/02	50

No ano seguinte, safra 2009/10, observou-se diminuição no período de resposta da planta à aplicação do indutor, ou seja, verificou-se que o início da

floração ocorreu entre 5 e 24 de agosto, em torno de 15 a 25 dias após a quebra de dormência. Esse resultado pode ser explicado pelo fato das plantas ainda estarem em fase de transição entre o início do período produtivo, pois foi o primeiro ano de produção, e a fase adulta, em que as plantas já demonstraram sua capacidade produtiva (Tabela 1).

Com relação ao período de florescimento, observou-se que as cultivares reconhecidamente menos exigentes em frio, a exemplo da Eva, Princesa, Rainha e Daiane, apresentaram a duração do período de florescimento semelhante nas duas safras avaliadas. Já as cultivares Condessa, Imperial Gala e Fuji Suprema, apresentaram maior período de florescimento na safra 2008/09, diferentemente das cultivares Imperatriz e Baronesa que tiveram maior duração do florescimento na safra 2009/10. Essa desuniformidade no período de florescimento, provavelmente, pode estar relacionada com sua maior necessidade de horas de frio (Tabela 1). Hauagge e Cummins (1991) relataram que dois fatores norteiam a data de floração em cultivares de macieira: a necessidade de frio para a quebra de dormência e a quantidade necessária de calor para induzir a brotação e floração após a quebra de dormência. Ainda segundo os mesmos autores, estes dois fatores estão interrelacionados de tal maneira que, à medida que se acumula frio, diminui-se a necessidade de calor para que se processe a brotação e a floração. Essas características, ainda, são determináveis e variáveis entre genótipos. Soltész (2003) também descreve que a duração do período de florescimento é influenciada pelas condições ambientais, visto que em condições de menor ocorrência de frio durante o período hibernar ocorre o aumento do período de florescimento. No presente trabalho, verificou-se que tais fatores influenciaram no período de florescimento das cultivares testadas. Resultados obtidos por Petri, Hawerth e Leite (2008) reforçam tal constatação, pois os autores citam que em condições de inverno ameno, onde as exigências em frio não são completamente satisfeitas, cultivares com distintos

requerimentos em frio apresentam grande variabilidade na época de florescimento, de um ano para outro.

Outro aspecto importante notado no presente trabalho foi a coincidência do período de florescimento entre algumas cultivares, pois, segundo Soster e Latorre (2007), a macieira apresenta alto grau de incompatibilidade, necessitando de um esquema especial de cultivo com duas ou mais cultivares que permitam a polinização cruzada. Os mesmos autores ainda descrevem que o conhecimento dos períodos de florescimento são importantes para que seja estabelecido um sincronismo entre as cultivares polinizadoras e produtoras e vice-versa. Na Figura 4, pode-se observar o período de florescimento das cultivares de macieira avaliadas nas condições subtropicais da região Leste Paulista, nas respectivas safras 2008/09 e 2009/10.

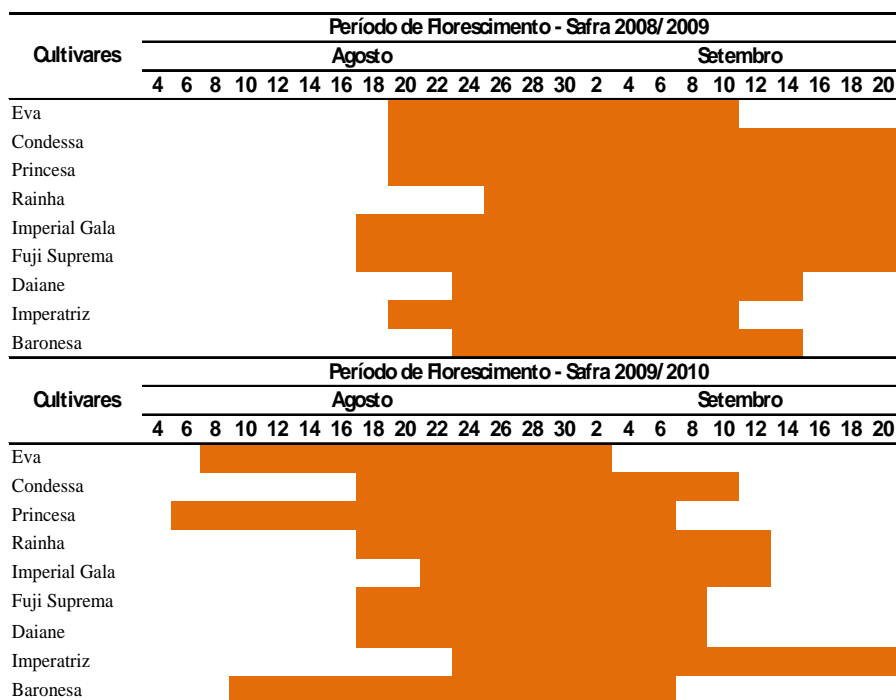


Figura 4 Período de florescimento de cultivares de macieira avaliadas nas condições subtropicais da região Leste Paulista, nas safras de 2008/09 e 2009/10. UFLA, 2011



A colheita das cultivares testadas concentrou-se entre os meses de janeiro e fevereiro, na safra 2008/09 e, dezembro a fevereiro na safra 2009/10. A duração da colheita foi menor na primeira safra quando comparada com a segunda. Outro fato relevante foi o significativo aumento no período de duração de colheita das cultivares Eva, Condessa, Princesa e Baronesa, na segunda safra (Tabela 1). Provavelmente esse aumento no tempo de duração da colheita na safra de 2009/10 está relacionado ao fato dessas cultivares terem apresentado elevadas produtividades. A diferença quanto ao período de safra entre os dois anos de avaliação pode estar relacionada também às condições climáticas distintas reinantes durante os invernos dos anos de avaliação, uma vez que no florescimento e na colheita do ano de 2008, as precipitações foram menores que as observadas em 2009 (Figura 5), o que pode ter influenciado no ciclo produtivo.

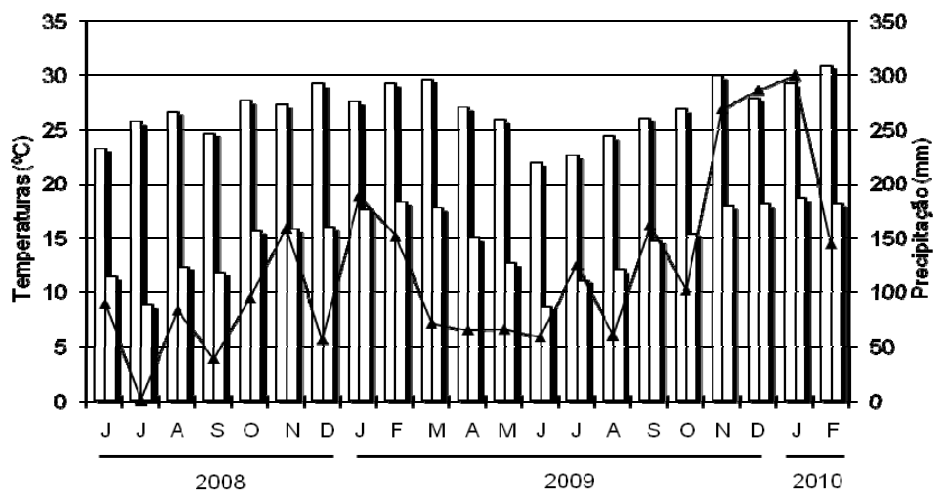


Figura 5 Temperaturas médias máximas e mínimas e precipitação acumulada mensalmente para os meses de junho de 2008 a fevereiro de 2010 em Jundiaí-SP

Na safra 2008/09, as cultivares Condessa, Eva e Princesa foram as mais precoces, sendo colhidas entre 5 e 12 de janeiro de 2009, seguida das cvs. Daiane e Rainha com colheitas entre 18 e 22 de janeiro do mesmo ano, Fuji Suprema com colheita em 28 de janeiro de 2009 e, as últimas a serem colhidas foram as cvs. Imperial Gala e Imperatriz com colheita em 8 de fevereiro de 2009. Resultado semelhante foi observado na safra 2009/10 onde as colheitas iniciaram em dezembro de 2009 e terminaram em 17 de fevereiro de 2010, com a mesma tendência entre as cultivares testadas (Tabela 1). Em regiões de inverno ameno, a data de colheita depende do ciclo e da época de florescimento, sendo que estes, por sua vez, variam principalmente com a exigência de frio de cada genótipo.

No Brasil, a colheita de maçãs inicia-se normalmente no final do mês de dezembro nas regiões menos frias e com produção de cultivares mais precoces e termina no início do mês de maio nas regiões mais frias, as quais são também as maiores produtoras (BRUCKNER, 2002). Nas condições em que o presente trabalho foi realizado, verificou-se que o início de colheita pode ser antecipado para novembro. Contudo, para se obter êxito nesse sentido, é necessário pesquisar o efeito de indutores de brotação na quebra de dormência em diferentes épocas do ano.

#### **4.2 Desenvolvimento vegetativo**

Com relação à altura das plantas, a cultivar Fuji Suprema (2,83 m) e Rainha (2,63 m) foram as que apresentaram maior comprimento, seguido pelas cultivares, Eva (2,35 m), Baronesa (2,25 m) e Imperial Gala (2,24 m), na safra 2008. Já na safra 2009/10, as cultivares apresentaram comportamento muito semelhante entre si quanto a esse aspecto, excetuando-se as cultivares Imperatriz, Princesa, Daiane e Condessa, que apresentaram menor altura de

plantas, 1,54, 1,91, 2,07 e 2,18 m, respectivamente (Tabela 2). As demais cultivares apresentaram alturas superiores e atingiram entre 2,56 e 3,02 m, não diferindo entre si.

Tabela 2 Desenvolvimento vegetativo – altura da planta, diâmetro da copa, nº de ramos por líder central e qualidade da brotação de cultivares de macieira em Jundiá-SP, nas safras 2008/09 e 2009/10

Cultivares de macieira	Altura da planta (m)		Diâmetro da copa (m)		Nº de ramos/líder central		Qualidade da brotação
	Safr		Safr		Safr		Safr
	2008	2009	2008	2009	2008	2009	2008
Eva	2,35 b	2,61 a	1,69 a	2,07 a	13,50 a	89,25 a	4,00 a
Condessa	2,02 c	2,18 b	1,37 b	1,70 b	11,37 a	37,25 b	2,50 b
Princesa	1,74 c	1,91 b	1,21 b	1,68 b	13,37 a	60,25 a	4,00 a
Rainha	2,63 a	3,02 a	1,70 a	2,22 a	10,25 a	30,87 b	1,00 c
I. Gala	2,24 b	2,72 a	1,40 b	1,96 a	6,75 b	29,12 b	0,50 c
F.Suprema	2,83 a	2,79 a	2,08 a	2,50 a	13,87 a	37,12 b	0,87 c
Daiane	1,95 c	2,07 b	1,38 b	1,85 a	7,87 b	40,50 b	1,12 c
Imperatriz	1,81 c	1,54 b	1,03 b	1,12 c	7,12 b	15,12 c	2,50 b
Baronesa	2,25 b	2,56 a	1,39 b	2,16 a	11,87 a	61,62 a	3,75 a
C.V. (%)	14,23	14,60	20,06	16,92	26,79	25,50	18,11

\* Médias não seguidas pela mesma letra na coluna diferem entre si pelo teste Scott-Knott, a 5% de probabilidade de erro.

Quanto ao diâmetro da copa, verificou-se que as cultivares Fuji Suprema, Rainha e Eva foram as que apresentaram maior diâmetro, seguida pelas demais, as quais não diferiram entre si, na safra 2008/09. Já na safra 2009/10, a cultivar Imperatriz foi a que apresentou menor diâmetro, seguida pela Condessa e Princesa. As demais cultivares (Rainha, Eva, Imperial Gala, Fuji Suprema, Daiane e Baronesa) apresentaram maior diâmetro de copa, com valores entre 1,85 e 2,50 m, porém não diferindo estatisticamente entre si (Tabela 2).

Com relação à qualidade das brotações, as cultivares Eva, Princesa e Baronesa foram as que apresentaram excelente qualidade de brotação, com notas entre 3,75 e 4, seguidas pelas cultivares Condessa e Imperatriz. Essas cultivares

se mostraram menos afetadas pelas condições climáticas. Por outro lado, as cultivares Rainha, Imperial Gala, Fuji Suprema e Daiane foram as que apresentaram menor qualidade de suas brotações aos 60 dias após a quebra de dormência (Tabela 2). Como a maçã é caracterizada por perder suas folhas no final de cada ciclo e, então entra em dormência, o uso de reguladores e suas condições em exigência em frio satisfeitas são fatores importantes na adaptação e boa produção das plantas (PETRI; PALLADINI; POLA, 2002). A baixa qualidade na emissão de brotações que algumas cultivares apresentaram no presente trabalho está relacionada com sua mediana a elevada exigência em frio. As cultivares Imperial Gala e Fuji Suprema, oriundas de mutação das cultivares Gala e Fuji, são as mais plantadas nas Serras Catarinense e Gaúcha e requerem por volta de 600 a 800 horas de frio com temperaturas abaixo de 7,2 °C. Nas condições testadas o acúmulo de frio hibernal não ultrapassou 40 horas, nos anos de 2008 e 2009.

Constatou-se também que a baixa qualidade das brotações verificadas em algumas cultivares, a exemplo da Fuji Suprema (0,87), influenciou nas medidas das variáveis altura e diâmetro das plantas. Observou-se que as plantas que não apresentaram excelente qualidade de brotação, concentraram suas reservas para o crescimento da altura do líder central e dos poucos ramos primários, os quais cresceram mais. Apesar de não quantificado, constatou-se que as cultivares com baixa qualidade de brotação apresentaram poucos ramos primários e esses ramos cresceram significativamente mais quando comparado com os mesmos ramos de uma planta com excelente qualidade de brotação e equilíbrio no desenvolvimento vegetativo, a exemplo da cultivar Eva. Tal fato, ainda, pode ser comprovado pela quantidade significativamente maior de número de ramos por líder central quantificado nas cultivares Eva (89,25), Princesa (60,25) e Baronesa (61,62), na safra 2009/10. Por outro lado, na safra anterior (2008/09), praticamente houve pouca diferença no número de ramos por

líder central entre as cultivares que produziram mais (entre 10,25 e 13,87) e menos (6,75 e 7,12) ramos. Esse resultado, provavelmente, foi consequência da influência do tratamento de estratificação, em que as plantas de todas as cultivares testadas foram submetidas durante dois meses à temperatura de 5 °C em câmara fria no ano de 2007, antes de serem plantadas.

#### **4.3 Eficiência de produção**

Excelente desempenho produtivo foi constatado dentre as diversas cultivares testadas. Com relação ao número médio de frutos por planta na safra 2008/09, a 'Eva', seguida pelas cvs. Rainha, Condessa, Princesa e Baronesa, foram as que apresentaram os melhores desempenhos. Maior evidência na produção foi constatada na safra 2009/10, quando a cv. Eva manteve excelente produção em número de frutos (156,75), seguida da 'Baronesa' (138,12). Na safra 2009/10, também foi possível constatar que os menores números de frutos foram produzidos pelas cvs. Imperatriz (6,25) e Imperial Gala (8,25) (Tabela 3). Tendência semelhante foi observada na produção em kg planta<sup>-1</sup> (Tabela 3). Diferentemente do observado na safra 2008/09, quando as cultivares praticamente se dividem em dois grupos, na safra 2009/10 constatou-se que as melhores produções foram colhidas das plantas das cvs. Baronesa, Eva e Princesa. As cultivares Imperatriz e Imperial Gala foram as que apresentaram menor produção por planta, 0,52 e 0,80 kg planta<sup>-1</sup>, respectivamente.

Tabela 3 Número médio de frutos, produção média (kg planta<sup>-1</sup>) e produtividade estimada (T ha<sup>-1</sup>, espaçamento 3 m x 1,5 m, considerando uma densidade populacional de 2.222 plantas por ha) de cultivares de macieira em Jundiá-SP, nas safras 2008/09 e 2009/10

Cultivares de Macieira	Nº frutos planta <sup>-1</sup>		Produção (kg planta <sup>-1</sup> )		Produtividade estimada (T ha <sup>-1</sup> )	
	Safr		Safr		Safr	
	2008	2009	2008	2009	2008	2009
Eva	36,88 a	156,75 a	4,50 a	14,10 a	10,00 a	31,33 a
Condessa	23,75 a	52,87 c	2,85 a	6,02 b	6,32 a	13,39 b
Princesa	23,00 a	95,75 b	3,45 a	13,20 a	7,66 a	29,33 a
Rainha	28,13 a	73,25 c	4,52 a	9,27 b	10,04 a	20,60 b
Imperial	7,13 b	8,25 d	0,85 b	0,80 c	1,88 b	1,79 c
Gala						
Fuji Suprema	13,50 b	56,62 c	1,49 b	7,32 b	3,31 b	16,27 b
Daiane	16,88 b	51,62 c	2,24 b	6,94 b	4,97 b	15,41 b
Imperatriz	3,25 b	6,25 d	0,28 b	0,52 c	0,63 b	1,16 c
Baronesa	19,25 a	138,12 a	2,27 b	17,52 a	5,05 b	38,93 a
C.V. (%)	29,14	20,78	23,39	22,44	23,41	22,45

\* Médias não seguidas pela mesma letra na coluna diferem entre si pelo teste Scott-Knott, a 5% de probabilidade de erro.

Quando se analisou a produtividade estimada (T ha<sup>-1</sup>) das diferentes cultivares testadas, constatou-se que houve elevada influência da massa, comprimento e diâmetro médio dos frutos produzidos pelas respectivas cultivares em ambas as safras avaliadas. Ainda observou-se um aumento considerável da safra 2008/09 para 2009/10 (Tabela 4). Na safra 2009/10, maior produtividade foi obtida pela cultivar Baronesa, seguida pela Eva e Princesa, as quais produziram 38,93; 31,33 e 29,33 T ha<sup>-1</sup>, respectivamente (Tabela 4). Esperava-se que maior produtividade fosse obtida pela cultivar Eva, pois foi a que produziu maior número de frutos por planta. Contudo, a excelente produtividade verificada pelas cultivares Baronesa e Princesa, deveu-se, além do elevado número de frutos por planta, principalmente, pela maior qualidade dos frutos produzidos. Estas cultivares apresentaram as maiores massas médias de frutos, atingindo 128,83 e 141,41 g. Essas massas médias de frutos são superiores ao obtido pela cultivar Eva (87,53 g) (Tabela 4).

Tabela 4 Massa média dos frutos (g), diâmetro médio dos frutos (mm) e comprimento médio dos frutos (mm) de cultivares de macieira em Jundiá-SP, nas safras 2008/09 e 2009/10

Cultivares de Macieira	Massa média dos frutos (g)		Diâmetro médio dos frutos (mm)		Comprimento médio dos frutos (mm)	
	Safr		Safr		Safr	
	2008	2009	2008	2009	2008	2009
Eva	119,24 b	87,53 b	61,75 b	56,09 b	59,55 c	53,31 c
Condessa	127,15 b	113,92 a	63,24 b	61,61 a	63,91 b	63,31 b
Princesa	145,86 a	141,41 a	67,87 a	66,77 a	60,53 c	60,79 b
Rainha	160,26 a	126,32 a	70,60 a	65,38 a	67,68 a	61,92 b
I. Gala	108,58 b	96,58 b	59,76 b	59,75 b	56,34 c	55,34 c
F.Suprema	110,56 b	128,94 a	59,74 b	64,41 a	56,54 c	57,49 c
Daiane	125,23 b	134,45 a	62,56 b	63,19 a	65,30 b	67,35 a
Imperatriz	87,09 b	82,08 b	57,71 b	56,95 b	69,10 a	68,85 a
Baronesa	116,79 b	128,83 a	68,76 a	64,50 a	66,04 a	60,48 b
C.V. (%)	13,72	8,87	5,70	3,98	5,74	4,71

\* Médias não seguidas pela mesma letra na coluna diferem entre si pelo teste Scott-Knott, a 5% de probabilidade de erro.

As cultivares Imperatriz e Imperial Gala foram as que apresentaram menor produtividade (1,16 e 1,79 T ha<sup>-1</sup>) na safra 2009/10 (Tabela 3). Verificou-se também que a massa, o comprimento e o diâmetro dos frutos dessas cultivares foram os menores obtidos entre as cultivares testadas (Tabela 4), nas safras 2008/09 e 2009/10. Essa constatação está de acordo com as observações de Petri e Leite (2004). Esses autores observaram que quando cultivares altamente exigentes em frio são cultivadas em regiões com insuficiente acúmulo de frio para atender a suas necessidades fisiológicas, a exemplo das condições do Sul do Brasil, a macieira exibe brotação deficiente e desuniforme, redução e irregularidade na abertura das gemas florais e vegetativas e, conseqüentemente, reduzem o volume e a qualidade dos frutos produzidos.

Ainda com relação à qualidade dos frutos produzidos, constatou-se, de modo geral, que a massa, diâmetro e comprimento médios dos frutos foram maiores na safra 2008/09 quando comparado com a safra 2009/10 (Tabela 4). Esta constatação é devida ao fato das plantas terem produzido menor volume de

frutos na primeira safra e, conseqüentemente, os frutos tiveram melhor qualidade com relação ao tamanho. Por outro lado, se compararmos o número de frutos produzidos pelas diversas cultivares na safra 2009/10 e suas características físicas, constatou-se que a massa, diâmetro e comprimento médios dos frutos foram menores. Porém, algumas cultivares mostraram-se mais vulnerável a essa relação. A cultivar Eva foi a que apresentou maior número de frutos na safra 2009/10, porém, menor massa média de frutos. Já as cultivares que produziram menor número de frutos foram as que apresentaram, de modo geral, maior massa. Exceto a cultivar Baronesa, que apresentou excelente número de frutos por planta (Tabela 3) e também boa massa média de seus frutos (Tabela 4).

#### **4.4 Atributos de qualidade**

Com relação aos atributos de qualidade, verificou-se que as nove cultivares testadas apresentaram excelente qualidade dos frutos. Na Figura 6, se pode observar os aspectos visuais dos frutos de cada cultivar avaliada nas condições do município de Jundiaí-SP, região Leste Paulista.





Figura 6 Detalhe das cultivares de macieira avaliadas: 1 - Eva, 2 - Condessa, 3 - Princesa, 4 - Rainha, 5 - Imperial Gala, 6 - Fuji Suprema, 7 - Daiane, 8 - Imperatriz e 9 – Baronesa avaliadas nas condições da região Leste Paulista. UFLA, 2011

Verificou-se que a coloração apresentou grande variação, desde epiderme vermelho escura até mais amarelada, apresentando, assim, diferença significativa entre elas (Tabela 5). Outros trabalhos também encontraram diferenças entre as cultivares de maçã em relação à coloração da epiderme (DROGOUDI; MICHAILEDIS; PANTELIDIS, 2008; IGLESIAS; ECHEVERRÍA; SORIA, 2008; VIEIRA et al., 2009). Segundo Iglesias, Echeverría e Soria (2008), a coloração da epiderme de maçãs não pode ser considerada como um índice de maturação, pois ocorre precocemente e varia de

acordo com fatores ambientais e entre cultivares. A cultivar Imperial Gala foi a que apresentou a coloração da epiderme mais vermelha (menor ângulo *Hue*) e mais escura (menor luminosidade), seguidas pelas cultivares Condessa, Eva e Princesa (Tabela 5). Segundo Iglesias, Echeverría e Soria (2008), as maçãs ('Gala', 'Brookfield Gala', 'Buckeye Gala', 'Ruby Gala', etc) possuem alto potencial para colorir mesmo em estágios iniciais de desenvolvimento dos frutos ou nas condições ambientais associadas com as áreas quentes (temperaturas elevadas) ou com pouca incidência de luz (partes sombreadas da copa das árvores).

Tabela 5 Luminosidade e ângulo de cor ou *Hue* da epiderme e polpa de cultivares de macieira em Jundiaí-SP, na safra 2008/09

Cultivares de macieira	Luminosidade		Ângulo de Cor ou <i>Hue</i>	
	Epiderme	Polpa	Epiderme	Polpa
Imperial Gala	39,26 c	83,47 c	28,61 c	85,29 c
Condessa	44,44 b	85,72 b	34,23 c	84,64 c
Eva	45,23 b	85,20 b	37,74 c	83,68 c
Princesa	46,37 b	86,95 a	42,72 c	95,53 b
Rainha	54,34 a	83,62 c	67,22 a	95,19 b
Daiane	54,63 a	86,48 a	53,68 b	93,25 b
Baronesa	54,93 a	87,01 a	73,20 a	99,20 a
C.V. (%)	10,87	1,16	22,39	4,59

\* Médias não seguidas pela mesma letra na coluna diferem entre si pelo teste Scott-Knott, a 5% de probabilidade de erro.

\*\* As cultivares Imperatriz e Fuji Suprema não produziram frutos suficientes para a avaliação dos atributos de qualidade.

Em relação à coloração da polpa (Tabela 5), notou-se, através do ângulo *Hue*, que as cultivares apresentaram diferentes intensidades da cor amarela, apresentando diferença significativa entre elas. A cv. Baronesa, Princesa e Daiana se destacaram como as que apresentaram a cor da polpa amarela mais pálida. Segundo Drogoudi, Michailidis e Pantelidis (2008), a coloração da epiderme não está correlacionada com a cor da polpa.

A composição química de maçãs pode variar dependendo da cultivar (PETKOVSEK; STAMPAR; VEBERIC, 2007; WU et al., 2007), região de produção e práticas culturais (RÓTH et al., 2007). No presente trabalho, as cultivares estudadas apresentaram diferenças significativas em relação aos parâmetros físico-químicos estudados (Tabela 6). Quanto à firmeza, verificou-se que as maçãs ‘Eva’, ‘Princesa’, e ‘Baronesa’, foram as que se mostraram com polpa mais firme, enquanto que ‘Rainha’ e ‘Daiane’ as mais macias.

Tabela 6 Firmeza, acidez titulável (AT), sólidos solúveis (SS) e *ratio* de cultivares de macieira em Jundiaí-SP, na safra 2008/09

Cultivares de macieira	Firmeza (N)	AT (g de ác. Málico 100 g <sup>-1</sup> )	SS (%)	<i>Ratio</i>
Imperial	45,45 b	0,42 d	13,20 b	31,78 b
Gala				
Condessa	44,56 b	0,36 d	13,32 b	38,21 a
Eva	51,66 a	0,63 a	15,22 a	24,33 c
Princesa	53,87 a	0,51 b	12,16 c	23,85 c
Rainha	39,63 c	0,61 a	12,00 c	19,97 d
Daiane	52,19 a	0,48 c	12,85 b	27,58 c
Baronesa	55,28 a	0,39 d	11,94 c	30,59 b
C.V. (%)	8,02	11,71	7,70	14,58

\* Médias não seguidas pela mesma letra na coluna diferem entre si pelo teste *Scott-Knott*, a 5% de probabilidade de erro.

\*\* As cultivares Fuji Suprema e Imperatriz não produziram frutos suficientes para a avaliação dos atributos de qualidade.

Em relação à acidez titulável, as cultivares Eva e Rainha foram as mais ácidas (0,63 g 100 g<sup>-1</sup> e 0,61 g 100 g<sup>-1</sup>, respectivamente) e a Condessa, Baronesa e Imperial Gala possuíram os menores valores (0,36 g 100 g<sup>-1</sup>, 0,39 g 100 g<sup>-1</sup> e 0,42 g 100 g<sup>-1</sup>, respectivamente) (Tabela 6). Feliciano et al. (2010) encontraram valores de 0,14 g 100 g<sup>-1</sup> a 0,42 g 100 g<sup>-1</sup> quando avaliaram a acidez titulável de 10 cultivares de maçãs plantadas em Portugal, enquanto que na China, Wu et al. (2007) encontraram valores entre 0,27 e 0,71 por g 100 g<sup>-1</sup>. Na região Sul do Brasil, os teores de acidez titulável encontrados na literatura variaram de 0,20 g

100 g<sup>-1</sup> a 0,41 g 100 g<sup>-1</sup> (NOGUEIRA et al., 2006; PAGANINI et al., 2004; SANTOS et al., 2005; VIEIRA et al., 2009), valores estes inferiores aos encontrados no presente trabalho para a maioria das cultivares (Tabela 6). A alta acidez apresenta-se como um atributo de grande expressão na discriminação de cultivares de maçã, sendo importante para o mercado industrial de sucos (NOGUEIRA et al., 2006). Com exceção das cultivares Condessa, Baronesa e Imperial Gala, os valores encontrados para as demais maçãs estudadas encontram-se acima de 0,45 g 100 g<sup>-1</sup> preconizado na literatura como limite entre as maçãs doces e as ácidas. Os teores de acidez acima de 0,45 g 100 g<sup>-1</sup> compreendem as maçãs denominadas ácidas, enquanto teores abaixo desse valor compreendem as maçãs doces (LEA, 1995).

Os sólidos solúveis variaram de 15,22% (cv. Eva) a 11,94% (cv. Baronesa) (Tabela 6). Valores semelhantes foram encontrados na literatura internacional (DROGOUDI; MICHAELIDIS; PANTELIDIS, 2008; IGLESIAS; ECHEVERRÍA; SORIA, 2008; WU et al., 2007) e em maçãs cultivadas no Sul do Brasil (PAGANINI et al., 2004; VIEIRA et al., 2009). Os teores de açúcares em maçãs apresentam impacto bastante importante na aceitação pelo consumidor (FELICIANO et al., 2010), e podem variar dependendo da cultivar (RÓTH et al., 2007) e da posição do fruto na árvore: frutos expostos ao sol tendem a apresentar maiores teores que os localizados nas partes sombreadas das árvores (NILSSON; GUSTAVSSON, 2007).

O *ratio* é responsável pelo sabor e aroma de maçãs (WU et al., 2007), onde as cultivares de maçãs com *ratio* inferior a 20 são mais adequadas para o processamento industrial (sucos e cidras), enquanto que as superiores a este valor são consideradas doces e aptas para o consumo *in natura*. Como se pode observar na Tabela 6, todas as cultivares estudadas apresentaram valores muito próximos ou superiores a 20, sendo classificadas como cultivares doces, com destaque para a cultivar Condessa. Resultados semelhantes foram encontrados

em maçãs do Sul do Brasil (NOGUEIRA et al., 2006; PAGANINI et al., 2004; SANTOS et al., 2005; VIEIRA et al., 2009). Vale ressaltar que apesar das cultivares Eva, Princesa, Rainha e Daiane apresentarem teores de acidez titulável acima de  $0,45 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$ , o conteúdo de sólidos solúveis encontrado nestas cultivares foi suficientemente alto para as mesmas apresentarem o *ratio* próximo ou acima de 20.

## 5 CONCLUSÕES

As cultivares de macieira Eva, Baronesa e Princesa foram as que apresentaram melhor desempenho adaptativo e produtivo nas condições subtropicais da região Leste Paulista, enquanto que as cultivares Condessa, Imperial Gala, Fuji Suprema, Daiane e Imperatriz apresentam baixo desempenho adaptativo e produtivo no Leste Paulista.

A colheita de maçãs de diferentes cultivares nas condições da região Leste Paulista ocorreu nos meses de janeiro e fevereiro na safra 2008/09 e dezembro a fevereiro na safra de 2009/10.

As características físico-químicas diferem entre as cultivares avaliadas, indicando que o genótipo é o principal fator determinante para os atributos de qualidade das maçãs.

Pelos atributos de qualidade, todas as cultivares de macieira avaliadas são destinadas para mesa por apresentarem-se doces devido ao alto valor do *ratio*, porém a cv. Condessa é a mais saborosa, seguida pelas 'Imperial Gala' e 'Baronesa'.

## REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE JÚNIOR, C. L. **Caracterização molecular e morfofisiológica da incompatibilidade alélica entre cultivares de macieira**. 2005. 80 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Genéticos Vegetais) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.
- ALVARENGA, L. R.; FORTES, J. M. Cultivares de fruteiras de clima temperado. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 11, n. 124, p. 3-24, abr. 1985.
- ANDERSON, R. E. Experimental storage of Eastern grown 'Delicious' apples in various controlled atmospheres. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, East Lansing, v. 91, p. 810-820, 1967.
- ARGENTA, L. C. Fisiologia pós-colheita: maturação, colheita e armazenagem dos frutos. In: \_\_\_\_\_. **A cultura da macieira**. Florianópolis: EPAGRI, 2002. p. 691-732.
- ARGENTA, L. C.; MONDARDO, M. Maturação na colheita e qualidade de maçãs 'Gala' após a armazenagem. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Londrina, v. 6, n. 2, p. 135-140, dez. 1994.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE MAÇÃ. **Informações estatísticas da produção de maçã**. Disponível em: <<http://www.abpm.org.br/informações.html>>. Acesso em: 9 ago. 2009.
- AWAD, M. **Fisiologia pós-colheita de frutas**. São Paulo: Nobel, 1993. 114 p.
- BARBOSA, W. et al. Advances in low-chilling peach breeding at Instituto Agrônômico, São Paulo State, Brazil. **Acta Horticulturae**, The Hague, v. 872, p. 147-150, 2010.

BERNARDI, J.; DENARDI, F.; HOFFMANN, A. Cultivares e porta-enxertos. In: \_\_\_\_\_. **Frutas do Brasil**. Brasília: EMBRAPA, 2004. p. 32-46. (Informações Tecnológicas).

BERTARELLO, A.; SPECHT, A.; BOTTON, M. Inventariamento e avaliação populacional de lagartas (Insecta: Lepidoptera) e inimigos naturais, associados à cultura da macieira. In: ENCONTRO DE JOVENS PESQUISADORES, 10., 2003, Caxias do Sul. **Resumos...** Caxias do Sul: Universidade de Caxias do Sul, 2003. 1 CD-ROM.

BETTIOL NETO, J. E. et al. Potencial produtivo de novas seleções de nespereiras. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 6, p. 1277-1282, nov./dez. 2010.

BIALE, J. B. Respiration of fruits. **Handbuch der Pflanzenphysiologie**, Berlin, v. 12, p. 536-592, 1960.

BITENCOURT, G. V. A. Analysis of the quality and valorization of integrated apples production: an study in the wholesale market of Sao Paulo, Brazil. In: INTERNATIONAL PENSA CONFERENCE ON AGRI-FOOD CHAINS/NETWORKS ECONOMICS AND MANAGEMENT, 5., 2005, Ribeirão Preto. **Proceedings...** Ribeirão Preto: USP, 2005. 1 CD-ROM.

BLANKE, M. M. Respiration of apple and avocado fruits. **Postharved News and Information**, London, v. 2, n. 6, p. 429-436, 1991.

BONETI, J. I. S. et al. Evolução da cultura da macieira. In: \_\_\_\_\_. **A cultura da macieira**. Florianópolis: EPAGRI, 2002. p. 37-57.

BONETI, J. I. S.; PEREIRA, A. J.; BRIGHENTI, E. **Joaquina**: nova cultivar de macieira resistente a sarna e de maturação precoce. Florianópolis: EPAGRI, 2001. Folder. Disponível em: <[http://www.todafruta.com.br/todafruta/mostra\\_conteudo.asp?conteudo=14595](http://www.todafruta.com.br/todafruta/mostra_conteudo.asp?conteudo=14595)> . Acesso em: 12 nov. 2009.



BOURNE, M. C. Texture of temperate fruits. **Journal of Texture Studies**, Westport, v. 10, p. 25-44, 1979.

BOWEN, J. H.; WATKINS, C. B. Fruit maturity, carbohydrate and mineral content relationships with watercore in 'Fuji' apples. **Postharvest Biology and Technology**, Washington, v. 11, n. 1, p. 31-38, Mar. 1997.

BRAGA, H. J. et al. Zoneamento de riscos climáticos da cultura da maca no estado de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Passo Fundo, v. 9, n. 3, p. 439-445, 2001. Disponível em: <<http://www.sbagro.org.br/rbagro/pdfs/artigo564.pdf>>. Acesso em: 12 nov. 2009.

BROOHAERTS, W. Update on and review of the incompatibility (S-) genotypes of apple cultivars. **HortScience**, Alexandria, v. 39, n. 5, p. 943-947, Sept. 2004.

BRUCKNER, C. H. **Melhoramento de fruteiras de clima temperado**. Viçosa, MG: UFV, 2002. 186 p.

CAMILO, A. P.; DENARDI, F. Cultivares: descrição e comportamento no sul do Brasil. In: \_\_\_\_\_. **A cultura da macieira**. Florianópolis: EPAGRI, 2002. p. 113- 168.

CANTILLANO, R. F. F. **Efeito da difenilamina e época de colheita no controle de escaldadura em maçãs (*Malus domestica* Borkh), cv. Fuji, Frigorificada**. 1988. 90 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 1988.

CANTILLANO, R. F. F. et al. Efeito do grau de maturação na conservação de maçãs, cv. Golden Delicious. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 6., 1981, Recife. **Anais...** Recife: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 1981. v. 3, p. 845-856.

CARVAJAL-MILLÁN, E. et al. Respiratory response of apple buds treated with budbreaking agents. **Thermochimica Acta**, Amsterdam, v. 457, p. 109-112, 2007.

CASTRO, P. R. C. **Utilização de reguladores vegetais na fruticultura, na olericultura e em plantas ornamentais**. Piracicaba: ESALQ, 1998. 92 p.

CERTAL, A. C. et al. S-Rnases in apple are expressed in the pistil along the pollen tube growth path. **Sexual Plant Reproduction**, Heidelberg, v. 12, n. 1, p. 94-98, Feb. 1999.

CHAGAS, E. A. et al. Desenvolvimento de novas cultivares de pêssogo para a expansão da cultura em regiões quentes do estado de São Paulo. **O Agrônômico**, v. 58, n. 1, p. 1-2, abr. 2006.

CHAGAS, E. A.; PIO, R. **Desenvolvimento de novos cultivares de frutas de caroço precoces e pouco exigentes de frio**. Boa Vista: EMBRAPA Roraima, 2009. 80 p. (Relatório Técnico CNPq).

CHARIANI, K.; STEBBINS, R. L. Chilling requirements of apple and pear cultivars. **Fruit Varieties Journal**, College Park, v. 48, n. 4, p. 215-222, 1994.

CHITARRA, M. I. F. Fisiologia e qualidade de produtos vegetais. In: BOREN, F. M. (Ed.). **Armazenamento e processamento de produtos agrícolas**. Lavras: UFLA/SBEA, 1998. p. 1-57.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: UFLA, 2005. 785 p.

CURRY, E. Effects of 1-MCP applied postharvest on epicuticular wax of apples (*Malus domestica* Borkh.) during storage. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, Davis, v. 88, n. 6, p. 996-1006, Dec. 2008.

DENARDI, F.; CAMILO, A. P. Daiane: nova cultivar de macieira para colheita em março. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 11, n. 3, p. 6-8, 1998a.

\_\_\_\_\_. Epagri 404-Imperatriz: nova cultivar de macieira para dupla finalidade: produtora e polinizadora. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 22, n. 1, p. 40-43, jan./mar. 2000.

\_\_\_\_\_. Epagri 406-Baronesa: nova cultivar de macieira de maturação tardia para o sul do Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 19, n. 2, p. 185-189, 1977.

\_\_\_\_\_. Epagri 408-Condessa: nova cultivar de macieira de baixa exigência em frio hibernal. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 11, n. 2, p. 12-15, 1998b.

DENARDI, F.; CAMILO, A. P.; HOUGH, L. F. Primícia e Princesa: novas cultivares de macieira para Santa Catarina. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 5, n. 1, p. 17-19, 1992.

DRAKE, S. R. Short-term controlled atmosphere storage improved quality of several apple cultivars. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 118, n. 4, p. 486-489, July 1993.

DROGOUDI, P. D.; MICHAELIDIS, Z.; PANTELIDIS, G. Peel and flesh antioxidant content and harvest quality characteristics of seven apple cultivars. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 115, n. 2, p. 149-153, Apr. 2008.

EL-AGAMY, S. Z. et al. Effect of GA<sub>3</sub>, hydrogen cyanamide and decapitation on budbreak and flowering of two apple cultivars under the warm climate of southern Egypt. **Acta Horticulturae**, The Hague, v. 565, p. 109-114, 2001.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro, 2006. 306 p.

EMPRESA CATARINENSE DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual da cultura da macieira**. Florianópolis, 1986. 562 p.

\_\_\_\_\_. **Situação da safra 2009/10 e desempenho da produção animal de 2009**. Florianópolis, 2009. 14 p.

EREZ, A. Bud dormancy: phenomenon, problems and solutions in the tropics and subtropics. In: \_\_\_\_\_. **Temperate fruit crops in warm climates**. Boston: Kluwer Academic, 2000. p. 17-48.

EREZ, A.; LAVEE, S. The effect of climatic condition development of peach buds: temperature. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 96, n. 6, p. 711-714, 1971.

FARIAS, R. M. et al. Produção convencional x integrada em pessegueiro cv. Marli na depressão central do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 2, p. 253-255, ago. 2003.

FELICIANO, R. P. et al. Characterization of traditional and exotic apple varieties from Portugal, part 1: nutritional, phytochemical and sensory evaluation. **Journal of Functional Foods**, Binghamton, v. 2, n. 1, p. 35-45, Feb. 2010.

FERREIRA, D. F. **Estatística básica**. Lavras: UFLA, 2005. 676 p.

FIDLER, J. C.; NORTH, C. J. The respiration of apple in CA storage conditions. **Bulletin de l'Institut International Du Froid**, Annexe, n. 1, p. 93-100, 1966.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Produção mundial de frutas**. Disponível em: <<http://www.fao.org>>. Acesso em: 10 jun. 2009.

FREIRE, C. J. S. et al. **A cultura da maçã**. Pelotas: EMBRAPA/CPACT, 1994. 107 p.

FREY, W. **Fraiburgo: berço da maçã brasileira**. 2. ed. Curitiba: Vicentina, 1990. 158 p.

GIRARDI, C. L.; NACHTIGAL, J. C.; PARUSSOLO, A. **Fatores pré-colheita interferem na qualidade da fruta**. Brasília: EMBRAPA Uva e Vinho, 2004. 107 p.

HARDENBURG, R. E.; WATADA, A. E.; WANG, C. Y. **The commercial storage of fruits, vegetables, and florist and nursery stocks**. Washington: USDA, 1986. 136 p. (Agriculture Handbook, 66).

HASEGAWA, P. N. et al. Chemical composition of five loquat cultivars planted in Brazil. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 30, n. 2, p. 552-559, abr. 2010.

HAUAGGE, R.; CUMMINS, J. N. Seasonal variation in intensity of bud dormency in apple cultivars and related *Malus* species. **Journal American Society Horticulturæ Science**, Madison, v. 116, n. 1, p. 107-115, Feb. 1991.

HAUAGGE, R.; TSUNETTA, M. Iapar 75-EVA, Iapar 76-ANABELA e Iapar 77-CARÍCIA: novas cultivares de macieira de baixa exigência em frio. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 21, n. 3, p. 239-242, jun. 1999.

HOFFMANN, A.; BERNARDI, J. Aspectos botânicos. In: \_\_\_\_\_. **Frutas do Brasil**. Brasília: EMBRAPA, 2004. p. 17-30. (Informações Tecnológicas).

HOFFMANN, A. et al. Tratos culturais. In: \_\_\_\_\_. **Frutas do Brasil**. Brasília: EMBRAPA, 2004. p. 78-102. (Informações Tecnológicas).

IGLESIAS, I.; ECHEVERRÍA, G.; SORIA, Y. Differences in fruit colour development, anthocyanin content, fruit quality and consumer acceptability of eight 'Gala' apple strains. **Scientia Horticulturae**, The Hague, v. 119, n. 1, p. 32-40, 2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção agrícola municipal**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 12 jan. 2011.

IUCHI, V. L. et al. Quebra de dormência da macieira (*Malus domestica* Borkh) em São Joaquim-SC. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 1, p. 168-174, jan./fev. 2002.

JACKSON, J. E. Flowers and fruits. In: \_\_\_\_\_. **Biology of apples and pears**. Cambridge: Cambridge University, 2003. p. 368-340.

JOLY, A. B. **Botânica**: introdução à taxonomia vegetal. 11. ed. São Paulo: Nacional, 1993. 777 p.

KAWAMATA, S. Studies on sugar component for fruits by gas-liquid chromatography. **Bulletin Tokio Agricultural Experiment Station**, Tokyo, n. 10, p. 53-63, 1977.

KLUGE, R. A. et al. **Fisiologia e manejo pós-colheita de frutas de clima temperado**. Pelotas: UFPel, 1997. 163 p.

KNEE, M. Ethylene and polygalacturonase: what else is involved in cell separation in ripening fruit. In: OSBORNE, D. J.; JACKSON, M. B. (Ed.). **Cell separation in plants**. Berlin: NATO-ASI, 1989. p. 144-154. (Series H: Cell Biology, 35).

KNEE, M.; SMITH, S. M. Variation in quality of apple fruits stored after harvest on different dates. **Journal of Horticultural Science**, Ashford, v. 64, n. 4, p. 413-419, July 1989.

KOVALESKI, A.; SUGAYAMA, R. I.; MALAVASI, A. Controle químico em macieiras. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R. A. (Ed.). **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado**. Ribeirão Preto: Holos, 1999. p. 135-141.

LANG, G. A. et al. Endo, para and ecodormancy: physiological terminology and classification for dormancy research. **Hortscience**, Alexandria, v. 22, p. 371-178, 1987.

LEA, A. G. H. Cidermaking. In: LEA, A. G. H.; PIGGOTT, J. R. (Ed.). **Fermented beverage production**. Glasgow: Blackie, 1995. p. 66-96.

LEITE, G. B. Evolução da dormência e heterogeneidade da brotação. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE FRUTICULTURA DE CLIMA TEMPERADO, 8., 2005, Fraiburgo. **Anais...** Caçador: EPAGRI, 2005. v. 1, p. 269-275.

\_\_\_\_\_. **Evolution des états des bourgeons et de leur heterogeneite le long du rameau d'un de pecher sous differents regimes de temperatures apres l'installation de l'endodormance**. 2004. 168 p. Thèse (Doctor en Fisiologie Vegetale) - Université Blaise Pascal, Clermont-Ferrand II, 2004.

LEITE, G. B. et al. Physiological and biochemical evolution of peach leaf buds during dormancy course under two contrasted temperature patterns. **International Journal of Horticultural Science**, Budapest, v. 12, n. 4, p. 15-19, 2006.

LIDSTER, P. D.; FORSYTH, F. R.; LIGHTFOOT, H. J. Low oxygen and carbon dioxide atmospheres for storages of 'MacIntosh' apples. **Canadian Journal of Plant Science**, Ottawa, v. 60, p. 299-301, 1980.

LIDSTER, P. D.; MCRAE, K. B.; SANFORD, K. Responses of 'MacIntosh' apples to low oxygen storage. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 106, n. 2, p. 159-162, Mar. 1981.

LUNDOQVIST, A. The nature of the two-loci incompatibility system in grasses: II., interaction between the loci in relation to pseudo-compatibility in *Festuca pratensis* Huds. **Hereditas**, Lund, v. 52, p. 221-234, 1964.

MARKAKIS, P. Stability of Anthocyanins in foods. In: \_\_\_\_\_. **Anthocyanins in color foods**. New York: Academic, 1982. p. 163-180.

MARTINS, C. R. et al. Manejo da cobertura vegetal na conservação e qualidade pós-colheita de pêssegos (*Prunus persica* (L.) Batsch) cv. Chimarrita. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 23, n. 1, p. 55-58, mar. 2001.

NEE, C.; FUCHIGAMI, L. H. Overcoming rest a different stages with hydrogen cyanamid. **Scientia Horticulturae**, The Hague, v. 50, n. 1, p. 107-113, 1992.

NETTANCOURT, D. de. **Incompatibility and incongruity in wild and cultivated plants**. Berlin: Springer-Verlag, 2001. 322 p.

NILSSON, T.; GUSTAVSSON, K. H. Postharvest physiology of 'Aroma' apples in relation to position on the tree. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 43, n. 1, p. 36-46, Jan. 2007.

NOGUEIRA, A. et al. Avaliação físico-química e tecnológica do suco de sete cultivares de macieira. **Semina**, Passo Fundo, v. 27, n. 1, p. 89-98, 2006.



PAGANINI, C. et al. Análise da aptidão industrial de seis cultivares de maçãs, considerando suas avaliações físico-químicas: dados da safra 2001/2002. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 6, p. 1336-1343, nov./dez. 2004.

PEDRO JÚNIOR, M. J. et al. Estimativa de horas de frio abaixo de 7 e de 13°C para regionalização da fruticultura de clima temperado no Estado de São Paulo. **Bragantia**, Campinas, v. 38, n. 1, p. 123-130, 1979.

PETKOVSEK, M. M.; STAMPAR, F.; VEBERIC, R. Parameters of inner quality of the apple scab resistant and susceptible apple cultivars (*Malus domestica* Borkh). **Scientia Horticulturae**, The Hague, v. 114, n. 1, p. 37-44, 2007.

PETRI, J. L. Alternativas para quebra de dormência em fruteiras de clima temperado. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE FRUTICULTURA DE CLIMA TEMPERADO, 8., 2005, Fraiburgo. **Anais...** Caçador: EPAGRI, 2005. v. 1, p. 125-133.

\_\_\_\_\_. Dormência da macieira. In: EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA E EXTENSÃO RURAL DE SANTA CATARINA. **Manual da cultura da macieira**. Florianópolis, 1986. p. 163-201.

PETRI, J. L.; DENARDI, F.; SUZUKI, A. EPAGRI 405-Fuji Suprema: nova cultivar de macieira. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 10, n. 3, p. 49-50, 1997.

PETRI, J. L. et al. **Dormência e indução da brotação de fruteiras de clima temperado**. Florianópolis: EPAGRI, 1996. 110 p. (Boletim Técnico, 75).

PETRI, J. L.; HAWERROTH, F. J.; LEITE, G. B. Fenologia de espécies silvestres de macieira como polinizadora das cultivares Gala e Fuji. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 4, p. 868-874, jul./ago. 2008.

PETRI, J. L.; LEITE, G. B. Consequences of insufficient winter chilling on apple tree bud-break. *Acta Horticulturae*, The Hague, v. 662, p. 53-60, 2004.

PETRI, J. L.; PALLADINI, L. A.; POLA, A. C. Dormência e indução à brotação em macieira. In: EMPRESA CATARINENSE DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **A cultura da macieira**. Florianópolis, 2006. p. 261-297.

\_\_\_\_\_. Dormência e indução da macieira. In: EMPRESA CATARINENSE DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **A cultura da macieira**. Florianópolis, 2002. p. 261-298.

PIO, R. et al. Cultivares de pereiras em diferentes porta-enxertos de marmeleiros em região subtropical. *Revista Científica UDO Agrícola*, Maturín, v. 7, n. 1, p. 1-6, 2007a.

\_\_\_\_\_. Produção de cultivares de nespereira na região Leste Paulista. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 42, n. 7, p. 1053-1056, jul. 2007b.

PLOCHARSKI, W. J.; KONOPACKA, D. Relation between mechanical and sensory parameters of apples and pears. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON EFFECT OF PREHARVEST AND POSTHARVEST FACTORS ON STORAGE OF FRUIT, 1., 1997, Warsaw. **Abstracts...** Warsaw: Skierniewice, 1997. p. 4.

RHODES, M. J. C. The climateric and ripening of fruit. In: HULME, A. C. (Ed.). **The biochemistry of fruits and their products**. London: Academic, 1970. v. 1, p. 521-533.

RIGITANO, O.; OJIMA, M.; DALL'ORTO, F. A. C. **Novos cultivares de maçã para o clima paulista**. Campinas: Instituto Agrônômico, 1975. 11 p. (Boletim Técnico, 31).

RÓTH, E. et al. Postharvest quality of integrated and organically produced apple fruit. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 45, n. 1, p. 11-19, Jan. 2007.

SANTOS, L. D. et al. Composição química de sucos provenientes de maçãs de dez diferentes genótipos: safra 2002/2003. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 8, n. 2, p. 87-91, 2005.

SAURE, M. C. Dormancy release in deciduous fruit trees. **Horticultural Reviews**, New York, v. 7, n. 2, p. 239-299, 1985.

SKINWER, J. E. Delayed foliation: deciduous fruit grwer. **Fisheries Bulletin**, Cape Town, v. 14, n. 7, p. 195-197, 1964.

SKRZYNSKI, J. The effect of harvest date on apple quality. **Acta Horticulture**, Wageningen, v. 368, n. 1, p. 566-569, 1994.

SOLTÉSZ, M. Apple. In: KOZNA, P. et al. (Ed.). **Floral biology, pollination and fertilization zone fruit species and grape**. Budapest: Akadémia Kiadó, 2003. p. 237-316.

SOSTER, M. T. B.; LATORRE, A. F. Avaliação da fenologia das cultivares de macieira Imperatriz, Imperial Gala e Fuji em pomar em Bom Retiro, SC. **Biotemas**, Florianópolis, v. 20, n. 4, p. 35-40, out./dez. 2007.

STOW, J. R. Effects of rate of storage conditions and ethylene removal on the storage performance of 'Cox's Orange Pippin' apples. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 28, n. 4, p. 369-378, Apr. 1986.

TU, K.; WALDRON, K.; INGHAM, L. Effect of picking time and storage conditions on 'Cox's Orange Pippin' Apple texture in relation to cell wall changes. **Journal of Horticultural Science**, Ashford, v. 72, n. 6, p. 971-980, Dec. 1997.

ULRICH, R. Organic acids. In: HULME, A. C. (Ed.). **The biochemistry of fruits and their products**. London: Academic, 1970. v. 1, p. 89-118.

USHIROZAWA, K. **Cultura da maçã: a experiência catarinense**. Florianópolis: EMPASC, 1978. 253 p.

VIEIRA, F. G. K. et al. Physico-chemical and antioxidant properties of six apple cultivars (*Malus domestica* Borkh) grown in southern Brazil. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 122, n. 3, p. 421-425, 2009.

WARMUND, M. R. **Pollinating fruit crops**. Columbia: University of Missouri, 2007. Disponível em: <<http://extension.missouri.edu/explorepdf/agguides/hort>>. Acesso em: 20 nov. 2007.

WILLIAMSON, J. G. et al. Hydrogen cyanamide accelerates vegetative budbreak and shortens fruit development period of blueberry. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**, Tallahassee, v. 115, n. 1, p. 100-104, Mar. 2002.

WILLS, R. H. H. et al. **Postharvest: an introduction to the physiology and handling of fruit and vegetables**. Kensington: New South Wales University, 1981. 161 p.

WU, J. et al. Chemical compositional characterization of some apple cultivars. **Food Chemistry**, London, v. 103, n. 1, p. 88-93, Feb. 2007.

XING-JUN, L. I. et al. Comparison of anthocyanin accumulation and morphoanatomical features in Apple skin during color formation at two habitats. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 99, n. 1, p. 41-53, 2004.

ZONTA, O. Maca: cooperativismo que dá frutos. **Jornal Toda Fruta**, Pelotas, n. 86, 2007. Disponível em: <[http://www.ufpel.tche.br/sbfruti/anais\\_xvii\\_cbf/genetica\\_melhoramento/861](http://www.ufpel.tche.br/sbfruti/anais_xvii_cbf/genetica_melhoramento/861)>. Acesso em: 13 nov. 2007.