

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Programa de Pós-Graduação em Ciência
e Tecnologia Agroindustrial



Dissertação

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E
PROPRIEDADES FUNCIONAIS DE TRÊS CLONES DE
MAÇÃ ORIUNDOS DA CULTIVAR GALA**

Jocleita Peruzzo Ferrareze

Pelotas, 2008

**Ministério da Educação
Universidade Federal de Pelotas
Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Agroindustrial**



JOCLEITA PERUZZO FERRAREZE

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E PROPRIEDADES FUNCIONAIS DE
TRÊS CLONES DE MAÇÃ ORIUNDOS DA CULTIVAR GALA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia Agroindustrial.

Orientador(es): César Luis Girardi
Cesar Valmor Rombaldi
Jorge Adolfo Silva

Pelotas, 2008.

Dados de catalogação na fonte:
(Marlene Cravo Castillo – CRB-10/744)

F374c Ferrareze, Jocleita Peruzzo

Caracterização físico-química e propriedades funcionais de três clones de maçã oriundos da cultivar gala / Jocleita Peruzzo Ferrareze. - Pelotas, 2008.
93f.

Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Agroindustrial. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Universidade Federal de Pelotas. - Pelotas, 2008, Cesar Luis Girardi, César Valmor Rombaldi e Jorge Adolfo Silva, Orientadores.

1. Maça Gala 2. Mutantes de gala 3. Armazenamento
4. Colheita 5. Propriedades funcionais I Girardi, César Luis (Orientador) II . Rombaldi, César Valmor (Orientador) III. Silva, Jorge Adolfo (Orientador) IV. Título.

CDD 664.8

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E PROPRIEDADES FUNCIONAIS DE
TRÊS CLONES DE MAÇÃ ORIUNDOS DA CULTIVAR GALA**

Por

JOCLEITA PERUZZO FERRAREZE

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de
Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Agroindustrial, (UFPel, RS), como requisito
parcial para obtenção do grau de

Mestre em Ciência e Tecnologia Agroindustrial.

Orientação: César Luis Girardi

Cesar Valmor Rombaldi

Jorge Adolfo Silva

Pelotas, 2008

Banca examinadora

**César Luis Girardi, Dr.
(Presidente)**

Gildo Almeida da Silva, Dr.

Luciano Lucchetta, Dr.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço ao professor Cesar Valmor Rombaldi pelos preciosos ensinamentos nos seis anos de orientação.

A César Luis Girardi pela valiosa e imprescindível orientação e a oportunidade de realizar meu trabalho de dissertação junto à Embrapa Uva e Vinho, também agradeço pelo grande apoio e incentivo a continuar meus estudos em nível de Doutorado.

A Gildo Almeida da Silva pela valiosa orientação, amizade, inestimável, apoio e por ter disponibilizado o laboratório de Microbiologia para realização das análises.

À Lucimara Antoniolli pela simplicidade e ótimo exemplo profissional.

A Jorge Adolfo Silva, pelo apoio e valiosa amizade.

Aos amigos e companheiros do DCTA, especialmente Camila e Joceani, conquistados nesses seis anos de dedicação e aprendizado como bolsista Iniciação Científica e posteriormente como aluna de Mestrado e aos amigos dos laboratórios da EMBRAPA Uva e Vinho meus agradecimentos especiais.

Aos meu queridos amigos da pousada da Embrapa Uva e Vinho, Magda, Marcelo e Wilson, pela paciência, força, bom exemplo e todos os ótimos momentos.

Aos meus avós, tios e primos pelo carinho.

Aos meus pais Marielcí e Valmor Ferrareze por sempre terem acreditado em mim.

Ao meu namorado André Brandt por nunca ter desistido de mim.

Aos erros cometidos, pois foram convertidos em conhecimentos verdadeiros.

E finalmente agradeço a DEUS pela oportunidade de realizar tudo isso e conhecer essas pessoas incríveis.

RESUMO

FERRAREZE, Jocleita Peruzzo. **CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E PROPRIEDADES FUNCIONAIS DE TRÊS CLONES DE MAÇÃ ORIUNDOS DA CULTIVAR GALA 2008**. 93f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Agroindustrial. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

Nos últimos anos, novos clones de maçã têm sido propagados em larga escala pelas suas características de sabor e maior presença de cor vermelha na epiderme, o que proporcionam vantagens comerciais em mercados nacionais e internacionais. O objetivo desse trabalho foi de avaliar as características físico-químicas e propriedades funcionais de clones de maçãs “Galaxy”, “Imperial Gala” e “Mondial Gala”, colhidos no município de Vacaria/RS colhidos em dois pontos de colheita distintos e na presença ou não de 1-metilciclopropeno (1-MCP). Os mesmos foram armazenados em atmosfera refrigerada (AR) por 3 meses e atmosfera controlada (AC) por 5 meses. As variáveis analisadas foram: firmeza de polpa (FP), sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), Índice de Iodo Amido (IA), cor da epiderme ($L^*a^*b^*$), antocianinas, polifenóis totais e antioxidantes da polpa e casca. As avaliações foram realizadas após 7 dias à temperatura ambiente ($\pm 23^\circ\text{C}$). Os resultados obtidos no momento da colheita mostram que os parâmetros firmeza de polpa, acidez titulável, sólidos solúveis antocianinas e atividade antioxidante da casca apresentaram uma diferença altamente significativa entre os clones estudados. Relacionado à qualidade dos frutos após três meses de armazenamento em ar refrigerado, apenas a firmeza de polpa e sólidos solúveis totais não foram significativamente diferentes entre os clones estudados. A colheita por sua vez não interferiu, apenas relativo ao teor de açúcar (SS) e o valor croma de cor. O tratamento dos frutos com 1-MCP apresentou diferença significativa para firmeza de polpa e acidez, capacidade antioxidante e teor de polifenóis da polpa. Porém não teve uma influência na casca. A qualidade dos frutos após 5 meses de armazenamento em atmosfera controlada mostrou que o efeito do clone não foi significativo para firmeza de polpa e cor. A colheita mostrou-se influente somente para os parâmetros de acidez e antioxidantes da casca. O tratamento com 1-MCP também não influenciou na cor e antioxidante da casca, porém foi significativo para as demais análises. Os frutos armazenados em AR apresentaram valores de compostos funcionais muito superiores aos frutos armazenados em AC, em todos os tratamentos.

Palavras-chave: Maçã ‘Gala’, Mutantes de ‘Gala’, Armazenamento, colheita, propriedades funcionais.

ABSTRACT

PHYSICO-CHEMICAL CHARACTERIZATION AND FUNCTIONAL PROPERTIES OF THREE CLONES ORIGINATING FROM GALA APPLE.

In recent years, new clones of apple have been raised on a large scale for its characteristics of flavor and greater presence of red color in the epidermis, which provide commercial advantages in national and international markets. The aim of this study was to evaluate the characteristics physico-chemical and functional properties of clones of apples 'Galaxy' 'Imperial Gala' and 'Mondial Gala', harvested in Vacaria/RS in two distinct points of harvest and in the presence or not of 1-methyl-cyclo-propane (1-MCP). They were stored in refrigerated atmosphere (AR) for 3 months and in controlled atmosphere (AC) for 5 months. The variables examined were: firmness of flesh (FP), soluble solids (SS), titratable acidity (TA), starch index (IA), color of the skin ($L^*a^*b^*$), anthocyanins, total polyphenols, antioxidants in the pulp and peel). The evaluations were carried out after 7 days at room temperature ($\pm 23^\circ\text{C}$). The results obtained at the time of harvest show that the parameters firmness, acidity, soluble solids, anthocyanins and antioxidant activity of the peel showed a highly significant difference between the clones studied. Related to the quality of the fruits after three months of storage in refrigerated air, just the firmness of flesh and soluble solids (SS) were not significantly different between the clones studied. The harvest in turn did not interfere, only on the sugar content (SS) and the value of chroma color. The processing of fruit with 1-MCP showed significant difference for flesh's firmness and acidity, capacity and antioxidant polyphenol content of the pulp, but did not have an influence on the peel. The quality of the fruit after 5 months of controlled atmosphere storage showed that the effect of the clone was not significant for firmness of flesh and color. The harvest proved to be influential only to the parameters of acid and antioxidants of the peel. Treatment with 1-MCP also did not influence the peel's color and antioxidant, but was significant for the other analyses. The fruit stored in AR presented functional values of compounds much higher than the fruit stored in AC, in all treatments.

Key words: Apple 'Gala', 'Gala' mutants, storage, harvest, functional properties.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Quimera pericrinal.....	23
Figura 2 - Quimera mericrinal.....	23
Figura 3 - Quimera setorial.....	24
Figura 4 - Valores médios totais de firmeza de polpa de frutos dos clones ‘Galaxy’, ‘Imperial Gala’ e ‘Mondial Gala’ obtidos nos pontos de colheita 1 e 2. As colunas que apresentam as mesmas letras minúsculas não diferem entre si com nível de 5% de probabilidade e as que apresentam as mesmas letras maiúsculas não diferem entre si em nível de 1% de probabilidade.....	44
Figura 5 - Valores médios totais de sólidos solúveis de frutos dos clones ‘Galaxy’, ‘Imperial Gala’ e ‘Mondial Gala’ obtidos nos pontos de colheita 1 e 2. As colunas que apresentam as mesmas letras minúsculas não diferem entre si com nível de 5% de probabilidade e as que apresentam as mesmas letras maiúsculas não diferem entre si em nível de 1% de probabilidade.....	44
Figura 6 - Valores médios totais de acidez titulável obtidos entre os pontos de colheita 1 e 2 nos clones de maçã ‘Mondial Gala’, ‘Galaxy’ e ‘Imperial Gala’. As colunas que apresentam as mesmas letras minúsculas não diferem entre si com nível de 5% de probabilidade e as que apresentam as mesmas letras maiúsculas não diferem entre si em nível de 1% de probabilidade.....	44
Figura 7 - Valores médios totais de atividade antioxidante da casca, obtidos entre os pontos de colheita 1 e 2 nos clones de maçã ‘Mondial Gala’, ‘Galaxy’ e ‘Imperial Gala’. As colunas que apresentam as mesmas letras minúsculas não diferem entre si com nível de 5% de probabilidade e as que apresentam as mesmas letras maiúsculas não diferem entre si em nível de 1% de probabilidade.....	44
Figura 8 - Valores médios totais de antocianinas de frutos dos clones ‘Galaxy’, ‘Imperial Gala’ e ‘Mondial Gala’ obtidos nos pontos de colheita 1 e 2. As colunas que apresentam as mesmas letras minúsculas não diferem entre si com nível de 5% de probabilidade e as que apresentam as mesmas letras maiúsculas não diferem entre si em nível de 1% de probabilidade.....	45
Figura 9 – Teores de antocininas de todos os frutos obtidos no ponto de colheita 1 e de todos os frutos obtidos no ponto de colheita 2. As colunas que apresentam as mesmas letras minúsculas não diferem entre si com nível de 5% de probabilidade e	

as que apresentam as mesmas letras maiúsculas não diferem entre si em nível de 1% de probabilidade.....	45
Figura 10 – Teores de firmeza de polpa de todos os frutos tratados ou não com 1-MCP e conservados em AR por 3 meses. As colunas que apresentam as mesmas letras minúsculas não diferem entre si com nível de 5% de probabilidade e as que apresentam as mesmas letras maiúsculas não diferem entre si em nível de 1% de probabilidade.....	47
Figura 11 –Valores médios de acidez titulável de todos os frutos dos clone ‘Galaxy’ , ‘Imperial Gala’ e ‘Mondial Gala’ obtidos nos pontos de colheita 1 e 2, tratados ou não com 1-MCP e mantidos em AR por 3 meses. As colunas que apresentam as mesmas letras minúsculas não diferem entre si com nível de 5% de probabilidade e as que apresentam as mesmas letras maiúsculas não diferem entre si em nível de 1% de probabilidade.....	48
Figura 12 - Comparação entre a acidez titulável de todos os frutos tratados ou não com 1-MCP e conservados em AR por 3 meses. As colunas que apresentam as mesmas letras minúsculas não diferem entre si com nível de 5% de probabilidade e as que apresentam as mesmas letras maiúsculas não diferem entre si em nível de 1% de probabilidade.....	49
Figura 13 - Valores médios de L*a*C* de todos os frutos dos clones ‘Galaxy’ , ‘Imperial Gala’ e ‘Mondial Gala’ obtidos nos pontos de colheita 1 e 2, tratados ou não com 1-MCP e mantidos em AR por 3 meses. As colunas que apresentam as mesmas letras minúsculas não diferem entre si com nível de 5% de probabilidade e as que apresentam as mesmas letras maiúsculas não diferem entre si em nível de 1% de probabilidade.....	52
Figura 14 - Valores médios da capacidade antioxidante da casca e da polpa de frutos dos clones ‘Galaxy’, ‘Imperial Gala’ e ‘Mondial Gala’ obtidos nos pontos de colheita 1 e 2, tratados ou não com 1-MCP e mantidos em AR por 3 meses. As colunas que apresentam as mesmas letras minúsculas não diferem entre si com nível de 5% de probabilidade e as que apresentam as mesmas letras maiúsculas não diferem entre si em nível de 1% de probabilidade.....	54
Figura 15 - Comparação entre a capacidade antioxidante da casca e da polpa de todos os frutos dos clones ‘Galaxy’, ‘Imperial Gala’ e ‘Mondial Gala’, com relação aos dois pontos de colheita e todos mantidos em AR por 3 meses. As colunas que apresentam as mesmas letras minúsculas não diferem entre si com nível de 5% de	

probabilidade e as que apresentam as mesmas letras maiúsculas não diferem entre si em nível de 1% de probabilidade.....55

Figura 16 - Valores médios de Polifenóis da polpa e da casca de frutos dos clones 'Mondial Gala', 'Galaxy' e 'Imperial Gala' tratados ou não com 1-MCP e mantidos em AR por 3 meses. As colunas que apresentam as mesmas letras minúsculas não diferem entre si com nível de 5% de probabilidade e as que apresentam as mesmas letras maiúsculas não diferem entre si em nível de 1% de probabilidade.57

Figura 17 - Comparação entre os teores de polifenóis presentes na casca e na polpa de todos os frutos dos clones 'Galaxy' , 'Imperial Gala' e 'Mondial Gala' com relação aos 2 pontos de colheita e todos mantidos em AR por 3 meses. As colunas que apresentam as mesmas letras minúsculas não diferem entre si com nível de 5% de probabilidade e as que apresentam as mesmas letras maiúsculas não diferem entre si em nível de 1% de probabilidade.....57

Figura 18 – Teores de antocianinas entre os dois pontos de colheita. Os dados referem-se a todos os frutos dos clones 'Mondial Gala', 'Galaxy' e 'Imperial Gala' mantidos em AR por 3 meses. As colunas que apresentam as mesmas letras minúsculas não diferem entre si com nível de 5% de probabilidade e as que apresentam as mesmas letras maiúsculas não diferem entre si em nível de 1% de probabilidade.....59

Figura 19 – Concentração de antocianinas dos frutos dos três clones. Os dados referem-se a todos os frutos dos clones 'Mondial Gala', 'Galaxy' e 'Imperial Gala' mantidos em AR por 3 meses. As colunas que apresentam as mesmas letras minúsculas não diferem entre si com nível de 5% de probabilidade e as que apresentam as mesmas letras maiúsculas não diferem entre si em nível de 1% de probabilidade.....59

Figura 20 - Firmeza de polpa dos frutos tratados e não tratados com 1-MCP e mantidos em AC por 5 meses. As colunas que apresentam as mesmas letras minúsculas não diferem entre si com nível de 5% de probabilidade e as que apresentam as mesmas letras maiúsculas não diferem entre si em nível de 1% de probabilidade.....62

Figura 21 - Valores médios de acidez titulável dos frutos dos clones de maçã 'Mondial Gala', 'Galaxy' e 'Imperial Gala' tratados ou não com 1-MCP e conservados em AC por 5 meses. As colunas que apresentam as mesmas letras minúsculas não

diferem entre si com nível de 5% de probabilidade e as que apresentam as mesmas letras maiúsculas não diferem entre si em nível de 1% de probabilidade.	64
Figura 22 – Valores médios de acidez titulável dos frutos tratados ou não com 1-MCP e mantidos em AC por 5 meses. As colunas que apresentam as mesmas letras minúsculas não diferem entre si com nível de 5% de probabilidade e as que apresentam as mesmas letras maiúsculas não diferem entre si em nível de 1% de probabilidade.	64
Figura 23 - Valores médios de sólidos solúveis de frutos dos clones ‘Mondial Gala’, ‘Galaxy’ e ‘Imperial Gala’ obtidos nos dois pontos de colheita, tratados ou não com 1-MCP e conservados após 5 meses em AC. As colunas que apresentam as mesmas letras minúsculas não diferem entre si com nível de 5% de probabilidade e as que apresentam as mesmas letras maiúsculas não diferem entre si em nível de 1% de probabilidade.	65
Figura 24 - Teores de sólidos solúveis dos frutos tratados e não tratados com 1-MCP e conservados por 5 meses em AC. As colunas que apresentam as mesmas letras minúsculas não diferem entre si com nível de 5% de probabilidade e as que apresentam as mesmas letras maiúsculas não diferem entre si em nível de 1% de probabilidade.	66
Figura 25 - Valores médios da capacidade antioxidante presente na casca e na polpa de todos os frutos dos clones ‘Galaxy’ , ‘Imperial Gala’ e ‘Mondial Gala’ obtidos nos pontos de colheita 1 e 2, tratados ou não com 1-MCP e mantidos em AC por 5 meses. As colunas que apresentam as mesmas letras minúsculas não diferem entre si com nível de 5% de probabilidade e as que apresentam as mesmas letras maiúsculas não diferem entre si em nível de 1% de probabilidade.	69
Figura 26 - Comparação entre a casca e a polpa dos frutos, nos dois pontos de colheita, com relação a capacidade antioxidante. Os frutos foram mantidos em AC por 5 meses. As colunas que apresentam as mesmas letras minúsculas não diferem entre si com nível de 5% de probabilidade e as que apresentam as mesmas letras maiúsculas não diferem entre si em nível de 1% de probabilidade.	70
Figura 27 - Valores médios de polifenóis presentes na casca e na polpa de todos os frutos dos clones ‘Galaxy’, ‘Imperial Gala’ e ‘Mondial Gala’ obtidos nos pontos de colheita 1 e 2, tratados ou não com 1-MCP e mantidos em AC por 5 meses. As colunas que apresentam as mesmas letras minúsculas não diferem entre si com	

nível de 5% de probabilidade e as que apresentam as mesmas letras maiúsculas não diferem entre si em nível de 1% de probabilidade.....	72
Figura 28 - Comparação entre a casca e a polpa de frutos, nos dois pontos de colheita, com relação à concentração de polifenóis. Todos os frutos foram mantidos em AC por 5 meses. As colunas que apresentam as mesmas letras minúsculas não diferem entre si com nível de 5% de probabilidade e as que apresentam as mesmas letras maiúsculas não diferem entre si em nível de 1% de probabilidade.	73
Figura 29 - Teores de polifenóis da casca e da polpa de frutos tratados ou não com 1-MCP e conservados em AC por 5 meses. As colunas que apresentam as mesmas letras minúsculas não diferem entre si com nível de 5% de probabilidade e as que apresentam as mesmas letras maiúsculas não diferem entre si em nível de 1% de probabilidade.	74
Figura 30 - Valores médios de antocianinas de frutos dos clones 'Galaxy', 'Imperial Gala' e 'Mondial Gala' obtidos nos pontos de colheita 1 e 2, tratados ou não com 1-MCP e mantidos em AC por 5 meses. As colunas que apresentam as mesmas letras minúsculas não diferem entre si com nível de 5% de probabilidade e as que apresentam as mesmas letras maiúsculas não diferem entre si em nível de 1% de probabilidade.	75
Figura 31 - Extratos de antocianinas obtidos nos diferentes tratamentos após 3 meses de armazenamento refrigerado (AR) e 5 meses de armazenamento em atmosfera controlada (AC).	76

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Níveis de significância da análise de variância com relação às características físico-químicas e propriedades funcionais de frutos dos clones (A) de maçã ‘Galaxy’, ‘Imperial Gala’ e ‘Mondial Gala’ obtidos nos dois pontos de colheita (B) 1 e 2.	40
Tabela 2 – Características físico-químicas e propriedades funcionais de frutos dos clones de maçã ‘Galaxy’, ‘Imperial Gala’ e ‘Mondial Gala’ obtidos nos pontos de colheita 1 e 2. Médias de 6 repetições.	43
Tabela 3 - Níveis de significância da análise de variância com relação às características físico-químicas e propriedades funcionais de frutos dos clones (A) de maçã ‘Galaxy’, ‘Imperial Gala’ e ‘Mondial Gala’ obtidos nos dois pontos de colheita (B) 1 e 2, tratados ou não com 1-MCP (C) e mantidos em AR por 3 meses.	45
Tabela 4 - Firmeza de polpa de frutos dos clones ‘Galaxy’, ‘Imperial Gala’ e Mundial Gala obtidos nos pontos de colheita 1 e 2, tratados ou não com 1-MCP e mantidos em AR por 3 meses. Médias de 6 repetições.	47
Tabela 5 - Acidez titulável de frutos dos clones ‘Galaxy’, ‘Imperial Gala’ e ‘Mondial Gala’ obtidos nos pontos de colheita 1 e 2, tratados ou não com 1-MCP e mantidos em AR por 3 meses. Médias de 6 repetições.	48
Tabela 6 - Sólidos solúveis de clones ‘Galaxy’, ‘Imperial Gala’ e ‘Mondial Gala’ obtidos nos pontos de colheita 1 e 2, tratados ou não com 1-MCP e mantidos em AR por 3 meses. Médias de 6 repetições.	50
Tabela 7 – Valores de $L^*a^*C^*$ de clones ‘Galaxy’, ‘Imperial Gala’ e ‘Mondial Gala’ obtidos nos pontos de colheita 1 e 2, tratados ou não com 1-MCP e mantidos em AR por 3 meses. Médias de 6 repetições.	51
Tabela 8 - Capacidade antioxidante da casca e polpa de clones de maçã ‘Galaxy’, ‘Imperial Gala’ e ‘Mondial Gala’ colhidas em maturação fisiológica (ponto colheita 1) e 10 dias após (ponto colheita 2) tratadas ou não com 1-MCP e armazenadas por 3 meses em armazenamento refrigerado (AR)	53
Tabela 9 – Teor de Polifenóis da casca e polpa de frutos dos clones ‘Galaxy’, ‘Imperial Gala’ e ‘Mondial Gala’ obtidos nos pontos de colheita 1 e 2, tratados ou não com 1-MCP e mantidos em AR por 3 meses. Médias de 6 repetições.	55

Tabela 10 – Teor de antocianinas da casca de frutos dos clones ‘Galaxy’, ‘Imperial Gala’ e ‘Mondial Gala’ obtidos nos pontos de colheita 1 e 2, tratados ou não com 1-MCP e mantidos em AR por 3 meses. Médias de 6 repetições.	58
Tabela 11 - Teor de acetaldeído, metanol e etanol da polpa de frutos dos clones ‘Galaxy’, ‘Imperial Gala’ e ‘Mondial Gala’ obtidos nos pontos de colheita 1 e 2, tratados ou não com 1-MCP e mantidos em AR por 3 meses. Médias de 6 repetições.....	60
Tabela 12 - Níveis de significância da análise de variância com relação às características físico-químicas e propriedades funcionais de frutos dos clones (A) ‘Galaxy’, ‘Imperial Gala’ e ‘Mondial Gala’ obtidos nos dois pontos de colheita (B) 1 e 2, tratados ou não com 1-MCP (C) e mantidos em AC por 5 meses.....	61
Tabela 13 - Firmeza de polpa de frutos dos clones ‘Galaxy’, ‘Imperial Gala’ e ‘Mondial Gala’ obtidos nos pontos de colheita 1 e 2, tratados ou não com 1-MCP e mantidos em AC por 5 meses. Médias de 6 repetições.	61
Tabela 14 - Acidez titulável de frutos dos clones ‘Galaxy’, ‘Imperial Gala’ e ‘Mondial Gala’ obtidos nos pontos de colheita 1 e 2, tratados ou não com 1-MCP e mantidos em AC por 5 meses. Médias de 6 repetições.....	63
Tabela 15 - Sólidos solúveis de frutos dos clones ‘Galaxy’, ‘Imperial Gala’ e ‘Mondial Gala’ obtidos nos pontos de colheita 1 e 2, tratados ou não com 1-MCP e mantidos em AC por 5 meses. Médias de 6 repetições.....	65
Tabela 16 – Valores de L*a*C* de frutos dos clones ‘Galaxy’, ‘Imperial Gala’ e ‘Mondial Gala’ obtidos nos pontos de colheita 1 e 2, tratados ou não com 1-MCP e mantidos em AC por 5 meses. Médias de 6 repetições.	67
Tabela 17 - Capacidade antioxidante da casca e da polpa de frutos dos clones ‘Galaxy’, ‘Imperial Gala’ e ‘Mondial Gala’ obtidos nos pontos de colheita 1 e 2, tratados ou não com 1-MCP e mantidos em AC por 5 meses. Médias de 6 repetições.....	68
Tabela 18 - Polifenóis da casca e da polpa de frutos dos clones ‘Galaxy’, ‘Imperial Gala’ e ‘Mondial Gala’ obtidos nos pontos de colheita 1 e 2, tratados ou não com 1-MCP e mantidos em AC por 5 meses. Médias de 6 repetições	71
Tabela 19 – Teor de antocianinas da casca de frutos dos clones ‘Galaxy’, ‘Imperial Gala’ e ‘Mondial Gala’ obtidos nos pontos de colheita 1 e 2, tratados ou não com 1-MCP e mantidos em AC por 5 meses. Médias de 6 repetições	74

Tabela 20 - Acetaldeído, metanol e etanol de frutos dos clones ‘Galaxy’, ‘Imperial Gala’ e ‘Mondial Gala’ obtidos nos pontos de colheita 1 e 2, tratados ou não com 1-MCP e mantidos em AC por 5 meses. Médias de 6 repetições77

LISTA DE ABREVIATURAS

Microlitro.....	μL
2,2'-azino-bis-3-etilbenzotiazolina-6-sulfonato.....	ABTS
atmosfera controlada.....	AC
atmosfera refrigerada.....	AR
acidez titulável.....	AT
centimol de carga.....	Cmol
gás carbônico.....	CO ₂
1,1-difenil-2-picrilhidrazil.....	DPPH
firmeza de polpa.....	FP
Ferric Reducing Antioxidant Power.....	FRAP
grama.....	g
Gravidade.....	<i>g</i>
hora.....	h
índice de iodo-amido.....	IA
quilo pascal.....	kPa
litro.....	L
libra.....	lb
1 metilciclopropeno.....	1-MCP
miligramas.....	mg
minuto.....	min
mililitro.....	mL
Newton.....	N
Nanômetro.....	nm
oxigênio.....	O ₂
sólidos solúveis.....	SS
Atividade antioxidante equivalente ao Trolox.....	TEAC
Partes por bilhão.....	PPB
6-hidroxi-2,5,7,8-tatrametilchroman-2-carboxílico.....	Trolox
Polegada	pol

SUMÁRIO

	PÁGINA
1. INTRODUÇÃO	16
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	17
2.1. Produção mundial, brasileira e gaúcha de maçã	17
2.2. Condições de armazenamento	19
2.3. Mutações genéticas e clones.....	21
2.4. Estabilidade genética dos mutantes.....	22
2.5. Cultivar gala e seus clones	25
2.6. Principais clones de Gala.....	26
2.7. Propriedades funcionais das frutas	27
2.8. Polifenóis e capacidade antioxidante da maçã	31
2.9. Antocianinas	32
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	34
3.1. Avaliações de qualidade	35
3.1.1. Cor da epiderme	35
3.1.2. Firmeza da polpa	36
3.1.3. Acidez titulável (AT)	36
3.1.4. Teste de iodo-amido	36
3.1.5. Sólidos solúveis (SS)	36
3.1.6. Análise de Antioxidantes.....	37
3.1.7. Polifenóis	37
3.1.8. Antocianinas	38
3.1.9. Acetaldeído (etanal) e metanol	38
3.1.10. Etanol.....	39
3.2. Análise estatística	39
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	40
4.1. Qualidade dos frutos no momento da colheita.....	40
4.2. Qualidade dos frutos após 3 meses de armazenamento refrigerado.....	45
4.2.1. Firmeza de polpa	46
4.2.2. Acidez Titulável (AT).....	48
4.2.3. Sólidos Solúveis (SS).....	49
4.2.4. Coloração da epiderme (L*a*C*).....	50

4.2.5.	Capacidade antioxidante (Casca e polpa)	52
4.2.6.	Polifenóis (Casca e polpa)	55
4.2.7.	Antocianinas	58
4.2.8.	Acetaldeído, metanol e etanol.....	59
4.3.	Qualidade dos frutos após 5 meses de armazenamento em atmosfera controlada	60
4.3.1.	Firmeza de polpa	61
4.3.2.	Acidez Titulável (AT)	62
4.3.3.	Sólidos Solúveis (SS).....	64
4.3.4.	Cor (Valores L*a*C*).....	66
4.3.5.	Capacidade antioxidante (Casca e polpa)	67
4.3.6.	Polifenóis (Casca e polpa)	70
4.3.7.	Antocianinas	74
4.3.8.	Acetaldeído, metanol e etanol.....	76
5.	CONCLUSÕES	78
6.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	79

1. INTRODUÇÃO

A macieira (*Malus domestica*, Borkh.) pertence à família das Rosaceae, é originária da Ásia. No Brasil, o começo de sua exploração comercial ocorreu a partir da década de 60. Ao longo dos últimos anos a cultura da maçã vem consolidando sua posição no cenário de produção nacional e exportação, atendendo a mercados como União Européia, Ásia, Oriente Médio, América do Sul e Central. Na safra 2007, de acordo com levantamento feito pela ABPM, foi alcançada uma produção total de 848 mil toneladas (aumento de 29% em relação à safra anterior), projetando-se 13,2% das frutas destinadas para exportação. Houve um crescimento de cerca de 100% nas exportações, passando de 53 mil toneladas em 2006 para 112 mil toneladas em 2007 (segundo maior da história). No segmento de frutas, a maçã foi a principal responsável pelo aumento das exportações brasileiras em 2007. Há portanto grande potencial de crescimento, porém existem alguns problemas tecnológicos que precisam ser resolvidos para que o produtor e o exportador possam continuar crescendo de forma sustentada. Considerando a abertura dos mercados internacionais em que se encontra inserida a cadeia produtiva da maçã, torna-se fundamental assegurar a manutenção de sua capacidade competitiva, levando-se em conta o potencial de expansão da participação de países como a China, a qual detém cerca de 30% da produção mundial. Quando examina-se os problemas tecnológicos nacionais existentes, observa-se que muitas das soluções passam pelo aprofundamento dos conhecimentos a respeito dos fatores que limitam a produtividade e qualidade da maçã produzida em nossas condições. Atualmente, mais de 90% da produção brasileira de maçã está baseada nas cultivares Gala e Fuji, sendo que o interesse dos produtores tem recaído sobre as mutações somáticas (clones) destas cultivares, as quais foram selecionadas ao longo do tempo e propagadas em larga escala pelas características de qualidade a elas atribuídas, devido a maior presença de cor vermelha na epiderme, o que proporciona maiores vantagens comerciais. Entretanto, o sucesso da utilização desses clones passa pela obtenção de critérios de avaliação confiáveis que permitam atender a parâmetros exigidos pelos mercados consumidores, o qual é traduzido por meio de critérios de qualidade da fruta (sabor, textura, cor, aparência,

etc) que devem estar associados a parâmetros de qualidade agronômicas (manejo da planta) e industrial (resistência a problemas de conservação). A problemática abordada nesse trabalho é o

Hipótese

Clones de 'Gala' diferem entre si com relação a características físico-químicas e propriedades funcionais.

Objetivo geral

Caracterização físico-química e de propriedades funcionais de clones da cultivar Gala colhidos em dois pontos de colheita, submetidos ao armazenamento em AR e AC, na presença e na ausência de 1-MCP

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Produção mundial, brasileira e gaúcha de maçã

A produção média mundial de maçã, no triênio 2003-2005, ficou em torno de 60 milhões de toneladas, mesmo valor observado no triênio 1999-2001. A China ampliou ainda mais sua hegemonia, conquistada quando sua produção de maçã evoluiu de 5 milhões para 23 milhões de toneladas em décadas passadas. Apenas a evolução dessa produção, de 2003 a 2005, quase alcançou o total produzido pelo segundo colocado, os Estados Unidos. A média chinesa no período 2003-05 foi de 23,3 milhões de toneladas, correspondente a 39,1% do total, enquanto a média Americana foi de 4,3 milhões de toneladas (7,3%). A Turquia ocupou a terceira colocação, representando 4,1% da quantidade total de maçã produzida no mundo, seguida pelo Irã, com 4,0% da produção média mundial em 2003-05, e Polônia com 3,9% (PERES, 2005).

A produção de maçã no Brasil tem aumentado significativamente nas últimas décadas, permitindo a transformação do País de importador a exportador dessa fruta. A produção nacional, que era de 14,6 mil toneladas em 1977, cresceu sistematicamente para atingir 848 mil toneladas em 2007, o que em média

representaria a expressiva taxa de 61,5% a.a. (GONÇALVES et al., 1996, GONÇALVES; BUENO, 2007).

A maçã é a fruta de clima temperado mais importante comercializada como fruta fresca tanto no contexto internacional quanto no brasileiro. O cultivo da macieira é recente no Brasil e se estabeleceu por meio de grandes empresas atraídas por incentivos de políticas públicas. As empresas instalaram pomares e montaram toda a infra-estrutura de câmaras frigoríficas, transporte a frio e estrutura de comercialização (MELLO, 2004).

A pomicultura brasileira, além de ter conseguido com sucesso atingir patamar crescente de auto-suficiência, iniciou movimento de exportação em 1986, quando ocorreu a venda externa de apenas 33 toneladas. No triênio 1992- 94 o Brasil consolidou sua posição como exportador de maçã com a venda em média de 29 mil toneladas/ano, o que demonstra a capacidade de gerar vantagens competitivas superando obstáculos de ordem tecnológica, econômica e de organização empresarial, imprescindíveis no segmento de frutas frescas (GONÇALVES et al., 1996).

Um balanço das exportações brasileiras de maçã nos últimos dez anos nos principais centros consumidores internacionais indica que, com exceção de 1998 e 2001, nos demais anos o volume de fruta comercializada apresentou uma escala crescente de vendas, atingindo em 2004 o recorde de 152,3 mil toneladas. Em 2005, não obteve o mesmo desempenho. As vendas foram de apenas 99,3 mil toneladas, caindo 45% em relação a 2004; mesmo assim obteve o segundo melhor desempenho. Em 2007, ocorreu um incremento nas exportações devido a vários motivos, dentre eles aos estoques de maçã reduzidos no início do ano na Europa, as negociações em “Euro”, que conseguiu se manter um pouco mais estável em relação ao dólar e a uma safra com perfil qualitativo adequado. Outro fator importante que tem contribuído para alavancar as exportações brasileiras é a qualidade do produto aliada aos investimentos em renovação de pomares, novas tecnologias de conservação e certificações que visam garantir a segurança alimentar. O estado do Rio Grande do Sul é o segundo maior produtor nacional de maçãs, com 299.972 toneladas em 2005. Possui 697 produtores espalhados por 30 municípios, sendo que a variedade mais cultivada é Gala e seus clones com 40,23% do total cultivado, sendo que a Gala standard representa 16,6%. Como municípios que mais se destacam em área cultivada com maçã no RS aparecem Vacaria em

primeiro lugar seguido por Caxias do Sul. Santa Catarina aparece como maior produtor nacional dessa fruta com 504.994 ton. Em terceiro lugar aparece o Paraná com 42.758 ton, seguido por São Paulo com 1.875 ton e por último aparece Minas Gerais com 936 ton (GONÇALVES; BUENO., 2007)

2.2. Condições de armazenamento

A maçã da cultivar Gala é muito explorada devido sua grande aceitação pelo mercado consumidor, sendo crocante, muito suculenta e saborosa. Porém, é uma cultivar que apresenta uma alta atividade respiratória e produção de etileno, o que reduz sua longevidade no armazenamento, dificultando o abastecimento do mercado na entressafra, principalmente a partir do mês de setembro. Como regra geral, as maçãs respondem bem ao resfriamento rápido e ao armazenamento a temperaturas baixas. A maioria das cultivares de maçã podem ser armazenadas a 0°C com total segurança, porém, existem algumas exceções (MITCHAM et al., 2002). O abaixamento da temperatura durante o armazenamento diminui a respiração das maçãs e retarda o amadurecimento, sendo que a temperatura utilizada para a maioria das cultivares varia de -1°C a 0°C em virtude da suscetibilidade dos frutos aos distúrbios fisiológicos causados pelo frio (JOHNSON et al., 1989). Para a cultivar Gala, Brackmann et al. (1995) obtiveram frutos com firmeza de polpa mais elevada em temperatura de 0,5°C e Bender (1989) observou melhores resultados usando a temperatura entre 0°C e 1°C. O armazenamento refrigerado, apesar de ser muito utilizado, não é indicado para o armazenamento por longos períodos, pois considera apenas o controle da temperatura e da umidade relativa do ar (SAQUET et al., 1997). Após longos períodos de armazenamento em ar refrigerado a polpa perde firmeza e sofre degenerescência, perdendo a suculência, apresentando textura farinhenta e, muitas vezes, os frutos apresentam rachaduras. Além disso, há uma degradação muito acentuada da acidez através da respiração, prejudicando o sabor. A rápida perda de qualidade em armazenamento refrigerado deve estar relacionado a alta taxa respiratória e altos índices de produção de etileno dos frutos desta cultivar (BRACKMANN, 1992).

O armazenamento em atmosfera controlada é utilizado em maçãs quando se busca aumentar o tempo de armazenamento para até aproximadamente 8 meses para a cultivar 'Gala'. Na Europa e nos EUA, a atmosfera controlada é a técnica

mais comumente utilizada no armazenamento de frutas. A redução dos níveis de O_2 e o incremento dos níveis de CO_2 retardam o amadurecimento dos frutos (LANA; FINGER, 2000), alteram o metabolismo de pigmentos (BEAUDRY, 1999), reduzem a síntese e a ação do etileno sobre o metabolismo dos frutos e reduzem a ocorrência de podridões (KE et al., 1991; BRACKMANN; CHITARRA, 1998). Segundo Lana e Finger (2000), os níveis mínimos de O_2 e máximos de CO_2 são limitados pela sensibilidade dos tecidos à indução da respiração anaeróbica e injúria por CO_2 , respectivamente, sendo variável de acordo com a cultivar.

De acordo com Mahajan e Goswami (2001) a diminuição da atividade enzimática pela baixa temperatura, baixo O_2 e/ou alto CO_2 , em geral, reduz a utilização de substratos e aumenta a vida pós-colheita dos frutos. No entanto, Saquet e Streif (2000) afirmam que nem sempre frutos com baixa taxa respiratória, durante o armazenamento apresentam um maior tempo de conservação. Isso ocorre devido ao fato de que o uso de pressões parciais de O_2 excessivamente baixas ou altas de CO_2 pode induzir a respiração anaeróbica, levando a formação e acúmulo de etanol e acetaldeído, os quais são compostos tóxicos que podem desencadear o escurecimento da polpa dos frutos e o desenvolvimento de aroma e gosto alcoólico (SAQUET et al., 2000). Este problema torna-se ainda mais grave no armazenamento em atmosfera modificada, onde normalmente o O_2 pode atingir níveis muito baixos (< 2 kPa) e o CO_2 muito altos (>10 kPa). Fonseca et al. (2002) citam que, no metabolismo fermentativo, a produção de etanol envolve a descarboxilação do piruvato a CO_2 sem consumo de O_2 .

A condição de armazenamento em AC com 0 kPa CO_2 e 1 kPa O_2 proporciona os maiores percentuais de frutos sadios, além de boa firmeza e níveis elevados de SS e acidez titulável, após 265 dias, incluindo a simulação de beneficiamento e comercialização. (BRACKMANN; SAQUET, 1995).

A presença de etileno na atmosfera de armazenamento diminui o período de armazenamento e a vida de prateleira dos frutos (GORINI, TESTONI, 1988). A eliminação do etileno da câmara de armazenamento pode estender o tempo e a qualidade dos frutos armazenados. Em vez de eliminar o etileno, pode-se inibir a sua ação através da aplicação de 1-MCP. O 1-MCP é um composto volátil, recentemente descoberto, que tem demonstrado ser um potente inibidor da ação do etileno (SEREK et al., 1995). Vários estudos têm demonstrado a habilidade deste composto em reduzir a ação do etileno sobre a maturação de diversas espécies frutíferas,

como bananas (JIANG et al., 1999) e maçãs (FAN et al., 1999). Este produto apresenta este efeito por ligar-se irreversivelmente ao receptor do etileno em nível de membrana celular, inibindo, assim, o seu estímulo fisiológico e a transdução de sinal, influenciando no processo de amadurecimento dos frutos (SISLER, 1991).

2.3. Mutações genéticas e clones

A maioria das cultivares de maçã em uso atualmente foram desenvolvidas nas últimas décadas, sendo que a multiplicação tem sido efetuada de forma agâmica através de enxertia ou cultura de meristema. Embora a propagação clonal vegetativa esteja associada à estabilidade genética, a ocorrência de mutações somáticas pode dar origem à plantas da mesma cultivar com características diferentes. Esse fenômeno é denominado de variação clonal. As variações clonais podem se tornar complexas se a mutação permanecer em somente uma camada de células da planta, resultando em quimerismo (REVERS, 2007).

Os descendentes de uma variedade deveriam ser homogêneos do ponto de vista genético e idênticos a planta mãe. Porém, as plantas propagadas da mesma variedade no decorrer de gerações são sujeitas ao efeito dos fatores externos que podem induzir variações espontâneas da informação genética. Essa variação hereditária no material genético se denomina mutação. A causa das mutações espontâneas podem variar e são objeto de controvérsia; são potenciais agentes de mutação: temperaturas extremas e radiação solar. A indução de mutações através de agentes mutagênicos ou radiação de alta energia também pode ser feita, mas não possuem importância relevante. A mutabilidade varia com a cultivar de maçã considerada (STAINER et al., 2001)

A seguir são citadas as principais mutações de relevância econômica: 1) Mutação da característica do epicarpo: A concentração de substâncias de coloração da casca é uma característica mutável. Os mutantes melhorados possuem maior percentual de frutas que satisfazem as exigências de comercialização; 2) Mutação das características da polpa: A característica resistência de polpa pode mutar e influenciar a crocância, a firmeza e a conservabilidade. Também pode haver mutação nas características organolépticas com alteração no conteúdo de açúcar e acidez; 3) Mutação das características dos órgãos reprodutivos: a mutação de genes responsáveis pelo desenvolvimento e fisiologia dos órgãos reprodutivos induz

alterações em nível hormonal. Consequentemente a fertilidade e a produtividade dos mutantes é variável; 4) Mutação das características de gema e da folha: Uma mutação pode provocar uma mudança no hábito vegeto-produtivo. A relação entre fruto e folha modifica-se e influencia o calibre dos frutos e a época de maturação. (ZUANAZZI, 2005)

2.4. Estabilidade genética dos mutantes

O clone meristemático primário das plantas superiores é constituído de três camadas de células denominadas layer I, layer II e layer III (LI, LII, LIII). A camada LI dá origem ao tecido epidérmico, a camada LII ao tecido do mesófilo, aos órgãos sexuais e ao mesocarpo da fruta. Da camada LIII ou corpus, deriva todos os outros tecidos. Distingue-se o caso da mutação total sólida do caso em que o ápice primário é constituído de um conjunto de células normais misturado com células mutantes. Uma mutação que dá origem ao tecido somático geneticamente heterogêneo se denomina quimera. Basicamente a localização do tecido mutante se distingue em quimera pericrinal, mericrinal, setorial e múltipla (VAN HARTEN, 1998).

Uma quimera pericrinal (Figura 1) se forma quando todas as células pertencentes a uma ou mais camadas (layers) são mutantes e possuem assim a mesma informação genética. É possível que essa mutação seja invisível fenotipicamente. Neste caso na multiplicação vegetativa (agâmica) as características mutantes são transmitidas a toda descendência.

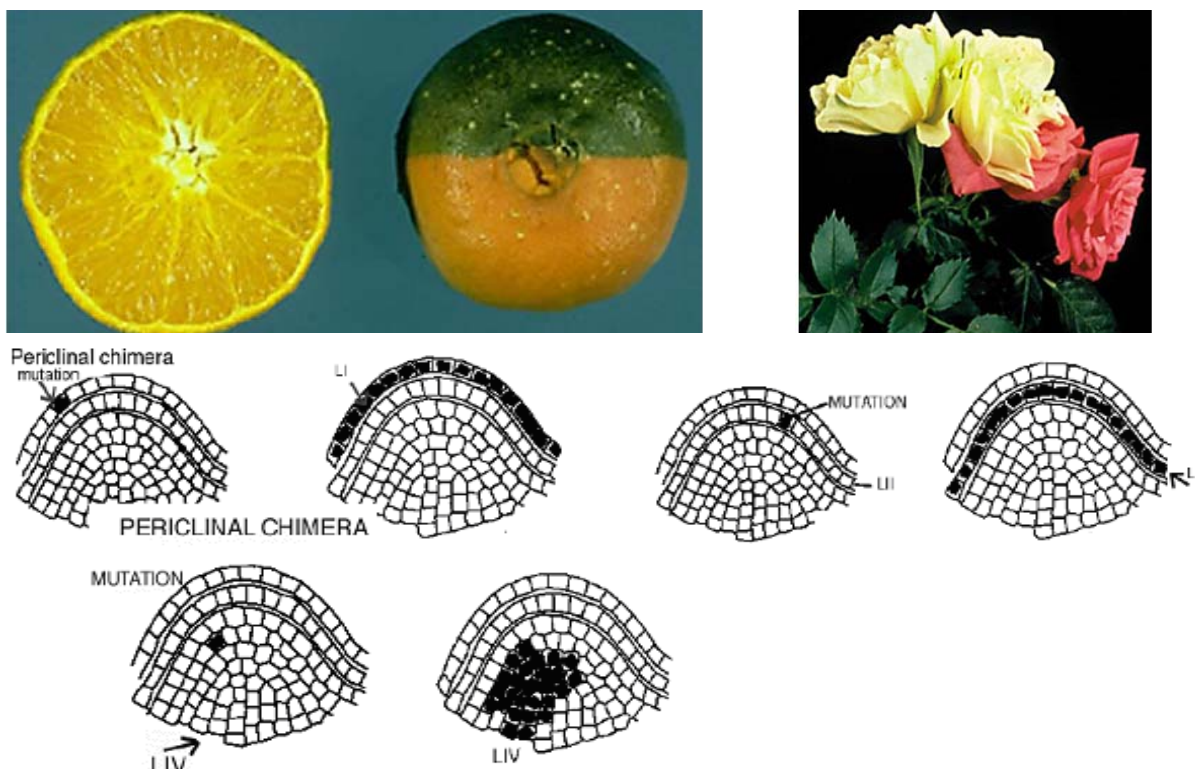


Figura 1 - Quimera pericrinal, (CLONES, 2007)

Nas quimeras mericrinal (Figura 2) as camadas celulares não são integralmente mutantes, em consequência uma parte das gemas que se desenvolve possui características do tecido normal enquanto outra parte mostra característica do tecido mutante.

Menos freqüente esse tipo de mutação se verifica também no caso da quimera pericrinal quando as células das camadas mais profundas, não mutantes, rompem superficialmente. Esse tipo de mutação se classifica como geneticamente instável, visto que pode retroceder em direção ao genótipo de origem (regressão) ou raramente retroagir para aquele totalmente mutante. A regressão de um caractere vem, mesmo que impropriamente, definida como retro mutação.

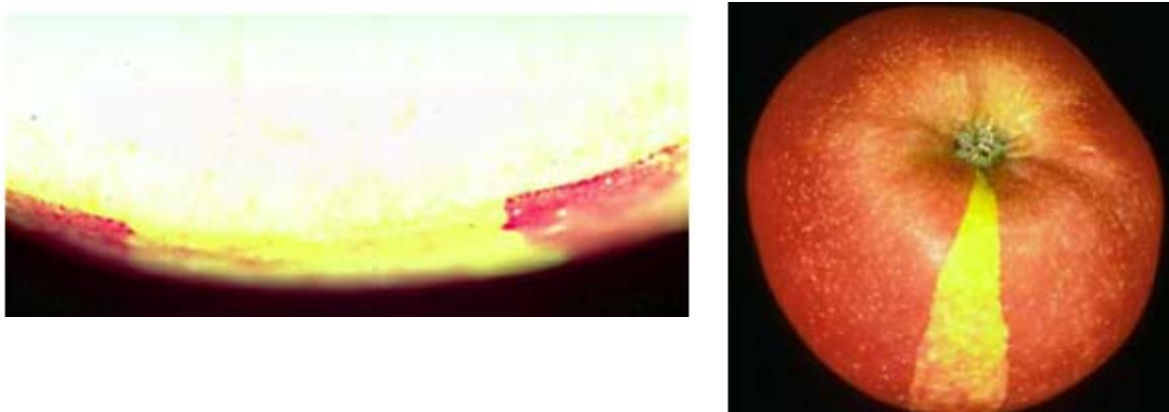


Figura 2 - Quimera mericrinal, (CLONES, 2007)

A quimera setorial (Figura 3) se caracteriza por uma mutação que afeta todas as camadas em lugar de camadas específicas. Geralmente ocorre em samambaias e gimnospermas.

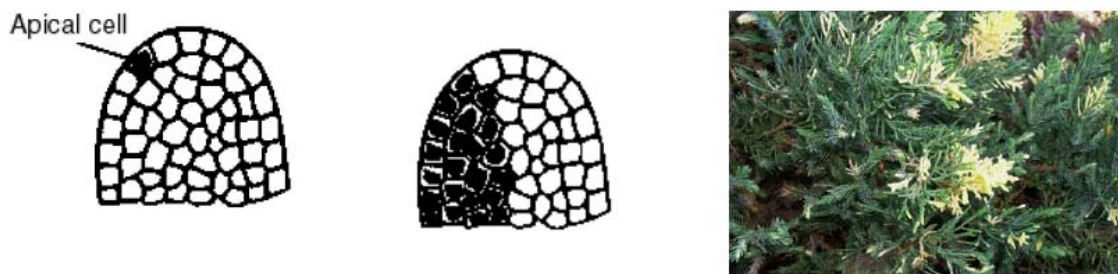


Figura 3 - Quimera setorial, (CLONES, 2007)

A quimera múltipla em cuja camada celular, somente uma parte das células é mutante, representa o caso extremo de instabilidade genética, chegando a 25% dos indivíduos descendentes, com efeito, de regressão. A regressão de um caractere mutante pode convergir em uma planta inteira ou somente parte desta. Em maçã os mutantes instáveis apresentam geralmente um certo número de frutos com faixas incolores bem delimitados no epicarpo. O tamanho das faixas tem correlação com a instabilidade genética: sobre as plantas de 'Mondial Gala' uma das mutações de Gala instáveis se observa um elevado número de frutos com amplos setores descoloridos. Quanto mais estreitas as faixas descoloridas menor a instabilidade da característica de cor nesse mutante e uma menor tendência a regressão. Quando se trabalha com mutações quiméricas, principalmente na variedade gala, na qual existe bastante instabilidade genética, o material utilizado para multiplicação deve ser constantemente testado para que se tenha garantia, se não da diminuição da instabilidade genética, da manutenção dos percentuais de regressão. Atualmente a única forma de seleção clonal para mutantes é o controle pomológico, ou seja, avaliar no momento da maturação dos frutos as plantas inteiras ou parte das plantas que possuem as características desejáveis e coletar material para multiplicar especialmente desses galhos pré-selecionados, visto que técnicas mais avançadas como biologia molecular ainda não são aplicáveis. Nos casos de mutações quiméricas mericrinal, setorial e múltipla, que são as que normalmente ocorrem em mutantes de gala, o processo tem de ser contínuo e repetitivo para que haja no futuro um material mais purificado possível (ZUANAZZI, 2005).

2.5. Cultivar gala e seus clones

A cultivar Gala teve origem em 1939 na Nova Zelândia, tendo como obtentor foi J. H. Kidd – Greytown Wairarapa, sendo um híbrido dos cruzamentos de Cox's Orange Pippin com Red Delicious, cruzamento do qual resultou Kidd's Orange Red, cultivar essa que foi submetida a um cruzamento com Golden Delicious, resultando a Cultivar Gala. A coloração varia com os clones, o ambiente de produção, o ano e a posição da fruta na árvore. A coloração de fundo geralmente é verde, evoluindo para tons branco-creme a amarelo, que corresponde ao estado de super maturação. Os clones de Gala vem com a principal função de melhorar a coloração da cultivar standard. A fruta tem um calibre mediano regular que pode diminuir com o envelhecimento das árvores ou com baixa luminosidade. Sua textura é firme com polpa de alta qualidade, cor creme, succulenta e muito crocante. Possui boa qualidade gustativa, pode ser consumida desde o momento da colheita, bastante doce, pouco ácida e medianamente perfumada. A 'Gala' é uma cultivar de maçã que foi rapidamente aceita na maior parte do mundo, por apresentar frutos com boa coloração aparência, e polpa crocante e succulenta (DENARDI; CAMILO, 1992).

A qualidade da fruta deve melhorar tanto pelo cultivo de novas variedades em porta-enxertos modernos quanto pela condução (poda e arqueamento) e raleio dos pomares. Manter pomares antigos implica maiores custos. A título de ilustração, em um pomar baseado em porta-enxerto Maruba convencional, um trabalhador colhe 1,5 bin dia⁻¹, enquanto que, no plantio sobre porta-enxerto Maruba com filtro, o mesmo trabalhador pode colher 6 bins dia⁻¹. Isso significa que o uso de porta-enxertos mais modernos facilita muito as atividades de colheita, assim como facilita as tarefas de condução e de raleio do pomar, além de produzir frutas de melhor qualidade, tanto em termos de calibre quanto de coloração. As altas densidades de cultivo permitem também produção precoce e podem contribuir para um melhor equilíbrio na concorrência entre as plantas. A cultivar Gala apresenta vigor médio a forte, em razão disso deve ser associada a um porta enxerto de baixo vigor. O calibre dos frutos é de médio a pequeno, então a escolha deve ser por um porta-enxerto predisposto a obtenção de frutos grandes. A cultivar Gala standard tem uma boa correlação entre a cor de fundo da fruta e seu estado de maturação, fator essencial para conservação do fruto, antes de se tornar amarela a coloração de fundo da Gala passa por um tom branco-creme, que é um bom indicador do estado

fisiológico, a partir do qual o potencial de conservação diminui. No caso de alguns clones que apresentam coloração avermelhada precoce e intensa, a coloração de fundo não pode ser utilizada como índice de maturação, sendo necessário utilizar outros métodos para estimar a data ideal de colheita. (TRILLOT et al,1995).

2.6. Principais clones de Gala

Royal Gala: Mutação de Gala standard, J. H. Kidd (Greytown, Nova Zelândia), variedade diplóide, floração bastante resistente ao gelo, fruto de calibre médio pequeno, coloração vermelha, forte estriatura, polpa compacta, succulenta, doce, conservação em AC de 5 meses.

‘Mondial Gala’/‘Imperial Gala’: Mutação de Gala (Nova Zelândia) coloração superior a de Royal Gala, com estriatura marcada, amplas quimeras observáveis, geneticamente instável.

Delbard Gala/Obrogala: Mutação de Royal Gala (USA), coloração melhor que Royal Gala, 70% de cor de cobertura, parcialmente lavado com início de estriatura vermelha escura, calibre como ‘Mondial Gala’.

Tenfor/Gala N. ° 4: Seleção de Royal Gala, INRA (França), clone melhorado de Royal Gala, porém mantém sua cor e tamanho de frutos, característica da planta como Royal Gala.

Brookfield®Baigent: Mutação de Royal Gala Hawkesbay (Nova Zelândia), coloração melhor que Royal Gala, estriatura vermelho escuro sobre fundo vermelho, estrias estreitas, quimera observável muito restrita. Quase plena coloração de cobertura.

‘Galaxy’: Mutação de Royal Gala (Nova Zelândia), plena coloração, estriada, observável quimera muito restrita um pouco mais estável que ‘Mondial Gala’, tamanho de fruto e produtividade como ‘Mondial Gala’.

Gala Schinitzer®/Shniga: Mutação de Royal Gala, Schnitzer (Itália), coloração melhor que Royal Gala com estriatura vermelha sobre fundo vermelho escuro intenso, mais de 80% de coloração de cobertura com estriatura marcada, calibre como Royal Gala. (ZUANAZZI, 2005, TRILLOT et al,1995).

2.7. Propriedades funcionais das frutas

O fito da palavra fitoquímicos deriva da palavra grega phyto, que significa planta, então, fitoquímicos, são químicos de plantas. Fitoquímicos são definidos como compostos não-nutrientes bioativos de plantas, existentes em frutas, vegetais, grãos e outras partes comestíveis de plantas que tem sido ligadas a redução do risco de distúrbios crônicos. Inúmeros fitoquímicos individuais tem sido identificados em frutas, vegetais e grãos e uma larga porcentagem deles ainda permanecem desconhecidos, sendo que seu conhecimento é necessário para um melhor entendimento dos benefícios proporcionados a saúde (BLOCK et al., 1992). Em razão da ampla composição, quantidade e freqüente ação complementar dos fitoquímicos é recomendável que uma pessoa consuma uma grande variedade de alimentos de origem vegetal. Fitoquímicos podem ser classificados como: carotenóides, fenóis, alcalóides, compostos nitrogenados e compostos sulfurados. Os fitoquímicos mais estudados são os fenólicos e os carotenóides (BODE; DONG., 2004).

Para Harris e Haggerty (1993), o termo fitoquímico engloba muitos compostos químicos encontrados em plantas com diversas atividades, e os termos “nutraceutico” (ULBRICHT, 1993) ou “quimioprotetores” descrevem praticamente o mesmo ou similar fenômeno, ou seja, uma substância que pode ser considerada um alimento ou parte de um alimento, que proporciona efeitos benéficos à saúde, prevenindo o surgimento de algumas doenças crônicas. O termo nutraceutico inclui ainda o “tratamento ou cura de doenças”.

Alimentos funcionais fazem parte de uma concepção de alimentos, lançada pelo Japão na década de 80, através de um programa de governo que tinha como objetivo desenvolver alimentos saudáveis para uma população que envelhecia e apresentava uma grande expectativa de vida (ANJO, 2004).

Os vários fatores que têm contribuído para o desenvolvimento dos alimentos funcionais são inúmeros, sendo um deles o aumento da consciência dos consumidores, que desejando melhorar a qualidade de suas vidas, optam por hábitos saudáveis. Os alimentos funcionais devem apresentar propriedades benéficas além das nutricionais básicas, sendo apresentados na forma de alimentos comuns. São consumidos em dietas convencionais, mas demonstram capacidade de regular funções corporais de forma a auxiliar na proteção contra doenças como

hipertensão, diabetes, câncer, osteoporose e coronariopatias (SOUZA, et al., 2003). Alimentos funcionais são todos os alimentos ou bebidas que, consumidos na alimentação cotidiana, podem trazer benefícios fisiológicos específicos, graças à presença de ingredientes fisiologicamente saudáveis (CÂNDIDO; CAMPOS, 2005).

O termo nutracêutico define uma ampla variedade de alimentos e componentes alimentícios com apelos médico ou de saúde. Sua ação varia do suprimento de minerais e vitaminas essenciais até a proteção contra várias doenças infecciosas (HUNGENHOLTZ; SMID, 2002). Tais produtos podem abranger nutrientes isolados, suplementos dietéticos e dietas para alimentos geneticamente planejados, alimentos funcionais, produtos herbais e alimentos processados tais como cereais, sopas e bebidas (KWAK; JUKES, 2001).

A diferenciação entre alimentos funcionais e nutracêuticos justifica-se devido ao pouco conhecimento destes conceitos pela população, bem como da relação entre dieta e saúde. Dispondo de maiores informações, tanto sobre o efeito benéfico de determinados alimentos, como os maléficos causados pela exposição a inúmeras substâncias inerentes à vida moderna, as pessoas poderão conferir maior importância aos alimentos, contendo substâncias benéficas à saúde. A informação contribui para uma maior aceitação dos alimentos funcionais, diferenciando-os dos nutracêuticos, os quais envolvem todos os tipos de alimentos que possuem algum efeito médico e de saúde

Os vegetais possuem algumas centenas de compostos fenólicos (substâncias que apresentam radicais hidroxila ligados a um anel benzênico e, por isso, têm caráter ácido), agrupados em diferentes classes, de acordo com sua estrutura química. Algumas dessas substâncias são responsáveis pela sensação de adstringência dos frutos. Portanto, estão relacionadas com o sabor. Outros são pigmentos e se relacionam com a coloração (CHITARRA; CHITARRA, 1990).

Os compostos polifenólicos, ou simplesmente polifenóis, são geralmente descritos na literatura como aqueles pertencentes a um vasto grupo de compostos encontrados na natureza, os quais possuem como característica principal a presença de múltiplos radicais funcionais do tipo fenol (TUCKMANTEL, 1999). Os polifenóis estão usualmente presentes em plantas como produtos do metabolismo destas, exercendo papel importante na morfologia e fisiologia vegetais, na medida em que estão relacionados a diversos aspectos do crescimento e reprodução vegetal (BRAVO, 1998). Entre uma de suas funcionalidades mais interessantes está

a capacidade de proteger as plantas contra patógenos e predadores herbívoros (alguns compostos podem atuar como toxinas naturais ou conferir sabor indesejado ao alimento tornando-o menos palatável) e principalmente contra estresse fotossintético e formação de espécies reativas de oxigênio (BRAVO, 1998). Baseado em sua estrutura química, os polifenóis podem ser divididos em pelo menos dez diferentes classes, sendo que as principais são os flavonóides, taninos e ácidos fenólicos e derivados (YANG et al., 2001).

Os flavonóides são a classe com maior número de substâncias conhecidas e cuja estrutura básica consiste de dois anéis aromáticos ligados entre si por três carbonos os quais geralmente formam um heterociclo oxigenado. Subdividem-se em flavonas, catequinas, isoflavonas, flavonóis e antocianinas (BRAVO, 1998). Os flavonóides são um grupo de compostos fenólicos que tem sido identificados em frutas, vegetais e outras partes comestíveis de plantas que tem sido ligadas a redução do risco de distúrbios crônicos. Existem mais de 4000 distintos flavonóides identificados (BRITON, 1995).

Por se constituírem em fundamentais contribuintes da dieta, os primeiros estudos dos polifenóis estavam em sua maioria relacionados aos efeitos antinutricionais destes compostos, como por exemplo à diminuição na absorção e digestibilidade de alimentos devido à capacidade destes compostos de se ligar e precipitar minerais e macromoléculas tais como proteínas e carboidratos (YANG et al. 2001).

Atualmente o interesse sobre os compostos fenólicos reside na sua capacidade antioxidante, que contribui para a proteção aos efeitos prejudiciais ocasionados pelo estresse oxidativo sobre a saúde (LEE, SMITH, 2000; MANGAS et al, 1999). Evidências científicas de que dietas ricas em frutas e hortaliças protegem contra o câncer e doenças degenerativas são cada vez mais fortes e consistentes. A identificação dos alimentos com atividade preventiva pode levar a meios adicionais de proteção, e ao consumo de alimentos específicos por indivíduos de risco. Diversas pesquisas vêm sendo desenvolvidas em diferentes segmentos visando a descoberta de novas fontes nutricionais. A importância funcional desses compostos tem levado diversos pesquisadores a realizarem estudos buscando determinar as concentrações destes nos alimentos mais consumidos e em especial nas frutas. Muitos destes efeitos benéficos relacionados à prevenção de diversas enfermidades estão associados à própria natureza química deste grupo e compostos: devido à sua

estrutura, polifenóis são em geral bons agentes redutores e juntamente com outros agentes redutores encontrados na dieta tais como vitamina C, vitamina E e carotenóides, podem proteger tecidos e estruturas celulares contra danos oxidativos. (MARCHAND, 2002)

Chipault (1962), definiu antioxidantes em alimentos como substâncias que em pequenas quantidades são capazes de prevenir ou retardar a oxidação de materiais que se oxidam facilmente como as gorduras. Segundo Halliwell e Gutteridge (1989), antioxidante é qualquer substância que quando presente em baixas concentrações comparadas a do substrato oxidável, atrasa ou inibe a oxidação da substância. Essas definições generalizadas não restringem a atividade antioxidante pra nenhum dos grupos de compostos químicos específicos e nem se refere a algum mecanismo particular de ação (RICE-EVANS, 2004).

Um dos mecanismos que parecem ser importantes no desenvolvimento de muitos distúrbios degenerativos é o estresse oxidativo, induzido pelo ataque de radicais livres aos componentes celulares por espécies de oxigênio ativo. Conseqüentemente, antioxidantes os quais previnem o estresse oxidativo são considerados importantes em reduzir a iniciação e progressão desses distúrbios. Nossos antioxidantes endógenos tem o papel mais importante em combater o estresse oxidativo, mas nós também obtemos efetivos antioxidantes através de nossa dieta. Frutas e vegetais são excelentes fontes de antioxidantes fitoquímicos, como os carotenóides, vitamina C e E, folatos e compostos tióis. Sua atividade antioxidante pode ajudar a explicar a ligação entre o aumento no consumo de frutas e hortaliças e a diminuição no risco de câncer e distúrbios crônicos. Em contraste com os alimentos de origem animal, alimentos de origem vegetal contém muitos fenóis simples e polifenóis que possuem significativa atividade antioxidante. Os polifenóis são quimicamente diversos e em plantas eles atuam em muitos papéis eco-fisiológicos, incluindo respostas a distúrbios entre outros estresses. Como componentes na dieta humana os compostos fenólicos são hipotizados por funcionarem como antioxidantes diretamente, ou influenciar a produção ou função de outros compostos antioxidantes no nosso corpo (COTRAN et al., 1999).

A dieta de nações industrializadas está se voltando cada vez mais para um maior consumo de frutas e hortaliças, em razão disso a produção mundial desses produtos deve ser aumentada pra atender a essa demanda crescente. Para uma produção de sucesso necessita-se de cultivares adaptadas à esse objetivo e à

região de produção. Programas de desenvolvimento de cultivares que atendam a essas novas necessidades (cultivares com altos níveis de compostos saudáveis) podem ser antecipados se tivermos dados precisos sobre o conteúdo desses compostos nas cultivares existentes. (CONNOR et al., 2005).

Pesquisadores da Organização Mundial da saúde, tem recomendado à população um consumo diário de frutas e hortaliças superior a 400g. A OMS estimou que se o consumo de frutas e hortaliças aumentasse significativamente a nível mundial, se poderia evitar anualmente a morte de mais de 2,7 milhões de pessoas (POMÁCEAS, 2006).

2.8. Polifenóis e capacidade antioxidante da maçã

A maçã é a principal fruta consumida em países ocidentais. Um aspecto importante que se leva em consideração no momento de explicar esse alto consumo é sua reputação como “alimento saudável”. Na dieta ocidental, junto ao chá, vinho, cebola e chocolate, é uma das principais fontes de flavonóides. Nos Estados Unidos, por exemplo 23% dos compostos fenólicos consumidos pela população são provenientes de maçã, constituindo portanto a principal fontes desses fitoquímicos. (SPEISKY, 2006)

Frutas e vegetais são fontes naturais de antioxidantes, e entre as frutas, maçãs tem um dos mais altos níveis de atividade antioxidante (CHINNICI et al., 2004). Entre os fitoquímicos, os fenóis tem recebido grande parte da atenção em razão da sua atividade antioxidante (TSUDA et al., 1994). Muitos estudos mostram que a maçã é uma fonte rica em compostos fenólicos, especialmente flavonóides, cuja atividade e concentração variam com a cultivar, estágio de maturação, condições ambientais e a parte da fruta (KJERSTI et al., 2004; VAN DER SLUICE et al., 2001). Flavonóides são caracterizados largamente pelo modelo de hidroxilação em torno do anel central. Flavonóides de maçã possuem um alto número de grupos hidroxila doadores de elétrons e um grande número de duplas ligações, propriedades essas que têm sido mostradas por aumentar a capacidade antioxidante (TSUDA et al., 1994).

A maçã além de ser mundialmente apreciada por seu sabor, aroma e textura incomparáveis, está cada vez mais fortemente associada com redução de riscos de doenças como câncer e distúrbios cardíacos. Uma das referências mais populares

nos Estados Unidos a alimentos funcionais é: “an apple a day keeps the doctor away”, traduzindo-se “uma maçã por dia mantém o médico afastado”, e surgiu em 1866, (CASTRO MONTE, 2006).

Entre 11 das frutas mais comumente consumidas nos Estados Unidos, cranberry apresentou o maior conteúdo de fenóis totais, seguido pela maçã, uva tinta, abacaxi, banana, pêsego, limão, laranja, pêra e toronja (BRITON, 1995, CHU et al., 2002).

Em maçãs, os compostos fenólicos estão localizados nos vacúolos (97%), sendo que nas células da epiderme e sub-epiderme as suas concentrações são superiores às quantidades encontradas nos tecidos internos da fruta. Em diferentes cultivares essa relação, casca/polpa, de concentração de fenóis pode ser de 3 a 10 vezes superior (NICOLAS et al., 1994).

2.9. Antocianinas

As antocianinas (das palavras gregas anthos, flor e kianos, azul) são pigmentos vegetais responsáveis pela maioria das cores azul, roxa e todas as tonalidades de vermelho encontradas em flores, frutos, algumas folhas, caules e raízes de plantas (MARKAKIS, 1982). São compostos solúveis em água e altamente instáveis em temperaturas elevadas (SHAHIDI e NACZK, 1995).

Existem aproximadamente 400 antocianinas diferentes (KONG et al., 2003). Segundo Jackman e Smith (1996), as antocianinas encontram-se distribuídas em numerosas famílias de plantas: Vitaceae (uva), Rosaceae (cereja, ameixa, framboesa, morango, amora, maçã, pêsego, etc.), Solanaceae (tamarindo, batata), Saxifragaceae (groselha preta e vermelha), Ericaceae (mirtilo, oxicoco), Cruciferae (repolho roxo, rabanete), Leguminoseae (vagem) e Gramineae (sementes de cereais). Além de contribuir para a cor de flores e frutas, as antocianinas atuam como filtro das radiações ultravioletas nas folhas. Em certas espécies de plantas estão associadas com a resistência aos patógenos e atuam melhorando e regulando a fotossíntese (MAZZA e MINIATI, 1993).

Antocianinas apresentam atividades anticarcinogênicas (HAGIWARA et al., 2001, KAPADIA et al., 1997), antioxidantes (WANG et al., 2000; YODIM, MARTIN e JOSEPH, 2000) e antivirais (KAPADIA et al., 1997).

Segundo Gurnsey e Lawes (1999) atualmente é notória a preferência dos consumidores por frutas avermelhadas, em razão disso os pomares com as cultivares standard de Gala e Fuji vem sendo substituídos por clones dessas cultivares com a cor vermelha realçada. A maioria das cultivares comerciais de maçã produzem frutas de coloração vermelha, podendo cobrir toda a superfície da fruta ou ser mesclada com amarelo. A cor vermelha das maçãs se deve a presença do pigmento cianidina 3-galactosideo, uma antocianina que pode também seqüestrar radicais livres (YAMASAKI et al, 1996), ou seja contribuindo para a coloração da fruta e para a saúde humana.

O desenvolvimento da cor em maçãs ocorre na flor e no fruto. Aumentar o teor de coloração vermelha é um importante fator na economia de frutas frescas assim como na indústria de maçã processada. A intensidade e a qualidade da cor vermelha em maçãs é o maior determinante do apelo de consumo e é uma importante forma de agradar o mercado nacional e internacional. A coloração vermelha das frutas de maçã é devida aos pigmentos antocianinas. (LANCASTER, 1992, UBI, 2006)

A casca da maçã é constituída pela cutícula (camada cerosa) epiderme e hipoderme. A cutícula da fruta no momento da antese é pequena alcançando 1 μm ; no momento da colheita esta pode variar entre 10 a 25 μm . Os diferentes grupos de pigmentos se localizam nas primeiras camadas de células da epiderme. Esses pigmentos são classificados como fenóis pertencentes a classe dos flavonóides. Se localizam nos vacúolos e são responsáveis pela cor de recobrimento dos frutos. A cor de fundo de uma maçã é dada pelos cloroplastos e carotenóides, moléculas que se encontram integradas ao sistema de membranas celulares (REAY; LANCASTER, 2000).

Durante o crescimento da maçã existem dois picos de produção de antocianinas: o primeiro ocorre durante a divisão celular do fruto e é muito intenso, tendendo a desaparecer até dezembro. O segundo pico, mais amplo porém de menor intensidade ocorre durante a maturação da fruta. A seleção da cultivar é um dos primeiros fatores para maximizar a cor em maçãs, no entanto uma cultivar pode apresentar diferente coloração de fruta dependendo da região de cultivo. A luminosidade é o fator ambiental mais importante para indução da biossíntese de antocianinas. Uma maçã precisa ser atingida em mínimo 50% pela luminosidade solar para desenvolver coloração vermelha adequada, tendo uma melhor coloração

com 70% de superfície recebendo luminosidade. Já se sabe que a biossíntese de antocianinas na maturação de frutas é um processo dependente da luz, no entanto o mecanismo de fotorregulação da cor em casca de maçã ainda não foi elucidado (PINHEIRO et al., 2006).

Fatores como temperatura também atuam na formação de pigmentos vermelhos em maçãs, sendo que noites frias e dias quentes favorecem a maior concentração dos mesmos. Nutrientes como Nitrogênio tem sido associados com diminuição da porcentagem de coloração vermelha nos frutos, já o potássio e cálcio, juntamente com um baixo suprimento de nitrogênio aumentam a formação de antocianinas e com isso o índice de vermelho.(UBI, 2004)

A biossíntese de antocianinas na epiderme das maçãs, assim como em outras partes da planta, começa com a conversão da fenilalanina em ácido cinâmico pela enzima fenilamonioliase (LANCASTER, 1992). Existem evidências da participação da enzima UDP-Galactose:flavonóide-3-o-Glisolitransferase, a UFGaIT (JU et al., 1999b). Esta é a última enzima envolvida na síntese de antocianinas, na epiderme de maçãs e catalisa a reação de transferência de um grupo galactosil à cianidina, tornando-a um pigmento estável na célula (JU et al., 1996, 1999a). Possivelmente, o efeito da luz sol estimula a expressão do gene que codifica a enzima UFGaIT.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado nos laboratórios de Pós-Colheita, Enoquímica, Microbiologia e Instrumentação da Embrapa Uva e Vinho em Bento Gonçalves/RS.

Foram utilizados frutos de maçã (*Malus domestica*, Borkh) das cultivares 'Mondial Gala', 'Imperial Gala' e 'Galaxy' provenientes de pomares comerciais do município de Vacaria/RS (safra 2007). Esses pomares apresentavam uma localização próxima entre eles, com plantas de características idênticas em relação a idade (7 anos), porta-enxerto (M-7), espaçamento entre fileiras (3,5 m) e entre plantas (0,7 m).

Como os frutos desses clones apresentam coloração avermelhada precoce e intensa, a coloração de fundo não pode ser utilizada como índice de maturação,

sendo necessário utilizar outros métodos (SS, AT, Cor) para estimar o ponto ideal de colheita. Assim, houve dois pontos de colheita: Ponto de Colheita 1 (maturação fisiológica) e Ponto de Colheita 2 (10 dias após a colheita 1).

Para cada colheita, metade dos frutos dos clones foram tratados com 625 ppb de 1-MCP (Agro Fresh - 0,14%), sendo o restante não tratado. Os frutos ficaram expostos colocadas em câmaras herméticas com capacidade de 300 L, para a aplicação do 1-MCP. Pesaram-se quantidades do produto comercial, em pó, suficientes para proporcionar concentrações finais de 1-MCP de 625 ppb. O pó foi posto em frasco de vidro hermeticamente fechado, onde foi dissolvido com solução aquosa de dodecil sulfato de sódio (SDS) 0,1% a 50°C, utilizando-se 10 mL de solução para cada frasco. Após dissolução, o frasco foi aberto dentro das câmaras, para que o 1-MCP atingisse sua forma gasosa. Em seguida as câmaras foram fechadas, permanecendo assim por 48 horas, à temperatura de 20°C. Frutas controle foram mantidas nas mesmas condições por 48 horas, porém, sem tratamento com 1-MCP. Ao final de 48 horas de tratamento essas amostras foram divididas para posteriormente serem armazenadas por 3 meses em atmosfera refrigerada (0°C e 95% umidade relativa) e 5 meses em atmosfera controlada (0°C e pressões de 1 kPa de O₂ e 2 kPa de CO₂).

3.1. Avaliações de qualidade

Os frutos foram avaliados na colheita e após o período estabelecido de estocagem mais 7 dias de manutenção em temperatura ambiente. Foram realizadas as seguintes avaliações: cor da epiderme, firmeza de polpa, acidez titulável, iodo-amido (somente na colheita), sólidos solúveis totais, capacidade antioxidante, polifenóis totais, antocianinas, etanol, metanol e acetaldeído.

3.1.1. Cor da epiderme

Para a determinação da cor da epiderme, empregou-se um colorímetro marca Minolta Chroma Meter CM-508d. As leituras foram realizadas em áreas vermelhas do fruto, pelo fato de que os clones avaliados não apresentavam cor de fundo visível. Os valores obtidos corresponderão aos valores de L*a*b* da escala tridimensional do sistema CIELAB em que "L*" representa a luminosidade, medida

em uma escala que vai de 0 a 100, onde 0 é ausência de luminosidade (preto) e 100, luminosidade total (branco); “a*” indica a progressão de cores do verde ao vermelho, medida em uma escala que vai de valores – a (cor verde) até +a (cor vermelha) e finalmente “C*” indica a intensidade da cor.

3.1.2. Firmeza da polpa

A firmeza da polpa foi medida em dois lados opostos da região equatorial do fruto, onde a epiderme foi retirada. A medição foi feita, com um penetrômetro manual penetrômetro, (Bishop FT 327), com ponteira de 11 mm de diâmetro, sendo os valores expressos em Libras (Lb Pol⁻²).

3.1.3. Acidez titulável (AT)

A determinação deste parâmetro, foi feita em uma amostra de 10 mL do suco de cada repetição, diluídos em 90 mL de água destilada, e titulados empregando uma bureta digital com solução de hidróxido de sódio 0,1N até pH 8,1 determinado com pHmetro digital. Os valores expressaram-se em Cmol L⁻¹.

3.1.4. Teste de iodo-amido

A maturação dos frutos foi determinada pelo índice de iodo-amido. Para a análise os frutos foram cortados na zona equatorial e a metade peduncular foi imersa em solução (12 g de iodo metálico e 24 g de iodeto de potássio) por 40 segundos. Quando retirados da imersão, a presença de amido foi avaliada comparando-a com os valores da tabela elaborada werner (1989), onde o índice 1 representa teor máximo de amido e o índice 5 ausência do mesmo.

3.1.5. Sólidos solúveis (SS)

Para a medida dos sólidos solúveis, foi utilizado refratômetro Atago modelo PR 101 (0 a 45%) com correção para temperatura, sendo os valores expressos em °Brix.

3.1.6. Análise de Antioxidantes

A capacidade antioxidante foi medida pela habilidade de seqüestrar o radical estável 1,1-difenil-2-picrilhidrazil (DPPH), descrito por Brand-Williams, Couvelier e Berset (1995) modificado por Silva et al. (2007). As amostras de casca e polpa foram maceradas separadamente em nitrogênio líquido. Para efetuar a extração da casca, utilizaram-se 1g do macerado de casca e 10 mL de uma solução de acetona 75% (V/v) (SILVA et al., 2007). Para a polpa, empregaram-se 1g do macerado de polpa e 5 mL de uma solução de acetona 75% (V/v) (SILVA et al., 2007). A mistura foi mantida em geladeira por 15h, realizando-se em seguida uma centrifugação a 1000 x g por 20 min. Após em 50 µl do sobrenadante foi adicionado 950 µl de DPPH, deixando-se em estufa a 25°C por 15 minutos para posteriormente realizar a leitura em espectrofotômetro (Perkin Elmer UV/VIS Spectrometer Lambda Bio) a 515nm. Para a curva padrão utilizou-se Trolox (6-hidroxi-2,5,7,8-tetrametilcromo-2-ácido carboxílico 97%, Aldrich Chemical Co., Gillingham, Dorset, UK) como antioxidante de referência.

3.1.7. Polifenóis

O reagente de Folin-Ciocalteu foi utilizado para determinação do conteúdo de polifenóis totais conforme descrito por Singleton e Eseau (1969), o processo de extração utilizado seguiu protocolo estabelecido por SILVA et al, 2007. Esse método é baseado na mudança de cor determinada a 765 nm, causada pela redução do reagente de Folin-Ciocalteu pelos fonolatos produzidos na presença do carbonato de sódio. Os polifenóis totais são expressos como equivalente de ácido gálico usando uma curva padrão preparada com diferentes concentrações de ácido gálico. Os resultados foram expressos em mg de ácido gálico em 100g de frutos.

Para a extração de polifenóis da casca, utilizou-se 1g de casca macerada em nitrogênio líquido, acrescentada de 15 mL da solução de acetona 75%. Essa amostra foi deixada em geladeira por 15h, centrifugando-se em seguida por 20 min a 1000 x g. Para a extração de polifenóis da polpa, utilizou-se o mesmo procedimento, acrescentando-se apenas 10 mL da solução de acetona 75%. Para realizar a reação, colocou-se em um tubo de ensaio 1,58 mL de água, 20 µL do sobrenadante (casca ou polpa), 100 µL do reagente de follin. Após agitação manual, adicionaram-

se 300 μ L de carbonato de sódio, seguida de nova agitação manual (o tempo entre a utilização do reagente de follin e o carbonato de sódio não ultrapassou 8 minutos). A mistura foi deixada em repouso por 2h no escuro a 25°C. A leitura foi realizada em espectrofotômetro a 765nm (Perkin Elmer UV/VIS Spectrometer Lambda Bio). Para o branco, utilizou-se uma mistura de 1 mL de etanol em 9 mL de água destilada. Retiraram-se 20 μ L dessa solução e adicionaram-se os mesmos componentes da reação descrita anteriormente.

3.1.8. Antocianinas

Para a análise de antocianinas, foram utilizados 5g de casca macerada em nitrogênio líquido. Nessa amostra adicionaram-se 10mL de Hcl-metanol 1% (v/v), deixando-se em repouso por 24h no escuro a 4°C. Posteriormente centrifugaram-se as amostras por 15 minutos a 13.000xg, retirou-se o sobrenadante e se realizou a leitura a 520 nm em espectrofotômetro (Perkin Elmer UV/VIS Spectrometer Lambda Bio), os resultados foram expressos em mg Kg⁻¹ (TAKOS et al., 2006; JU et al., 1996).

3.1.9. Acetaldeído (etanal) e metanol

Filtraram-se em papel filtro 50 mL de suco de polpa de maçãs, ausentes de distúrbios fisiológicos e podridões. Posteriormente, acrescentaram-se 50 mL de água destilada para posterior destilação em equipamento eletrônico enoquímico (GIBERTINI). As concentrações de acetaldeído e metanol foram determinadas concomitantemente. Para isso, colocaram-se 20 mL da amostra de suco destilado em um frasco Erlenmeyer, seguido de 2 mL de solução do padrão interno (4-metil-2-pentanol; 1,25 g L em solução de etanol a 10%). Após a homogeneização, uma alíquota de 1 μ L foi injetada em um Cromatógrafo de Gás Perkin Elmer (AutoSystem XL) equipado com detector de chama – FID contendo uma coluna capilar Varian WCOT (Wall Coated Open Tubular) Fused Silica de 50 m (comprimento) e 0,25 mm (diâmetro interno), com fase estacionária CPWAX 57CB (polietileno glicol de alta polaridade). As temperaturas de aquecimento do forno foram 40 °C (5 min), 2 °C min⁻¹ até 60 °C (0 min), 8 °C min⁻¹ até 200 °C (0 min). A temperatura do vaporizador

e detector foram fixadas a 160 °C e 210 °C, respectivamente. O gás de arraste empregado foi o hélio (pressão de trabalho: 30 psi, fluxo $\sim 1,75 \text{ mL min}^{-1}$). Foram feitas medidas duplicatas para cada amostra.

3.1.10. Etanol

O etanol também foi determinado por cromatografia gasosa, conforme as condições previamente detalhadas para acetaldeído e metanol. Entretanto, para essa análise adicionaram-se em um frasco de Erlenmeyer 10 mL da amostra de suco destilado seguido de 1 mL de solução do padrão interno (metanol a 10% em água Milli-Q). A programação de aquecimento do forno ocorreu isotermicamente a 40 °C. Os compostos voláteis foram analisados por cromatografia gasosa (PERKIN ELMER modelo AutoSystem XL) utilizando coluna capilar Varian com fase estacionária de polietileno glicol de alta polaridade (CPWAX 57CB) com 50 m de comprimento e 0,25 mm de diâmetro interno e detector de ionização de chama. As temperaturas do injetor e detector foram 160°C e 210°C, respectivamente. A coluna foi operada em isoterma por 5 minutos a 40°C, seguido de um gradiente de $2^{\circ}\text{C.min}^{-1}$ até 60°C e de $8^{\circ}\text{C.min}^{-1}$ até 200°C. Foi utilizado hélio, numa vazão de 30 psi, como gás de arraste. Como padrão interno, foi utilizado uma solução 10% de 4-metil-2-pentanol.

3.2. Análise estatística

Foi realizado um experimento fatorial, utilizando o delineamento inteiramente ao acaso, com 3 repetições de 10 frutos por tratamento. Os fatores estudados consistiram de 3 cultivares, 2 pontos de colheita (colheita 1 e colheita2), 2 tratamentos (frutos tratados ou não com 1-MCP) e 2 sistemas de conservação (AR e AC). A análise estatística das variáveis medidas nos diferentes momentos foi realizada utilizando-se o programa estatístico SAS. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância. Para a comparação entre médias, adotou-se o teste de Tuckey, a 5% e 1% de probabilidade de erro.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Qualidade dos frutos no momento da colheita

Os resultados dos níveis de significância estatística para cada parâmetro de maturação estudado no momento da colheita dos diferentes clones: 'Mondial Gala', 'Galaxy' e 'Imperial Gala', são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Níveis de significância da análise de variância com relação às características físico-químicas e propriedades funcionais de frutos dos clones (A) de maçã 'Galaxy', 'Imperial Gala' e 'Mondial Gala' obtidos nos dois pontos de colheita (B) 1 e 2.

Variável	Clone	Colheita	AXB
Firmeza de polpa (FP)	<0,0001	NS	NS
Acidez Titulável (AT)	<0,0001	NS	NS
Sólidos Solúveis (SS)	0,0019	NS	NS
Cor "a"	NS	NS	NS
Cor "C"	NS	NS	NS
Cor "L"	NS	NS	NS
Antioxidantes casca	0,0007	0,0001	NS
Atioxidantes polpa	NS	NS	NS
Polifenóis casca	NS	0,0103	0,0067
Polifenóis polpa	NS	0,0051	0,0007
Antocianinas	<0,0001	<0,0001	<0,0001

NS: Não significativo ($p < 0,05$)

Pode-se observar na tabela acima que os parâmetros de colheita para firmeza de polpa, acidez titulável, sólidos solúveis totais e atividade antioxidante da casca e antocianinas apresentaram uma diferença significativa entre os clones estudados. Essa diferença está representada na Figura 4, Figura 5, Figura 6 e Figura 7, onde foi avaliado pelo teste de Tukey ($p < 0,05$) as diferenças médias observadas para essas variáveis. Já a colheita e sua interação (colheita X clone) foi significativo apenas para atividade antioxidante (casca) e polifenóis (casca e polpa). Os dados médios de antocianinas para cada clone e períodos de colheita são apresentados nas Figura 8 e Figura 9 respectivamente.

Verifica-se na Tabela 2 que os frutos colhidos no ponto de colheita 1 apresentavam-se dentro dos parâmetros médios para a cultivar Gala como ideais para um armazenamento prolongado (GIRARDI et al., 2002). Assim, pode-se assegurar que os índices mínimos de maturação estabelecidos pela pesquisa fossem respeitados no início da colheita e no posterior armazenamento e/ou comercialização, permitindo com isto, uma máxima eficiência na conservação e manutenção da qualidade interna e externa dos frutos. No caso da maçã 'Gala', os

valores recomendados para a colheita são de 17 a 19 lbs de firmeza de polpa, SS maior que 11 °Brix e AT entre 5,2 a 6,0 Cmol.L⁻¹ (GIRARDI, 2004). Esses mesmos frutos apresentaram um índice de degradação de amido que ficou na faixa de 3,7 para 'Galaxy' e 'Imperial Gala' e 4 para 'Mondial Gala' em uma escala de 1 a 5 (WERNER, 1989). Esses valores são considerados satisfatórios para frutos os quais se deseja armazenar por longos períodos.

Os frutos que foram colhidos 10 dias após (ponto de colheita 2), apresentaram um significativo avanço na maturação, podendo-se observar principalmente uma perda de firmeza, sobretudo nos clones de 'Galaxy' e 'Imperial Gala'. Entretanto, de acordo com a análise estatística (Tabela 1), apenas antioxidantes (casca) e polifenóis (casca e polpa) e antocianinas apresentaram uma diferença significativa em relação à colheita e sua interação (colheita X cultivar). Antolovich et al. (2000) diz que o perfil fenólico de uma fruta é característica principalmente da cultivar, enquanto diferenças climáticas e sazonais tem importância secundária. Já para Connor et al., (2005) o conteúdo de antioxidantes e polifenóis podem variar significativamente de acordo com a cultivar e as condições ambientais, conforme experimento realizado com diferentes cultivares de amora. A cultivar 'Mondial Gala' teve um comportamento diferenciado dos demais clones, principalmente no ponto de colheita 2, apresentando valores de firmeza de polpa, acidez e sólidos solúveis totais mais elevados. Para esse mesmo clone, os dados de antioxidantes da casca no ponto de colheita 1 foram também relativamente inferiores aos demais, alcançando valores de 4005,3 mg 100g⁻¹ Eq de Trolox, enquanto a 'Galaxy' obteve 4779,6 Eq Trolox e 'Imperial Gala' 4456,9 mg 100g⁻¹ Eq de Trolox. Esse fato provavelmente foi o causador da variação estatística observada nos resultados apresentados na Tabela 1 (coluna clone), constatando que esses frutos apresentavam-se em um estágio de maturação menos avançado, como pode ser observado nas figuras já comentadas (4,5,6 e 7). Entretanto quando olhamos os resultados de antocianinas (Tabela 2), verifica-se que o mesmo apresentou os maiores teores em ambas as colheitas. Nessa análise os valores médios ficaram em 95,97 mg kg⁻¹ para 'Mondial Gala', 77,48 mg kg⁻¹ para 'Imperial Gala' e 54,37 mg kg⁻¹ para 'Galaxy' (Figura 8). É importante comentar que em cada ponto de colheita, todas as frutas foram colhidas no mesmo dia e local, baseado, sobretudo no tamanho e presença de cor vermelha. Pode-se verificar que os parâmetros de cor (valor a, C e L) não apresentaram diferenças estatísticas entre os clones,

confirmando que todos os frutos apresentavam um mesmo aspecto visual vermelho da epiderme em ambas as colheitas.

O teor de polifenóis tanto da casca quanto da polpa foram influenciados pelo ponto de colheita e sua interação com a cultivar (Tabela 1). Os valores médios obtidos na casca entre os 3 clones estudados foram de $818 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ Eq de ácido gálico na colheita 1, passando para $674 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ Eq de ácido gálico na colheita 2. Já na polpa os valores encontrados foram expressivamente inferiores, passando de 36 à $41 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ Eq de ácido gálico na colheita 2 e 1 respectivamente, estando de acordo com resultados de Nicolas et al., (1994) que obteve para diferentes cultivares uma relação casca/polpa, de 3 a 10 vezes superior. Ju et al (1996) trabalhando com maçãs 'Delicious' e 'Ralls' também obteve resultados notoriamente superiores para a casca se comparados à polpa.

A capacidade antioxidante da casca no ponto de colheita 2 ($4891,45 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ Eq Trolox) foi altamente superior ($p < 0,01$) ao encontrado no ponto de colheita 1 ($4413,94 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ Eq Trolox). Estes resultados concordam com os dados encontrado nas antocianinas, onde os valores alcançados na colheita 2 ($83,39 \text{ mg kg}^{-1}$) diferiram significativamente dos obtidos no ponto de colheita 1 ($68,50 \text{ mg kg}^{-1}$).

Os valores de polifenóis totais e capacidade antioxidante, encontrados na literatura demonstram uma grande discrepância, mesmo quando se trata de uma mesma espécie, ou até de uma mesma cultivar, isso se deve a utilização de distintos sistemas de quantificação como por exemplo: DPPH (2,2 Diphenyl-1-picrylhidrazil), FRAP (Ferric Reducing Antioxidant Power), ABTS (2,2-azino-bis(ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) diammonium salt), TEAC (Trolox Equivalent Antioxidant Activity) e β -caroteno/ácido linoléico (ALVES et al, 2006). Ainda quando é utilizado um único modelo é comum o uso de diferentes solventes extratores como a acetona, o etanol ou o metanol (ANTOLOVICH et al., 2000).

Em razão disso, previamente, realizou-se ensaios para casca e polpa de maçã utilizando os 3 solventes extratores citados em diferentes concentrações. Observou-se que a acetona na concentração de 75% apresentou melhor desempenho com resultados superiores quando utilizou-se o DPPH como seqüestrador de elétrons. Devido a esse fato, os valores obtidos nesse trabalho são em média superiores aos encontrados na literatura.

Tabela 2 – Características físico-químicas e propriedades funcionais de frutos dos clones de maçã ‘Galaxy’, ‘Imperial Gala’ e ‘Mondial Gala’ obtidos nos pontos de colheita 1 e 2. Médias de 6 repetições.

Variável	Ponto colheita	‘Galaxy’	‘Imperial Gala’	‘Mondial Gala’	CV %
Firmeza Polpa (FP)	1	19,06 a	19,54 a	18,94 a	12,78
(Lbs)	2	17,73 a	17,73 a	18,75 a	11,04
Sólidos Solúveis (SS)	1	12,57 a	12,67 a	12,93 a	1,57
(°Brix)	2	12,67 AB	12,20 B	13,03 A	0,79
Acidez Titulável (AT)	1	5,11 a	5,03 a	5,88 a	7,06
(Cmol L ⁻¹)	2	4,98 B	4,92 B	6,21 A	4,05
Índice de iodo	1	3,70 a	3,72 a	4,03 a	7,35
	2	4,62 a	4,40 a	4,00 a	6,25
Cor	1	36,75 a	36,33 a	37,24 a	7,60
(Valor a)	2	38,43 a	36,73 a	38,47 a	7,88
Cor	1	41,43 a	41,46 a	41,86 a	6,43
(Valor C)	2	42,77 a	41,29 a	43,29 a	6,52
Cor	1	41,36 a	42,04 a	43,17 a	9,92
(Valor L)	2	42,16 a	42,63 a	44,68 a	12,26
Polifenóis Casca	1	772,99 b	736,87 ab	1019,70 a	14,78
(mg 100g ⁻¹ Eq de Trolox)	2	664,21 a	746,88 a	611,12 a	11,15
Polifenóis Polpa	1	37,40 a	36,73 a	32,70 a	8,83
(mg 100g ⁻¹ Eq de Trolox)	2	31,52 B	51,72 B	40,18 B	8,98
Antioxidantes Casca	1	4779,62 a	4456,93 ab	4005,27 b	4,93
(mg 100g ⁻¹ Eq de Ácido Gálico)	2	5140,69 a	4734,98 b	4798,68 ab	2,87
Antioxidantes Polpa	1	444,47 a	450,53 a	479,94 a	13,71
(mg 100g ⁻¹ Eq de Ácido Gálico)	2	473,02 A	430,32 B	453,33 A	1,37
Antocianinas	1	51,59 C	74,23 B	79,67 A	1,30
(mg kg ⁻¹)	2	57,16 C	80,73 B	112,29 A	1,72

Os valores na linha que apresentam as mesmas letras minúsculas não diferem entre si com nível de 5% de probabilidade e as que apresentam as mesmas letras maiúsculas não diferem entre si em nível de 1% de probabilidade.

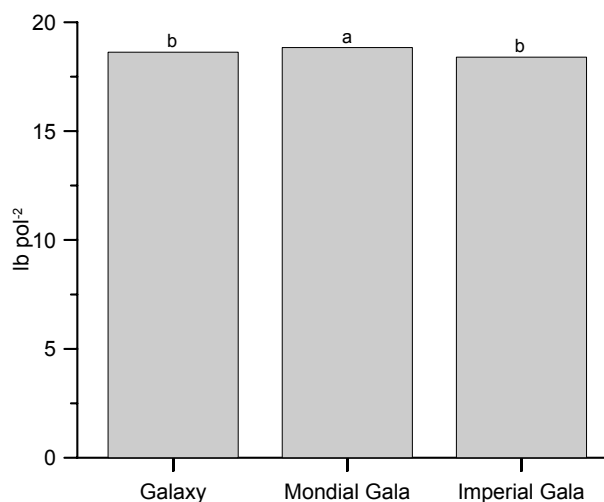


Figura 4 - Valores médios totais de firmeza de polpa de frutos dos clones 'Galaxy', 'Imperial Gala' e 'Mondial Gala' obtidos nos pontos de colheita 1 e 2. As colunas que apresentam as mesmas letras minúsculas não diferem entre si com nível de 5% de probabilidade e as que apresentam as mesmas letras maiúsculas não diferem entre si em nível de 1% de probabilidade.

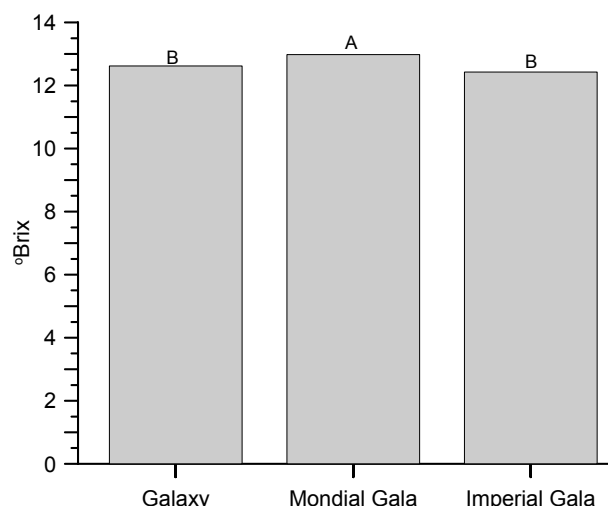


Figura 5 - Valores médios totais de sólidos solúveis de frutos dos clones 'Galaxy', 'Imperial Gala' e 'Mondial Gala' obtidos nos pontos de colheita 1 e 2. As colunas que apresentam as mesmas letras minúsculas não diferem entre si com nível de 5% de probabilidade e as que apresentam as mesmas letras maiúsculas não diferem entre si em nível de 1% de probabilidade.

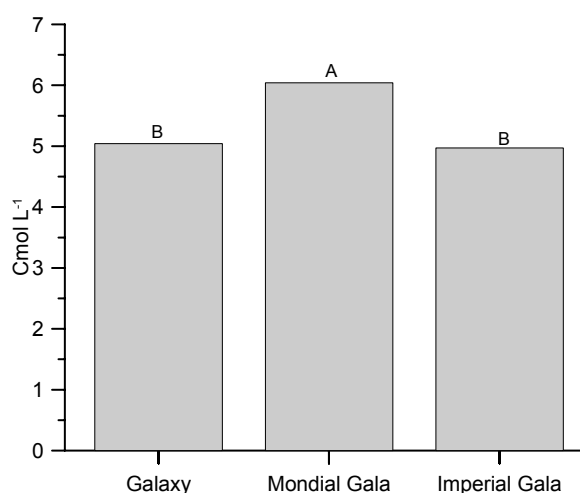


Figura 6 - Valores médios totais de acidez titulável obtidos entre os pontos de colheita 1 e 2 nos clones de maçã 'Mondial Gala', 'Galaxy' e 'Imperial Gala'. As colunas que apresentam as mesmas letras minúsculas não diferem entre si com nível de 5% de probabilidade e as que apresentam as mesmas letras maiúsculas não diferem entre si em nível de 1% de probabilidade.

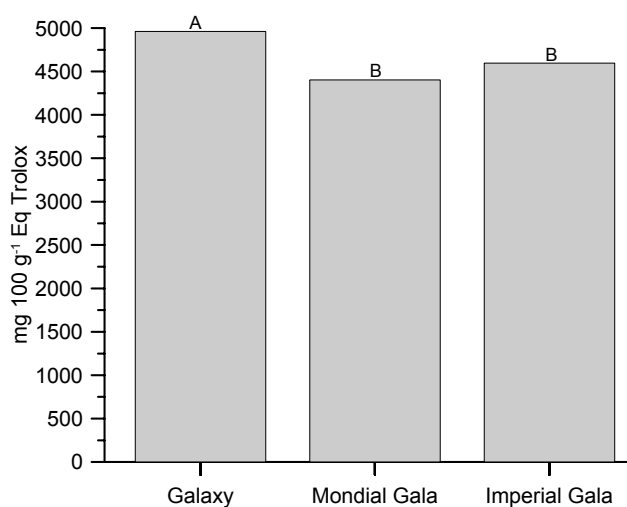


Figura 7 - Valores médios totais de atividade antioxidante da casca, obtidos entre os pontos de colheita 1 e 2 nos clones de maçã 'Mondial Gala', 'Galaxy' e 'Imperial Gala'. As colunas que apresentam as mesmas letras minúsculas não diferem entre si com nível de 5% de probabilidade e as que apresentam as mesmas letras maiúsculas não diferem entre si em nível de 1% de probabilidade.

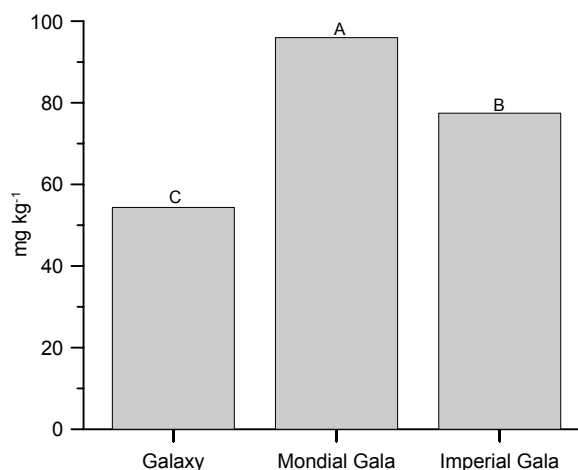


Figura 8 - Valores médios totais de antocianinas de frutos dos clones 'Galaxy', 'Imperial Gala' e 'Mondial Gala' obtidos nos pontos de colheita 1 e 2. As colunas que apresentam as mesmas letras minúsculas não diferem entre si com nível de 5% de probabilidade e as que apresentam as mesmas letras maiúsculas não diferem entre si em nível de 1% de probabilidade.

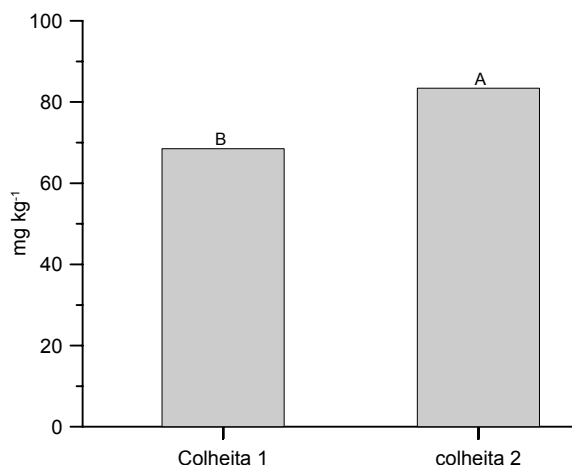


Figura 9 – Teores de antocianinas de todos os frutos obtidos no ponto de colheita 1 e de todos os frutos obtidos no ponto de colheita 2. As colunas que apresentam as mesmas letras minúsculas não diferem entre si com nível de 5% de probabilidade e as que apresentam as mesmas letras maiúsculas não diferem entre si em nível de 1% de probabilidade.

4.2. Qualidade dos frutos após 3 meses de armazenamento refrigerado

Da mesma forma que já foi descrita para a colheita, os resultados dos níveis de significância estatística para cada parâmetro de maturação estudado após 3 meses de conservação em armazenamento refrigerado dos diferentes clones: 'Mondial Gala', 'Galaxy' e 'Imperial Gala', são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 - Níveis de significância da análise de variância com relação às características físico-químicas e propriedades funcionais de frutos dos clones (A) de maçã 'Galaxy', 'Imperial Gala' e 'Mondial Gala' obtidos nos dois pontos de colheita (B) 1 e 2, tratados ou não com 1-MCP (C) e mantidos em AR por 3 meses.

Variável	Clone	Colheita	Tratamento	AXB	AXC	BXC
Firmeza	NS	0,0004	< ,0001	NS	NS	NS
Acidez	0,0007	0,0045	0,0016	NS	NS	NS
SST	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Cor "a"	0,0044	NS	NS	NS	NS	NS
Cor "C"	<0,0001	NS	NS	NS	NS	NS
Cor "L"	0,0019	0,0003	NS	0,0118	0,003	NS
Antioxidante Casca	0,006	0,0053	NS	0,033	0,0194	NS
Antioxidante Polpa	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Polifenóis Casca	<0,0001	0,0027	NS	NS	NS	NS
Polifenóis Polpa	<0,0001	0,007	<0,0001	0,0015	<0,0001	0,0015
Antocianinas	<0,0001	0,0008	NS	0,0005	0,0022	NS

NS: Não significativo ($p < 0,05$)

Pode-se observar nessa tabela que dentre os parâmetros de maturação avaliados, apenas a firmeza de polpa e sólidos solúveis totais não foram significativamente diferentes entre os clones estudados. A colheita por sua vez não interferiu, apenas relativo ao teor de açúcar (SS) e aos valores “a” e “C” croma de cor. O tratamento dos frutos com 1-MCP foram estatisticamente significativos para firmeza de polpa e acidez, confirmando dados de pesquisas anteriores realizados com a cultivar Gala (CORRENT et al., 2004). Pode-se verificar que o 1-MCP não interferiu na cor e SS, dados esses aceitáveis, visto que o etileno não regula geneticamente genes associados a esses parâmetros de qualidade (AYUB et al., 1996). Entretanto, pode-se observar que esse bloqueador do etileno teve um efeito altamente significativo em relação a capacidade antioxidante e teor de polifenóis da polpa. Porém não teve uma influência na casca, local onde são encontrados maiores concentrações desses compostos, justamente por ser onde se encontra uma grande quantidade de antocianinas, como já relatado na colheita (Tabela 2). Porém a cor e o conteúdo de antocianinas não diferiram significativamente.

É importante observar que os dados relativos aos teores de etanol, metanol e acetaldeído não foram analisados estatisticamente, visto que para realizar essas avaliações foi necessário agrupar as repetições em uma única amostra para uma posterior destilação e eliminação dos açúcares (conforme descrito na metodologia), para então serem injetadas no cromatógrafo.

4.2.1. Firmeza de polpa

Conforme se pode observar na Tabela 4, em ambos os pontos de colheita, seja nos frutos tratados ou não com 1-MCP, não houve grandes diferenças de variação de firmeza de polpa entre os clones estudados. Entretanto o 1-MCP teve um efeito significativo na manutenção da firmeza da polpa em ambos os pontos de colheita, confirmando o efeito benéfico desse produto no controle do etileno, semelhante aos dados obtidos por Argenta et al. (2001) e Brackmann, (2005a). É importante observar que mesmo nas frutas que foram colhidas no ponto de colheita 2 (maturação mais avançada), com um nível de produção de etileno superior (dados não apresentados), o mesmo mostrou-se eficiente.

Tabela 4 - Firmeza de polpa de frutos dos clones 'Galaxy', 'Imperial Gala' e Mundial Gala obtidos nos pontos de colheita 1 e 2, tratados ou não com 1-MCP e mantidos em AR por 3 meses. Médias de 6 repetições.

Variável	Ponto colheita	Tratamento	'Galaxy'	'Imperial Gala'	'Mundial Gala'	CV %
Firmeza Polpa (lbs pol ⁻²)	1	Controle	14,41 a	13,56 a	13,42 a	11,24
		1-MCP	16,03 a	15,37 a	15,86 a	13,20
	2	Controle	12,96 a	13,09 a	12,42 a	10,90
		1-MCP	15,07 a	15,7 a	15,05 a	12,55

Os valores na linha que apresentam as mesmas letras minúsculas não diferem entre si com nível de 5% de probabilidade e as que apresentam as mesmas letras maiúsculas não diferem entre si em nível de 1% de probabilidade.

Na Figura 10, verifica-se que quando todos os dados foram avaliados estatisticamente em conjunto, a firmeza de polpa nos frutos tratados com 1-MCP ficou com um valor médio de 15,51 lbs, enquanto que o controle com 13,42 lbs. Essa diferença de aproximadamente de 2 lbs após 3 meses de armazenamento é altamente benéfica para a conservação e comercialização, sendo que todos os clones responderam de forma semelhante para ambos pontos de colheita. Os efeitos do 1-MCP em manter a firmeza de polpa são observados para diversos frutos, como abacate (FENG et al., 2000; JEONG et al., 2002), damasco (FAN et al., 2000), ameixa (ARGENTA et al., 2002a) quiwi e caqui (ARGENTA et al., 2002b), morango (JIANG et al., 2001) e especialmente maçã (FAN et al., 1999b; FAN e MATTHEIS, 1999; ARGENTA et al., 2000; RUPASINGHE et al., 2000; ARGENTA et al., 2001; FAN et al., 1999a; DEELL et al., 2002).

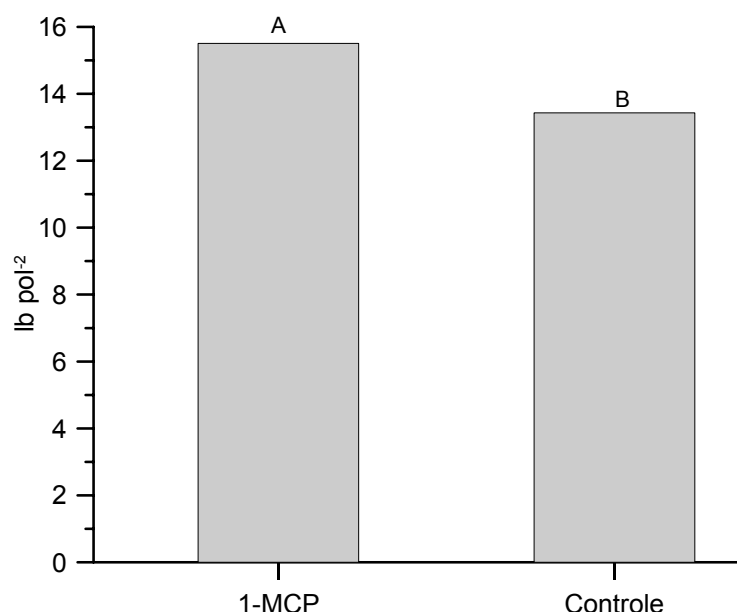


Figura 10 – Teores de firmeza de polpa de todos os frutos tratados ou não com 1-MCP e conservados em AR por 3 meses. As colunas que apresentam as mesmas letras minúsculas não diferem entre si com nível de 5% de probabilidade e as que apresentam as mesmas letras maiúsculas não diferem entre si em nível de 1% de probabilidade.

4.2.2. Acidez Titulável (AT)

Diferentemente do observado para a firmeza de polpa, houve diferenças estatísticas de acidez entre os clones (Tabela 3), sendo que o ponto de colheita e o tratamento com 1-MCP também influenciaram essa análise.

Tabela 5 - Acidez titulável de frutos dos clones 'Galaxy', 'Imperial Gala' e 'Mondial Gala' obtidos nos pontos de colheita 1 e 2, tratados ou não com 1-MCP e mantidos em AR por 3 meses. Médias de 6 repetições.

Variável	Ponto colheita	Tratamento	'Galaxy'	'Imperial Gala'	'Mondial Gala'	CV %
Acidez Titulável (Cmol L ⁻¹)	1	Controle	3,74 a	3,6 a	4,67 a	10,97
		1-MCP	4,5 B	4,57 B	5,18 A	3,86
	2	Controle	3,55	3,48 a	4,21 a	7,12
		1-MCP	3,27 a	4,14 a	4,50 a	20,71

Os valores na linha que apresentam as mesmas letras minúsculas não diferem entre si com nível de 5% de probabilidade e as que apresentam as mesmas letras maiúsculas não diferem entre si em nível de 1% de probabilidade.

Semelhantemente ao que aconteceu na colheita, o clone 'Mondial Gala' apresentou valores de acidez superior (Tukey $p < 0,05$) em todas as análises realizadas (Tabela 5), dados esses que se mostraram significativamente superiores aos demais clones (Figura 11). Esse dado reflete a importância do ponto de colheita adequado, visto que a mesma é um indicio da qualidade interna do fruto devido a sua diminuição ao longo do armazenamento refrigerado (GIRARDI et. al. ,2004).

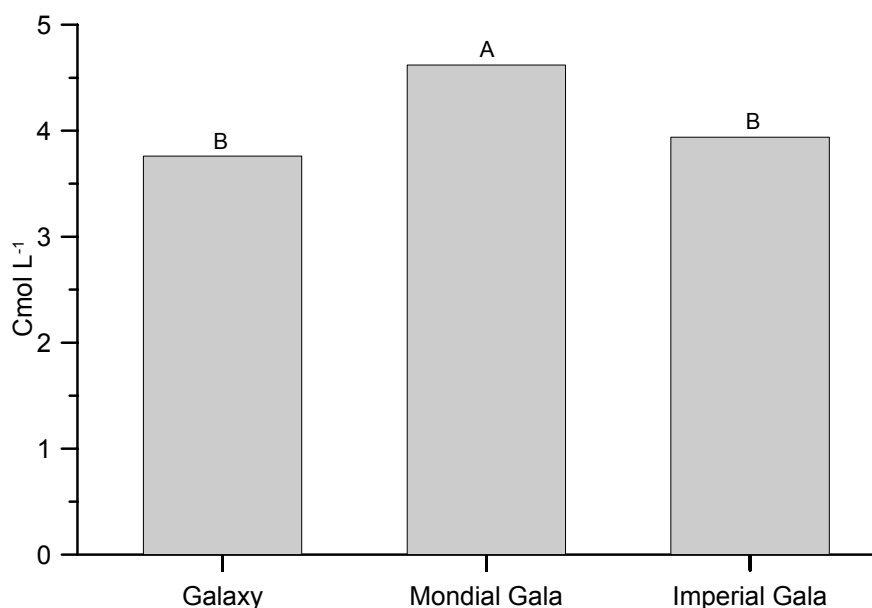


Figura 11 –Valores médios de acidez titulável de todos os frutos dos clone 'Galaxy' , 'Imperial Gala' e 'Mondial Gala' obtidos nos pontos de colheita 1 e 2, tratados ou não com 1-MCP e mantidos em AR por 3 meses. As colunas que apresentam as mesmas letras minúsculas não diferem entre si com nível de 5% de probabilidade e as que apresentam as mesmas letras maiúsculas não diferem entre si em nível de 1% de probabilidade.

Semelhantemente ao observado com a firmeza, o 1-MCP agiu de maneira significativa na manutenção da acidez ao longo do armazenamento (Tabela 3). Pode-se observar na Figura 12, que os valores médios obtidos nos frutos tratados ficaram com 4,41 Cmol L^{-1} , enquanto o controle ficou com 3,81 Cmol L^{-1} . Segundo Pech (2002), o aumento da produção de etileno acelera a intensidade respiratória que, de imediato, aumenta o consumo de ácidos orgânicos, o que explica os maiores conteúdos de AT nos frutos tratados com 1-MCP, já que é sabido que o mesmo inibe a ação do etileno.

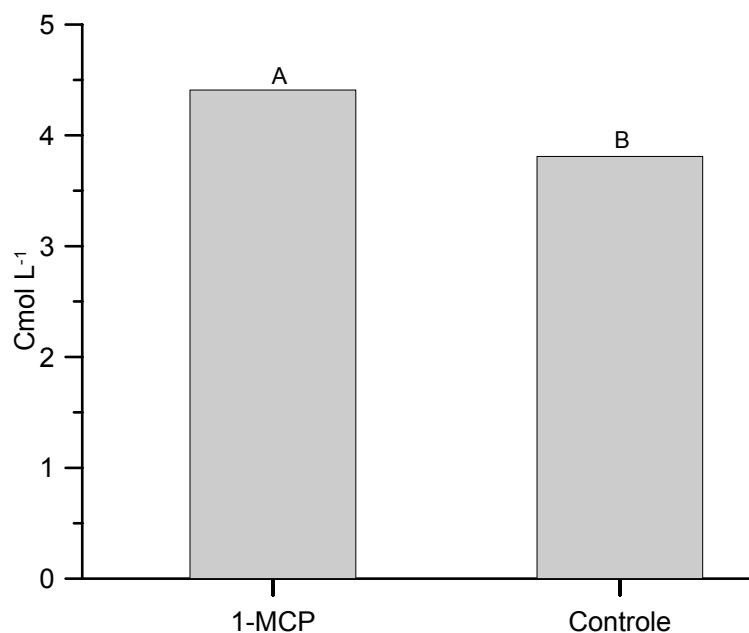


Figura 12 - Comparação entre a acidez titulável de todos os frutos tratados ou não com 1-MCP e conservados em AR por 3 meses. As colunas que apresentam as mesmas letras minúsculas não diferem entre si com nível de 5% de probabilidade e as que apresentam as mesmas letras maiúsculas não diferem entre si em nível de 1% de probabilidade.

4.2.3. Sólidos Solúveis (SS)

Conforme pode ser observado na Tabela 3 em análise de significância estatística, o teor de sólidos solúveis totais não foi influenciado por nenhum dos tratamentos avaliados. Os valores médios para essa variável são apresentados na Tabela 6. Esses dados estão de acordo com o esperado, sendo bastante semelhantes aos valores obtidos no momento da colheita, visto que esses valores normalmente não sofrem maiores variações ao longo do armazenamento. O teor de açúcar é um dos principais fatores de qualidade do fruto para consumo, sendo que pode ser influenciado por fatores de campo como diferente exposição solar, irrigação, porta-enxerto, fertilização, etc. Entretanto, conforme já detalhado na

metodologia, todos os frutos dos diferentes clones foram colhidos em parcelas experimentais bastante próximas com plantas homogêneas em termos de idade e porta-enxerto. O 1-MCP não influenciou o teor de açúcar entre frutos tratados ou não, sendo que isso está de acordo com o encontrado por outros autores Pinheiro et al. 2006, Brackmann (2004), Corrent et al., (2004), visto que o etileno não influencia esse parâmetro fisiológico (AYUB et al., 1996). Os resultados encontrados também estão de acordo com Bortoluzzi (1997) e Brackmann et al. (1998), que não verificaram efeito das condições de armazenamento sobre os sólidos solúveis em maçã 'Fuji', concordando também com os resultados encontrados por Lima et al., 2002, trabalhando com maçãs 'Royal Gala'.

Tabela 6 - Sólidos solúveis de clones 'Galaxy', 'Imperial Gala' e 'Mondial Gala' obtidos nos pontos de colheita 1 e 2, tratados ou não com 1-MCP e mantidos em AR por 3 meses. Médias de 6 repetições.

Variável	Ponto colheita	Tratamento	'Galaxy'	'Imperial Gala'	'Mondial Gala'	CV %
Sólidos Solúveis (°Brix)	1	Controle	12,67 a	12,53 a	13,37 a	4,77
		1-MCP	12,97 a	13,03 a	13,47 a	5,72
	2	Controle	12,57 a	12,33 a	12,43 a	5,77
		1-MCP	13,03 a	12,63 a	13,02 a	9,10

Os valores na linha que apresentam as mesmas letras minúsculas não diferem entre si com nível de 5% de probabilidade e as que apresentam as mesmas letras maiúsculas não diferem entre si em nível de 1% de probabilidade.

4.2.4. Coloração da epiderme (L*a*C*)

A cor da epiderme foi influenciada estatisticamente pelo tipo de clone avaliado em todos os valores medidos (a, C e L) e pelo ponto de colheita no valor "L" (Tabela 3). O 1-MCP não influenciou essas variáveis conforme pode ser visto na Tabela 7, valendo o mesmo descrito na literatura para açúcar, onde a cor dos frutos não sofre influência pelo etileno. Normalmente o etileno influencia a degradação da clorofila, visto que o mesmo atua na regulação de clorofilases. Entretanto, os valores aqui apresentados foram medidos sempre na porção vermelha do fruto, justamente devido ao fato desses clones apresentarem uma superfície de cobrimento essencialmente vermelha.

Tabela 7 – Valores de $L^*a^*C^*$ de clones ‘Galaxy’, ‘Imperial Gala’ e ‘Mondial Gala’ obtidos nos pontos de colheita 1 e 2, tratados ou não com 1-MCP e mantidos em AR por 3 meses. Médias de 6 repetições.

Variável	Ponto colheita	Tratamento	‘Galaxy’	‘Imperial Gala’	‘Mondial Gala’	CV %
Cor (Valor a)	1	Controle	34,15 a	33,01 a	35,26 a	8,41
		1-MCP	33,80 a	35,26 a	35,43 a	8,08
	2	Controle	35,57 a	34,50 a	20,28 a	6,81
		1-MCP	34,68 a	34,49 a	36,18 a	6,34
Cor (Valor C)	1	Controle	40,12 a	40,37 a	40,93 a	5,40
		1-MCP	40,11 a	40,10 a	41,77 a	6,40
	2	Controle	39,61 a	39,13 a	29,63 a	7,12
		1-MCP	39,47 B	38,24 B	42,17 A	5,94
Cor (Valor L)	1	Controle	41,98 a	42,50 a	45,28 a	11,38
		1-MCP	43,93 a	41,50 a	43,56 a	10,06
	2	Controle	37,92 B	41,00 A	42,51 A	8,92
		1-MCP	40,17 AB	37,56 B	43,27 A	10,73

Os valores na linha que apresentam as mesmas letras minúsculas não diferem entre si com nível de 5% de probabilidade e as que apresentam as mesmas letras maiúsculas não diferem entre si em nível de 1% de probabilidade.

Observa-se na Figura 13 que em todos os dados de cor ($L^*a^*C^*$) medidos, o clone ‘Mondial Gala’ ficou com valores significativos menores que os demais clones de ‘Galaxy’ e ‘Imperial Gala’, os quais não variaram entre si. Esse fato deve estar associado, da mesma forma que para os demais parâmetros avaliados, ao ponto de colheita. Torna-se importante relatar que a cor foi o critério principal para determinar o momento e os frutos colhidos, sendo que os dados que foram medidos com o aparelho colorímetro detectaram diferenças importantes que não foram possíveis de serem detectadas a olho nu na colheita. Esse fato torna-se importante à medida que influenciou de forma significativa também a acidez.

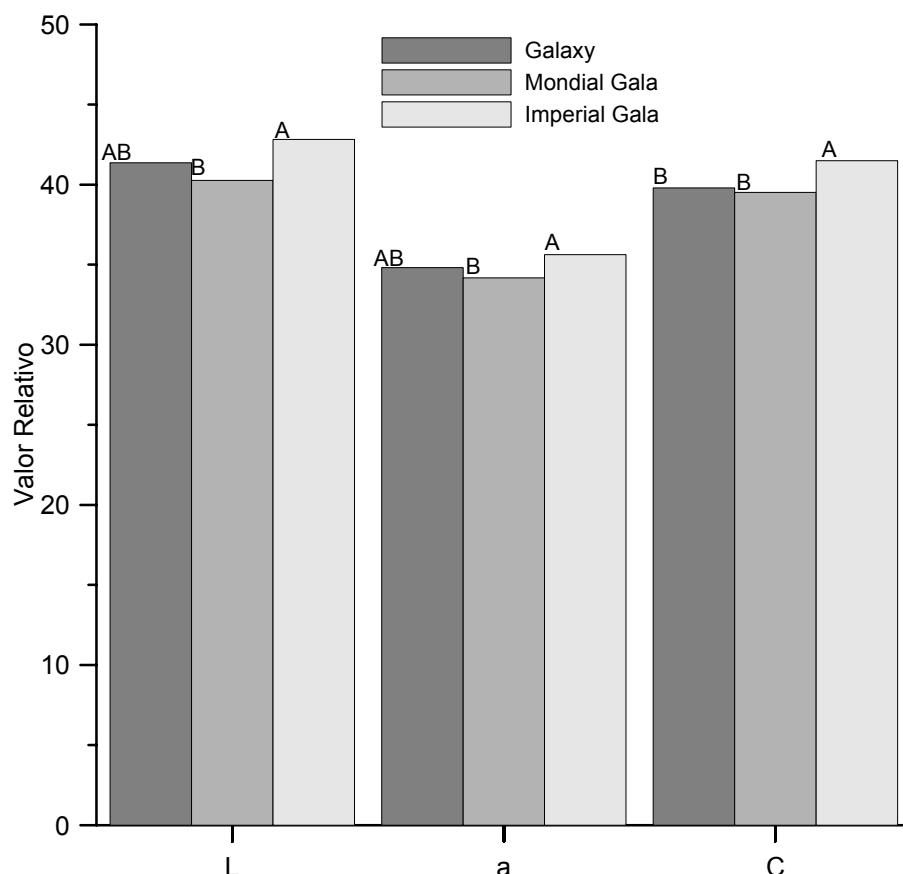


Figura 13 - Valores médios de $L^*a^*C^*$ de todos os frutos dos clones 'Galaxy', 'Imperial Gala' e 'Mondial Gala' obtidos nos pontos de colheita 1 e 2, tratados ou não com 1-MCP e mantidos em AR por 3 meses. As colunas que apresentam as mesmas letras minúsculas não diferem entre si com nível de 5% de probabilidade e as que apresentam as mesmas letras maiúsculas não diferem entre si em nível de 1% de probabilidade.

4.2.5. Capacidade antioxidante (Casca e polpa)

A capacidade antioxidante tanto da casca quanto da polpa foi influenciada estatisticamente pelo clone e o ponto de colheita (Tabela 3). A aplicação de 1-MCP não influenciou nos teores observados na casca, porém foi significativo na polpa. Na Tabela 8 são apresentados os dados individualizados de cada clone avaliados nos frutos tratados ou não com 1-MCP nos dois pontos de colheita estudados.

Tabela 8 - Capacidade antioxidante da casca e polpa de clones de maçã 'Galaxy', 'Imperial Gala' e 'Mondial Gala' colhidas em maturação fisiológica (ponto colheita 1) e 10 dias após (ponto colheita 2) tratadas ou não com 1-MCP e armazenadas por 3 meses em armazenamento refrigerado (AR)

Variável	Ponto colheita	Tratamento	'Galaxy'	'Imperial Gala'	'Mondial Gala'	CV %
Antioxidantes (Casca) mg 100g ⁻¹ de Eq Trolox	1	Controle	4288,02 ab	3795,37 b	4741,24 a	6,14
		1-MCP	4784,32 a	4267,39 a	4591,65 a	5,37
	2	Controle	4639,42 a	4471,03 a	4813,04 a	7,08
		1-MCP	4783,27 a	4779,62 a	4564,75 a	3,63
Antioxidantes (Polpa) mg 100g ⁻¹ de Eq Trolox	1	Controle	162,93 B	220,92 A	83,37 C	4,6
		1-MCP	89,06 B	115,68 A	127,12 A	5,06
	2	Controle	126,82 a	137,37 a	141,29 a	4,14
		1-MCP	133,54 A	84,4 C	118,84 B	4,44

Os valores na linha que apresentam as mesmas letras minúsculas não diferem entre si com nível de 5% de probabilidade e as que apresentam as mesmas letras maiúsculas não diferem entre si em nível de 1% de probabilidade.

Verifica-se na Figura 14 os teores médios totais existentes de antioxidantes nos clones de Gala estudados nesse trabalho na casca e na polpa, evidenciando o potencial funcional da maçã na dieta humana. É importante comentar que na bibliografia existente são citados como extratores de polifenóis em frutas, entre outros, o etanol, a acetona e o metanol, em variadas concentrações, não existindo consenso sobre o mais eficaz. Em razão disso, em estudos preliminares realizados por Silva et al. (2007) e Ferrareze et al. (2007) foram quantificados os polifenóis totais e a capacidade antioxidante de maçãs da cultivar Gala, utilizando diferentes solventes extratores (etanol, metanol e acetona) em combinação com diferentes concentrações (25, 50, 75 e 100%) dos mesmos durante um período de 15 horas à 4°C. Os resultados mostram que em maçã, a acetona, na concentração de 75%, apresenta uma melhor capacidade extratora de polifenóis e melhor desempenho na avaliação da atividade antioxidante. Com essa metodologia, os valores máximos na casca alcançados para o clone 'Mondial Gala' foram 4677,7 mg 100g⁻¹ Eq de Trolox e 'Galaxy' 4623,8 mg 100g⁻¹ Eq de Trolox, os quais apresentaram uma diferença estatística em relação ao clone 'Imperial Gala' que obteve 4328,4 mg 100g⁻¹ Eq de Trolox. Já para a polpa, o clone 'Mondial Gala' foi o que obteve os menores valores de capacidade antioxidante, com valores médios de 117,65 mg 100g⁻¹ Eq Trolox, sendo estatisticamente diferente dos observados para 'Galaxy' com 128,09 mg 100g⁻¹ Eq de Trolox e 'Imperial Gala' 139,59 mg 100g⁻¹ Eq de Trolox, os quais também diferiram entre si (Figura 14). Pode-se observar na Figura 15 as diferenças nos teores de antioxidantes observadas entre as duas colheitas, sendo que o avanço da

maturação influenciou estatisticamente no aumento desses índices na casca (maior fonte de antioxidante). Esse dado está de acordo com o observado na colheita, mantendo a mesma tendência de comportamento. Entretanto na polpa ocorreu o contrário, onde na colheita 2 houve uma redução significativa nos valores encontrados. Isso pode estar relacionado a uma maior atividade metabólica desses frutos, visto que esses compostos são fontes de defesa celular contra o estresse oxidativo (YANG et al., 2001). Entretanto os frutos tratados com 1-MCP não apresentaram diferenças dos não tratados, necessitando uma maior investigação sobre esse assunto. Não houve diferenças nos teores observados na colheita 1 e 2 na polpa no momento da colheita (Tabela 1). Entretanto, em termos nutraceuticos, os níveis encontrados na casca são muito mais expressivos e evidenciam um aumento relacionado com o avanço da maturação, muito provavelmente associado a uma maior quantidade de flavonóides (TERMENTZI et al., 2006, NAVARRO et al 2006, HOWARD et al.; 2000).

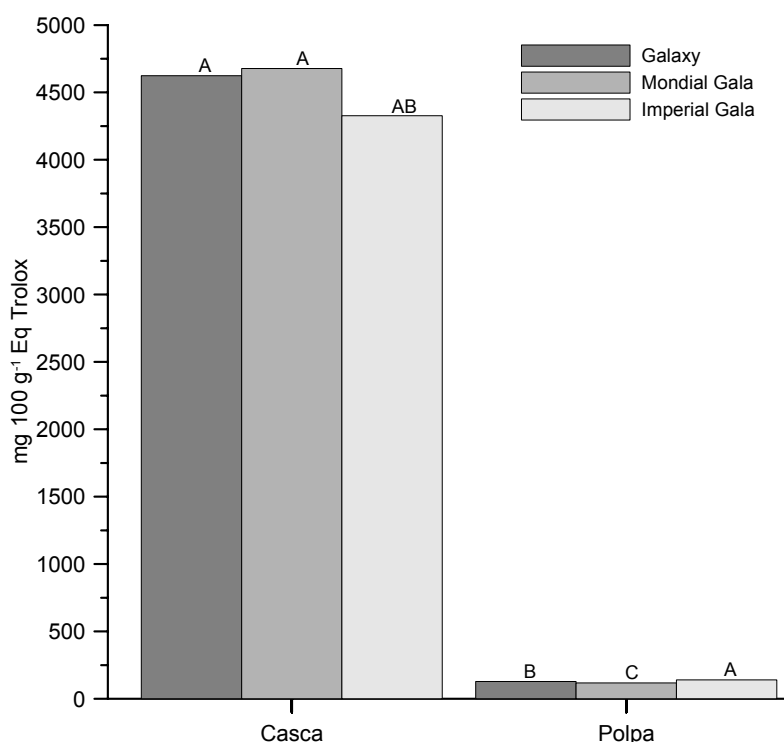


Figura 14 - Valores médios da capacidade antioxidante da casca e da polpa de frutos dos clones 'Galaxy', 'Imperial Gala' e 'Mondial Gala' obtidos nos pontos de colheita 1 e 2, tratados ou não com 1-MCP e mantidos em AR por 3 meses. As colunas que apresentam as mesmas letras minúsculas não diferem entre si com nível de 5% de probabilidade e as que apresentam as mesmas letras maiúsculas não diferem entre si em nível de 1% de probabilidade.

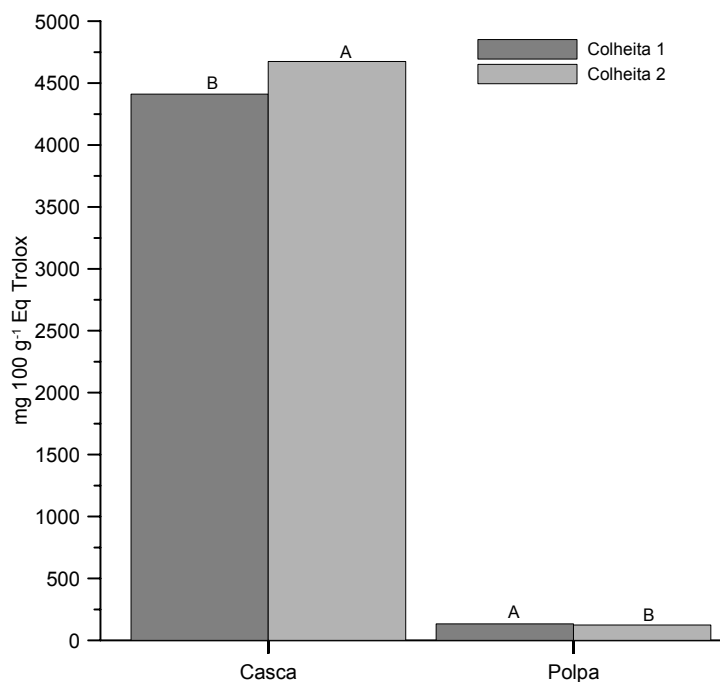


Figura 15 - Comparação entre a capacidade antioxidante da casca e da polpa de todos os frutos dos clones 'Galaxy', 'Imperial Gala' e 'Mondial Gala', com relação aos dois pontos de colheita e todos mantidos em AR por 3 meses. As colunas que apresentam as mesmas letras minúsculas não diferem entre si com nível de 5% de probabilidade e as que apresentam as mesmas letras maiúsculas não diferem entre si em nível de 1% de probabilidade.

4.2.6. Polifenóis (Casca e polpa)

Podemos observar na Tabela 3 que os polifenóis tiveram o mesmo comportamento estatístico que o observado para antioxidantes, apresentando diferenças em relação ao clone e ponto de colheita, sendo que o 1-MCP foi significativo apenas para polpa. Os dados coletados para os diferentes clones são apresentados na Tabela 9.

Tabela 9 – Teor de Polifenóis da casca e polpa de frutos dos clones 'Galaxy', 'Imperial Gala' e 'Mondial Gala' obtidos nos pontos de colheita 1 e 2, tratados ou não com 1-MCP e mantidos em AR por 3 meses. Médias de 6 repetições.

Variável	Ponto colheita	Tratamento	'Galaxy'	'Imperial Gala'	'Mondial Gala'	CV %
Polifenóis (Casca) mg 100g ⁻¹ Eq de ácido gálico	1	Controle	566,07 a	438,47 b	470,84 ab	8,5
		1-MCP	513,37 a	493,03 a	460,66 a	9,38
	2	Controle	526,77 A	466,4 A	340,3 B	8,79
		1-MCP	475,91 a	382,34 a	430,64 a	20,71
Polifenóis (Polpa) mg 100g ⁻¹ Eq de ácido gálico	1	Controle	407,1 A	334,46 A	92,05 B	16,02
		1-MCP	153,75 a	148,2 a	152,62 a	14,81
	2	Controle	226,99 a	158 a	128,89 a	36,26
		1-MCP	214,75 A	73,15 B	152,48 A	3,63

Os valores na linha que apresentam as mesmas letras minúsculas não diferem entre si com nível de 5% de probabilidade e as que apresentam as mesmas letras maiúsculas não diferem entre si em nível de 1% de probabilidade.

Os níveis de polifenóis foram superiores nas casca em relação aos observados na polpa. Pode-se observar na Figura 16 que o clone 'Galaxy' diferiu significativamente dos demais, apresentando valores médios de polifenóis de 520,53 mg 100g⁻¹ Eq de ácido gálico, sendo 445,06 para 'Imperial Gala' e 425,61 mg 100g⁻¹ Eq de ácido gálico para 'Mondial Gala'. Na polpa, a 'Galaxy' também foi a que apresentou os índices mais elevados, atingindo 250 mg 100g⁻¹ Eq de ácido gálico, sendo 178,45 e 131,51 mg 100g⁻¹ Eq de ácido gálico para a 'Imperial Gala' e 'Mondial Gala' respectivamente. Esses valores médios encontrados de polifenóis (Figura 16) estão dentro de uma faixa observada por outros autores em maçã (LEJA et al., 2003, JU et al., 1996), os quais são bastante superiores aos encontrados em morango, abacaxi, amora e goiaba (KUSKOSKI et al., 2006), uva (ABE et al., 2007). Aqui vale o mesmo comentário feito para a capacidade antioxidante relativo a otimização de nossa metodologia de trabalho. Verifica-se na Tabela 9 que na polpa dos frutos tratados com 1-MCP no clone 'Imperial Gala' houve uma redução significativa nos valores registrados. Esses dados diferiram dos demais clones (aumentou), sendo provavelmente o causador do efeito significativo observado nessa análise (Tabela 3). Na Figura 17 observa-se que os teores de polifenóis diminuíram nos frutos que foram colhidos com maturação mais avançada (colheita 2). Muito provavelmente esse resultado deve-se a redução do valor obtido registrado na polpa dos frutos tratados com 1-MCP nesse mesmo clone de 'Imperial Gala' (Tabela 9).

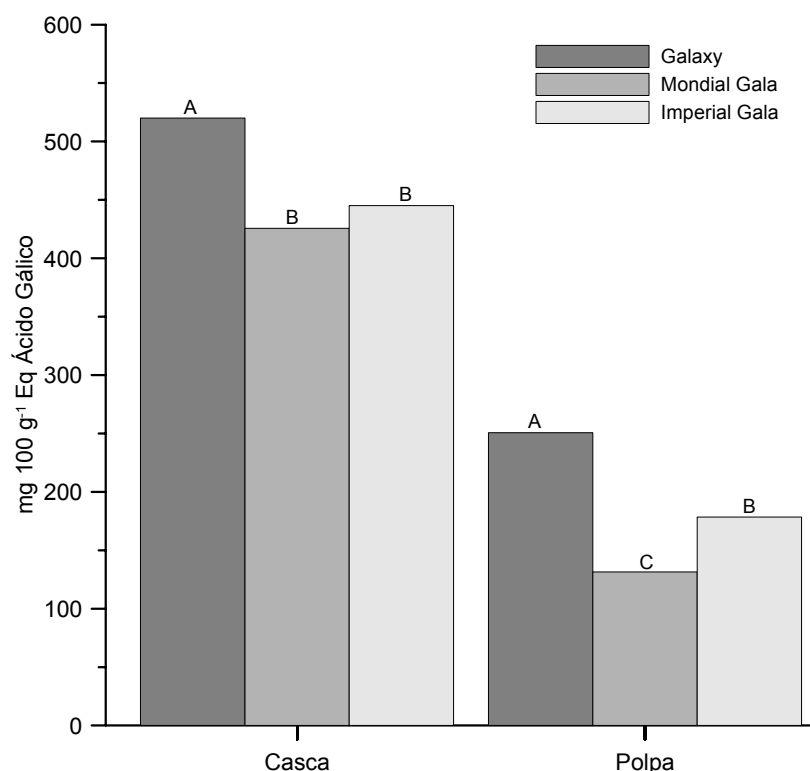


Figura 16 - Valores médios de Polifenóis da polpa e da casca de frutos dos clones 'Mondial Gala', 'Galaxy' e 'Imperial Gala' tratados ou não com 1-MCP e mantidos em AR por 3 meses. As colunas que apresentam as mesmas letras minúsculas não diferem entre si com nível de 5% de probabilidade e as que apresentam as mesmas letras maiúsculas não diferem entre si em nível de 1% de probabilidade.

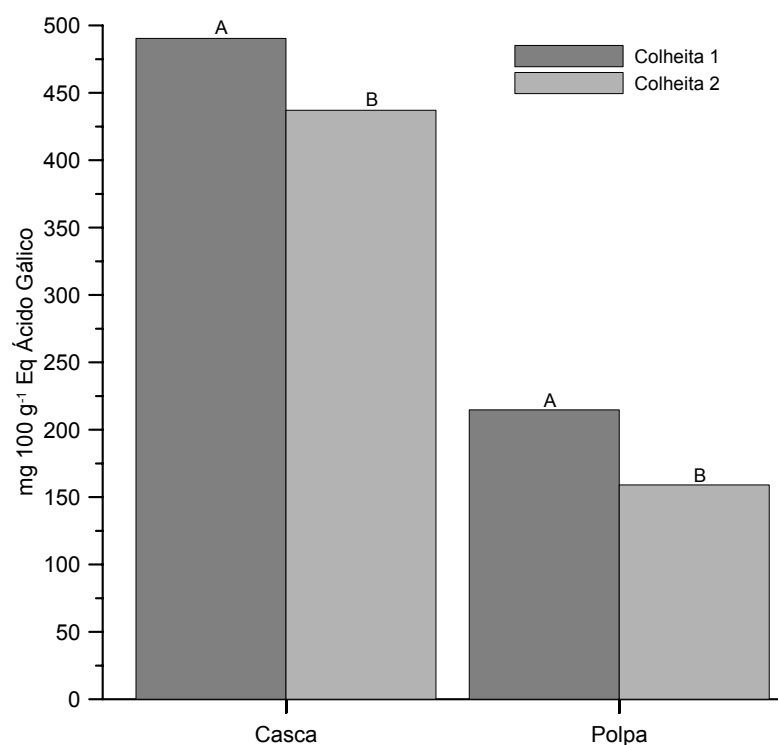


Figura 17 - Comparação entre os teores de polifenóis presentes na casca e na polpa de todos os frutos dos clones 'Galaxy', 'Imperial Gala' e 'Mondial Gala' com relação aos 2 pontos de colheita e todos mantidos em AR por 3 meses. As colunas que apresentam as mesmas letras minúsculas não diferem entre si com nível de 5% de probabilidade e as que apresentam as mesmas letras maiúsculas não diferem entre si em nível de 1% de probabilidade.

4.2.7. Antocianinas

Pode-se observar na Tabela 3 que as antocianinas apresentaram uma diferença estatística em relação ao clone e ponto de colheita. O tratamento com 1-MCP não apresentou efeito sobre essa variável. Na Tabela 10 estão os dados observados para cada clone dentro dos tratamentos nos diferentes pontos de colheita.

Tabela 10 – Teor de antocianinas da casca de frutos dos clones ‘Galaxy’, ‘Imperial Gala’ e ‘Mondial Gala’ obtidos nos pontos de colheita 1 e 2, tratados ou não com 1-MCP e mantidos em AR por 3 meses. Médias de 6 repetições.

Variável	Ponto colheita	Tratamento	‘Galaxy’	‘Imperial Gala’	‘Mondial Gala’	CV %
Antocianinas (mg kg ⁻¹)	1	Controle	57,76 A	51,10 B	58,10 A	3,13
		1-MCP	59,60 B	67,19 A	52,32 C	1,25
	2	Controle	109,73 A	57,19 B	54,91 B	1,93
		1-MCP	74,59 a	71,57 a	53,16 a	29,32

Os valores na linha que apresentam as mesmas letras minúsculas não diferem entre si com nível de 5% de probabilidade e as que apresentam as mesmas letras maiúsculas não diferem entre si em nível de 1% de probabilidade.

Na Figura 19 – observam-se os teores médios encontrados nos diferentes clones, onde se pode observar um mesmo comportamento verificado na análise do conteúdo de polifenóis (Figura 16). Isso demonstra que grande parte dos níveis encontrados de polifenóis está diretamente relacionado com o conteúdo de antocianinas presente na casca da maçã. Entretanto, esse dado é contrário ao observado na colheita, onde o clone ‘Mondial Gala’ foi o que obteve os maiores valores de antocianinas, seguidos da ‘Imperial Gala’ e ‘Galaxy’ (Figura 8). É importante comentar que o clone ‘Galaxy’, o qual diferenciou-se significativamente dos demais na quantidade registrada de antocianinas e de polifenóis, não apresentava um estado de maturação mais avançada, conforme pode ser observado nos demais parâmetros de maturação avaliados (cor, acidez, firmeza). Na colheita, justamente esse clone foi o que apresentou os menores valores (Figura 4, Figura 5 e Figura 6).

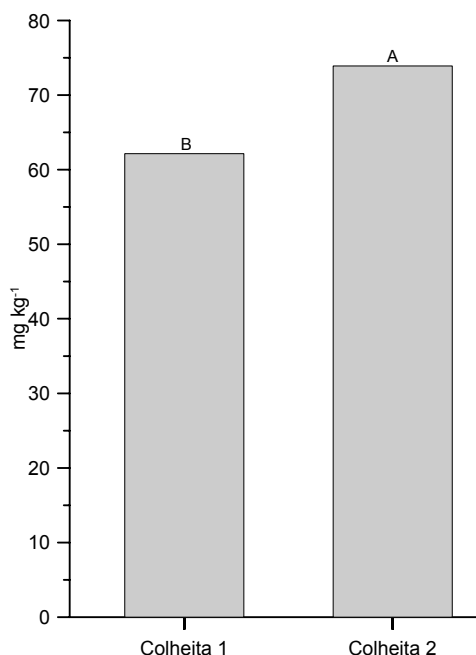


Figura 18 – Teores de antocianinas entre os dois pontos de colheita. Os dados referem-se a todos os frutos dos clones 'Mondial Gala', 'Galaxy' e 'Imperial Gala' mantidos em AR por 3 meses. As colunas que apresentam as mesmas letras minúsculas não diferem entre si com nível de 5% de probabilidade e as que apresentam as mesmas letras maiúsculas não diferem entre si em nível de 1% de probabilidade.

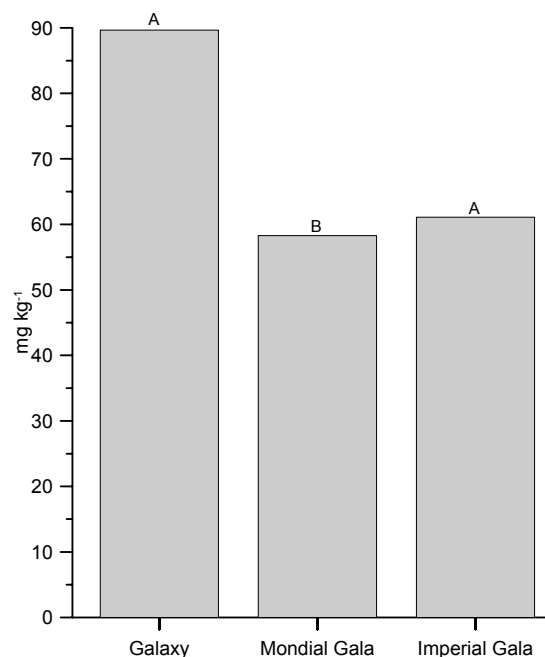


Figura 19 – Concentração de antocianinas dos frutos dos três clones. Os dados referem-se a todos os frutos dos clones 'Mondial Gala', 'Galaxy' e 'Imperial Gala' mantidos em AR por 3 meses. As colunas que apresentam as mesmas letras minúsculas não diferem entre si com nível de 5% de probabilidade e as que apresentam as mesmas letras maiúsculas não diferem entre si em nível de 1% de probabilidade.

Na Figura 18 verifica-se que a colheita 2 teve valores de antocianinas superiores ($74,19 \text{ mg kg}^{-1}$) em relação a colheita 1 ($62,67 \text{ mg kg}^{-1}$), sendo coerente aos valores observados na colheita dos frutos (Figura 9).

4.2.8. Acetaldeído, metanol e etanol

Essas análises foram realizadas visando avaliar o efeito do ponto de colheita associado a um possível efeito negativo do armazenamento refrigerado na qualidade do fruto, revelando possíveis sinais de deterioração ou senescência avançada. Esses compostos são normalmente encontrados em frutos que apresentam estado avançado de amadurecimento. (PODD; STADEN, 1998).

As análises representam a média de 3 avaliações de uma mesma amostra destilada e injetada no cromatógrafo, sendo que não foi realizado análise estatística desses dados. Observam-se nas análises realizadas nos frutos tratados com 1-MCP (exceção para etanol), que em praticamente todas as amostras analisadas não se detectou a presença destes compostos estudados. Isso demonstra seu efeito

positivo no controle da maturação, conforme já comentado para os demais parâmetros de maturação discutidos. A enzima pectinametilesterase amplamente distribuída nos tecidos dos frutos, a qual normalmente cliva radicais metil ésteres de pectina durante o processo de maturação e/ou armazenamento, produz metanol e ácido péctico, (WHISTLER; DANIEL, 1985).

Pode-se observar na Tabela 11, que praticamente em todos os frutos não foi detectado esse álcool. Além da pectina, as hexoses (açúcares) podem ser atacadas igualmente por suas próprias enzimas, dando origem a produtos secundários como o acetaldeído e etanol. Esses compostos foram detectados, porém em quantidades bastante baixas, atestando uma qualidade satisfatória dos frutos analisados em todos os clones e pontos de colheita (tratados ou não com 1-MCP). Embora o etanol muitas vezes seja produzido em níveis maiores quando exposto a condições de anaerobiose, Beaulieu et al. (1997) observou a presença de etanol em tomates mantidos a temperatura ambiente.

Tabela 11 - Teor de acetaldeído, metanol e etanol da polpa de frutos dos clones 'Galaxy', 'Imperial Gala' e 'Mondial Gala' obtidos nos pontos de colheita 1 e 2, tratados ou não com 1-MCP e mantidos em AR por 3 meses. Médias de 6 repetições.

Variável	Ponto colheita	Tratamento	'Galaxy'	'Imperial Gala'	'Mondial Gala'
Acetaldeído (mg L ⁻¹)	1	Controle	25,06	16,39	6,65
		1-MCP	ND	ND	ND
	2	Controle	0,54	ND	33,00
		1-MCP	ND	ND	ND
Metanol (mg L ⁻¹)	1	Controle	0,98	ND	ND
		1-MCP	ND	ND	ND
	2	Controle	ND	ND	3,00
		1-MCP	ND	ND	ND
Etanol (mg L ⁻¹)	1	Controle	0,37	0,25	0,22
		1-MCP	0,37	0,31	0,03
	2	Controle	0,26	0,29	0,11
		1-MCP	0,22	0,41	1,55

ND: Não detectado

4.3. Qualidade dos frutos após 5 meses de armazenamento em atmosfera controlada

Na Tabela 12 são apresentados os resultados de significância da análise estatística realizada nos frutos conservados por 5 meses em atmosfera controlada para os 3 clones de 'Mondial Gala', 'Galaxy' e 'Imperial Gala'. Pode-se verificar que o efeito do clone não foi significativo para firmeza de polpa e cor. Por outro lado, a colheita mostrou-se influente para os parâmetros de acidez, polifenóis, capacidade

antioxidante da casca e antocianinas. O tratamento com 1-MCP também não influenciou na cor, antioxidante da casca e antocianinas, porém foi significativo para as demais análises. De uma maneira geral, verifica-se que após 5 meses de conservação, a coloração não variou entre os 3 clones estudados, não sofrendo influência dos tratamentos realizados e suas interações.

Tabela 12 - Níveis de significância da análise de variância com relação às características físico-químicas e propriedades funcionais de frutos dos clones (A) 'Galaxy', 'Imperial Gala' e 'Mondial Gala' obtidos nos dois pontos de colheita (B) 1 e 2, tratados ou não com 1-MCP (C) e mantidos em AC por 5 meses.

Variável	Clone	Colheita	Tratamento	AXB	AXC	BXC
Firmeza	NS	NS	<0,0001	0,0004	0,0023	NS
Acidez	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
SST	0,0012	NS	0,0003	0,0112	0,0278	NS
Cor "a"	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Cor "C"	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Cor "L"	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Antioxidante Casca	0,0106	0,0037	NS	NS	0,0055	<0,0001
Antioxidante Polpa	<0,0001	NS	0,0003	<0,0001	0,0058	NS
Polifenóis Casca	0,0002	0,0452	NS	NS	NS	NS
Polifenóis Polpa	0,0046	NS	<0,0001	NS	NS	<0,0001
Antocianinas	<0,0001	NS	<0,0001	NS	0,0077	<0,0001

NS: Não significativo ($p > 0,05$)

4.3.1. Firmeza de polpa

Conforme se pode observar na Tabela 12, a firmeza não foi influenciada estatisticamente pelo clone e a colheita, porém foi altamente significativa ($p < 0,01$) pelo tratamento com 1-MCP. As médias dos dados obtidos após os 5 meses de armazenamento podem ser verificados na Tabela 13.

Tabela 13 - Firmeza de polpa de frutos dos clones 'Galaxy', 'Imperial Gala' e 'Mondial Gala' obtidos nos pontos de colheita 1 e 2, tratados ou não com 1-MCP e mantidos em AC por 5 meses. Médias de 6 repetições.

Variável	Ponto colheita	Tratamento	'Galaxy'	'Imperial Gala'	'Mondial Gala'	CV %
Firmeza Polpa (lb pol ⁻²)	1	Controle	13,53 a	12,89 a	12,87 a	13,98
		1-MCP	16,77 A	13,07 B	15,86 A	14,77
	2	Controle	12,94 AB	14,13 A	11,81 B	14,90
		1-MCP	15,92 a	15,49 a	15,28 a	13,39

Os valores na linha que apresentam as mesmas letras minúsculas não diferem entre si com nível de 5% de probabilidade e as que apresentam as mesmas letras maiúsculas não diferem entre si em nível de 1% de probabilidade.

Na Figura 20 observam-se as diferenças médias obtidas entre os frutos tratados ou não com 1-MCP. Os frutos tratados ficaram com valores médios de 15,33 libras em relação à 13,38 libras para o controle. Da mesma forma que o

observado nos frutos conservados por 3 meses em armazenamento refrigerado, a diferença observada ficou ao redor de 2 libras, dados esses que são altamente satisfatórios para frutos conservados por tanto tempo, apesar de estarem de acordo com os já registrados na literatura por outros autores como Argenta et al. (2001) e Brackmann (2005b). É importante lembrar que esse frutos foram analisados 7 dias pós manutenção a temperatura ambiente, simulando condições de comercialização. Isso atesta novamente a eficiência desse bloqueador do etileno na manutenção da firmeza da polpa, sendo que todos os clones de Gala estudados responderam de forma similar. Conforme se observa na Tabela 13, a colheita não influenciou na firmeza de polpa.

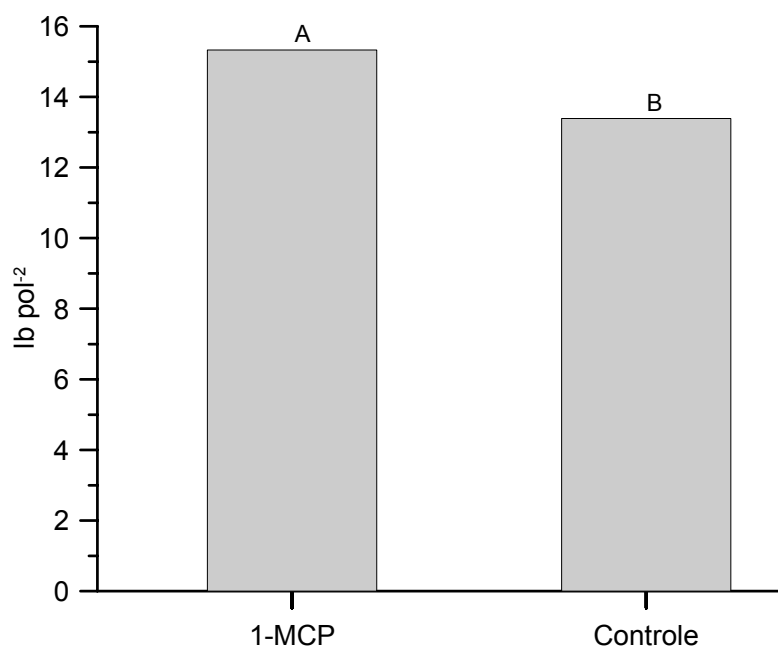


Figura 20 - Firmeza de polpa dos frutos tratados e não tratados com 1-MCP e mantidos em AC por 5 meses. As colunas que apresentam as mesmas letras minúsculas não diferem entre si com nível de 5% de probabilidade e as que apresentam as mesmas letras maiúsculas não diferem entre si em nível de 1% de probabilidade.

4.3.2. Acidez Titulável (AT)

Pode-se verificar na Tabela 12 que a acidez foi uma variável influenciada ($p < 0,01$) por todos os tratamentos e interações analisados. Os dados coletados são apresentados na Tabela 14 abaixo. Pode-se verificar nesses dados uma boa manutenção da acidez, resultados esses que são similares aos observados nos frutos armazenados por 3 meses em AR.

Tabela 14 - Acidez titulável de frutos dos clones 'Galaxy', 'Imperial Gala' e 'Mondial Gala' obtidos nos pontos de colheita 1 e 2, tratados ou não com 1-MCP e mantidos em AC por 5 meses. Médias de 6 repetições.

Variável	Ponto colheita	Tratamento	'Galaxy'	'Imperial Gala'	'Mondial Gala'	CV %
Acidez Titulável (Cmol L ⁻¹)	1	Controle	4,47 a	3,87 b	4,41 a	6,57
		1-MCP	5,06 A	3,74 B	5,08 A	7,16
	2	Controle	3,79 C	4,38 A	4,43 A	2,68
		1-MCP	4,21 b	4,66 ab	5,04 a	5,75

Os valores na linha que apresentam as mesmas letras minúsculas não diferem entre si com nível de 5% de probabilidade e as que apresentam as mesmas letras maiúsculas não diferem entre si em nível de 1% de probabilidade.

Na Figura 21 observa-se que os maiores valores médios de acidez foram alcançados pelo clone 'Imperial Gala' (4,82 Cmol L⁻¹), os quais diferiram estatisticamente ($p < 0,01$) da 'Mondial Gala' (4,74 Cmol L⁻¹) e 'Galaxy' (4,38 Cmol L⁻¹). Esses dados diferem dos observados em AR, onde o clone 'Mondial Gala' foi o que obteve valores mais expressivos de acidez em relação aos outros 2 clones estudados. Entretanto, se observarmos os valores em ambas as Tabela 5 de AR e Tabela 14 de AC, podemos constatar que os índices são bastante semelhantes. Verificou-se também semelhança nos dados observados em relação ao tratamento com 1-MCP, sendo que o mesmo foi bastante efetivo na manutenção desse importante parâmetro de qualidade nos frutos armazenados tanto em AR quanto em AC. Nesses frutos de AC conforme pode ser visto na Figura 22, os valores médios ficaram com 5,57 Cmol L⁻¹, enquanto que o controle diminuiu para 4,59 Cmol L⁻¹. Esses dados corroboram com resultados observados por outros autores que trabalharam com frutos da cultivar Gala (CORRENT et al., 2004, FAN et al., 1999 e ZANELLA, 2001).

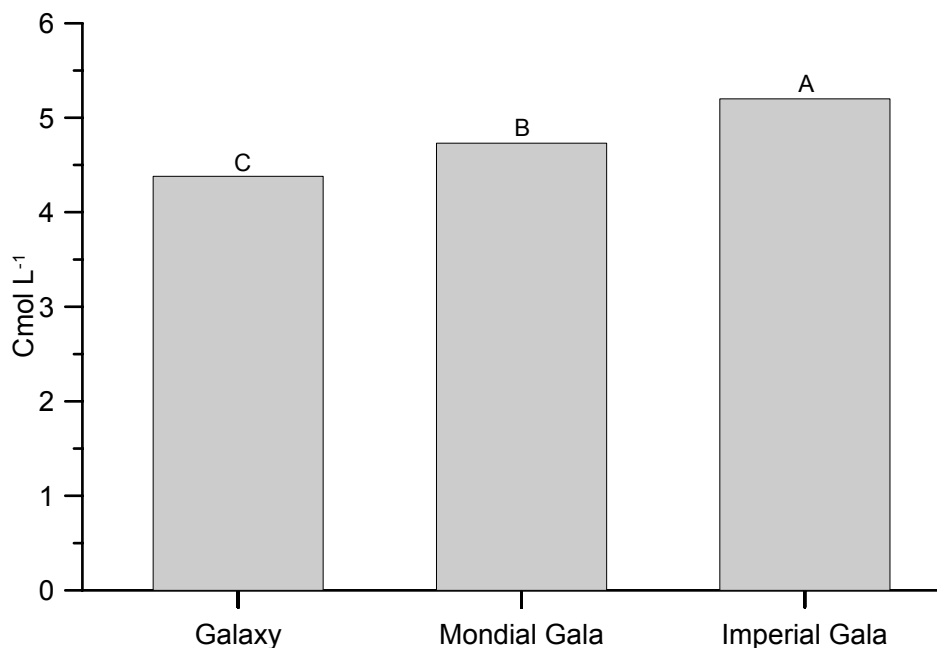


Figura 21 - Valores médios de acidez titulável dos frutos dos clones de maçã 'Mondial Gala', 'Galaxy' e 'Imperial Gala' tratados ou não com 1-MCP e conservados em AC por 5 meses. As colunas que apresentam as mesmas letras minúsculas não diferem entre si com nível de 5% de probabilidade e as que apresentam as mesmas letras maiúsculas não diferem entre si em nível de 1% de probabilidade.

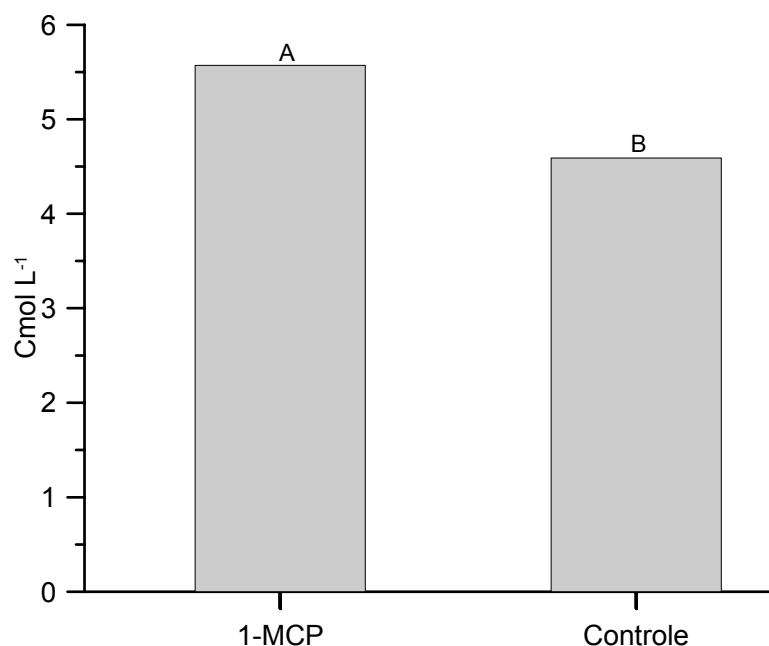


Figura 22 – Valores médios de acidez titulável dos frutos tratados ou não com 1-MCP e mantidos em AC por 5 meses. As colunas que apresentam as mesmas letras minúsculas não diferem entre si com nível de 5% de probabilidade e as que apresentam as mesmas letras maiúsculas não diferem entre si em nível de 1% de probabilidade.

4.3.3. Sólidos Solúveis (SS)

A Tabela 12 apresenta uma influência significativa ($p < 0,01$) do clone em relação aos teores de açúcar observado. Entretanto, quando observados os dados

individualizados na Tabela 15, verificamos que essa diferença não representa uma significativa importância em termos de qualidade, visto que grande parte dos valores ficaram entre 12 a 13 °brix.

Tabela 15 - Sólidos solúveis de frutos dos clones 'Galaxy', 'Imperial Gala' e 'Mondial Gala' obtidos nos pontos de colheita 1 e 2, tratados ou não com 1-MCP e mantidos em AC por 5 meses. Médias de 6 repetições.

Variável	Ponto colheita	Tratamento	'Galaxy'	'Imperial Gala'	'Mondial Gala'	CV %
Sólidos Solúveis (°Brix)	1	Controle	12,33 a	12,4 a	12,63 a	2,42
		1-MCP	12,77 a	12,33 a	13,33 a	2,84
	2	Controle	12,57 a	12,57 a	12,63 a	1,83
		1-MCP	12,3 b	13,23 a	13,57 a	2,15

Os valores na linha que apresentam as mesmas letras minúsculas não diferem entre si com nível de 5% de probabilidade e as que apresentam as mesmas letras maiúsculas não diferem entre si em nível de 1% de probabilidade.

Quando observamos a Figura 23, constatamos que novamente o clone 'Mondial Gala' diferiu estatisticamente dos demais. Esse fato muito provavelmente está associado ao já observado nas análises realizadas nos frutos no momento colheita, os quais apresentavam índices de açúcar maiores (Figura 5). Apesar dessas análises terem sido realizadas após 5 meses de conservação (AC), pode-se verificar que não houve grandes alterações nos dados registrados entre ambos períodos de análise.

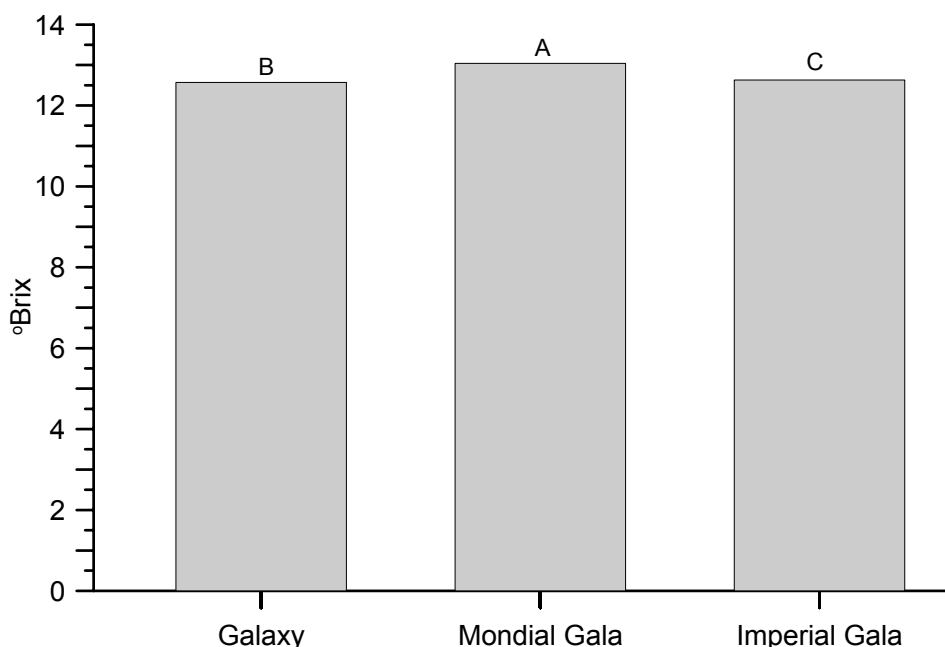


Figura 23 - Valores médios de sólidos solúveis de frutos dos clones 'Mondial Gala', 'Galaxy' e 'Imperial Gala' obtidos nos dois pontos de colheita, tratados ou não com 1-MCP e conservados após 5 meses em AC. As colunas que apresentam as mesmas letras minúsculas não diferem entre si com nível de 5% de probabilidade e as que apresentam as mesmas letras maiúsculas não diferem entre si em nível de 1% de probabilidade.

Na Figura 24 observa-se que os frutos tratados com 1-MCP, diversamente do observado em AR, diferiu significativamente ($p < 0,01$) do controle. Esses dados podem estar justamente associados à diferença observada nas amostras colhidas do clone 'Mondial Gala', visto que conforme consta na literatura (AYUB et al., 1996, PINHEIRO et al., 2006, BRACKMANN, 2004) o teor de açúcar não sofre influência pelo etileno, não tendo lógica portanto, apresentar um diferencial em relação aos não tratados. Entretanto, pode ter ocorrido um maior consumo das reservas durante a conservação, mesmo quando armazenados durante um grande período de tempo (5 meses), ou mesmo um metabolismo mais intenso ao sair da câmara após os 7 dias de manutenção a temperatura ambiente.

Lidster et al. (1980) também não verificaram diferenças significativas nos SS em decorrência do baixo O_2 (1,0 a 1,5%). Tais resultados discordam de Bender (1989) que obteve SS mais elevados na cv. Gala com oxigênio abaixo de 2%. Corrent et al. (2005) também obtiveram resultados superiores nos teores de SS nos frutos tratados com 1-MCP.

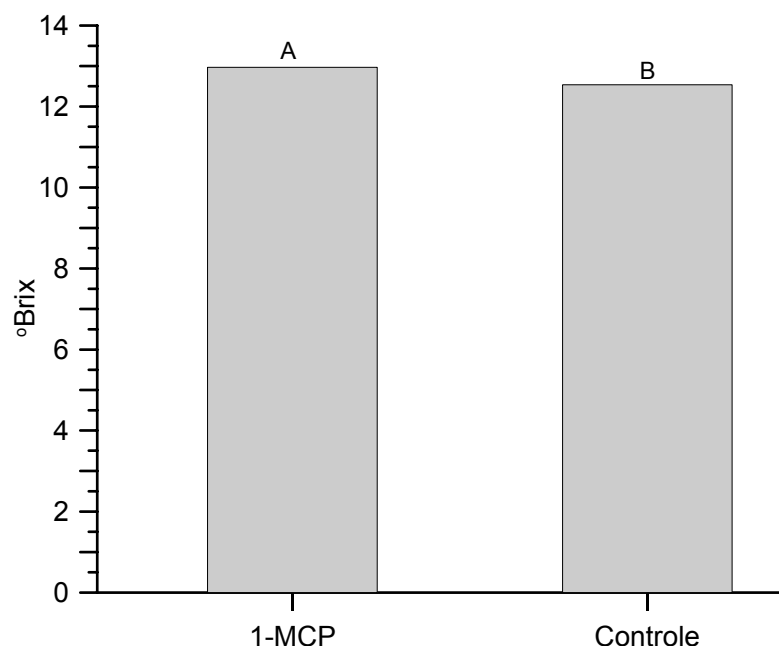


Figura 24 - Teores de sólidos solúveis dos frutos tratados e não tratados com 1-MCP e conservados por 5 meses em AC. As colunas que apresentam as mesmas letras minúsculas não diferem entre si com nível de 5% de probabilidade e as que apresentam as mesmas letras maiúsculas não diferem entre si em nível de 1% de probabilidade.

4.3.4. Cor (Valores $L^*a^*C^*$)

A cor não foi influenciada estatisticamente por nenhum dos tratamentos avaliados (Tabela 12). Esses dados estão em conformidade com os observados na

colheita (Tabela 1), onde podemos observar que para esses mesmos parâmetros de cor, não houveram diferenças em relação aos tratamentos realizados. Comparando os valores registrados na colheita (Tabela 2) aos obtidos nessa avaliação após 5 meses em AC (Tabela 16), efetivamente houve uma influência do armazenamento ao longo do tempo, visto que houve uma evolução nos números registrados. Isso demonstra que apesar desses clones serem mutações justamente da cor, eles não apresentam um comportamento diferenciado associado aos diferentes manejos pós-colheita realizados. Brackmann et al, (2005a), Brackmann et al, (2005b) e Brackmann et al, (2004) encontraram resultados semelhantes em maçãs ‘Gala’ e ‘Pink lady’.

Tabela 16 – Valores de L*a*C* de frutos dos clones ‘Galaxy’, ‘Imperial Gala’ e ‘Mondial Gala’ obtidos nos pontos de colheita 1 e 2, tratados ou não com 1-MCP e mantidos em AC por 5 meses. Médias de 6 repetições.

Variável	Ponto colheita	Tratamento	‘Galaxy’	‘Imperial Gala’	‘Mondial Gala’	CV %
Cor (Valor a)	1	Controle	34,27 a	35,44 a	34,82 a	13,92
		1-MCP	34,18 a	33,68 a	34,64 a	8,05
	2	Controle	34,87 a	34,17 a	35,14 a	7,75
		1-MCP	33,86 a	34,38 a	35,19 a	9,35
Cor (Valor C)	1	Controle	42,19 a	40,73 a	40,97 a	4,69
		1-MCP	40,41 a	39,55 a	40,77 a	5,93
	2	Controle	39,55 a	40,44 a	39,89 a	5,99
		1-MCP	39,07 a	39,71 a	40,77 a	6,81
Cor (Valor L)	1	Controle	44,58 a	41,52 a	42,30a	12,33
		1-MCP	42,66 a	41,73 a	43,7 a	10,46
	2	Controle	39,66 a	41,6 a	40,24 a	11,82
		1-MCP	41,89 a	40,39 a	42,62 a	10,84

Os valores na linha que apresentam as mesmas letras minúsculas não diferem entre si com nível de 5% de probabilidade e as que apresentam as mesmas letras maiúsculas não diferem entre si em nível de 1% de probabilidade.

4.3.5. Capacidade antioxidante (Casca e polpa)

Da mesma forma que o observado para frutos conservados em AR, o clone e o ponto de colheita influenciaram estatisticamente na capacidade antioxidante (Tabela 12). Entretanto, os valores observados na casca dos frutos conservados em AC (Tabela 17) foram muito inferiores aos encontrados na colheita (Tabela 2) e nos conservados em AR (Tabela 8), os quais não sofreram grandes variações entre eles. Esses dados serviram como referencial para um novo estudo, necessitando confirmar esses resultados, visto que esse mesmo fato não ocorreu nos frutos conservados em AR. Os valores observados na polpa também foram inferiores aos

registrados nas outras análises (colheita e AR), porém essa diferença não foi tão acentuada. É sabido que essas frutas ficaram na câmara de uma empresa em Vacaria, as quais precisaram ser transferidas de uma câmara para outra, devido ao fato desta ser aberta. De qualquer forma não encontramos dados na literatura que pudessem ser comparados, fato esse que pode ser de grande importância, caso isso venha a ser confirmado.

Tabela 17 - Capacidade antioxidante da casca e da polpa de frutos dos clones 'Galaxy', 'Imperial Gala' e 'Mondial Gala' obtidos nos pontos de colheita 1 e 2, tratados ou não com 1-MCP e mantidos em AC por 5 meses. Médias de 6 repetições.

Variável	Ponto colheita	Tratamento	'Galaxy'	'Imperial Gala'	'Mondial Gala'	CV %
Antioxidantes (Casca) mg 100g ⁻¹ de Eq Trolox	1	Controle	819,90 a	909,02 a	511,44	17,21
		1-MCP	534,65 C	789,45 A	696,91 B	2,77
	2	Controle	811,88 A	702,58 B	688,00 B	3,45
		1-MCP	899,54 a	975,58 a	919,13 a	4,65
Antioxidantes (Polpa) mg 100g ⁻¹ de Eq Trolox	1	Controle	123,98 a	136,87 a	143,62 a	18,95
		1-MCP	66,73 C	146,55 A	116,22 B	3,12
	2	Controle	116,58 B	220,03 A	66,41 C	9,20
		1-MCP	174,31 A	123,35 B	40,93 C	9,44

Os valores na linha que apresentam as mesmas letras minúsculas não diferem entre si com nível de 5% de probabilidade e as que apresentam as mesmas letras maiúsculas não diferem entre si em nível de 1% de probabilidade.

Na Figura 25 observa-se que os valores médios encontrados para a cultivar 'Mondial Gala' foram de 737,68 mg 100g⁻¹ Eq de trolox, diferindo significativamente dos encontrados para os clones 'Galaxy' e 'Imperial Gala' que obtiveram índices de 844,21 e 790,25 mg 100g⁻¹ Eq de trolox respectivamente. Já a polpa obteve índices de 91,79, 125,17 e 156,7 mg 100g⁻¹ Eq de trolox para as cultivares 'Mondial Gala', 'Galaxy' e 'Imperial Gala' respectivamente.

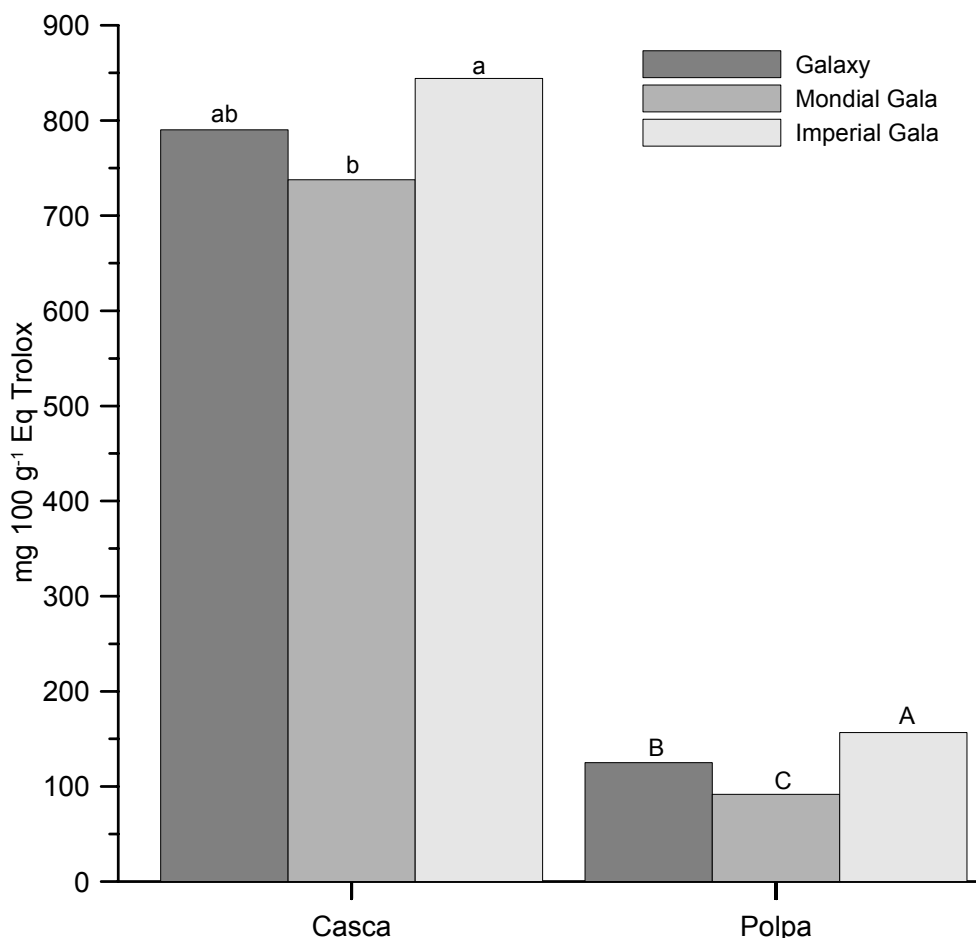


Figura 25 - Valores médios da capacidade antioxidante presente na casca e na polpa de todos os frutos dos clones 'Galaxy', 'Imperial Gala' e 'Mondial Gala' obtidos nos pontos de colheita 1 e 2, tratados ou não com 1-MCP e mantidos em AC por 5 meses. As colunas que apresentam as mesmas letras minúsculas não diferem entre si com nível de 5% de probabilidade e as que apresentam as mesmas letras maiúsculas não diferem entre si em nível de 1% de probabilidade.

Na Figura 26 podemos verificar o mesmo comportamento observado no armazenamento refrigerado, onde a colheita 2 manteve valores mais elevados de antioxidantes. Porém, conforme já comentado, esses valores foram bastante inferiores aos observados tanto na colheita como em AR. A colheita não interferiu no comportamento dos antioxidantes da polpa, porém também foram inferiores que os anteriormente avaliados.

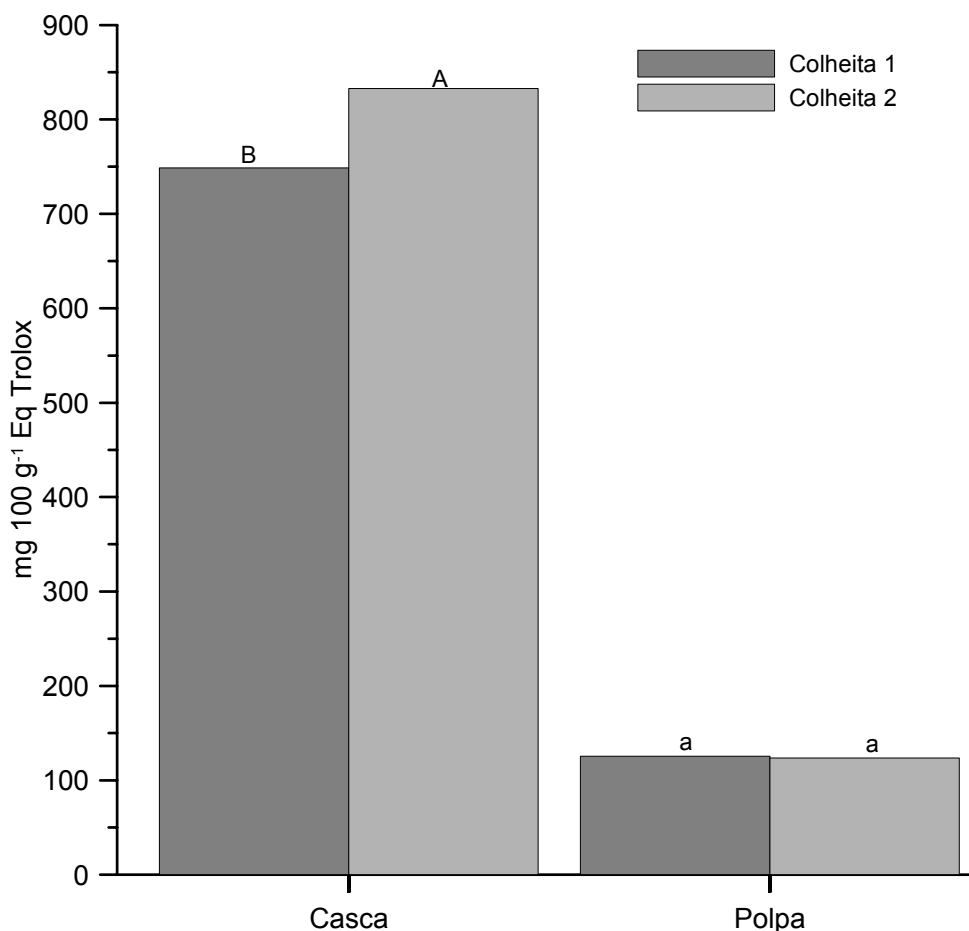


Figura 26 - Comparação entre a casca e a polpa dos frutos, nos dois pontos de colheita, com relação a capacidade antioxidante. Os frutos foram mantidos em AC por 5 meses. As colunas que apresentam as mesmas letras minúsculas não diferem entre si com nível de 5% de probabilidade e as que apresentam as mesmas letras maiúsculas não diferem entre si em nível de 1% de probabilidade.

4.3.6. Polifenóis (Casca e polpa)

Na Tabela 12 podemos verificar que o efeito clone e tratamento com 1-MCP foram significativos para polifenóis tanto na casca quanto na polpa. Entretanto, a colheita não interferiu nessa análise. Semelhante ao constatado para capacidade antioxidante, verificou-se que os valores de polifenóis analisados também ficaram bastante inferiores aos verificados em AR (casca e polpa). Porém, quando comparamos os dados da polpa (Tabela 18), verifica-se que são superiores aos registrados na colheita (Tabela 2). Isso estabelece que ocorreu alguma atividade metabólica ou transformação nesses compostos, causando uma redução drástica na casca, muito provavelmente associado ao menor conteúdo de antocianinas. Já para a polpa, acredita-se que os polifenóis aumentaram devido a um mecanismo de defesa utilizado contra o estresse oxidativo. Esses compostos podem ter sido

disponibilizados devido a uma manipulação excessiva nos frutos durante o período de conservação (abertura e troca de câmara). Esse fato pode ter causado uma utilização dos polifenóis como mecanismo de defesa durante o processo de conservação. Outra hipótese é que as condições de modificação na atmosfera dos gases (O_2 e CO_2) na câmara onde ficaram estocados tenham influenciado nessa variação (diminuição na casca e aumento na polpa). Isso pode denotar uma constatação importante, passível de ser confirmada em outros estudos.

Tabela 18 - Polifenóis da casca e da polpa de frutos dos clones 'Galaxy', 'Imperial Gala' e 'Mondial Gala' obtidos nos pontos de colheita 1 e 2, tratados ou não com 1-MCP e mantidos em AC por 5 meses. Médias de 6 repetições

Variável	Ponto colheita	Tratamento	'Galaxy'	'Imperial Gala'	'Mondial Gala'	CV %
Polifenóis (Casca) mg 100g ⁻¹ Eq de ácido gálico	1	Controle	257,09 a	219,04 a	112,33 a	26,98
		1-MCP	144,07 b	194,63 a	148,62 b	11,72
	2	Controle	204,77 a	194,22 a	131,04 b	13,61
		1-MCP	220,79 a	233,00 a	214,90 a	11,21
Polifenóis (Polpa) mg 100g ⁻¹ Eq de ácido gálico	1	Controle	77,64 a	67,98 a	79,77 a	11,96
		1-MCP	43,42 b	66,38 a	48,46 b	14,14
	2	Controle	56,33 B	83,18 A	59,57 B	7,96
		1-MCP	73,89 A	64,72 B	57,11 C	5,61

Os valores na linha que apresentam as mesmas letras minúsculas não diferem entre si com nível de 5% de probabilidade e as que apresentam as mesmas letras maiúsculas não diferem entre si em nível de 1% de probabilidade.

Pode-se verificar na Figura 27 que os níveis de polifenóis da casca no clone 'Mondial Gala' (151,72 mg 100g⁻¹ Eq de ácido gálico) foi significativamente inferior a da 'Galaxy' (207,38 mg 100g⁻¹ Eq ácido gálico) e 'Imperial Gala' (210,22 mg 100g⁻¹ Eq ácido gálico), os quais não variaram entre si. Para a polpa, entretanto, a 'Imperial Gala' foi a que diferiu estatisticamente dos demais.

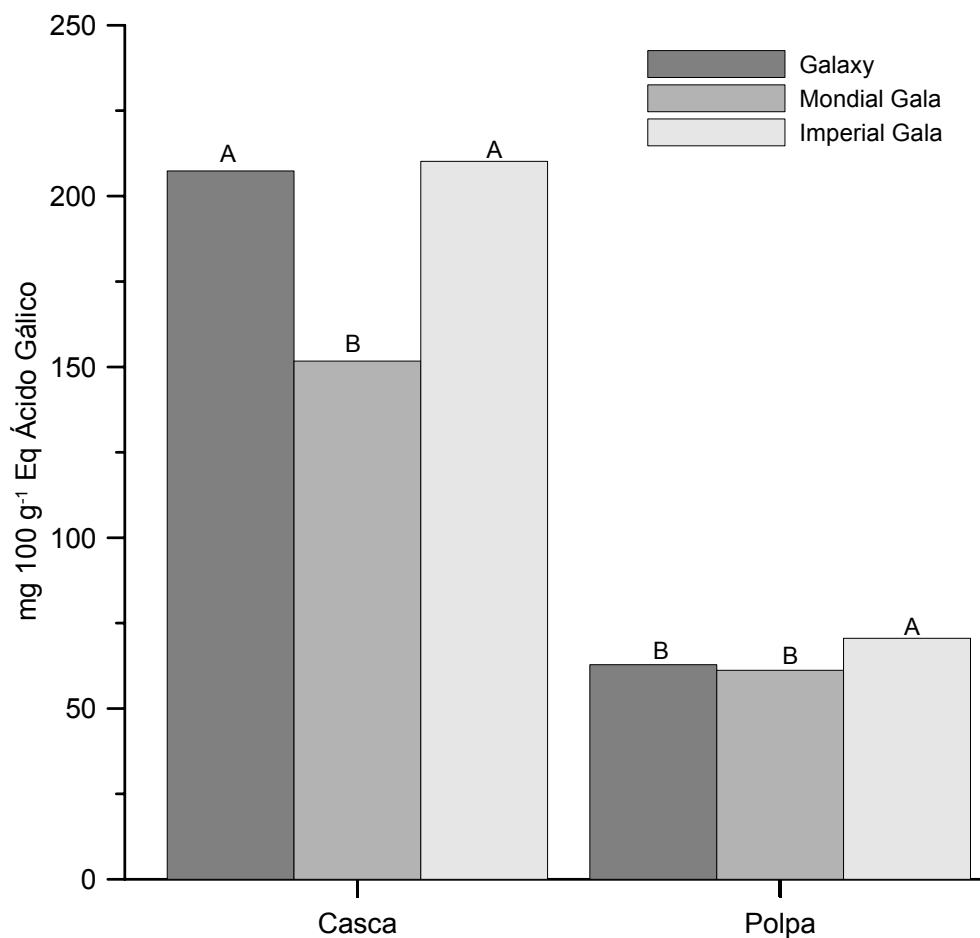


Figura 27 - Valores médios de polifenóis presentes na casca e na polpa de todos os frutos dos clones 'Galaxy', 'Imperial Gala' e 'Mondial Gala' obtidos nos pontos de colheita 1 e 2, tratados ou não com 1-MCP e mantidos em AC por 5 meses. As colunas que apresentam as mesmas letras minúsculas não diferem entre si com nível de 5% de probabilidade e as que apresentam as mesmas letras maiúsculas não diferem entre si em nível de 1% de probabilidade.

Na Figura 28 observa-se na casca um comportamento contrário ao verificado para AR, onde a colheita 2 manteve níveis mais elevados de polifenóis em relação a colheita 1. A polpa porém não apresentou diferenças significativas entre as colheitas.

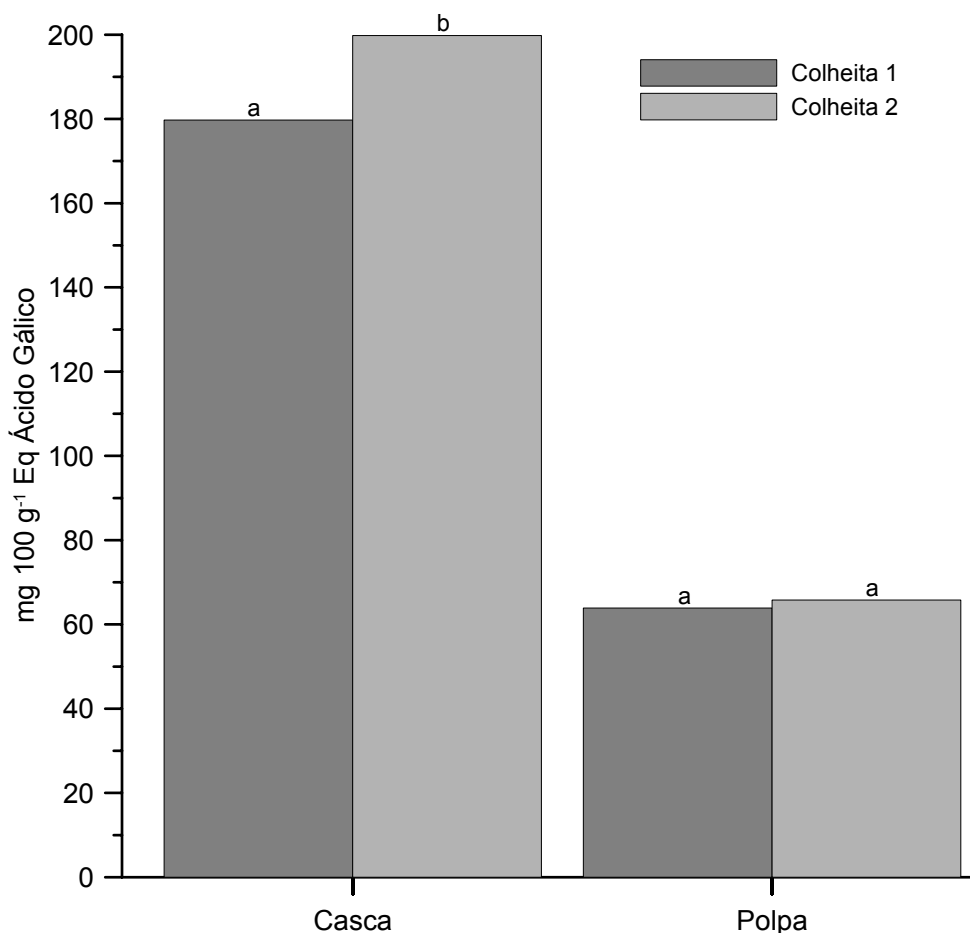


Figura 28 - Comparação entre a casca e a polpa de frutos, nos dois pontos de colheita, com relação à concentração de polifenóis. Todos os frutos foram mantidos em AC por 5 meses. As colunas que apresentam as mesmas letras minúsculas não diferem entre si com nível de 5% de probabilidade e as que apresentam as mesmas letras maiúsculas não diferem entre si em nível de 1% de probabilidade.

O 1-MCP manteve níveis significativamente mais baixos ($59,12 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ Eq de ácido gálico) em relação aos não tratados ($70,016 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ Eq de ácido gálico), conforme pode ser visto na Figura 29. Esses dados apresentaram o mesmo comportamento dos observados em AR, sendo praticamente a metade dos registrados nessa análise (casca e polpa). Essa maior atividade de polifenóis na polpa dos frutos controle, possivelmente possa estar associado a uma maior atividade metabólica desses frutos (tanto AR como AC), o que liberaria uma maior quantidade desses compostos para controle do estresse oxidativo celular no controle de espécies relativas de oxigênio. (YANG et al, 2001).

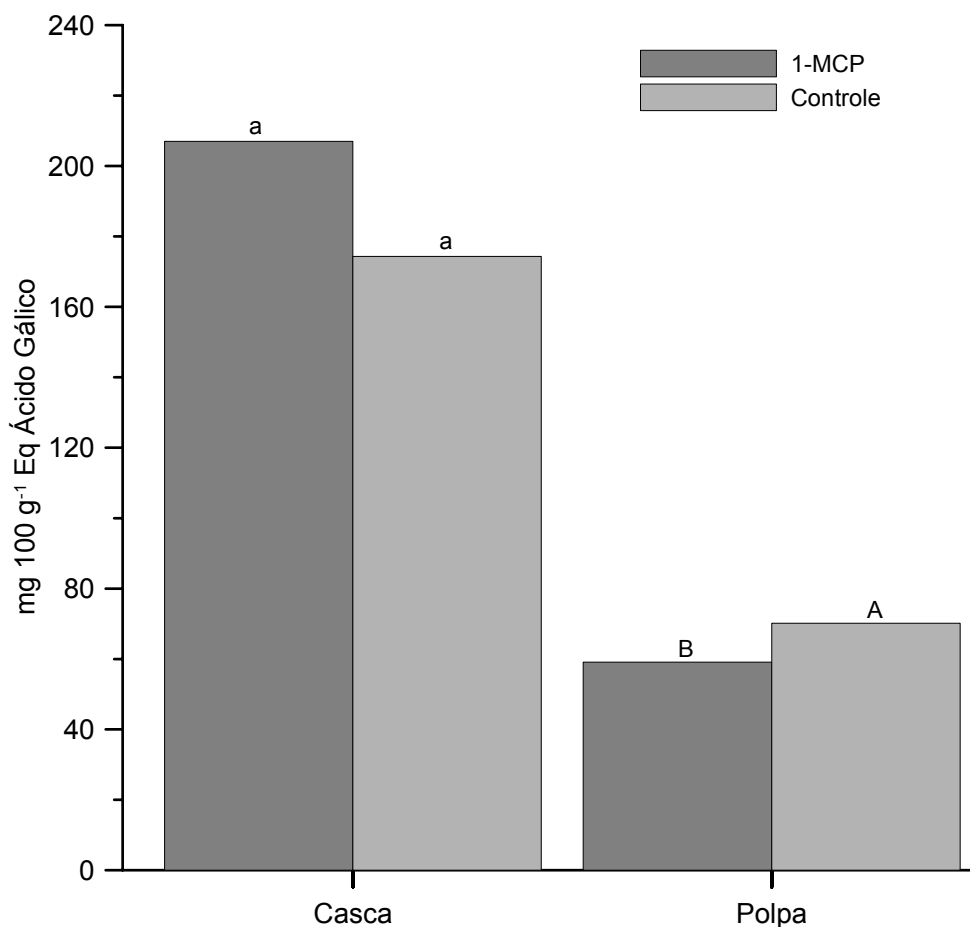


Figura 29 - Teores de polifenóis da casca e da polpa de frutos tratados ou não com 1-MCP e conservados em AC por 5 meses. As colunas que apresentam as mesmas letras minúsculas não diferem entre si com nível de 5% de probabilidade e as que apresentam as mesmas letras maiúsculas não diferem entre si em nível de 1% de probabilidade.

4.3.7. Antocianinas

Na tabela 19 são encontrados os valores de antocianinas encontrado após 5 meses de conservação em AC. Observa-se nessa tabela uma variação grande entre os valores encontrado nos diferentes tratamentos. Esses valores também são inferiores aos observados no armazenamento refrigerado (Tabela 10).

Tabela 19 – Teor de antocianinas da casca de frutos dos clones ‘Galaxy’, ‘Imperial Gala’ e ‘Mondial Gala’ obtidos nos pontos de colheita 1 e 2, tratados ou não com 1-MCP e mantidos em AC por 5 meses. Médias de 6 repetições

Variável	Ponto colheita	Tratamento	‘Galaxy’	‘Imperial Gala’	‘Mondial Gala’	CV %
Antocianinas (mg kg ⁻¹)	1	Controle	31,75 A	5,60 C	15,13 B	6,67
		1-MCP	74,57 A	28,84 C	46,03 B	8,42
	2	Controle	38,80 B	45,85 A	10,86 C	4,60
		1-MCP	31,14 A	42,98 A	18,35 B	16,23

Os valores na linha que apresentam as mesmas letras minúsculas não diferem entre si com nível de 5% de probabilidade e as que apresentam as mesmas letras maiúsculas não diferem entre si em nível de 1% de probabilidade.

Na Figura 30 podemos observar que os clones diferiram estatisticamente entre si. Esse comportamento foi o mesmo observado no armazenamento refrigerado (Figura 19), entretanto os valores observados nessa análise foram bastante inferiores. Nessa análise o clone 'Galaxy' obteve teores médios de antocianinas de $44,07 \text{ mg kg}^{-1}$, sendo $30,81 \text{ mg kg}^{-1}$ para 'Imperial Gala' e $22,59 \text{ mg kg}^{-1}$ para 'Mondial Gala'. Esses dados podem justificar os baixos níveis de antioxidantes encontrados nessas mesmas amostras, conforme já discutidos anteriormente.

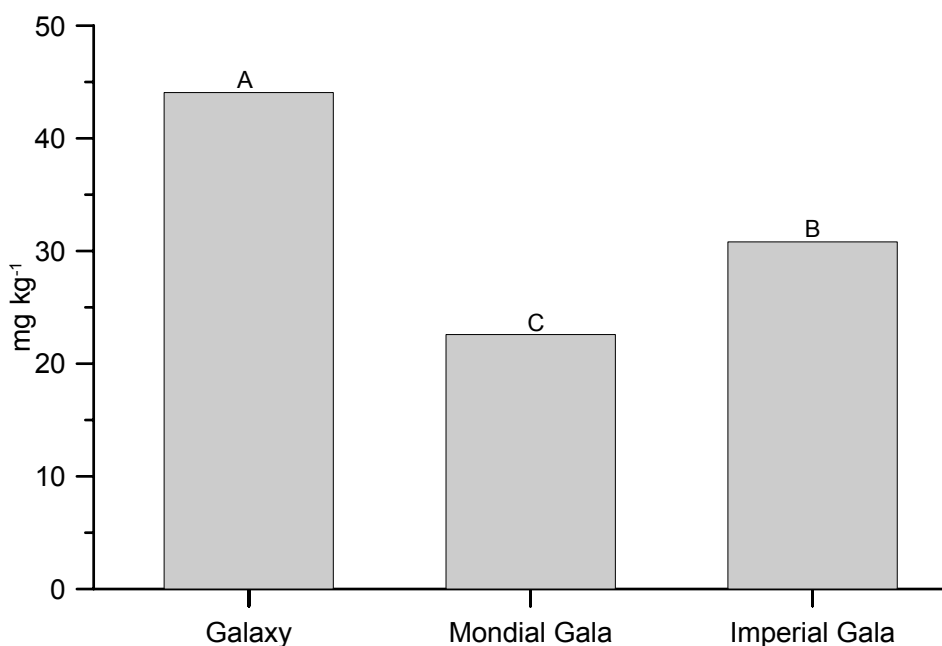


Figura 30 - Valores médios de antocianinas de frutos dos clones 'Galaxy', 'Imperial Gala' e 'Mondial Gala' obtidos nos pontos de colheita 1 e 2, tratados ou não com 1-MCP e mantidos em AC por 5 meses. As colunas que apresentam as mesmas letras minúsculas não diferem entre si com nível de 5% de probabilidade e as que apresentam as mesmas letras maiúsculas não diferem entre si em nível de 1% de probabilidade.

Na Figura 31 podemos observar variação de cor observada nas amostras de antocianinas extraídas nos tratamentos de AR e AC. Essas amostras foram utilizadas para fazer a leitura no espectrofotômetro (dados das Tabela 10 e Tabela 19). Conforme já comentamos na discussão de antioxidantes, essa variação observada nas antocianinas pode Ter sido ocasionada por um manejo ocorrido durante o período de armazenamento, onde as frutas foram trocadas de câmara fria. Esse dado merece ser melhor estudado para ver até que ponto as antocianinas sofrem influência do manejo conduzido na fruta.



Figura 31 - Extratos de antocianinas obtidos nos diferentes tratamentos após 3 meses de armazenamento refrigerado (AR) e 5 meses de armazenamento em atmosfera controlada (AC).

4.3.8. Acetaldeído, metanol e etanol

Os valores de acetaldeído, metanol e etanol (Tabela 20) foram bastante baixos, quando comparados aos encontrados em AR (Tabela 11), os quais por sua vez também foram considerados reduzidos. Se utilizarmos o mesmo princípio de discussão utilizado para os frutos analisados em AR, onde colocamos que essas análises podem nos dar um indicativo de sinais de processo deteriorativo causado por fungos ou microrganismos ou mesmo estado avançado de maturação, podemos dizer que esses frutos apresentaram-se com boas características para consumo. Como esses frutos foram armazenados em uma condição de mudanças nas concentrações de gases (redução de O_2 e aumento de CO_2) poderia-se esperar um possível metabolismo anaeróbico (GRAN; BEAUDRY, 1993, SAQUET et al., 2000), fato esse não observado conforme podemos ver nos dados obtidos. Entretanto, o que se observa associado ao já discutido para os demais parâmetros de maturação, que o uso de atmosfera controlada foi efetivo para minimizar o processo de maturação e deteriorativo (BENDER et al., 1989), sem com isso causar maiores problemas relacionados a um possível processo fermentativo (produção de álcool), O sucesso da atmosfera modificada em manter a qualidade do produto depende da

redução da respiração aeróbica, sem a ocorrência da indução da respiração anaeróbica (PETRACEK et al., 2002).

Tabela 20 - Acetaldeído, metanol e etanol de frutos dos clones 'Galaxy', 'Imperial Gala' e 'Mondial Gala' obtidos nos pontos de colheita 1 e 2, tratados ou não com 1-MCP e mantidos em AC por 5 meses. Médias de 6 repetições

Variável	Ponto colheita	Tratamento	'Galaxy'	'Imperial Gala'	'Mondial Gala'
Acetaldeído (mg L ⁻¹)	1	Controle	1,00	1,70	3,14
		1-MCP	2,07	1,15	ND
	2	Controle	1,36	ND	2,59
		1-MCP	ND	ND	1,23
Metanol (mg L ⁻¹)	1	Controle	ND	ND	ND
		1-MCP	ND	ND	ND
	2	Controle	ND	ND	ND
		1-MCP	ND	ND	ND
Etanol (mg L ⁻¹)	1	Controle	0,19	0,19	0,17
		1-MCP	0,21	0,19	0,18
	2	Controle	0,20	0,18	0,20
		1-MCP	0,32	0,20	0,20

ND: Não detectado

5. CONCLUSÕES

Os dois sistemas de armazenamento testados (AR) pelo período de três meses e (AC) por 5 meses mantiveram a qualidade dos frutos dentro de níveis aceitáveis para consumo nos diferentes clones e tratamentos testados.

Os baixos valores encontrados nas avaliações de acetaldeído metanol e etanol evidenciam que os frutos estavam em boa qualidade após o período de armazenamento, e que a redução do O₂ na atmosfera controlada não causou respiração anaeróbia.

O 1-MCP se mostrou eficaz na manutenção da qualidade pós-colheita em todos os clones e nos dois pontos de colheita avaliados.

Tanto em AR quanto em AC o clone e o ponto de colheita influenciaram estatisticamente na capacidade antioxidante.

O conteúdo de polifenóis totais foi superior na casca, quando comparado à polpa e o AR apresentou valores bastante superiores aos do AC.

A capacidade antioxidante foi superior na casca, quando comparada à polpa, e o AR apresentou resultados superiores quando comparados ao AC, estando de acordo com os valores da análise do conteúdo de polifenóis.

A análise de antocianinas apresentou resultados semelhantes aos encontrados para polifenóis e capacidade antioxidante, onde os frutos armazenados em ar refrigerado mostraram valores bastante superiores aos frutos armazenados em atmosfera controlada.

Para essa grande discrepância existente no conteúdo de compostos fitoquímicos verificada nos dois sistemas de armazenamento não se encontrou amparo na bibliografia existente. Em razão disso seria de grande importância a continuação desses estudos para confirmar os resultados obtidos.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABE, L.T.; MOTA, R.V.; LAJOLO, F.M.; GENOVESE, M.I.; Compostos fenólicos e capacidade antioxidante de cultivares de uvas *Vitis labrusca* L. e *Vitis vinifera* L. Ciênc. Tecnol. Aliment. vol.27 no.2 Campinas Apr./June 2007

ALVES, R.E.; BRITO, E.S.; RUFINO, M.S.M. Posspecção da atividade antioxidante e de compostos com propriedades funcionais em frutas tropicais. XIX Congresso brasileiro de fruticultura. 133-141,(2006).

ANJO, D.L.C. Alimentos funcionais em angiologia e cirurgia vascular. Jornal Vascular Brasileiro. v. 3, n. 2, p. 145-154, 2004.

ANTOLOVICH, M.; PRENZLER, P.; ROBARDS, K.; RYAN, D. (2000) Sample preparation in the determination of phenolic compound in fruits. The analyst critical review. 125, 989-1009.

ARGENTA, L.C.; FAN, X.; MATTHEIS, J.P. Efeitos do tratamento 1-MCP e atmosfera controlada sobre a conservação da qualidade de maçãs 'Gala', 'Fuji' e 'Braeburn'. In: ENCONTRO NACIONAL DE FRUTICULTURA DE CLIMA TEMPERADO - ENFRUTE, 4., 2001, Fraiburgo. Anais... Caçador: EPAGRI, 2001. p. 165-169.

ARGENTA, L.C.; FAN, X.; MATTHEIS, J.; KRAMMES, J.G.; MEGGUER, C. Possibilidades de aumento da conservação pós-colheita de frutas de caroço pelo uso de 1-MCP. In: ENCONTRO NACIONAL DE FRUTICULTURA DE CLIMA TEMPERADO - ENFRUTE, 5., 2002, Fraiburgo. Anais... Caçador: EPAGRI, 2002a. p. 265-269.

ARGENTA, L.C.; KRAMMES, J.G.; MEGGUER, C.; VIEIRA, M.; CRESTÂNI, F. Possibilidades de aumento da conservação da qualidade após a colheita de caqui e quivi pelo uso de 1-MCP. In: ENCONTRO NACIONAL DE FRUTICULTURA DE CLIMA TEMPERADO - ENFRUTE, 5., 2002, Fraiburgo. Anais... Caçador: EPAGRI, 2002b. p. 270-274.

ARGENTA, L.C.; MATTHEIS, J.; FAN, X. Impacto do 1-MCP (1-metilciclopropeno) sobre a conservação da qualidade de maçãs e pêras. In: ENCONTRO NACIONAL

DE FRUTICULTURA DE CLIMA TEMPERADO - ENFRUTE, 3., 2000, Fraiburgo. Anais... Caçador: EPAGRI, 2000. p. 129-133.

AYUB, R.; MONIQUE, G.; BEN AMOR, M.; GILLOT, L.; ROUSTAN, J.P.; LACTCHE, A.; BOUZAYEN, M.; PECH, J.C. Expression of ACC oxidase anti-sense gene inhibits ripening of cantaloupe melon fruits. *Nature Biotechnology*, New York, v.14, p.862-866, 1996.

BEAUDRY, R.M. Effect of O₂ and CO₂ partial pressure on selected phenomena affecting fruit and vegetable quality. *Postharvest Biology and Technology*, Amsterdam, v.15, p.293-303, 1999.

BEAULIEU, J.C.; SALTVEIT, M.E.; (1997) Inhibition or promotion of tomato fruit ripening by acetaldehyde and ethanol is concentration-dependent and varies with initial maturity. *J Amer Soc Hort Sci* 122: 392-398.

BENDER, R.J. Controlled atmosphere storage of apples cv. Gala in southern Brazil. *Acta Horticulturae*, Wageningen, n. 258, p.221- 223, 1989.

BLOCK, G.; PATTERSON, B.; SUBAR, A. Fruit, vegetables, and cancer prevention: a review of the epidemiological evidence. *Nutr Cancer*, 18:1-29. 1992.

BODE, A.M; DONG, Z.; Targeting signal transduction pathways by chemopreventive agents. *Muta Res.*, 2(555):33-51. 2004.

BORTOLUZZI, G. Efeito das temperaturas de armazenamento e condições de modificação de atmosfera controlada sobre a qualidade de maçã "Fuji", 1997. 93f. Dissertação (Mestrado em Agronomia)-Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1997.

BRACKMANN, A. Produção de etileno, CO₂ e aroma de cultivares de maçã. *Rev. Bras. de Frutic.*, Cruz das Almas, v.14, n.1, p.103-108, 1992.

BRACKMANN, A.; CHITARRA, A.B. Atmosfera controlada e atmosfera modificada. In: *Armazenamento e processamento de produtos agrícolas*. Lavras : UFLA/SBEA, 1998. p.133-170.

BRACKMANN, A.; FREITAS, S.T. de. Efeito do 1-MCP (1-metilciclopropeno) na qualidade pós-colheita de maçãs cultivar gala em diferentes estádios de maturação. *Revista da FZVA. Uruguaiana*, v.12, n.1, p. 44-52. 2005a

BRACKMANN, A.; GUARIENTI, A.J.W.; SAQUET, A.A.; GIEHL, R.F.H.; SESTARI, I. Condições de atmosfera controlada para a maçã 'Pink Lady'. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.35, n.3, p.504-509, mai-jun, 2005c

BRACKMANN, A.; SAQUET, A. (1995). Armazenamento de maçã cv. gala em atmosfera controlada. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.1, nº 2, 55-60, Mai.-Ago.

BRACKMANN, A.; SESTARI, I.; GUARIENTI, A.J.W.; PINTO, J.V.; STEFFENS, C.A. Qualidade da maçã 'gala' armazenada em diferentes pressões parciais de O₂ e CO₂. *Revista da FZVA. Uruguaiana*, v.12, n.1, p. 98-105. 2005b

BRACKMANN, A.; SESTARI, I.; STEFFENS, C.A.; GIEHL, L.F.H. Qualidade da maçã cv. Gala tratada com 1-metilciclopropeno. *Cienc. Rural* vol.34 no.5 Santa Maria Sept./Oct. 2004

BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M. E.; BERSET, C. Use of free radical method to evaluate antioxidant activity. *Lebensm. Wiss. Techonol.*, v. 28, n. 1, p. 25-30, 1995.

BRAVO L. Polyphenols: Chemistry, dietary sources, metabolism and nutritional significance. *Nutrition Reviews* 56 (1998) 317-333

BRITON, G. Structure and properties of carotenoids in relations to function, (2002).

CANDIDO, L.M.B.; CAMPOS, A.M. Alimentos funcionais. Uma revisão. *Boletim da SBCTA*. v. 29, n. 2, p. 193-203, 2005.

CASTRO MONTE, D. de.; Os desafios da nutrigenômica no desenvolvimento de alimentos funcionais. XIX congresso brasileiro de fruticultura, Cabo Frio-RJ, 2006).

CHINNICI, F., BENDINI, A., GAIANI, A., RIPONI, C.. Radical scavenging activities of peels and pulps from cv. golden delicious apples as related to their phenolic composition. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52(15), 684–4689 (2004).

CHIPAULT, J.R. Antioxidants for food use. In: LUNDBERG, W.O. Autoxidation and antioxidants. Wiley: New York, p.477-542, 1962.

CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. Pós-colheita de frutos e hortaliças fisiologia manuseio. Lavras: ESAL/FAEPE, 1990. 320p.

CHU, Y-F.; SUN, J.; WU, X.; LIU, R.H. Antioxidant and antiproliferative activities of vegetables. *J Agric Food Chem*, 50:6910-6916. (2002).

CLONES. Disponível em: <http://trc.ucdavis.edu/egsutter/plb171/lecturespdf4/6-Clones02.pdf> Acesso em 07 de janeiro de 2007

CONNOR, A. M.; FINN, C. E.; ALSPACH, P. A.; Genotypic and environmental variation in antioxidant activity and total phenolic content among blackberry and hybridberry cultivars. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 130 (4):527-533. 2005.

CORRENT, A.R.; GIRARDI, C.L.; PARUSSOLO, A.; TOMAZZI, R.; FRONZA,.; ROMBALDI, C.; Efeito do 1-Metilciclopropeno em Maças 'Fuji' Armazenadas em Atmosfera Refrigerada e Atmosfera Controlada. *R. bras. Agrociência*, v.11, n. 1, p. 91-94, jan-mar, 2005.

CORRENT, A.R.; PARUSSOLO, A.; GIRARDI, C.L.; ROMBALDI, C.V. Efeito do 1-metilciclopropeno na conservação de maçãs 'Royal Gala' em ar refrigerado e atmosfera controlada. *Rev. Bras. Frutic.*, Jaboticabal - SP, v. 26, n. 2, p. 217-221, Agosto 2004

COTRAN, R.S., KUMAR V., COLLINS, T. Infectious diseases. In: Robbins pathologic basis of disease. 6 ed. Philadelphia: Saunders, 1999. p.391-392.

DEELL, J.R.; MURR, D.P.; PORTEOUS, M.D. Influence of temperature and duration of 1- methylcyclopropene (1-MCP) treatment on apple quality. *Postharvest Biology and Technology*, Amsterdam, v. 24, n. 3, p. 349-353, 2002.

DENARDI, F.; CAMILO, A.P. Cultivares de macieira para o Sul do Brasil. *Hortisul*, Pelotas, v. 2, n. 3, p. 12- 19, 1992.

FAN, X.; ARGENTA, L.C.; MATTHEIS, J.P. Inhibition of ethylene action by 1-methylcyclopropene prolongs storage life of apricots. *Postharvest Biology and Technology*, Amsterdam, v. 20, n. 2, p. 135-142, 2000.

FAN, X.; BLANKENSHIP, S.M.; MATTHEIS, J.P. 1- Methylcyclopropene inhibits apples ripening. *Journal of the American Society Horticultural Science*, Alexandria, v. 124, n. 6, p. 690-695, 1999a.

FAN, X.; MATTHEIS, J.P. Impact of 1- methylcyclopropene and methyl jasmonate on apple volatile production. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Washington, v. 47, n. 7, p. 2847-2853, 1999.

FAN, X.; MATTHEIS, J.P.; BLANKENSHIP, S.M. Development of apple superficial scald, soft scald, core flush, and greasiness is reduced by MCP. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Washington, v. 47, n. 8, p. 3063-306. 1999b.

FENG, X.; APELBAUM, A.; SISLER, E.C.; GOREN, R. Control of ethylene responses in avocado fruit with 1-methylcyclopropene. *Postharvest Biology and Technology*, Amsterdam, v. 20, n. 2, p. 143-150, 2000.

FERRAREZE, J.P.; SILVA, G.A.; LAZZAROTO, M.; FABBRIS, F.; ROMBALDI, C. V.; GIRARDI, C.L. Eficácia De Diferentes Extratores De Polifenóis Totais E Antioxidantes Em Maçã In: 5º Encontro de iniciação científica da Embrapa Uva e Vinho, 1º encontro de pós-graduandos da Embrapa Uva e Vinho, 2007, Bento Gonçalves.

FONSECA, S.C.; OLIVEIRA, F.A.R.; BRECHT, J.K. Modelling respiration rate of fresh fruits and vegetables for modified atmosphere packages: a review. *Journal of Food Engineering*, Amsterdam, n. 52, p.99-119, 2002.

GIRARDI, C.L.; editor técnico. Maçã:pós-colheita – Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho; Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004.

GIRARDI, C.L.; SANHUEZA, R.M.V.; BENDER, R.J. Manejo pós-colheita e rastreabilidade na produção integrada de maçãs. *Embrapa Uva e Vinho, Circular Técnica* n. 31. 2002, 23p.

GONÇALVES, J.S. et al. Produção, mercado e inserção internacional da maçã brasileira. *Agricultura em São Paulo*, São Paulo, v. 43, n. 1, p. 95-136, 1996.

GONÇALVES, V. P., BUENO, M. E. B., Balanço das Exportações Brasileiras de Maçã sem 2007 Disponível em : <http://www.agapomi.com.br/jornal.php?noticia=41> Acesso em 07 de janeiro de 2007

GORINI F.L.; TESTONI, A. Raccolta, conservazione e trasformazione dei frutti di kaki. *Annali dell'Istituto Sperimentale per la Valorizzazione Tecnologica dei Prodotti Agricoli*, Milano, v.19, p.249-258,1988.

GRAN, C.D., BEAUDRY, R.M. Modified atmosphere packaging determination of lower oxygen limits for apple fruit using respiratory quotient and ethanol accumulation. In: INTER. CONTROLLED ATMOSPH. RES. CONF., 6, Ithaca, New York, 1993. *Proceedings...* Ithaca, New York, 1993, v. 1, p. 54-62.

GURNSEY. S., LAWES G.S., Improving Apple color; Tree Fruits Tasmania, No. 3, December 1999.

HAGIWARA, A. et al. Pronounced inhibition by a natural anthocyanin, purple corn color, of 2-amino-16-phenylimidazol (4,5-b) pyridine (PhIP)-associated colorectal carcinogenesis in male F344 rats pretreated with 1,2- dimethylhydrazine. Cancer Letters, v. 171, p. 17-25, 2001.

HALLIWELL, B. GUTTERIDGE, J.M.C. Free radicals in Biology and Medicine. Clarendon: Oxford, 1989.p.22-85.

HARRIS, R.K.; HAGGERTY, W.J. Assays for potentially anticarcinogenic phytochemicals in flaxseed. Cereal Foods World, v.38, p. 147-51, 1993.

HOWARD, L.R., TALCOTT, S.T., BRENES, C.H., VILLALON, B. (2000). Changes in phytochemical and antioxidant activity of selected pepper cultivars (*Capsicum* species) as influenced by maturity. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 48, 1713–1720.

HUNGENHOLTZ, J.; SMID, E.J. Nutraceutical production with food-grade microorganisms. Current Opinion in Biotechnology. v. 13, p. 497-507, 2002.

JACKMAN, R.L.; SMITH, J.L. Anthocyanins and betalains. In: HENDRY, G. A. F.; HOUGHTON, J. D. (Eds.) Natural Food Colorants. 2nd ed. Londres: Chapman; Hall, 1996. p. 245-309.

JEONG, J.; HUBER, D.J.; SARGENT, S.A. Influence of 1-methylcyclopropene (1-MCP) on ripening and cell wall matrix polygalacturonase of avocado (*Persea americana*) fruit. Postharvest Biology and Technology, Amsterdam, v. 25, n. 3, p. 241-256, 2002.

JIANG, Y.; JOYCE, D.C.; MACNISH, A.J. Extension of the shelf life of banana fruit by 1-methylcyclopropene in combination with polyethylene bags. Postharvest Biology and Technology, v. 16, p. 187-193, 1999

JOHNSON, D.S., BAILEY, T.C., RIDOUT, M.S. Meteorological nutritional data used to predict low temperature breakdown in tored Branley's Seedling apples. Acta Horticulturae, Leuven, n.258, p.455-464, 1989.

JU Z., YUAN Y., LIU C., ZHAN S., WANG M. Relationship among simple phenol, flavonoid and antocyanin in apple fruit peel at harvest and scald susceptibility. *Postharvest Biology and Technology*, 8(1996) 83-93.

JU, Z.; DUAN, Y.; JU, Z. Coloration potential, anthocyanin accumulation, and enzyme activity in fruit of commercial apple cultivares and their F1 progeny. *Scientia Horticulturae*, v.79, p.39-50, 1999b.

JU, Z.; DUAN, Y.; JU, Z. Effects of covering the orchard floor with reflecting films on pigment accumulation and fruit coloration in “Fuji” apples. *Scientia Horticulturae*, v.82, p.47-56, 1999a.

KAPADIA, G.J.; BALASUBRAMANIAN, V.; TOKUDA, H.; IWASHINA, A; NISHINO, H. Inhibition of 12-O-tetradecanoylphorbol-13-acetate induced Epstein virus early antigen activation by natural colorants. *Cancer Letters*, n. 115, p. 173 –178, 1997.

KE, D.Y.; RODRIGUEZ, S.L.; KADER, A.A. Physiological-responses and quality attributes of peaches kept in low oxygen atmospheres. *Scientia Horticulturae*, Amsterdam, v.47, n.3-4, p.295-303, 1991.

KJERSTI, A., HVATTUM, E., SKREDE, G. (2004). Analysis of flavonoids and other phenolic compounds using high performance liquid chromatography with coulometric array detection: relation to antioxidant activity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52(15), 4594–4603.

KLUGE, R.A.; CANTILLO, R.F.; BILHALVA, A.B. Armazenamento refrigerado de ameixas “Reubennel” (*Prunus salicina*, Lindl.): Efeito do estágio de maturação e do polietileno. *Cientia Agrícola*, v.53, n.2/3, p. 226-231, 1996.

KONG, J.M. et al. Analysis and biological activities of anthocyanins. *Phytochemistry*, v. 64, p. 923-933, 2003.

KUSKOSKI, M.E.; ASUERO, A.G.; MORALES, M.T.; FETT, R. Frutos tropicais silvestres e polpas de frutas congeladas: atividade antioxidante, polifenóis e antocianinas. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.36, n.4, p.1283-1287, jul-ago, 2006

KWAK, N.; JUKES, D.J. Functional foods. Part 1: the development of a regulatory concept. *Food Control*. v. 12, p.99-107, 2001.

LANA, M.M.; FINGER, F.L. Atmosfera modificada e controlada. Aplicação na conservação de produtos hortícolas. Brasília : Embrapa Hortaliças, 2000. 34p.

LANCASTER, J.E. 1992. Regulation of skin color in apples: a review. *Critical Rev. Plant Sci.* 10: 487-502.

LAU, O.L.; MEHERIUK, M.; OLSEN, K.L. Effects of rapid CA, high CO₂, and CaCl₂ treatments on storage behaviour of 'Golden Delicious' apples. *Journal of the American Society of Horticultural Science*, v. 108, n.2, p. 230, 1983.

LEE, C.Y.; SMITH, N.L. Apples: an important source of antioxidants in the american diet. *New York Fruit Quarterly*. v. 8, n. 2, p. 15-17, 2000.

LEJA, M.; MARECZEK, A.; BEM, J. Antioxidant properties of two apple cultivars during long-term storage. *Food Chemistry* 80 (2003) 303–307.

LIDSTER, P.D., FORSYTH, F.R., LIGHTFOOT, H.J. Low oxygen and carbon dioxide atmospheres for storage of McIntosh apples. *Can. J. Plant. Sci.*, Ottawa, v.60, p.299-301, 1980.

LIMA, L.C.; BRACKMANN, A.; CHITARRA, M.I.F.; VILAS BOAS, E.V.B.; REIS, J.M.R.; Características De Qualidade Da Maçã 'Royal Gala' Armazenada Sob Refrigeração E Atmosfera Controlada. *Ciênc. agrotec.*, Lavras, v.26, n.2, p.354-361, mar./abr., 2002

LISTER, C.E.; LACASTER, J.E.; SUTTON, K.H. Developmental changes in the concentration and composition of flavonoids in skin of a red and a green apple cultivar. *Journal of Science and Food Agricultural*, v. 64, p.155-161, 1994.

MAHAJAN, P.V.; GOSWANI, T.K. Enzyme kinetics based modeling of respiration rate of apple. *Journal Agricultural Engeneering Research*, Amsterdam, v.79, n.4, p.399-406, 2001.

MANGAS, J.J.; RODRIGUEZ, R.; SUAREZ, B.; PICINELLI, A., et al. Study of the phenolic profile of cider apple cultivar at maturity by multivariate techniques. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. v. 47, n. 10, p. 4046-4052, 1999

MARCHAND, L.L. Efeitos dos flavonóides na prevenção do câncer – uma revisão. *Biomed Pharmacotherap*, v.56, p.296-301, 2002.

MARKAKIS, P. Stability of anthocyanins in foods. In: MARKAKIS, P. (Ed.) *Anthocyanins as food colors*. New York: Academic Press, 1982. p. 163-180.

MAZZA, G.; MINIATI, E. Anthocyanins in fruits, vegetables and grains. Boca Raton: CRC Press, 1993. 362 p.

McGUIRE, R.G. Reporting of objective color measurements. HortScience, Alexandria, v.27, p.1254-1255, 1992

MELLO, L. M.R.; Produção e Mercado Brasileiro de Maçã. Comunicado Técnico, ISSN 1808-6802 Junho, 2004 Bento Gonçalves, RS

MITCHAM, E.J.; MITCHELL, F.G. In: KADER, A.A. Postharvest Technology of Horticultural Crops. Califórnia: University of Califórnia Davis, 2002.3rd Edition. p.333.

NAVARRO, J.M.; FLORES, P.; GARRIDO, C.; MARTINEZ, V. Changes in the contents of antioxidant compounds in pepper fruits at different ripening stages, as affected by salinity. Food Chemistry 96 (2006) 66–73

NICOLAS, J.J.; RICHARD-FORGET, F.C.; GOUPY, P.M.; AMIOT, M.J., et al. Enzymatic browning reactions in apple and apple products. Critical Reviews in Food Science and Nutrition. v. 34, n. 2, p. 109-157, 1994.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA AGRICULTURA E ALIMENTAÇÃO-FAO FAOSTAT. Disponível em: <<http://apps.fao.org/page/collections?subset=agriculture>>. Acesso em: 5 jun. 2006

PECH, J.C. Unraveling the mechanisms of fruit ripening and development of sensory quality through the manipulation of ethylene biosynthesis in melon. In: nato advanced research workshop on biology and biotechnology of the plant hormone ethylene, 2002, Murcia. Anais.

PERES, L.H.; PRODUÇÃO E COMÉRCIO INTERNACIONAL DE MAÇÃ, 2003 A 2005. Disponível em: http://www.todafruta.com.br/todafruta/mostra_conteudo.asp?conteudo=13795 Acesso em 07 de janeiro de 2007

PETRACEK, P.D. et al. Modified atmosphere packaging of sweet cherry (*Prunus avium* L., cv. 'Sams') fruit: metabolic responses to oxygen, carbon dioxide, and temperature. Postharvest Biology and Technology, Amsterdam, n.24, p.259-270, 2002.

PINHEIRO, A.C.M.; VILAS BOAS, E.V. de BARROS.; ALVES, A.; de PAIVA.; LA SELVA, M. Amadurecimento de bananas 'maçã' submetidas ao 1-metilciclopropeno (1-MCP). Ciênc. agrotec., Lavras, v. 30, n. 2, p. 323-328, mar./abr., 2006

PODD, L.A.; AND STADEN, V.J. (1998) Is acetaldehyde the causal agent in the retardation of carnation flower senescence by ethanol? J Plant Physiol (In Press)

POMÁCEAS, boletim técnico, janeiro de 2006, centro de pomáceas universidade de Talca, V. 6, Nº 1 ISSN 0717-6910.

REAY, P.F.; LANCASTER, J.E. Accumulation of anthocyanins and quercitin glycosides in 'Gala' and 'Royal Gala' apple fruit skin with UV-B – Visible irradiation: modifying effects of fruit maturity, fruit side, and temperature. Scientia Horticulturae 90 (2001) 57-68.

REVERS, L.F. Variação genética na videira: explorando mutações espontâneas para gerar conhecimentos e tecnologia. Jornal da fruta, abril 2007 pg 10.

RICE-EVANS, C. Flavonoids and isoflavones: Absorption, metabolism and Bioactivity. Free radical Biol Med. v.36, p.827-828, 2004.

RUPASINGHE, H.P.V.; MURR, D.P.; PALIYATY, G.; SKOG, L. Inhibitory effect of 1-MCP on ripening and superficial scald development in 'McIntosh' and 'Delicious' apples. Journal Horticultural Science and Biotechnology, Ashford, v. 75, n. 3, p. 271-276, 2000.

SAQUET, A.; BRACKMANN, A., STORCK, L. Armazenamento de maçã 'Gala' sob diferentes temperaturas e concentrações de Oxigênio e Gás Carônico. Ciência Rural, Santa Maria, v. 27, n. 3, p. 399-405, 1997.

SAQUET, A.A.; STREIF, J. Respiração e produção de etileno de maçãs armazenadas em diversas concentrações de oxigênio. Revista Brasileira de Agrociência, Pelotas, v.8, n.1, p.71-75, 2002.

SAQUET, A.A.; STREIF, J. Untersuchungen zur Atmung und zur Ethylenbildung einiger neuer Apfelsorten. Erwerbsobstbau, Berlim, v.42, p.109-112, 2000.

SAQUET, A.A.; STREIF, J., BANGERTH, F. Changes in ATP, ADP and pyridine nucleotide levels related to the incidence of physiological disorders in 'Conference' pears and 'Jonagold' apples during controlled atmosphere storage. Journal of Horticultural Science & Biotechnology, Ashford, v.75, p.243-249, 2000.

SAQUET, A.A.; STREIF, J., BANGERTH, F. Changes in ATP, ADP and pyridine nucleotide levels related to the incidence of physiological disorders in 'Conference' pears and 'Jonagold' apples during controlled atmosphere storage. *Journal of Horticultural Science & Biotechnology*, Ashford, v.75, p.243-249, 2000.

SEREK, M.; SISLER, E.C.; REID, M.S. 1-methylcyclopropene, a novel gaseous inhibitor of ethylene action, improves the life of fruit, cut flowers and potted plants. *Acta Horticulturae*, Wageningen, n.394, p.337-345, 1995

SHAHIDI, F.; NACZK, M. Food phenolics: sources, chemistry, effects and applications. Lancaster: Technomic, 1995. 331 p.

SILVA, G.A., FERRAREZE, J.P., FABBRIS, F., LAZZAROTO, M., ANTONIOLLI, L.R., ROMBALDI, C.V., GIRARDI, C.L. Polyphenols content in apple and strawberry fruits: an evaluation of extractors In: VIII International Symposium of Temperate Zone Fruits in the tropics and subtropics, 2007, Florianópolis-SC.

SISLER, E.C. Ethylene binding components in plants. p.81-99. In: A.K. MATTOO; SUTTLE, J.C. (Ed.). *The plant hormone ethylene*. Boca Raton: CRC Press, 1991.

SPEISKY, A. Pomáceas Boletim técnico. Volume 6, número 2, Março de 2006.

STAINER, R.; WOHLGEMUTH, H.; GUMMERER, K. Rischi e opportunità dei mutanti di melo. *Rivista di Frutticoltura e di Ortofloricoltura*, Bologna, n.9, p.19-23, 2001.

TAKOS A.M., UBI B.E., ROBINSON S.P., WALKER, A.R. Condensed tanin biosynthesis genes are regulated separately from other flavonoid biosynthesis genes in apple fruit skin. *Plant Science*, 170 (2006)487-499.

TERMENTZI, A.; KEFALAS, P.; KOKKALOU, E. Antioxidant activities of various extracts and fractions of *Sorbus domestica* fruits at different maturity stages. *Food Chemistry*, London, v. 98, n. 4, p. 599-608, 2006.

TRILLOT, M.; MASSERON, A.; TRONEL, C.; MATHIEU, V.; Gala. Édition technique interprofessionnelle des fruits et légumes. 1995. 63p.

TSUDA, T., WATANABE, M., OSHIMA, K., NORINOBU, S., CHOI, S.W., KAWAKISHI, S., et al. (1994). Antioxidative activity of anthocyanin pigments cyanidin 3-O-b-D-glucoside and cyanidin. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 42(11), 2407-2410.

TUCKMANTEL W. et. al. Jour Am Chem Soc 121 (1999) 12073.

UBI, B.E.; HONDA, C.; BESSHO, H.; KONDO, S.; WADA, M.; KOBAYASHI, S.; MORIGUCHI, T. Expression analysis of anthocyanin biosynthetic genes in apple skin: Effect of UV-B and temperature. Volume 170, Issue 3, March 2006, Pages 571-578

UBI, B.E.; The genetics of anthocyanin reddening in apple fruit skin. Food, Agriculture and Environment vol.2(1): 163-165. 2004.

ULBRICHT, T.; Health and food industry – What lies ahead – Nutraceuticals. Food Policy, v. 18, p. 379-381, 1993.

V. L. SINGLETON AN P. ESAU. Phenolic substances in grapes and wine, and their significance. Adv Food Res Suppl, 1:1-261, 1969

VAN DER SLUICE, A.A., DEKKER, M., DE JAGER, A., JONGEN, W.M.F. (2001). Activity and concentration of polyphenolic antioxidants in apple: effect of cultivar, harvest year, and storage conditions. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 49(8), 3606–3613.

VAN HARTEN, A.M. (1998). Mutation breeding: Theory and practical applications. Cambridge: Cambridge University Press. 353p.

W, BRANDT-WILLIAMS.; M,E. CUVELIER.; C, BERSET. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. Lebensm.-Wiss. u.-technol.,28:25-30, 1995.

WANG, C.J.; WANG, J.M.; WEA, L.L.; CHIA, Y.C.; CHOU, F.P.; TSENG, T.H. Protective effect of Hibiscus Anthocyanins Against tert-butyl Hidroperoxideinduced Hepatic Toxicity in Rats. Food and Chemical Toxicology, v. 38, p. 411-416, 2000.

WERNER, R.A. Colheita, cura e armazenamento. In: SEMINÁRIO NACIONAL DA CEBOLA, 3, 1988. Jaboticabal, SP. Anais... Jaboticabal: UNESP, 1988. 140 p., p. 63-91.

WHISTLER, R.L., DANIEL, J.R. Carbohydrates. In FENNEMA, O.R. Food Chemistry. 10 ed. New York: Mareei Dekker, 1985. cap.3. p.69-137.

YAMASAKI, H., UEFUJI, H., SAKIHAMA, Y., 1996. Bleaching of the red anthocyanin induced by superoxide radical. Arch. Biochem. Biophys. 332, 183-186.

YANG C.S. et al. Inhibition of carcinogenesis by dietary polyphenolic compounds. *Annu Rev Nutr* 21 (2001) 381-406.

YOU DIM, K.A.; MARTIN, A.; JOSEPH, J.A. Incorporation of elderberry anthocyanins by endothelial cells increases protection against oxidative stress. *Free Radical Biology & Medicine*, v. 29, n. 1, p. 51-60, 2000.

ZANELLA, A. Controllo del riscaldamento e miglioramento della qualità delle mele Granny Smith mediante 1-MCP applicato in post-raccolta. *Rivista di Frutticoltura e di Ortofloricoltura*, Bologna, v.63, p.67- 72, 2001.

ZOFFOLI, J.P; RODRIGUEZ, J.; ALDUCE, P.; CRISOSTO, C.H. Atmósfera modificada en frutos de duraznos “Elegant Lady” y “O’ Henry”. *Frutícola*, v.18, n.2, p.59-65, 1998.

ZUANAZZI, J. V. *Jornal Da Fruta* v.13, n. 159 pág 18-19, elaboração Eng. Agr. João Vicente Zuanazzi, acessor técnico – agro industrial Lazzeri Ltda. Jul 2005