



**INFLUÊNCIA DA ATMOSFERA
MODIFICADA E ARMAZENAMENTO NO
ESCURECIMENTO INTERNO DE PÊSSEGOS
cv. MARLI**

MARÍA ALICIA FEIPPE FERNANDEZ

2000

51073

MFU. 36003

MARIA ALICIA FEIPPE FERNANDEZ

**INFLUÊNCIA DA ATMOSFERA MODIFICADA E
ARMAZENAMENTO NO ESCURECIMENTO INTERNO DE
PÊSSEGOS cv. MARLI**

**Dissertação apresentada à Universidade
Federal de Lavras, como parte das exigências
do Curso de Mestrado em Ciência dos
Alimentos, área de concentração Fisiologia
Pós-Colheita, para obtenção do título de
“Mestre”.**

**Orientador
Prof. Dr. Eduardo Valério de Barros Vilas Boas**



**LAVRAS
MINAS GERAIS
2000**

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

Feippe, María Alicia Fernandez

Influência da atmosfera modificada e armazenamento no escurecimento interno de pêssegos cv. 'Marli' / María Alicia Feippe Fernandez. -- Lavras : UFLA, 2000.

118 p. : il.

Orientador: Eduardo Valério de Barros Vilas Boas.

Dissertação (Mestrado) – UFLA.

Bibliografia.

1. Pêssego. 2. Armazenamento. 3. Conservação pós-colheita. 4. Dano por frio. 5. Atmosfera modificada. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-664.80425

MARIA ALICIA FEIPPE FERNANDEZ

**INFLUÊNCIA DA ATMOSFERA MODIFICADA E
ARMAZENAMENTO NO ESCURECIMENTO INTERNO DE
PÊSSEGOS cv. MARLI**

**Dissertação apresentada à Universidade
Federal de Lavras, como parte das exigências
do Curso de Mestrado em Ciência dos
Alimentos, área de concentração Fisiologia
Pós-Colheita, para obtenção do título de
“Mestre”.**

APROVADA em 15 de dezembro de 2000

Prof. Dr. Luiz Carlos de Oliveira Lima UFLA

Prof. Dra. Celeste Maria Patto de Abreu UFLA

Prof. Dr. Augusto Ramalho de Moraes UFLA



**Prof. Dr. Eduardo Valério de Barros Vilas Boas
(UFLA)
(Orientador)**

**LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL**

Aos meus pais (*in memoriam*)

Marina e Gregorio

e irmãos

Eva, Jesús e Marta

OFEREÇO

Ao meu filho

Carlos Alberto

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus pela proteção e entusiasmo ao longo desta caminhada.

Ao Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA, Uruguay) pelo apoio moral e financeiro.

À Universidade Federal de Lavras (UFLA), ao Departamento de Ciência dos Alimentos pelas condições de trabalho.

Ao diretor da Estação Experimental “INIA Las Brujas”, Eng. Agr. José Villamil, pela confiança.

Aos colegas do Departamento de Fruticultura, Engs. Agrs. Disegna, Cabrera e Soria pela amizade; aos Tec. Agrops. Pablo e Julio pela consideração.

Ao prof. Eduardo Valério de Barros Vilas Boas pelo respeito, amizade e valiosa orientação.

Ao prof. Luiz Carlos de Oliveira Lima, pelos importantes ensinamentos.

Ao prof. Augusto Ramalho de Moraes pela orientação na análise estatística.

Aos professores da Pós-graduação da Universidade Federal de Lavras, pela formação profissional.

Aos alunos de graduação, Lucas, Damiane e Daniele pela ajuda na instalação do experimento.

As laboratoristas Mércia, Sandra e Tina pela constante colaboração.

Aos amigos Marta, Xisto e Herbert pelos bons e inesquecíveis momentos.

Aos amigos e colegas do Departamento de Ciências dos Alimentos pela amizade.

A todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

Página

RESUMO.....	i
ABSTRACT.....	ii
1 INTRODUÇÃO.....	01
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	03
2.1 Características gerais.....	03
2.2 Características da cultivar ‘Marli’.....	04
2.3 Produção de pêssego no Brasil.....	04
2.4 Qualidade.....	05
2.4.1 Aparência.....	06
2.4.2 Textura.....	20
2.4.3 Sabor e aroma- ‘Flavor’.....	26
2.5 Atmosfera Modificada (AM).....	28
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	31
3.1 Matéria prima.....	31
3.2 Instalação, delineamento experimental e tratamentos.....	31
3.3 Condições de armazenamento.....	32
3.4 Análises.....	33
3.4.1 Físicas e visuais.....	33
3.4.2 Químicas e Bioquímicas.....	34
3.4.3 Análise estatística.....	37
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	39
4.1 Perda de massa.....	39
4.2 Conteúdo de suco.....	41
4.3 Escurecimento interno.....	44
4.4 Polifenoloxidase (PFO) e Peroxidase (PER).....	48
4.5 Firmeza de polpa.....	61
4.6 Pectina solúvel e porcentagem de Solubilidade.....	67
4.7 Pectinametilesterase (PME) e Poligalacturonase (PG).....	76

4.8 Acidez total titulável (ATT) e pH.....	81
4.9 Sólidos solúveis totais (SST) e relação SST/ATT.....	88
5.0 Açúcares totais.....	97
5 CONCLUSÕES.....	99
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	100
ANEXO.....	118

RESUMO

FEIPPE, M.A. **Influência da atmosfera modificada e armazenamento no escurecimento interno de pêssegos cv. Marli**, Lavras: UFLA, 2000, 118 p. (Dissertação – Mestrado em Ciência dos Alimentos).

Os frutos de pêssego apresentam uma limitada vida pós-colheita em razão das características bioquímicas e desenvolvimento de desordens fisiológicas. Estudou-se a sensibilidade da cultivar 'Marli' ao dano por frio em função das condições e período de armazenamento. O experimento foi conduzido na Universidade Federal de Lavras, MG, em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial. Foram utilizados dois tipos de armazenamento, atmosfera regular (AR) e modificada (AM), (PVC, 30 micras), durante duas e três semanas (0 ± 1 °C), seguidas de 0, 2 e 4 dias à temperatura ambiente de 20 °C. A perda de massa foi menor sob condições de AM e aumentou com o período de armazenamento nos frutos sob AR. O conteúdo de suco nos frutos sob AR, relacionado à textura farinácea, apresentou o menor valor aos 4 dias à temperatura ambiente, após três semanas de frio. Os frutos sob AR e AM desenvolveram sintomatologia de escurecimento interno durante o armazenamento à temperatura ambiente, embora os níveis de severidade tenham sido menores nos frutos sob AM. A severidade da sintomatologia coincidiu com níveis superiores da atividade das enzimas polifenoloxidase e peroxidase. A firmeza de polpa dos frutos diminuiu rapidamente à temperatura ambiente, independente das atmosferas, embora os valores de solubilização de substâncias pécticas tenham sido menores nos frutos sob AM. O amaciamento dos frutos não foi influenciado pela atividade enzimática da pectinametilesterase, entretanto, a poligalacturonase apresentou um papel ativo nas mudanças texturais. A acidez diminuiu com o período de armazenamento independente das atmosferas, entretanto, o pH foi significativamente mais alto nos frutos sob AR após três semanas de frio. O teor de sólidos solúveis totais aumentou durante o armazenamento à temperatura ambiente, embora tenha sido menor nos frutos sob AM e tenha aumentado à temperatura ambiente. A relação sólidos solúveis totais/acidez total titulável aumentou com o período de armazenamento, sendo os valores significativamente menores nos frutos sob AM. O teor de açúcares totais não foi afetado pelas atmosferas nem pelo o período de armazenamento. Os frutos da cultivar 'Marli' são sensíveis ao dano por frio. O armazenamento sob AR limitou sua vida pós-colheita em duas semanas, entretanto, sob AM, a mesma se estendeu por três semanas.

*Comitê Orientador: Eduardo Valério de Barros Vilas Boas-UFLA (Professor Orientador), Luiz Carlos de Oliveira Lima-UFLA, Augusto Ramalho de Moraes-UFLA.

ABSTRACT

FEIPPE, M. A. Influence of the atmospheric modification and storage upon the internal browning of peaches cv. Marli. Lavras: UFLA, 2000 118 p. (Dissertation-Masters in Food Science)

The peach fruits present a limited post-harvest lifetime due to the biochemical characteristics and development of physiological disorders. The sensitivity of the cultivar Marli to cold damage in terms of storage conditions and period was investigated. The experiment was conducted at the Universidade Federal de Lavras (Federal University of Lavras), MG in completely randomized design in factorial scheme. Two sorts of storage, regular (RA) and modified atmosphere (MA) (PVC, 30 micras) over two and three weeks ($0 \pm 1^\circ\text{C}$) followed by 0, 2 and 4 days at the room temperature of 20°C were utilized. Mass loss was less under the MA conditions and increased with the storage period in the fruits under RA. The juice content in the fruits under regular atmosphere related to the mealy texture, presented the lowest value at 4 days under the environment temperature after three weeks' cold. The fruits under both regular and modified atmosphere developed internal browning symptomatology over the storage at room temperature though the levels of severity had been less in the fruits under MA. The severity of the symptomatology coincided with higher levels of activity of the enzymes polyphenoloxidase and peroxidase. The pulp firmness of fruits fast decreased at room temperature regardless of the atmospheres although the solubilization values of pectic substances have been less than in the fruits under MA. Fruit softening was not influenced by the enzyme activity of pectin methylesterase, however, pH was significantly higher in the fruits under RA after three weeks' cold. Soluble solids content increased during storage at room temperature although it had been lower in the fruits under MA, and had increased at room temperature. The soluble solids/titratable acidity ratio increased with storage period, the values being significantly lower in the fruits under MA. The fruits of the cultivar Marli are cold-sensitive. The storage under RA limited its post-harvest lifetime by two weeks, however under MA, the same extended for three weeks.

*Guidance Committee: Eduardo Valério de Barros Vilas Boas- UFLA (Adviser), Luiz Carlos de Oliveira Lima- UFLA, Augusto Ramalho de Morais-UFLA.

1 INTRODUÇÃO

Os frutos do pessegueiro (*Prunus persica*), por suas características bioquímicas, são altamente perecíveis, o que não tem impedido sua difusão em diversas zonas do mundo nem o interesse dos geneticistas em conseguir novas variedades. A obtenção de cultivares de floração prematura, média e tardia, tem permitido ampliar a oferta de frutos frescos durante vários meses do ano.

O mercado mundial de frutas e hortaliças dispõe de uma ampla variedade de produtos, o que é favorecido pelo desenvolvimento atual das transações comerciais entre regiões e países. Esta realidade, juntamente com fatores sócio econômico, faz com que o consumidor atual não só exija boa qualidade, como também seja capaz de definir os padrões da mesma.

A comercialização de pêssego tem como limitante a sua curta vida pós-colheita e sua sensibilidade ao desenvolvimento de alterações fisiológicas, principalmente dano por frio ou colapso interno dos tecidos. Esta desordem fisiológica tem sido denominada com diferentes vocábulos, alguns dos quais são adaptados diretamente do idioma inglês 'Chilling Injury' e 'Internal Breakdown'. Os sintomas desenvolvidos pelos frutos são uma perda da suculência, na qual a textura da polpa adota consistência farinácea, gelatinosa, acompanhada ou não por pigmentações de cor escura. Esta sintomatologia geralmente evidencia-se quando os frutos são armazenados a temperaturas mais altas após duas a três semanas de armazenamento refrigerado. Assim, é comum observar nos diferentes pontos de comercialização frutos de aspecto suculento, mas do ponto de vista da qualidade interna, inaptos para o consumo. Essa situação tem conduzido a uma desconfiança por parte dos consumidores frente ao produto oferecido, colocando em risco um amplo setor da produção de pêssegos.

O estudo do armazenamento refrigerado sob condições de atmosfera modificada e controlada, a obtenção de cultivares mais resistentes e o estudo dos processos metabólicos que conduzem ao dano por frio têm-se transformado no objetivo das pesquisas conduzidas nos últimos anos. Não obstante, continua sendo importante a avaliação de diferentes cultivares em relação a sua sensibilidade à injúria nas condições produtivas de determinada região, através dos estudos físicos - químicos e bioquímicos relacionados com a mesma. Os resultados obtidos permitem conhecer o potencial da cultivar de acordo com sua sensibilidade, antes de sua implantação definitiva, assim como prover material para os programas de melhoramento genético.

O presente trabalho teve como objetivo estudar a sensibilidade da cultivar de pêssigo 'Marli' ao dano por frio e a qualidade pós-colheita, através dos processos metabólicos envolvidos, considerando as condições e períodos de armazenamento em atmosfera regular e modificada.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Características Gerais

O pêssego pertence à família das Rosáceas, sub-família Prunoidea e gênero Prunus. Faz parte do diversificado grupo denominado frutos de caroço, que se caracteriza por apresentar um endocarpo lignificado, rodeado de polpa ou mesocarpo. Esta estrutura do fruto está envolvida por uma delgada casca ou exocarpo. Os frutos, originados a partir de flores com um ovário superior, não mantêm, ao final de seu desenvolvimento, restos de estrutura floral ao redor do pedúnculo. No gênero Prunus, os frutos apresentam uma característica em comum, que é a presença de uma sutura no plano longitudinal, mais ou menos pronunciada de acordo com a cultivar (Brady, 1993).

Os pêssegos são classificados como produtos "perecíveis" por seu curto período de conservação pós-colheita. Apresentam um elevado teor de umidade e são metabolicamente ativos logo após a colheita, o que contribui para uma rápida deterioração. A principal causa de perda são fatores endógenos, embora fatores exógenos também influenciem marcadamente (Chitarra e Chitarra, 1990).

A curva de crescimento dos frutos do pessegueiro é uma dupla sigmóide, que é definida por três fases. Uma fase de crescimento exponencial em função do tempo, uma fase linear em que o crescimento continua até se tornar constante e alcançar um ponto máximo, e uma fase de senescência, caracterizada por uma diminuição da taxa de crescimento (Salisbury e Ross, 1992).

Os estudos bioquímicos e fisiológicos relacionados ao pêssego têm-se concentrado em conhecer as mudanças na composição dos açúcares totais e redutores, da acidez titulável e os índices de maturação ou colheita. Com o desenvolvimento de novas técnicas analíticas, têm sido possível o estudo dos açúcares individuais e ácidos não voláteis, mas ainda assim se considera que a

informação disponível é escassa, comparada à de outras espécies (Chapman e Horvat, 1990). Não obstante, têm sido reportados estudos mais complexos sobre atividade enzimática durante o processo de desenvolvimento e amadurecimento (Lee et al. 1990; Artes, Cano e Fernandez Trujillo, 1998; Bonghi et al., 1998). Mais recentemente, a integração da bioquímica tradicional com a molecular tem permitido avanços no conhecimento da composição em nível celular (Donna et al., 2000) durante o amadurecimento de pêssegos. Com o atual desenvolvimento de técnicas mais sofisticadas de biotecnologia, têm surgido estudos acerca do mapeamento genético daquelas características de qualidade mais importantes (Dirlewanger et al., 1999).

2.2 Características da cultivar Marli

A cultivar de mesa Marli é um pêssego produtivo, de floração tardia, sendo o momento de colheita o fim de novembro início de dezembro. Os frutos são de tamanho médio, formato arredondado com ponta, polpa branca, caroço semi-aderente e uma cor vermelha que recobre 70 % de sua superfície. Exige 300 horas de frio durante o repouso hibernar, estando adaptado às zonas produtivas de Pelotas, Porto Alegre, assim como em outros municípios adjacentes (EMBRAPA, 1984).

2.3 Produção de pêssego no Brasil

Do total do valor da produção de pêssegos, 69,2 % correspondem à região Sul e 30,8 % à região sudeste do território, com cifras insignificantes no centro oeste e nordeste. Destacam-se como estados mais produtivos o Rio Grande do Sul, com 50 % do total, seguido de São Paulo, com 21 %, Santa Catarina com o 15 %, Minas Gerais com 10 % e Paraná com 4 %.

Tomando-se como referência o valor de produção da maçã, rosácea de clima temperado de maior importância econômica, o pêssego representa

aproximadamente 17 % deste total, ao lado de valores menores para nectarinas (1,5 %) e pêras (0,98 %) (IBGE, 1996).

2.4 Qualidade

A qualidade é definida como as combinações daquelas características físicas e químicas que fazem um produto possuir atração e aceitabilidade por parte do consumidor (Chitarra, 1998). Os atributos que compõem a qualidade são aparência, ausência de desordens internas e externas, textura, sabor e aroma e valor nutricional (Wills et al., 1989). Esses atributos originam-se durante o processo de desenvolvimento e amadurecimento do fruto como consequência das mudanças contínuas na composição e estrutura dos compostos químicos (Salunkhe, Bolin e Reddy, 1991).

Tomando como referência os conceitos de qualidade, os diferentes países ou comunidades determinam os critérios exigidos na comercialização de produtos frescos através de normas. O mercado de pêssegos e nectarinas frescos, no âmbito da comunidade econômica européia, depende estreitamente da qualidade gustativa, tentando oferecer ao consumidor as pautas mínimas de propriedades organolépticas que permitam a escolha do produto mais conveniente. A aplicação dessas normas tem como objetivo eliminar do mercado os produtos de qualidade insatisfatória, orientar a produção em favor das exigências dos consumidores e facilitar as relações comerciais no marco da competência legal, contribuindo, assim, ao aumento da rentabilidade do setor (CE, 1999).

A compreensão dos processos físicos, químicos e bioquímicos relacionados com os distintos atributos é essencial para otimizar a produção e evitar perdas na qualidade.

2.4.1 Aparência

A aparência de um fruto é o fator de qualidade mais importante na determinação do valor comercial. A cor, tamanho, forma, turgescência e ausência de defeitos externos são os critérios que o consumidor utiliza para decidir a compra de um produto (Wills et al., 1989).

A clorofila e carotenóides nos cloroplastos e cromoplastos, compostos fenólicos, antocianinas, flavonóides e proantocianinas no vacúolo são os responsáveis pela coloração dos frutos (Lancaster et al., 1997). Também os pigmentos estão relacionados com um maior valor nutritivo; assim, a presença de carotenóides em frutos frescos indica uma boa fonte de provitamina A (Wright e Kader, 1997). A coloração é uma característica varietal afetada pelo grau de luminosidade, e aqueles pêssegos alojados na região mais exposta a luz, como a copa da árvore, tendem a apresentar cores de recobrimento mais luminosas e intensas (Bible e Singha, 1993). Qualquer alteração desta característica incide diretamente na qualidade, principalmente as descolorações e escurecimentos ocasionados pela atividade enzimática da polifenoloxidase e a presença de ácido clorogênico na casca (Cheng e Crisosto, 1995).

O tamanho e forma dos frutos diferenciam os cultivos entre si e estão regidos por exigências de mercado. O melhoramento destas características tem conduzido a estudos de práticas de lavoura tendentes a obter uniformidade da produção. A compreensão dos aspectos envolvidos no rendimento e qualidade permite otimizar os sistemas de condução (George et al., 1996). A poda durante o repouso hibernar (Miller, 1987), raleio de folhas e os porta ênxertos empregados influenciam os fatores que caracterizam a aparência dos frutos (Génard e Bruchou, 1992; Caruso et al., 1997).

A turgescência ou conteúdo de água dos tecidos vegetais, regulado pelo processo de transpiração, é sustentada antes da colheita pelo fluxo normal de nutrientes através da relação planta-fruto. A remoção dos frutos na colheita

anula esse vínculo, não obstante, o processo metabólico continua e a perda de água não é recuperada. Essa perda de água altera os componentes do sabor e aroma do fruto e ocasiona uma perda da qualidade externa, afetando diretamente a aparência e também o retorno econômico. Em relação à aparência, o efeito mais importante é o aspecto murcho que apresentam os tecidos, sintomatologia que se faz evidente com perdas de água entre 5-10 %, dependendo do tipo de vegetal (Wills et al., 1989; Salunkhe, Bolin e Reddy, 1991). Do ponto de vista do retorno econômico, uma perda de massa significa uma diminuição de kilogramas de produto disponíveis para a comercialização.

A porcentagem de perda de massa após a colheita está em função do cultivar, estágio de maturação e tamanho do fruto, estruturas naturais presentes na casca, ambiente ao redor do produto, dado pela temperatura, umidade relativa e composição atmosférica.

Cultivares diferentes submetidos às mesmas condições apresentam distintas porcentagens de perda de massa (Salvador, Oteiza, Luchsinger, 2000).

Frutos colhidos antes de completarem seu desenvolvimento ou em estágio de maturação avançada tendem a experimentar maior perda de massa, da mesma forma que os frutos de maior tamanho. Assim, estudando-se ameixas colhidas em dois estádios de maturação, verde com 25-50 % e semimaduras com 50-75 % de coloração vermelha, respectivamente, observou-se que as primeiras experimentarem uma maior perda de massa (Kluge, Bilhalva e Cantillano, 1996).

A presença de tricomas na casca de pêssegos é uma divisória natural contra a desidratação, sendo muitas vezes eliminada nos processos de acondicionamento para comercialização. Como resultado, o fruto é experimenta danos físicos, que conduzem a uma maior perda de água e maior sensibilidade ao ataque por fungos.

A correta manipulação dos fatores que incidem na transpiração redundam no controle da perda de massa. Assim, temperaturas baixas, além de diminuírem os processos metabólicos e físicos, requerem menos umidade relativa para manter em equilíbrio o gradiente entre a fruta e o ambiente exterior. Salunkhe, Bolin e Reddy (1991) reportaram que um ambiente com 4,4 °C e 90 % de umidade relativa é mais eficiente em reter a massa de um produto do que um ambiente a 15,6 °C e 90 % de umidade.

A utilização de atmosfera modificada e controlada como coadjuvantes da temperatura e umidade relativa reduz o déficit de pressão de vapor ao redor do fruto e, conseqüentemente, a perda de massa. A eficácia dos filmes plásticos comumente utilizados neste sistema está em função de sua densidade, sendo os de baixa densidade mais eficientes que os de alta, e estes últimos mais que os de PVC (Kluge et al., 1999).

Recentemente, têm-se desenvolvido técnicas de medição do processo de transpiração dos produtos vegetais através de métodos não destrutivos. A utilização de coeficientes para descrever o “status” de água do produto e o fluxo ao seu redor pode ser utilizada na configuração de equipamentos e procedimentos durante a pós-colheita com o objetivo de minimizar a perda de qualidade (Linke e Geyer, 2000).

A exigência do consumidor leva ao melhoramento das práticas que tendem a conservar as boas características dos frutos obtidas no momento da colheita. Um estudo realizado por Bruhn (1995), proveniente de entrevistas com consumidores e comerciantes, indica uma maior preferência por aqueles pêssegos de bom tamanho, firmeza, cor, aroma e sabor. Por sua vez, nota-se uma preocupação geral pelo fato de que os frutos comercializados em estado fresco carecem de suculência. Deve-se considerar que esse inconformismo do consumidor deriva da não obtenção da qualidade exigida, assim como da perda

dos bons atributos do fruto devido a práticas de manuseio inadequadas durante a colheita e pós-colheita.

Desordens fisiológicas

As desordens fisiológicas são as principais causas da perda de qualidade interna de frutos. Uma desordem fisiológica é definida como o colapso experimentado pelo tecido vegetal que não é causado pela invasão de patógenos ou danos mecânicos. Desenvolve-se sob condições adversas do ambiente, principalmente temperatura, ou carências nutricionais durante o crescimento e desenvolvimento (Wills et al., 1989).

A desordem mais importante do ponto de vista da qualidade interna e que afeta diretamente o valor comercial e de consumo em muitas espécies é o denominado dano por frio, colapso interno. Alguns autores englobam, também, os sintomas com o nome de escurecimento interno. Esta desordem fisiológica desenvolve-se durante o armazenamento a baixas temperaturas e se manifesta quando as frutas são transferidas a temperatura ambiente.

Os sintomas são uma perda de suculência, em que a textura da fruta faz lembrar a farinha, lã ou couro, com conseqüente perda de sucosidade; avermelhamento do mesocarpo próximo do caroço com um posterior escurecimento, indo aos tons bordô ao marrom; menor capacidade de maturação e de desenvolvimento de cor normal da polpa; diminuição de aroma característico e aumento dos sabores estranhos e, indiretamente, maior sensibilidade ao ataque de patógenos (Mitchel e Kader, 1989). Em alguns casos desenvolve-se ao redor do caroço uma consistência gelatinosa e, com o progresso da injúria, os sintomas misturam-se entre si (Fernandez Trujillo, Cano e Artes, 1998). É importante destacar que essas variabilidades de sintomas nem sempre aparecem conjuntamente e que em certas ocasiões pode-se observar somente farinocidade, sem outra sintomatologia.

Textura farinácea

A farinocidade é um dos primeiros sintomas de dano por frio e tem limitado a comercialização de frutos entre países próximos, como Chile e Estados Unidos, onde a distância entre portos é considerada pequena, entre 12 e 14 dias (Luchsinger, 2000).

Os aspectos citoquímicos e ultraestruturais explicam as mudanças que ocorrem nas paredes celulares do mesocarpo de pêssegos durante o desenvolvimento da consistência farinácea. A mesma se caracteriza por um incremento dos espaços intercelulares (Von Mollendorf, Jacobs e De Villiers, 1992; Brovelli, Brecht e Sherman, 1998a) e um acúmulo de substâncias pécticas na matriz intercelular. Na estrutura dos compostos celulósicos da parede celular, não foram observadas mudanças importantes. Em nível estrutural, observou-se uma dissolução da lamela média, uma separação celular, aumento irregular da parede primária e uma plasmólise das células parenquimatosas do mesocarpo à medida que progride a injúria (Luza et al., 1992).

A farinocidade não é produzida como consequência da desidratação do fruto e sim obedece aos efeitos de uma retenção da água em forma de gel em nível da parede celular e lamela média o que faz que a mesma não esteja disponível no estágio líquido. (Luchsinger, 2000). O autor, em uma compilação bibliográfica, assinala que o fenômeno é produzido pelo aumento do nível de pectinas de alto peso molecular. Não obstante, ainda não se tem uma explicação consistente para esclarecer bioquimicamente esta classe de injúria (Artes, Cano e Fernandez Trujillo, 1998).

Fisiologicamente, o genótipo sensível à injúria apresenta uma maior taxa respiratória, entretanto não foram observadas diferenças na produção de etileno entre cultivares sensíveis e resistentes (Brovelli, Brecht e Sherman, 1998b). Recentemente, os mesmos autores assinalam que as cultivares propensas a desenvolver farinocidade usualmente produzem menor quantidade de etileno, e

que a taxa de produção do mesmo indica melhor o estágio de desenvolvimento do fruto à época da colheita do que um relacionamento com a anomalia (Brovelli et al., 1999).

A farinocidade na polpa, não se manifesta externamente, escapando-se aos controles visuais nas transações comerciais de qualquer índole, sendo que, para ser identificada são empregados métodos destrutivos, utilizando uma amostragem que pode não ser eficiente. É importante mencionar os avanços técnicos na detecção de distúrbios fisiológicos texturais, como a utilização de laser Doppler, sem necessidade de cortes na fruta, o que facilita o controle de qualidade, principalmente nos mercados de maior concentração (Muramatsu et al., 1999).

Escurecimento interno – Polifenoloxidase e Peroxidase

O sintoma de escurecimento interno da polpa, associado ao dano por frio em frutas frescas, é responsável pela diminuição da qualidade sensorial e nutricional.

Do ponto de vista bioquímico, a atividade das enzimas polifenoloxidase e peroxidase têm sido relacionada com o desenvolvimento de escurecimento interno dos pêssegos armazenados a baixas temperaturas por várias semanas (Brady, 1993). O início dessas reações foi descrito por Wang (1982) que associou uma modificação físico-química das membranas a uma subsequente descompartimentatização, colocando em contato a enzima com o substrato.

A polifenoloxidase é uma proteína amplamente distribuída em bactérias, fungos, animais e vegetais. Nos vegetais, tem-se reportado que se encontra tanto em cloroplastos como nas membranas internas da mitocôndria, ou simplesmente associada com a parede celular. O grau de ligação à membrana depende do tipo de tecido, produto e estágio de maturação. À medida que o fruto amadurece, as membranas das organelas desintegram-se liberando a enzima. Por tanto, aqueles

processos que atuam na integridade das membranas também influenciam sobre a atividade da enzima (Mercado Silva, 2000).

A compilação de diferentes trabalhos realizada por Zawistowski, Biliaderis e Eskin (1991) assinala que os pêssegos contêm duas formas de polifenol oxidase, a catecol oxidase e lacase (p-diphenol oxigênio oxido - reductase). A polifenoloxidase é uma enzima cúprica, que em presença de oxigênio catalisa duas principais reações: a hidroxilação dos monofenóis em *o*-difenois e uma desidrogenação dos *o*-difenois em *o*-quinonas, que apresentam uma leve coloração amarela. Estas últimas são objeto de posteriores reações enzimáticas e não enzimáticas que conduzem à formação de compostos escuros.

Dependendo dos compostos fenólicos dos quais foram originadas e das condições ambientais no momento das reações, as quinonas produzidas apresentam diferenças de intensidade e matiz nas cores desenvolvidas (Forget e Gauillard, 1997).

Relacionando substrato e enzima, o grau de escurecimento entre as diferentes cultivares varia com o conteúdo de fenólicos e atividade da polifenoloxidase, o que pode ser utilizado para a seleção de cultivares resistentes à injúria. Neste sentido, foram identificados os compostos fenólicos de diferentes cultivares de pêssego, encontrando-se que a catequina, procianidina B₃, ácido clorogênico, neoclorogênico e ácido cafeico foram os predominantes, sendo o ácido clorogênico o principal. O nível deste último foi mais alto naquelas cultivares mais sensíveis ao escurecimento, assim como a atividade da polifenoloxidase (Lee et al., 1990). Trabalhos similares nos tecidos do mesocarpo de pêssegos assinalam uma predominância de ácido quínico, seguido em concentração pelos ácidos gentísico, clorogênico e síringico. Entretanto, a diferença entre os distintos genótipos com relação à sua sensibilidade ao escurecimento foi atribuída aos altos níveis encontrados dos ácidos clorogênico

e gentísico, assim como com o maior teor de fenólicos totais (Elshiekh, 1992; Cheng e Crisosto, 1995).

A atividade da polifenoloxidase e teor de fenóis varia ao longo do desenvolvimento e amadurecimento dos frutos. Nas quinze cultivares analisadas por Lee et al. (1990), os níveis de catequina, procianidina B₃, ácido clorogênico, neolorogênico e ácido cafeico decresceram durante o período de amadurecimento e permaneceram constantes durante duas semanas antes da colheita. A atividade da polifenoloxidase foi reportada por Flurkey e Jen (1978) como muito alta durante os primeiros estádios do desenvolvimento de pêssegos, decrescendo a níveis constantes no momento de endurecimento do caroço, observando-se outras formas da enzima ou isoenzimas e uma constante mudança dessas formas.

Mercado Silva (2000), em uma compilação bibliográfica, faz referência às formas ligadas e livres da polifenoloxidase. Durante o desenvolvimento, aumenta os níveis da forma livre e, no caso de pêssegos, a atividade desta última incrementa conforme avança a maturação.

Trabalhos anteriores reportam (Harel, Mayer e Lerner, 1970) que durante o desenvolvimento de pêssegos, a atividade da catecol oxidase decresce durante as primeiras semanas e permanece baixa até o momento da colheita. No entanto, a atividade da lacase permanece com níveis de atividade muito baixos durante os primeiros três meses, aumentando sua atividade, no momento da colheita, acima da registrada por catecol oxidase.

A peroxidase é uma enzima óxido-redutase e utiliza o peróxido de hidrogênio como substrato. Todavia, mono e dihidrofenóis, ácido clorogênico, flavonóides, entre outros, são substratos potenciais que geram um amplo número de produtos através de reações de peroxidação, oxidação e hidroxilação. Nos tecidos vegetais apresenta-se na forma de grupos diferentes de isoenzimas,

sendo sua atividade detectada no vacúolo, tonoplastos, plasmalema, mitocôndria, microsomas e parede celular.

Os efeitos da atividade da peroxidase são difíceis de identificar, evidenciando-se somente durante o armazenamento prolongado de frutas e hortaliças, podendo ser confundidos com os efeitos da atividade da polifenoloxidase. Não obstante, acredita-se que interfere nas mudanças de cor, aroma, textura e atributos nutricionais. Pode desempenhar um importante papel no amadurecimento de frutos, catalisando reações oxidativas, aumentando, portanto, sua atividade, juntamente com o aumento de peróxido de hidrogênio (Robinson, 1991). Não obstante, Ingham, Parker e Waldron (1998) reportaram que a importância da peroxidase no amadurecimento de frutos é pouco compreendida.

Durante o desenvolvimento de pêssegos, observou-se que a atividade da enzima seguiu a mesma curva sigmoideal do aumento de peso dos frutos (Flurkey e Jen, 1978).

Em relação ao colapso interno e escurecimento da polpa durante o armazenamento de pêra 'Yali', observou-se um incremento da atividade de peroxidase com acumulação de malondialdeído, sugerindo que o escurecimento pode estar associado com a permeabilidade das membranas e peroxidação dos lipídeos (Zhang-HuaYun et al., 1994). Resultados similares foram observados em frutos de manga da cultivar Keitt. Durante o armazenamento a 20 °C, após 5 °C as frutas que desenvolveram escurecimento na casca apresentaram maior atividade da peroxidase que aquelas sadias (Zauberman et al., 1988). No caso da desordem na casca de maçãs ou escaldadura, a mesma não foi relacionada com as mudanças de atividade da peroxidase (Zhanyuan-Du e Bramlage, 1995).

Fatores relacionados ao dano por frio

Cultivar

As diferentes cultivares ou genótipos variam na sua susceptibilidade às alterações provocadas pelo frio. Neste aspecto, têm sido classificados em farináceos e não farináceos, tendo em conta sua susceptibilidade ao desenvolvimento dos sintomas característicos. Estudos da anatomia e fisiologia de ambos os tipos revelaram diferenças no desenvolvimento das alterações de textura durante o amadurecimento a 20 °C, após três semanas de frio (Brovelli, Brecht e Sherman, 1998a).

A avaliação de uma determinada cultivar quanto à produtividade e tolerância ao clima está relacionada também aos estudos pós-colheita de susceptibilidade em desenvolver desordens fisiológicas. Neste sentido, é importante destacar os estudos realizados por Crisosto, Mitchel e Ju (1999), segundo o qual diferentes cultivares de pêssego de polpa amarela e branca, nectarinas e ameixas provenientes de diferentes fontes de cruzamentos e cultivadas na Califórnia, USA, foram avaliados de acordo com sua susceptibilidade ao desenvolvimento de escurecimento interno. As frutas foram armazenadas a 0 e 5 °C durante cinco semanas e, de acordo com os sintomas observados dentro desse período, foram classificadas em categorias: A- sem sintomas em qualquer das temperaturas; B- com sintomas só a 5 °C, e C com sintomas em ambas as temperaturas. A maior parte dos pêssegos apresentou escurecimento interno e farinocidade nas duas temperaturas, sendo, portanto, classificados dentro da categoria C.

As cultivares de pêssegos são usualmente divididas considerando a época de amadurecimento fisiológico, sendo separadas em cultivares de amadurecimento precoce ou ciclo produtivo curto, médio, tardio e muito tardio. As diferenças genótípicas são evidenciadas através dos seus respectivos

potenciais de armazenamento, sendo os precoces e médios aqueles que proporcionam maior vida de armazenamento, sem apresentar farinocidade (Luza et al., 1992)

Fatores pré-colheita

Crisosto, Scott Jhonson e Dejons (1997b), em uma revisão bibliográfica, reportaram os fatores produtivos ou de pré-colheita que afetam a qualidade obtida e o potencial de vida pós-colheita de pêssegos, nectarinas e ameixas. Dentro destes fatores, foram consideradas a nutrição mineral, fertilização foliar, irrigação, carga frutífera e posição da fruta na copa da árvore. Os autores sustentam que existe pouca informação sobre os fatores pré-colheita que afetam o desenvolvimento do escurecimento interno, visto que nos últimos dez anos se tem dado muita ênfase à maturação na colheita e às temperaturas de armazenamento, mas muito pouca às influências das práticas culturais sobre a qualidade dos frutos de caroço.

Momento da colheita

O estágio de maturação da fruta no momento da colheita afeta diretamente seu comportamento pós-colheita, medido através da capacidade de obter as características de qualidade durante o amadurecimento, susceptibilidade às desordens fisiológicas e patológicas, tolerância ao armazenamento e manuseio.

Com o objetivo de obter frutos para abastecer o mercado em épocas de melhor preço, os produtores adiantam a colheita sem levar em conta os distúrbios posteriores. Neste sentido, tem se demonstrado, para uma mesma cultivar, que o estágio de menor maturação provoca um desenvolvimento maior de sintomas de dano por frio na polpa (Fernandez Trujillo, Cano e Artes, 1998). Por outro lado, os estádios de maturação avançados aceleram os processos

normais de senescência, com o subsequente desenvolvimento de perda de água e aparecimento de textura gelatinosa (Taylor et al., 1993).

A determinação do momento ótimo de colheita em pêssegos é um dos maiores conflitos que atualmente enfrenta a comercialização, justamente pelo amplo espectro dos estádios de maturação em que ocorre a injúria, unidos à dificuldade de definir parâmetros apropriados que expressem fielmente essa madures ótima.

Ertan et al. (1991) combinou estudos de índices de colheita com a incidência de colapso interno na cultivar de pêssego Red Globe. Dos parâmetros avaliados (cor de fundo, firmeza, sólidos solúveis, acidez titulável e climatério respiratório), concluiu que as combinações de firmeza de polpa e teor de sólidos solúveis totais foram as variáveis de melhor confiança na determinação do ponto de maturação na colheita. Não obstante, apesar de ter determinado os parâmetros ótimos, a cultivar desenvolveu farinocidade o que limitou sua vida pós-colheita.

Temperatura e composição da atmosfera de armazenamento

As temperaturas de armazenamento refrigerado, como as de amadurecimento às quais são expostos os frutos de caroço, são fatores muito importantes na preservação da qualidade dos frutos. As baixas temperaturas contribuem para prolongar a vida pós-colheita, embora o intervalo 2,2 a 3,3°C favoreça o desenvolvimento de dano por frio ou escurecimento interno em alguns cultivares (Salunkhe, Bolin e Reddy, 1991). Em geral, os pêssegos e damascos são mais sensíveis que as nectarinas, e estas mais que as ameixas (Luchsinger, 2000). Neste sentido, têm sido realizados numerosos estudos com o objetivo de otimizar as temperaturas de armazenamento refrigerado, visando diminuir seu efeito nocivo. É importante destacar que cada resultado obtido é considerado quase específico da cultivar de referência, sendo os mesmos transferidos com prudência para outros casos similares.

Há vinte anos, Anderson (1979), trabalhando com as variedades de pêssego Río Oso Gem, Loring, Blake, Redskin e nectarina Regal Grand, comprovou que a fruta mantida durante quatro semanas a 0 °C apresentou melhor aparência interna que aquela mantida a 5 °C durante o mesmo período. O traslado de outra amostra de fruta armazenada durante 1 e 2 semanas a 0 °C para uma temperatura de 5 °C resultou em uma fruta com severo escurecimento interno. Entretanto, frutas armazenadas a 5 °C por 1 e 2 semanas e transferidas para temperatura de 0 °C apresentaram menor incidência de escurecimento interno. As amostras aquecidas durante dois dias a 18 °C, nas quais foram aplicados os tratamentos sob o esquema: armazenamento a 0 °C, e logo após, 2 dias, a 18 °C e novamente a 0 °C, apresentou significativamente menor escurecimento interno que aquela fruta que não foi aquecida à temperatura ambiente. Os pêssegos e as nectarinas que foram aquecidos durante o armazenamento a baixas temperaturas tiveram menor taxa respiratória que os outros aos quais não se aplicou o tratamento.

Kim-Sung-Bok et al. (1998) relataram o efeito na qualidade e vida pós-colheita de pêssegos Yumyoung, com tratamentos à base de aquecimento intermitente. A fruta submetida a um aquecimento intermitente por 24 horas, uma vez por semana durante o armazenamento refrigerado, apresentou escurecimento na sexta semana. Ao contrário, 50 % das frutas do tratamento testemunha, sem aquecimento, desenvolveram escurecimento na quarta semana.

Existem consideráveis informações dos efeitos das baixas temperaturas, sem alcançar o ponto de congelamento, elevada umidade relativa e certas composições atmosféricas na diminuição das reações metabólicas normais que continuam se desenvolvendo ainda após a colheita. A compreensão dos principais sistemas fisiológicos e bioquímicos envolvidos nos processos de maturação, senescência e incidência de desordens fisiológicas têm permitido desenvolver técnicas capazes de controlar a incidência de dano por frio.

Nanos e Mitchell (1991) relataram que as cultivares de pêssegos O'Henry e Fairtime e as nectarinas Red Jim e September Grand, armazenados a 0 °C, tiveram significativamente maior vida pós-colheita que aquelas armazenadas a 5 °C, devido às diferenças no desenvolvimento de sintomas de escurecimento interno. A manutenção destas cultivares durante 2 dias a 20 °C antes do armazenamento a 0 e 5 °C prolongou sua vida pós-colheita. A adição de 5 % de CO₂ à atmosfera de armazenamento resultou em um armazenamento de 6 semanas e a fruta permaneceu firme e sem escurecimento interno. A redução de O₂ do ar manteve a firmeza, mas não diminuiu o aparecimento de escurecimento interno.

Nanos e Mitchell (1991) reportaram a combinação de alta temperatura com atmosfera controlada (alto CO₂/baixo O₂) em pêssegos e nectarinas, com respeito à incidência de escurecimento interno. A manutenção de uma atmosfera de 5 a 15% de CO₂ e 1 a 5% de O₂ durante 2 dias a 20 °C preveniu parcialmente a maturação, medida por amaciamento da polpa e perda da cor verde, e não se detectaram sabores estranhos. A manutenção dos pêssegos a 20 °C por 4 dias em atmosfera refrigerada, mais 20 % de CO₂, produziu um detrimento na qualidade da fruta, detectado pelo amaciamento e desenvolvimento de sabores estranhos

Crisosto et al. (1997a) estudaram a relação do tamanho de fruto e atmosfera controlada sobre o desenvolvimento da sintomatologia de escurecimento interno na variedade O' Henry. Os autores utilizaram frutas grandes (0,275g), médias (0,175g) e pequenas (0,125g) que foram armazenadas em ambiente refrigerado e atmosfera controlada com 5 % CO₂ mais 2 % O₂ ou em 17 % CO₂ mais 6 % O₂ a 3,3 °C. Observaram que as frutas grandes desenvolveram alteração na textura e escurecimento antes das tamanho médio e pequeno. A melhor atmosfera para os frutos grandes foi 17% CO₂ mais 6% O₂, e estes apresentaram 10 dias a mais de vida pós-colheita que as frutas grandes conservadas na primeira atmosfera controladas ou em atmosfera regular. A

alteração na textura, em todos os casos, apareceu antes do escurecimento da polpa.

2.4.2 Textura

A textura ou firmeza da polpa de um fruto, juntamente com a aparência e sabor, são os três elementos que governam a aceitabilidade de determinado produto por parte dos consumidores. É um importante fator de qualidade no momento do consumo, como também para quantificar sua capacidade de manipulação e conservação. A mesma está em função da turgidez, integridade, tamanho, forma das células e dos tecidos de suporte, assim como de sua composição. A turgidez depende de substâncias osmoticamente ativas dentro do vacúolo, da permeabilidade do protoplasma e da elasticidade da parede celular. A presença de cálcio é considerada essencial na preservação da integridade das membranas e parede celular.

A firmeza da polpa é um parâmetro essencial na determinação do momento ótimo de colheita de muitos frutos, embora nem sempre possa ser utilizada como única variável, sendo que, em alguns casos, têm sido relacionada com a cor de casca, tamanho de fruto, conteúdo de amido no caso das maçãs, dias após a florada, entre outros.

A firmeza da polpa é um parâmetro importante nos pontos de controle de qualidade. Dependendo da espécie e cultivar, sua quantificação permite obter uma aproximação do potencial de armazenamento, facilidade de manipulação e comportamento durante a vida de prateleira.

Os instrumentos tradicionalmente utilizados para medir numericamente a firmeza da polpa são os denominados penetrômetros, os quais expressam a força necessária para vencer a resistência à penetração de um êmbolo (Wills et al., 1989). Este método apresenta como vantagem a objetividade, simplicidade das medições e relativo baixo custo dos instrumentos. Como desvantagem, pode-se

indicar que o mesmo é destrutivo, o valor obtido difere com o aparelho utilizado e que não é uma medida precisa, estando sujeita à destreza ou habilidade de quem a realize.

Recentemente têm sido desenvolvidos métodos denominados não destrutivos, que quantificam a firmeza com maior precisão e, em alguns casos, detectam anomalias internas da polpa. O método de utilização de ultra-som está baseado na utilização de um conjunto de ondas de baixa frequência para medir o sinal ultra-sônico transmitido e recebido através da casca da fruta. A atenuação dessas ondas ultra-sônicas muda como resultado do amadurecimento e amaciamento da fruta durante o ciclo de produção e armazenamento (Mizrach, 2000). Em uma compilação bibliográfica, Shmulvich (2000) reporta outros métodos não destrutíveis, como a utilização de reflexão e transmissão da luz, fluorescência, microondas, ressonância magnética e vibração.

A diminuição da firmeza ou amaciamento de muitos frutos, como o pêssego, começa ainda na planta. Esse amaciamento é uma característica desejável no momento do consumo. Embora o interesse de prolongar sua vida pós-colheita conduza a cultivares mais firmes, o desenvolvimento de práticas culturais durante ciclo do cultivo tende a deter a perda de firmeza e as técnicas pós-colheita tendem a manter essa firmeza.

O mais eficiente é a obtenção de genótipos resistentes ao amaciamento prematuro através dos cruzamentos. Neste sentido, as avaliações das diferentes cultivares em relação à firmeza e sua classificação, juntamente com outras características, têm como objetivo oferecer material genético para os melhoradores (Byrne, Nikolic e Burns, 1991).

A aplicação de reguladores, como o ácido giberélico, durante o desenvolvimento dos frutos, têm sido eficaz em retardar o amaciamento dos frutos e, conseqüentemente, obter maior potencial de vida pós-colheita (Zilkah et al., 1997).

Pectinas

As células dos tecidos vegetais estão circundadas por paredes celulares, as quais são fisicamente rígidas, fornecendo suporte mecânico aos diferentes tecidos. Nas plantas superiores, a parede celular está composta por três camadas denominadas lamela média, parede primária e parede secundária. A composição química e estrutura física da parede celular variam amplamente entre as espécies, cultivares e até entre as células adjacentes.

Os componentes mais importantes da parede celular são os polissacarídeos celulose, hemicelulose e as substâncias pécnicas. Embora proteínas, lignina, água, cutina e suberina, assim como compostos inorgânicos, possam também estar presentes (Goodwin e Mercer, 1982).

As substâncias pécnicas atuam como materiais cimentantes localizados na lamela média. Derivam dos ácidos poligalacturônicos e ocorrem nas formas de protopectina, ácido pectínico, pectina e ácido péctico (Salunkhe, Bolin e Reddy, 1991). Os compostos pécticos mais abundantes são os ácidos poliurônicos, formados principalmente por cadeias não ramificadas de resíduos de ácido com ligação α 1-4 -D-galacturônico, metil esterificados.

O amadurecimento dos frutos está associado com mudanças nos polissacarídeos, as quais precedem a perda de estrutura e amaciamento da polpa. Dentre os polissacarídeos, os mais afetados são os polímeros pécticos.

O metabolismo da parede celular durante o desenvolvimento e amadurecimento de frutos de caroço é um processo dinâmico. Durante as primeiras etapas desse processo, as frações pécticas mais solúveis são convertidas a formas menos solúveis, embora durante o amadurecimento ocorra uma reversão, com o aumento das formas solúveis e decréscimo das insolúveis. Os componentes de ambas as frações constituíram ácido galacturônico, raminose, arabinose e galactose, os quais aumentam até um máximo durante o desenvolvimento e diminuem durante o amadurecimento. As mudanças mais

acentuadas ocorrem no ácido galacturônico e raminose e sugerem que primeiramente os componentes rhamnogalacturônicos são hidrolisados, dando origem aos poligalacturônicos, e secundariamente aos arabinogalacturônicos (Bouranis e Niavis, 1992).

A comparação das características das pectinas da polpa de frutos de pêssegos imaturos com amadurecidos das cultivares Elberta e Babygold mostraram características diferentes. Na cultivar Elberta, as pectinas isoladas de frutas maduras apresentaram maior conteúdo de grupo metoxil e ácido galacturônico, baixo peso molecular e viscosidade, que as pectinas de frutos imaturos. Entretanto, nos frutos maduros da cultivar Babygold, as pectinas foram de menor peso molecular, não diferiram na porcentagem de ácido galacturônico e grupos metoxil e apresentaram menor grau de esterificação e viscosidade que as pectinas dos frutos imaturos (Chang e Smit, 1973).

A textura farinácea, desenvolvida pelos frutos como umas das sintomatologias do dano por frio, está associada ao metabolismo das pectinas. A viscosidade na fração solúvel aumenta em frutas farináceas, indicando uma maior massa molecular. Pectinas com menor massa molecular são menos propensas à formação de gel e, conseqüentemente, ao desenvolvimento de farinocidade (Von Mollendorf, Jacobs e De Villiers, 1992).

Os frutos armazenados em condições de atmosfera controlada desenvolvem menos farinocidade que aqueles armazenados em atmosfera regular. Essa diferença é atribuída ao fato de que a fruta, armazenada em atmosfera regular, apresenta um menor grau de esterificação das pectinas da parede celular (Lurie et al., 1994).

Enzimas – Poligalacturonase (PG) e Pectinametilsterase (PME)

Uma característica comum entre os frutos durante o amadurecimento é o incremento de atividade enzimática degradativa na parede celular, responsável

pelo amaciamento. As substâncias pécticas sofrem despolimerização e uma desesterificação com remoção dos grupos metílicos (Salunkhe, Bolin e Reddy, 1991).

O metabolismo das pectinas têm sido relacionado com a enzima pectinametilesterase, presente no final do desenvolvimento de frutos, e com a poligalacturonase, presente durante o amadurecimento (Brady, 1993). Não obstante, durante o amadurecimento outras enzimas ou isoformas, às vezes difíceis de isolar e identificar intervêm (Bonghi et al., 1994).

A poligalacturonase (PG) é uma enzima hidrolítica que aumenta sua atividade até o amaciamento, com um incremento da solubilidade das pectinas, sugerindo uma conexão causa-efeito (Pressey, Hinton e Avants, 1971). Trabalhos posteriores identificaram duas formas da enzima, exo e endo poligalacturonase, reportando que ambas as formas aumentam sua atividade gradualmente durante o amadurecimento de pêssegos e que essa atividade acelera o estágio de senescência (Downs e Brady, 1990).

Exo e endo PG, assim como celulase, apresentam pouca atividade durante o estágio pré-climatérico em pêssegos, incrementando significativamente logo em seguida, coincidindo com uma maior síntese de etileno. Também detectaram-se isoformas diferentes de ambas as enzimas durante seu pré e pós-climatérico. O fato de incrementar a atividade após ter começado o amaciamento ou durante o climatérico sugere que outras enzimas, além da celulase e poligalacturonase, estejam implicadas nas primeiras etapas do amadurecimento (Bonghi et al., 1994).

A endopoligalacturonase ocasiona uma ruptura das cadeias de ácidos galacturônicos, obtendo formas ao acaso, e efetivamente reduz o tamanho molecular. Por outro lado, a exopoligalacturonase remove as unidades de monômeros provenientes do final da cadeia do substrato, com um mínimo efeito sobre a macromolécula (Pressey e Avants, 1978).

A diferença na composição da poligalacturonase na polpa entre os pêssegos de caroço aderido e livre é responsável pelas diferentes características texturais. Nos frutos não maduros de ambos os tipos, o nível de pectina solúvel permanece baixo, e conseqüentemente, sem atividade da PG. Não obstante, nos frutos maduros de caroço aderido, detectou-se atividade da exo PG e, essencialmente, pectina insolúvel, o que explica sua menor capacidade de amaciamento. No entanto, nos frutos de caroço livre, a exo e endo PG desenvolvem atividade e, portanto originam um alto nível de pectina solúvel, o que explica sua maior capacidade de amaciamento (Pressey e Avants, 1978).

Geneticamente foram encontradas diferenças que explicam as características diferentes na textura entre pêssegos denominados farináceos e os não farináceos em relação à endo PG. O estudo da região de restrição do fragmento que codifica a endo PG em frutos farináceos demonstrou que o mesmo não aparece na seqüência genômica dos frutos com textura não farinácea. Os resultados sugerem que o gene da endo PG corresponde somente aos frutos farináceos (Lester, Sherman e Atwell, 1996).

Os efeitos das técnicas utilizadas em pós-colheita para preservar a qualidade da fruta são comprovados através do comportamento das enzimas associadas ao metabolismo bioquímico. Assim, a utilização de concentrações ultrabaixas de oxigênio no armazenamento de pêssegos e seu efeito na preservação da firmeza da polpa são atribuídos à inibição da atividade da poligalacturonase e da endo- β -(1-4)-glucanase (EG), sendo o teor de produção de etileno muito baixo ou nulo (Vidrin, Tonutti e Hribar, 1997).

Com temperaturas baixas, ao redor de 0 °C, utilizadas normalmente durante o armazenamento de nectarinas, cv. Fantasia, não ocorre a solubilização dos polímeros pécticos da parede celular. Quando essa fruta é trasladada a temperaturas mais altas de amadurecimento, a composição da parede celular experimenta mudanças. Observa-se uma limitada solubilização das pectinas e

despolimerização, predominando polímeros de alto peso molecular, junto com uma textura farinácea. Em frutas às quais se aplicou calor intermitente em intervalos regulares durante um armazenamento refrigerado, a composição da parede celular mostrou, quando trasladadas em condições de amadurecimento, que os polímeros foram despolimerizados e solubilizados, com pouca predominância de polímeros ricos em ácido urônico. Se bem ocorre um amaciamento dos tecidos, a qualidade da fruta é similar à obtida logo após a colheita (Dawson, Watkins e Melton, 1995).

A função da pectinametilesterase no crescimento e desenvolvimento de plantas ainda não é completamente entendida, embora tenha sido realizado um número menor de trabalhos em relação a outras enzimas. A relação da atividade da pectinametilesterase, com o processo de amadurecimento têm sido pouco estudada. Além disso, os dados obtidos em diferentes experimentos mostram resultados antagônicos. Brady (1993), em uma compilação bibliográfica, assinala que foi detectada atividade enzimática ao final da etapa de desenvolvimento e após duas semanas de armazenamento em frio, embora, em outros trabalhos, os autores não tenham encontrado atividade.

2.4.3 Sabor e aroma – ‘Flavor’

O ‘flavor’ é definido como aquelas propriedades de aroma e sabor desenvolvidas através da estimulação das sensações sensoriais no consumidor e consideradas como os aspectos dominantes do mais subjetivo atributo de qualidade (Salunkhe, Bolin e Reddy, 1991).

O aroma envolve diminutas quantidades de substâncias voláteis, tais como ésteres, aldeídos, cetonas, álcoois e hidrocarbonatos, as quais experimentam mudanças à medida que os frutos desenvolvem-se, amadurecem ou deterioram-se.

O sabor é dado pela presença de certos constituintes solúveis e voláteis, como açúcares, sais, ácidos orgânicos e alcalóides, os quais, dependendo de sua concentração, oferecem uma sensação de doçura, salinidade, acidez ou amargor (Salunkhe, Bolin e Reddy, 1991).

Sessenta e cinco a oitenta por cento dos sólidos solúveis em pêssegos e nectarinas são açúcares, considerando que valores superiores a 10 % garantem uma qualidade aceitável. A sacarose é o açúcar predominante, sendo a glucose, frutose e sorbitol componentes significativos (Brady, 1993). As concentrações dos mesmos variam entre as cultivares. Byrne, Nikolic e Burns (1991), estudando doze genótipos diferentes cultivados no Estado de Texas, nos Estados Unidos, observaram que 54 % correspondem à sacarose, 32 % à frutose e 15 % à glucose. Entretanto, na cultivar Maravilha, sobre diferentes porta enxertos, Caruso, Giovannini e Liverani (1996) reportaram que o 67 % dos sólidos solúveis corresponderam à sacarose, 16 % à glucose, 14 % à frutose e 3 % ao sorbitol.

Durante a etapa de desenvolvimento do fruto ocorrem mudanças importantes que levam à obtenção da qualidade definitiva. À medida que o fruto aumenta de tamanho e começa o processo final do amadurecimento, as concentrações de ácidos não voláteis, açúcares e açúcares da pectina variam. Em pêssegos da cultivar Monroe, a sacarose experimenta o maior aumento, acompanhando a curva dupla sigmóide do desenvolvimento do fruto. A glucose, frutose e sorbitol encontram-se em níveis significativos e seu comportamento é diferente do observado na sacarose. A frutose e glucose permanecem constantes durante o período final do desenvolvimento; porém, o sorbitol aumenta até certo nível, não variando depois, sugerindo que o mesmo é convertido em sacarose. No caso dos monossacarídeos e dissacarídeos, como a xilose, galactose e inositol, os mesmos não superaram 0,1 % (Chapman e Horvat, 1990).

Os ácidos não voláteis detetados em pêssegos são málico, cítrico e quínico, sendo a porcentagem de succínico menor que 0,1 %. Nas primeiras etapas do crescimento, o ácido quínico apresenta a maior porcentagem, declinando logo em seguida e permanecendo constante durante o resto do período. O ácido cítrico mantém um nível constante e depois decresce, registrando-se um aumento do ácido málico (Chapman e Horvat, 1990). Os frutos de pêssego são considerados ácidos quando o nível de ácido málico excede 1 % e o pH adquire valores de 3,5 (Brady, 1993).

A relação entre os ácidos orgânicos varia principalmente com a cultivar, sendo que, na cultivar Maravilha, de baixo requerimento de horas de frio, o ácido cítrico representa 45-50 % do conteúdo total de ácidos orgânicos, sendo o málico 33-36 % e o succínico 17-19 % (Caruso, Giovannini e Liverani, 1996).

O sabor de muitos cultivares de pêssegos é definido como adstringente, considerando-se uma possível relação entre o conteúdo de compostos fenólicos e o grau de adstringência (Kubota, Takagi e Kudo, 1993). A quantificação de compostos fenólicos, como o ácido quínico, determina maior concentração em frutos imaturos, diminuindo durante a maturação (Chapman e Horvat, 1990). Essa concentração também difere entre os diferentes genótipos de pêssego (Elshiekh, 1992).

O "flavor" é afetado por diferentes fatores, tais como a cultivar, condições ambientais durante o cultivo, práticas culturais e manejo pós-colheita. O manejo da fruta após a colheita e as condições de armazenamento refrigerado pode provocar mudanças no grau de acidez da fruta, teor de sólidos solúveis e compostos fenólicos (Elshiekh, 1992).

2.5 Atmosfera Modificada (AM)

Atmosfera modificada é definida como aquela em que a composição gasosa é diferente do ambiente normal. A atmosfera modificada é considerada

passiva quando a composição gasosa é modificada pela respiração dos frutos e a permeabilidade da barreira utilizada. O armazenamento sob este tipo de AM utiliza o processo respiratório do vegetal para reduzir o nível de oxigênio e aumentar o anidrido carbônico ao redor do produto. É um sistema dinâmico em que o processo de respiração e permeabilidade ocorre simultaneamente (Salunkhe, Bolin e Reddy, 1991). A atmosfera modificada é considerada semi-ativa quando um ou mais gases são adicionados ou retirados no início, sendo seus níveis não controlados. É considerada ativa quando a porcentagem de cada gás é estritamente controlada logo após adicionados ou retirados (Yahia, 1998).

O principal benefício das atmosferas modificadas na conservação dos frutos tem sido relacionado com o retardo do amadurecimento e senescência, diminuição ou controle de desordens fisiológicas e patológicas (Yahia, 1998). Neste sentido, o processo respiratório é atenuado pelas concentrações inferiores de oxigênio e mais altas de anidrido carbônico, o que incide diretamente naqueles processos metabólicos dependentes de oxigênio, assim como na sobrevivência de determinados patógenos (Salunkhe, Bolin e Reddy, 1991).

A utilização de atmosferas modificadas e controladas, juntamente com o correto manuseio de temperatura e umidade relativa, têm sido eficazes em manter a firmeza dos frutos durante um maior período (Siddiqui et al., 1996). Por outro lado, pêssegos mantidos em atmosfera modificada com filmes plásticos de baixa e alta densidade apresentaram maior firmeza após 14 e 28 dias de frio do que aqueles mantidos em condições de atmosfera regular (Kluge et al., 1999). Entretanto, Lurie (1993), estudando o efeito de uma atmosfera modificada (polietileno de baixa densidade e 40 micras de espessura) no armazenamento de pêssegos e nectarinas, observou que a mesma prolongou a vida pós-colheita e reduziu a incidência de colapso interno. A conservação da qualidade dos frutos se relaciona mais com os altos níveis de CO₂ do que com os baixos níveis de O₂.

Para a obtenção de AM são utilizados diferentes tipos de barreiras na restrição da troca de gases, tais como câmaras impermeáveis ao ar; recobrimento de caixas, contêineres e 'paletes' com filmes de polietileno, polivinil cloreto ou PVC e utilização de ceras diretamente sobre os frutos. No caso de AM passiva, essa modificação é um processo lento pelo qual o efeito alcançado pode ser pouco eficaz (Chitarra e Chitarra, 1990), embora apresente o menor custo de instalação e manutenção.

Na decisão do tipo de atmosfera a ser utilizada, devem ser observados alguns fatores, como tipo de produto, volume, rentabilidade, sensibilidade às diferentes combinações de O₂ e CO₂, período de armazenamento. Quando são utilizadas atmosferas inadequadas, podem ocorrer processos respiratórios anaeróbicos que conduzem ao desenvolvimento de sabor e aroma anormais, assim como colapso interno dos tecidos (Yahia, 1998).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Matéria prima

Para o desenvolvimento deste experimento, utilizou-se a produção comercial de novembro de 1999, da cultivar Marli, pêssego de polpa branca. Os frutos procederam de uma empresa de fruticultura localizada na cidade de Barbacena, estado de Minas Gerais. Os parâmetros utilizados para a determinação do momento da colheita foram a cor da casca e o tamanho de fruto.

Os pêssegos foram colhidos pelo produtor nas primeiras horas da manhã, transportados imediatamente ao galpão de embalagem, onde foram classificados de modo a obter uniformidade na maturação e ausência de alterações físicas e patológicas. O acondicionamento final foi efetuado em caixas de papelão com capacidade para dez unidades e cobertura individual de papel.

3.2 Instalação, delineamento experimental e tratamentos

Os pêssegos foram transportados para o Laboratório de Bioquímica de Frutos do Departamento de Ciência dos Alimentos da UFLA, situado no município de Lavras, estado de Minas Gerais, distante aproximadamente 153 Km do local da colheita. Realizou-se uma segunda classificação de modo a obter uma uniformidade final na maturação e eliminar aquelas frutas com defeitos.

Não foi aplicado tratamento químico pós-colheita, considerando a aplicação de fungicidas durante o ciclo produtivo, juntamente com as condições de embalagem e higiene do ambiente suficiente para evitar o aparecimento de fungos.

As frutas foram separadas ao acaso nos diferentes tratamentos, permanecendo acondicionadas nas caixas originais de papelão.

A atmosfera modificada foi obtida recobrando as embalagens com filme de PVC de 30 micras de espessura. Na atmosfera regular, a fruta permaneceu sem recobrimento. Logo após, a fruta foi distribuída nos estantes da câmara fria de modo uniforme para evitar efeitos do microambiente. As frutas a serem utilizadas na avaliação controle de colheita e amadurecimento normal foram mantidas nas condições de laboratório.

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC) com três repetições, sendo que cada unidade experimental constou de dez frutos.

Foram aplicados dezessete tratamentos, dos quais doze foram dispostos em esquema 'fatorial 2x2x3', correspondente a 2 sistemas de armazenamento (Fator A: atmosfera regular e modificada), 2 períodos de armazenamento a 0 °C (Fator B: 2 e 3 semanas), 3 períodos sob temperatura de 20 °C após o armazenamento refrigerado (Fator C: 0, 2 e 4 dias).

A causa de variação 'outros' corresponderam aos cinco tratamentos, nos quais os frutos não foram armazenados sob frio, ou seja frutos avaliados no momento da colheita (testemunha) e aos 2 e 4 dias sob temperatura de 20°C logo após a colheita em atmosfera regular e modificada.

3.3 Condições de armazenamento

Para o armazenamento refrigerado utilizou-se a câmara frigorífica instalada no mesmo laboratório. Antes do recebimento da fruta, essa câmara foi lavada com detergente comum e desinfetada com hipoclorito de sódio 30 %.

A temperatura e umidade relativa foram ajustadas e controladas com um psicrômetro, sendo os valores de 0 ± 1 °C e 85 - 90 %, respectivamente.

Para o armazenamento, à temperatura ambiente, utilizaram-se as condições do laboratório, no qual a temperatura média registrada foi de 20 °C.



3.4 Análises

As determinações de massa, firmeza, suco, sólidos solúveis, acidez e pH foram realizados na fruta fresca. Uma vez finalizadas as análises, a fruta foi cortada, congelada com nitrogênio líquido e armazenada em freezer a $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$, para as análises posteriores.

3.4.1 Físicas e visuais

Perda de massa - foi registrado o valor da massa da fruta no momento do armazenamento refrigerado e ao final do mesmo. A diferença entre ambas foi expressa em porcentagem de perda de massa com referência ao valor inicial. Para este procedimento, utilizou-se uma balança semi - analítica Mettler, modelo PC2000.

Conteúdo de suco - para sua determinação, procedeu-se a retirada da seção da sutura de uma amostra de dez frutos, que foi pesada e processada separando-se a polpa do suco. Esse último foi pesado e expresso como porcentagem do tecido fresco. O suco extraído foi utilizado para as análises de sólidos solúveis totais, acidez titulável e pH.

Incidência de Escurecimento Interno - A presença de sintomatologia de escurecimento foi determinada visualmente a partir do momento da manifestação dos sintomas. Para sua caracterização, foram utilizados os níveis de leve, médio e severo. O nível leve quando a injúria evidenciou-se na região do caroço sem afetar a polpa; médio quando a superfície da polpa afetada foi de 10 % e severo quando essas porcentagens superaram 10 %. Os resultados obtidos foram dados em porcentagem de frutos doentes sobre o total de frutos no momento de serem constatados os sintomas de escurecimento interno.

Firmeza da polpa - foram retiradas, superficialmente, porções da casca de um centímetro de diâmetro, aproximadamente, de ambas as faces laterais e da sutura longitudinal. A força necessária para vencer a resistência da polpa à penetração de uma sonda de 11mm de diâmetro foi determinada com um Penetrômetro EFFEGI (Facchini s.r.l., Alfonsini, RA, Itália).

Os resultados obtidos em libras força foram transformados em Newtons, considerando se que $1N = 4,4482 \text{ lbf}$.

3.4.2 Químicas e Bioquímicas

Pectina - a extração foi realizada segundo a técnica descrita por McCready e McComb (1952), sendo a determinação realizada colorimetricamente através da reação com Carbazol, de acordo com Bitter e Muir (1962). Os resultados foram expressos em mg de pectina por 100 gramas de polpa.

Porcentagem de solubilização - obtida a partir dos dados de pectina total e solúvel através da seguinte equação: $(\text{pectina solúvel} / \text{pectina total}) \times 100$.

Extração enzimática de polifenoloxidase e peroxidase - O tecido congelado foi homogeneizado em politron, marca Teckmar, com tampão fosfato 0,05 M, pH 7,0 e imediatamente filtrado em organza. O homogenato obtido foi centrifugado durante 10 minutos a 5000 g e temperatura de 0 °C. O sobrenadante resultante foi utilizado para a determinação de atividade enzimática (Matsuno e Uritani, 1972).

Atividade da polifenoloxidase (PFO) - a determinação da atividade enzimática foi realizada pelo método de Teisson (1979). Um mL de extrato enzimático foi colocado junto com 3,6 mL de tampão fosfato 0,1 M, pH 7,0 e 0,1 mL de catecol 10 mM. A solução obtida foi incubada durante 30 minutos a 30 °C. A mesma foi interrompida pela adição de 1,6 mL de ácido perclórico 2N. A atividade foi

expressa em unidades por minuto por grama de tecido fresco, sendo considerada uma unidade como a mudança de 0,001 de absorbância a 420 nm.

Atividade da peroxidase (PER) - determinada pelo método de Matsuno e Uritani (1972). Três mL de extrato enzimático foram colocados em 5 mL de tampão fosfato citrato 0.02 M, pH 5,0; 0,5 mL de peróxido de hidrogênio 30 % e 0,5 mL de guaiacol. A solução foi incubada a 30 °C durante cinco minutos. Interrompeu-se a reação pela adição de 1mL de bisulfito de sódio 30 %. A atividade enzimática foi expressa em unidades por minuto por grama de tecido fresco.

Extração enzimática de pectinametilesterase e poligalacturonase - Foi realizada segundo técnica de Buecher e Furmanski (1978), com modificações (Vilas Boas 1995). O tecido mesocárpico foi triturado em politron com água destilada (4 °C). O homogenato foi filtrado através de organza. O resíduo obtido foi suspenso em NaCl 1 M resfriado e o pH ajustado para 6,0 com NaOH . O novo homogenato foi incubado a 4 °C durante 1 hora e filtrado em gaze. O filtrado foi centrifugado a 5000 g durante 10 minutos, a 4 °C. O sobrenadante resultante foi filtrado em papel de filtro e o extrato utilizado para a determinação de atividade enzimática.

Atividade de pectinametilesterase (PME) - A mesma foi determinada segundo Hultin, Sun e Bulger (1966). Um mL do extrato enzimático foi adicionado em 30 mL de pectina cítrica 1 % em NaCl 0,1M. O pH manteve-se em 7,0 durante 10 min com o auxílio de NaOH 0,025N. Uma unidade de PME foi definida como a quantidade de enzima capaz de catalizar a desmetilação de pectina correspondente ao consumo de 1µmol de NaOH min.⁻¹. g⁻¹ de massa fresca, sob as condições de ensaio.

Atividade de poligalacturonase (PG) - determinada segundo Markovic, Heinrichová e Lenkey (1975). O extrato foi incubado em solução de 0,25% de ácido poligalacturônico em tampão acetato de sódio 37,5 mM pH 5,0 por 3 horas. A reação foi interrompida em banho-maria fervente. Os grupos redutores liberados foram determinados pela técnica de Somogy, modificada por Nelson (1944), sendo utilizada glucose anidra como padrão. Foi usado como branco o mesmo extrato inativado termicamente e incubado nas mesmas condições.

Foi considerada uma unidade de atividade de poligalacturonase como aquela capaz de catalisar a formação de um nmol de grupos redutores por minuto. Os resultados foram expressos em unidades por grama por minuto.

Acidez total titulável (ATT) - determinada por titulação com uma solução de NaOH 0,1 N e indicador fenofaleína, de acordo com o Instituto Adolfo Lutz (1985). Os resultados obtidos foram expressos em % de ácido málico.

pH - determinado por potenciometria, em potenciômetro Digimed, modelo DMpH-2.

Sólidos Solúveis Totais (SST) - a determinação foi realizada com auxílio de um refratômetro digital ATAGO PR - 1000 e os resultados dados em %, conforme a metodologia da AOAC (1990).

Relação Sólidos Solúveis Totais / Acidez Total Titulável (SST/ATT) - foi obtida a partir do quociente entre os valores obtidos de sólidos solúveis totais e os de acidez total titulável.

Açúcares solúveis totais - foram extraídos com álcool etílico 80 % e determinados pelo método de Antrona (Dische, 1962). Os resultados foram expressos em % de glucose na polpa.

3.4.3 Análise estatística

As análises de variância para as causas de variação dos diferentes parâmetros avaliados foram realizadas de acordo com o seguinte esquema:

Causas de variação	GL	Causas de variação	GL
Tratamentos	16	AxC	2
Fatorial 2x2x3	11	BxC	2
Fator A	1	AxBxC	2
Fator B	1	Outros	4
AxB	1	Fatorial vs. Outros	1
Fator C	2	Residuo	34

A fonte de variação 'Fatorial vs. Outros' refere-se à comparação da média dos tratamentos avaliados no esquema fatorial 2x2x3 com a média dos 'outros' tratamentos, ou seja, compara os tratamentos armazenados no frio (fatorial) com aqueles não armazenados no frio (outros).

A análise de variância da variável 'perda de massa' foi realizada considerando-se um experimento fatorial 2x2, no seguinte esquema:

Causas de variação	GL
Fator A	1
Fator B	1
AxB	1
Residuo	8

Sendo que, o fator A correspondeu às atmosferas regular e modificada durante o armazenamento refrigerado; o Fator B correspondeu aos períodos de 2 e 3 semanas sob temperatura de 0°C.

Para as análises das variáveis PFO e PER anexou-se o estudo da comparação de atividade enzimática entre a parte da fruta afetada versus parte não afetada por escurecimento após três semanas de armazenamento. Os resultados obtidos foram dispostos em um esquema fatorial 2x2x3 em base ao seguinte esquema:

Causas de variação	GL	Causas de variação	GL
Fator A	1	AxC	1
Fator B	1	BxC	1
AxB	1	AxBxC	1
Fator C	1	Residuo	16

O Fator A correspondeu às atmosferas regular e modificada utilizadas no armazenamento; o Fator B correspondeu aos 2 e 4 dias sob temperatura de 20 °C após três semanas de armazenamento refrigerado e o Fator C foi dado pela parte interna ou afetada e a parte externa da fruta ou não afetada pela injúria.

Os diferentes dados obtidos das variáveis estudadas foram submetidos a análises de variância utilizando o procedimento FACTOR adequado para três fatores e ANOVA-1 para o conjunto dos tratamentos pertencentes ao “software” Microcomputer Statistical Programme - MSTAT (Nissen, 1988). O procedimento RANGE, do mesmo programa, foi empregado quando houve efeito significativo das causas de variação, sendo as médias comparadas através do teste Duncan ao nível 5 % de probabilidade.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Perda de massa

Observou-se interação significativa ($p < 0,05$) entre os fatores sistema de armazenamento, atmosfera regular e modificada, com o período de armazenamento, duas e três semanas. O resumo da análise de variância encontra-se na Tabela 1 A.

Os frutos mantidos sob AR experimentaram uma perda de massa significativamente superior após três semanas de armazenamento refrigerado, em relação às duas semanas. Entretanto, nos frutos mantidos sob AM a perda de massa foi a mesma durante os dois períodos considerados (Figura 1). A atmosfera modificada foi eficaz na retenção de água dos frutos, visto que os pêssegos sob AM apresentaram uma menor perda de massa que os sob AR, e essas diferenças correspondem a 49 % e 45,5 % após duas e três semanas, respectivamente (Figura 2).

A atmosfera modificada atua como uma barreira, evitando a perda de vapor de água e massa, sendo que sua efetividade tem sido reportada por Hagenmaier e Shaw (1992) como dependente de sua permeabilidade, o que, juntamente com uma umidade relativa de 85-95 % do ambiente, faz manter a umidade ao redor do produto, resultando em uma diferença de pressão de vapor menor (Chitarra e Chitarra, 1990).

Em pêssegos da cultivar 'Flordaprince' armazenados a $1 \pm 1^\circ\text{C}$ e 85-90 % de umidade relativa, a diminuição de massa esteve relacionada com o sistema de armazenamento, período e tipo de embalagem. Os frutos mantidos em atmosfera regular apresentaram uma perda de massa de 10,83 % aos 14 dias e 21,46 % aos 28 dias. Entretanto, nos frutos mantidos sob atmosfera modificada e durante o mesmo período, essas porcentagens foram menores que 1 %. Dos tipos de polietileno utilizados na atmosfera modificada, os de alta e baixa densidade

foram mais efetivos que o PVC como barreiras a desidratação (Kluge et al., 1999).

A aparência dos frutos é comprometida quando a perda de umidade é acompanhada de sintomatologia. Considera-se que a mesma se faz evidente quando os níveis alcançam 5-10 %, dependendo do tipo de vegetal. Não obstante, neste experimento, os frutos com uma perda superior a 10 % não desenvolveram o aspecto murcho ao redor do pedicelo, embora os frutos de atmosfera modificada tenham apresentado um aspeto mais túrgido.

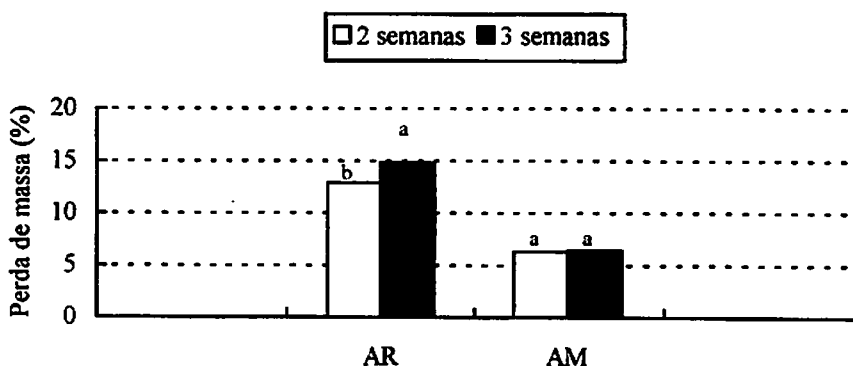


FIGURA 1 Perda de massa em pêsegos (cv. Marli), expressa em porcentagem, após 2 e 3 semanas de armazenamento refrigerado ($0 \pm 1^{\circ}\text{C}$; 85-90 % UR) em condições de atmosfera regular (AR) e modificada (AM) (letras diferentes entre cada par de barras representam diferenças significativas pelo teste de Duncan a $p < 0,05$).

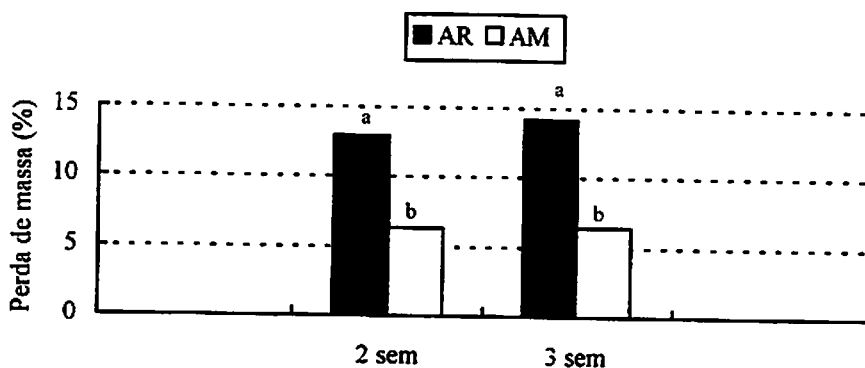


FIGURA 2 Perda de massa em pêsegos (cv. Marli), expressa em porcentagem, sob condições de atmosfera regular (AR) e modificada (AM) durante 2 e 3 semanas de armazenamento refrigerado (letras diferentes entre cada par de barras representam diferenças significativas pelo teste de Duncan a $p < 0,05$).

4.2 Conteúdo de suco (%)

Os dados obtidos assinalam que as duas diferentes condições de armazenamento, AR e AM, não determinaram diferenças estatísticas com relação ao conteúdo de suco, embora este parâmetro tenha sido numericamente maior nas frutas sob AM. Observou-se uma interação significativa entre os fatores semanas de armazenamento refrigerado e exposição à temperatura ambiente ($p < 0,05$). Em geral, observou-se efeito significativo das semanas, sugerindo que existem fortes evidências de que no armazenamento por três semanas o conteúdo de suco foi menor do que nas duas semanas. Para três semanas a tendência do conteúdo de suco foi diminuir à medida que aumentaram os dias sob temperatura ambiente, sendo que os frutos expostos por 4 dias à temperatura ambiente, após 3 semanas de armazenamento refrigerado, apresentaram os menores valores de conteúdo de suco (Figura 3). O resumo da análise de variância encontra-se na Tabela 2 A.

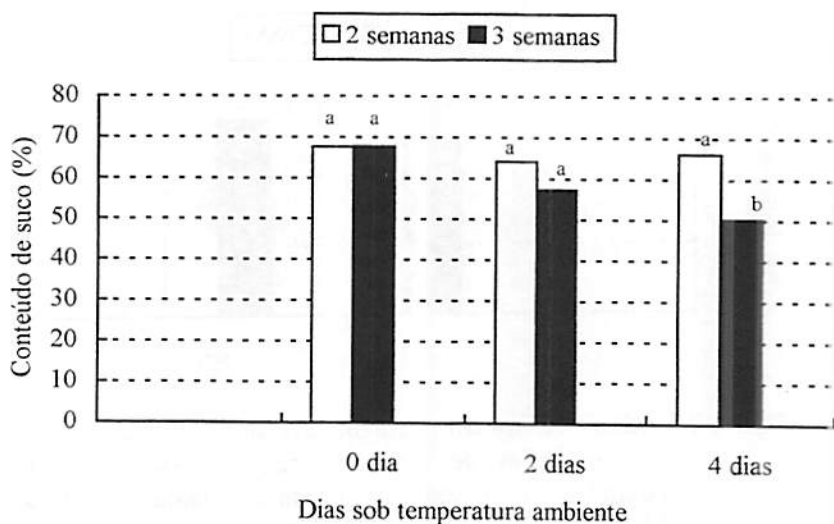


FIGURA 3 Valores médios de conteúdo de suco em pêssegos (cv. Marli), expressos em porcentagem, durante 0, 2 e 4 dias sob temperatura ambiente (20 °C) após 2 e 3 semanas de armazenamento refrigerado ($0 \pm 1^{\circ}\text{C}$; 85-90 % UR) em condições de atmosfera regular (AR) e modificada (AM), (letras diferentes entre cada par de barras representam diferenças significativas pelo teste de Duncan a $p < 0,05$).

A análise estatística da causa de variação 'outros', que compara a porcentagem de suco dos frutos na colheita com a exposição por 2 e 4 dias a 20°C e armazenados nas condições de AR e AM, logo após a colheita, não determinou diferenças significativas, mantendo os frutos a qualidade inicial, embora os valores numéricos tenham sido menores aos 4 dias.

A avaliação dos dados obtidos nos distintos tratamentos, desde o momento da colheita, mostrou que a temperatura de $0 \pm 1^{\circ}\text{C}$ da câmara manteve a sucidade dos frutos durante o armazenamento por duas e três semanas, independente da atmosfera de armazenamento. Estes resultados são similares aos reportados por Von Mollendorff, Jacobs e De Villiers (1992) em pêssegos de

outra cultivar, segundo o qual, durante o período de armazenamento em frio, não foram observados frutos farináceos. Não obstante, os pêssegos conservados em condições de AR diminuíram o conteúdo de suco a valores menores que 50 %, durante o armazenamento de 4 dias a 20 °C, após 3 semanas de refrigeração, o qual é o limite mínimo aceitável de qualidade para o consumo de pêssego in natura. No entanto, o conteúdo de suco dos frutos provenientes de AM, embora tenha diminuído nos subseqüentes 2 e 4 dias de temperatura ambiente, não diferiu estatisticamente daquele obtido a partir dos frutos na colheita (Figura 4).

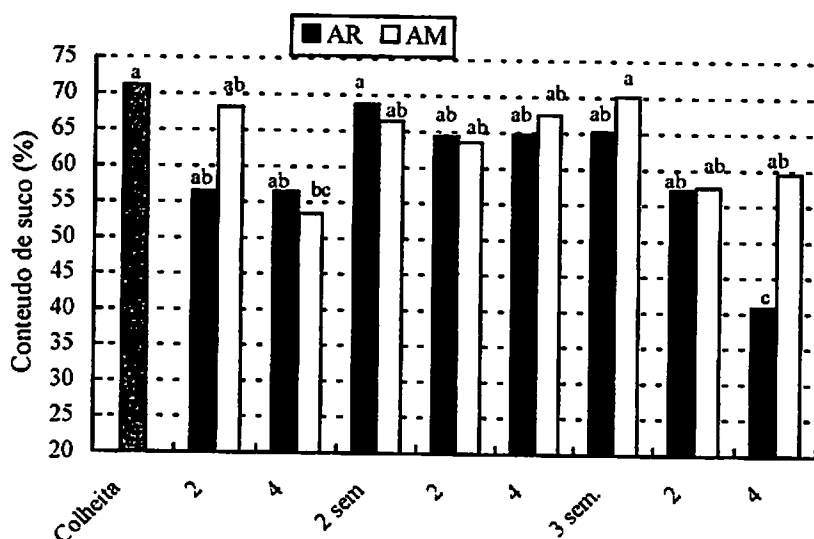


FIGURA 4 Valores médios de conteúdo de suco expressos em porcentagem no momento da colheita, seguido de 2 e 4 dias a 20 °C; 2 e 3 semanas de armazenamento refrigerado ($0\pm 1^{\circ}\text{C}$), seguidos de 2 e 4 dias à temperatura ambiente (20 °C) em condições de Atmosfera Regular e Modificada, em pêssegos, cv Marli (letras diferentes representam diferenças significativas pelo teste de Duncan a $p < 0,05$)

O desenvolvimento de textura farinácea tem sido reportado como uma característica associada com a indisponibilidade permanente ou transitória da

água no estágio líquido, em nível da parede celular, manifestada em uma diminuição do conteúdo de suco durante o amadurecimento à temperatura ambiente e após o armazenamento refrigerado (Bramlage, 1982).

4.3 Escurecimento interno

A primeira sintomatologia de escurecimento interno observado na polpa esteve caracterizada por uma região, ao redor do caroço, de cor mais intensa que o resto da polpa, acompanhado, no caso de alguns frutos, de pontuações avermelhadas na região adjacente à casca. Com a intensificação da injúria, os tecidos afetados foram ativando a pigmentação até uma cor vermelha - bordô e se expandindo por toda a polpa. Não foi detectada gelatinosidade, reportada por outros autores (Mitchel e Kader, 1989), e sim uma textura farinácea que se seguiu aos sintomas mais avançados de escurecimento. É de conhecimento geral, como uma consequência indireta da injúria, a predisposição ao ataque fúngico, fato que não foi detectado, sendo a porcentagem de doenças provocadas por patógenos de 0,98 % durante todo o experimento. Outra característica coincidente com estudos anteriores (Von Mollendorff e Villiers, 1988; Lill, O'Donoghue e King, 1989) foi que os sintomas surgiram após três semanas de armazenamento refrigerado durante o período de armazenamento à temperatura ambiente.

Externamente, os frutos apresentaram aspecto túrgido, boa coloração e sem alterações na casca, imediatamente após a saída da câmara e após 3 semanas de frio em condições de AR e AM (Figuras 5 e 6).



FIGURA 5 Aparência externa de pêsegos cv. Marli após 3 semanas de armazenamento refrigerado em atmosfera regular ($0 \pm 1^\circ\text{C}$; 85-90 % UR).



FIGURA 6 Aparência externa de pêsegos cv. Marli após 3 semanas de armazenamento refrigerado em atmosfera modificada ($0 \pm 1^\circ\text{C}$; 85-90 % UR).

Durante o armazenamento, à temperatura ambiente, os frutos conservaram as mesmas características externas, confirmando o risco do consumidor quando adquire fruta de excelente aspecto, mas sem valor comercial, ao perder a qualidade interna (Figura 7).



FIGURA 7 Aparência interna e externa de pêssegos cv. Marli afetados por escurecimento interno durante o armazenamento a 20°C após 3 semanas de armazenamento refrigerado

Neste trabalho, os pêssegos conservados em atmosfera regular e modificada desenvolveram sintomas de escurecimento interno, sendo a porcentagem calculada sobre o número de frutos correspondentes às parcelas mantidas à temperatura de 20 °C após refrigeração de 3 semanas.

Sessenta por cento dos frutos sob atmosfera modificada apresentaram injúria de nível leve aos 2 dias (Figura 8), aumentando sua sintomatologia dentro dos níveis médio aos 4 dias a 20 °C (Figura 9). Entretanto, os frutos mantidos sob atmosfera regular evidenciaram a injúria a partir do segundo dia de armazenamento a 20 °C após refrigeração, com as lesões classificadas como

severas aumentando a 80 % aos 4 dias a 20 °C (Figura 10), momento que coincidiu com o decréscimo no conteúdo de suco a valores significativamente inferiores, comparados com os de AM (Figura 4).

A comparação do nível da injúria com o conteúdo de suco mostra que os frutos afetados severamente por escurecimento interno, caso dos pêssegos sob AR, apresentaram valores menores que 50 % de suco aos 4 dias, o que indica a presença de farinocidade.

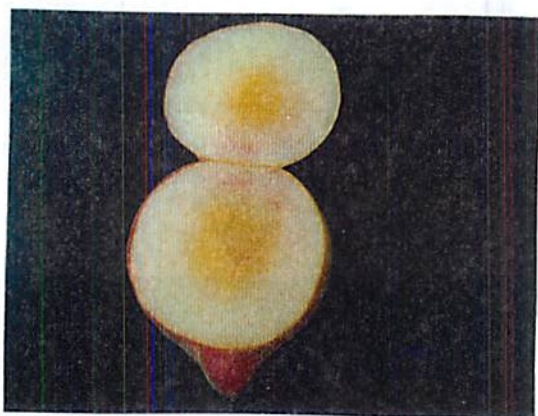


FIGURA 8 Sintomatologia leve de escurecimento interno em pêssegos cv Marli, sob atmosfera modificada e aos 2 dias após armazenamento.



FIGURA 9 Sintomatologia média de escurecimento interno em pêsegos cv. Marli, sob atmosfera modificada e aos 4 dias após armazenamento



FIGURA 10 Sintomatologia severa de escurecimento interno em pêsegos cv. Marli, sob atmosfera regular e aos 4 dias após armazenamento

.4.4 Polifenoloxidase (PFO) e Peroxidase (PER)

O resumo da análise de variância encontra-se na Tabela 2A, correspondendo aos resultados obtidos a partir da parte da polpa próxima a casca.

Os dados obtidos demonstraram que o comportamento da polifenoloxidase foi influenciado pelo fator condição de armazenamento, sendo que os frutos mantidos sob atmosfera regular apresentaram maior atividade desta enzima (Figura 11). Durante o período de duas e três semanas, esta enzima não apresentou diferenças ao nível de significância de 0,05, embora os valores tenham sido superiores às três semanas ($P=0,08$). Embora não tenham sido medidas as concentrações de gases no ambiente originado pelo metabolismo dos frutos na atmosfera modificada, os supostos níveis inferiores de oxigênio conduziram, possivelmente, a uma menor atividade de PFO e, conseqüentemente, menor desenvolvimento de escurecimento interno.

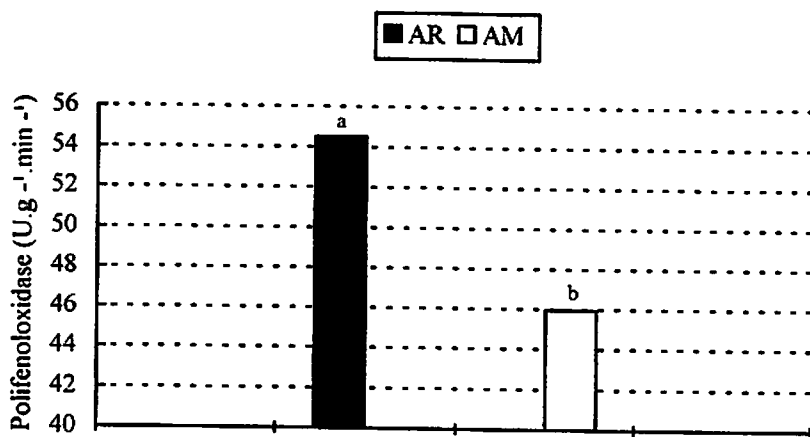


FIGURA 11 Representação gráfica da atividade da polifenoloxidase (PFO) em função dos sistemas de armazenamento (A R e A M) em pêssago, cv. Marli (letras diferentes representam diferenças significativas pelo teste de Duncan a $p<0,01$).

Esta enzima têm sido reportada como dependente do nível de oxigênio, catalisando as reações que conduzem à formação dos compostos responsáveis pela pigmentação escura na polpa (Espín et al., 1996), sendo, portanto,

relacionada com a sintomatologia característica da injúria (Brady, 1993). Outros trabalhos citam os benefícios de certas combinações de gases na atmosfera de armazenamento em diminuir o escurecimento da polpa em pêssegos (Choi, Lee e Kader, 1997.; Crisosto et al. 1997a.; Feippe e Rodriguez, 1995.; Lurie, 1993).

Mais recentemente incorporou-se a utilização de embalagens microperfuradas de atmosfera modificada como uma alternativa mais econômica que a atmosfera controlada e mais eficiente que a tradicional atmosfera modificada no controle de escurecimento interno e farinocidade em frutas, assim como no prolongamento da vida de prateleira (Day, 2000; Retamales et al., 2000).

O fator dias de armazenamento a 20 °C após a refrigeração influenciou o comportamento da enzima por meio do aumento de atividade aos 2 e 4 dias sob temperatura de 20 °C, com relação ao dia 0 ($P < 0,01$, Figura 12). Relacionando o exposto anteriormente com a incidência de escurecimento interno da polpa, os níveis da injúria foram mais severos após a atividade desta enzima ter-se incrementado após o armazenamento refrigerado e durante o período de armazenamento à temperatura ambiente. Em pêssegos e nectarinas, tem-se reportado que o escurecimento da casca depende da presença de atividade enzimática da PFO e a presença de ácido clorogênico, considerados os principais precursores do escurecimento (Cheng e Crisosto, 1995), e outros estudos marcam uma estreita correlação entre o grau de escurecimento com o conteúdo de fenólicos e atividade da PFO (Lee et al., 1990).

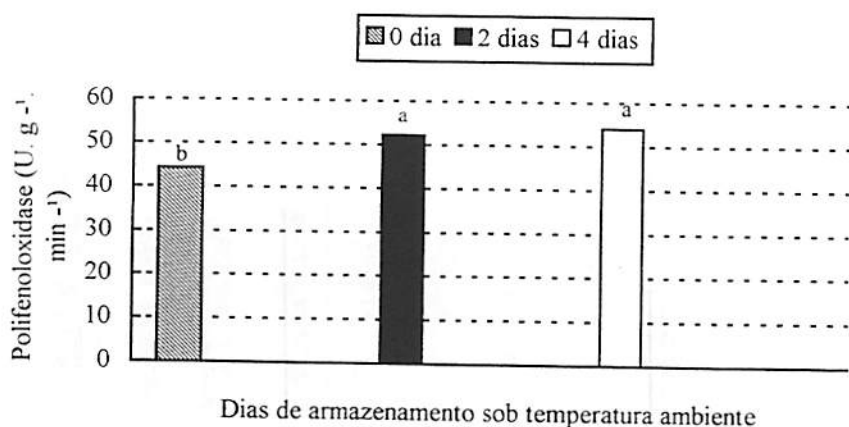


FIGURA 12 Valores médios de atividade de polifenoloxidase (PFO) em pêsegos, cv. Marli, expressa em unidades/grama/minuto em função dos períodos de 0, 2 e 4 dias a 20 °C (letras diferentes representam diferenças significativas pelo teste de Duncan a $p < 0,05$)

A causa de variação 'outros' teve um efeito significativo na atividade da PFO, mostrando um aumento nos valores desta variável, aos 2 e 4 dias logo após a colheita nos frutos sob AR e AM. Entretanto a causa de variação 'Fatorial vs Outros' não apresentou um efeito significativo, assinalando que o armazenamento sob frio e sob temperatura ambiente foi igual, para a atividade desta enzima.

Os valores maiores e estatisticamente significativos da atividade da PFO aos 4 dias sob temperatura de 20 °C após 3 semanas de frio em AR, comparados com os registrados no mesmo período nos frutos de AM, coincidiram com o nível de severidade de escurecimento interno apresentado pelos pêsegos mantidos em AR (Figura 13).

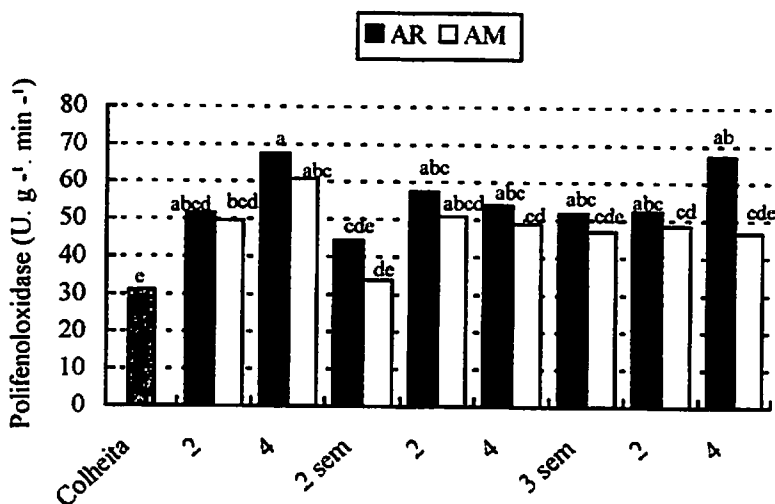


FIGURA 13 Valores médios de atividade de polifenoloxidase (PFO) expressa em unidades/grama/ minuto no momento da colheita, logo após 2 e 4 dias a 20 °C; 2 e 3 semanas de armazenamento refrigerado (0 ± 1°C), seguidos de 2 e 4 dias à temperatura ambiente (20 °C), em condições de AR e AM em pêsegos, cv Marli (letras diferentes representam diferenças significativas pelo teste de Duncan a $p < 0,05$)

Os resultados obtidos da atividade da enzima peroxidase mostraram um efeito significativo ($p < 0,01$) para a interação tripla entre as condições de atmosfera regular e modificada, as semanas sob refrigeração e os dias sob temperatura ambiente.

O maior valor, estatisticamente significativo, foi apresentado pelos frutos mantidos em AR após três semanas sob refrigeração, sendo que a atividade da peroxidase manteve os mesmos níveis durante exposição à temperatura ambiente, independente do período de armazenamento a frio. Entretanto, as semanas de refrigeração não influenciaram a atividade da peroxidase nos frutos submetidos a AM, após exposição à temperatura ambiente (Figura 14).

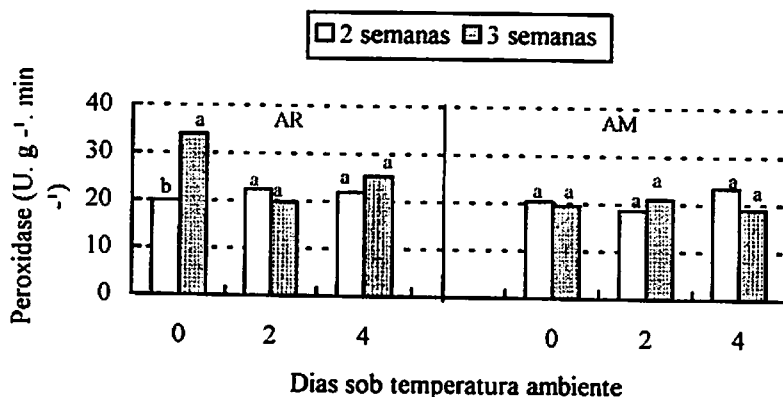


FIGURA 14 Valores médios de atividade de peroxidase (PER) expressa em unidades/grama/minuto em pêssegos, cv. Marli, durante o armazenamento refrigerado de duas e três semanas ($0 \pm 1^\circ\text{C}$), em condições de Atmosfera Regular e Modificada (letras diferentes dentro de cada par de barras representam diferenças significativas pelo teste de Duncan a $p < 0,01$)

Após duas semanas de armazenamento refrigerado, a atividade da peroxidase não mostrou diferenças significativas nos frutos mantidos sob AR e AM, a despeito da exposição à temperatura ambiente. Entretanto, após três semanas de frio os pêssegos de AR apresentaram uma atividade enzimática estatisticamente superior aos de AM, logo após a saída da câmara fria e após o armazenamento por 4 dias à temperatura ambiente. (Figura 15).

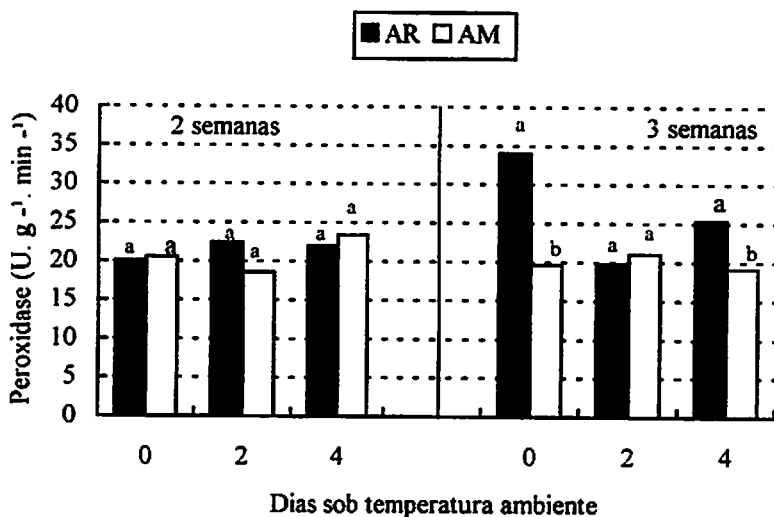


FIGURA 15 Valores médios de atividade de peroxidase (PER) de pêssegos, cv. Marli, expressa em unidades/grama/minuto em função do efeito da atmosfera de armazenamento (letras diferentes dentro de cada par de barras representam diferenças significativas pelo teste de Duncan a $p < 0,05$)

Os dias que os frutos permaneceram sob temperatura de 20 °C, logo após frio, afetaram o comportamento da enzima nos frutos sob AR, para os quais a máxima atividade foi registrada no dia 0, logo após três semanas de armazenamento refrigerado. Entretanto, nos frutos sob AM, os dias sob temperatura ambiente não afetaram o comportamento da enzima (Figura 16).

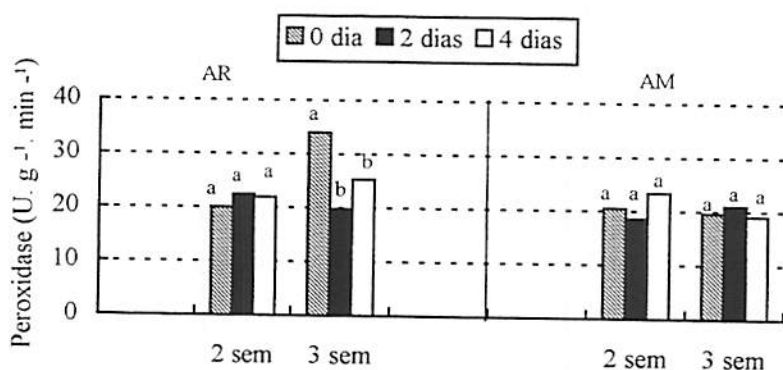


FIGURA 16 Valores médios de atividade de peroxidase (PER) de pêssegos, cv. Marli expressa em unidades/grama/minuto em função dos dias sob temperatura ambiente de 20°C, logo após o armazenamento refrigerado (0±1°C; 85-90 % UR), (letras diferentes para cada conjunto de barras representam diferenças significativas pelo teste de Duncan a p<0,05)

Em relação à implicação desta enzima com o desenvolvimento de escurecimento interno, observou-se que sua maior atividade coincidiu com os níveis de maior severidade nos frutos de atmosfera regular após três semanas de armazenamento sob refrigeração, juntamente com um aumento da atividade da polifenoloxidase. Forget e Gaillard (1997) sugerem que esta enzima não apresenta uma atividade dependente do nível de oxigênio do ambiente. Não obstante, em presença de PFO, aumenta a degradação de fenóis. Considerando-se que a oxidação dos compostos fenólicos a quinonas em presença de peróxido de hidrogênio é limitante na atuação da peroxidase pelos baixos níveis de peróxido nos tecidos vegetais (Nicolas et al., 1994), aquelas formas quinônicas são utilizadas como substrato pela peroxidase, embora a PFO gere peróxido de hidrogênio.

Os resultados estatísticos obtidos da causa de variação 'tratamentos' e 'outros' demonstraram que a atividade enzimática de peroxidase no dia da colheita aumentou significativamente logo após 2 e 4 dias sob temperatura de

20°C nos frutos de ambas as atmosferas, sem efeito das mesmas. Durante o armazenamento, nos pêssegos sob AR a atividade enzimática em relação à colheita manteve um aumento significativo, embora os valores tenham sido os mesmos no dia 0, logo após duas semanas de frio. Os pêssegos sob AM apresentaram a mesma tendência, embora não tenham diferenças com os valores a colheita ao dia 0 logo após duas e três semanas de frio. Aos 4 dias, logo após três semanas de frio, a atividade enzimática da peroxidase não apresentou diferença estatística com o valor obtido na colheita, embora esse valor tenha sido numericamente maior (Figura 17).

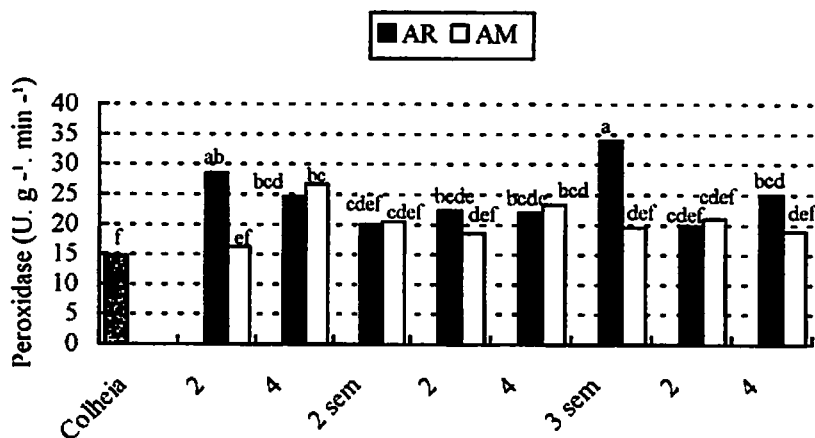


FIGURA 17 Valores médios de atividade de peroxidase (PER), expressa em unidades/grama/minuto no momento da colheita, logo após 2 e 4 dias a 20 °C; 2 e 3 semanas de armazenamento refrigerado ($0 \pm 1^\circ$ C), seguidos de 2 e 4 dias a temperatura ambiente (20 °C), em condições de AR e AM em pêssegos, cv Marli (letras diferentes representam diferenças significativas pelo teste de Duncan a $p < 0,05$)

Como foi discutido em parágrafos anteriores, os frutos de atmosfera regular e modificada apresentaram sintomas de escurecimento interno aos 2 e 4

dias sob temperatura de 20 °C, após três semanas de armazenamento refrigerado. Esses frutos com injúria foram estudados em relação à atividade de ambas as enzimas com o objetivo de comparar a parte da polpa com escurecimento mais intenso, perto do caroço, e aquela próxima à casca ou sadia (Figuras 9 e 10). Os resultados da análise estatística estão expostos na Tabela 4 A.

A polifenoloxidase nos frutos afetados pela injúria e submetidos à atmosfera regular apresentaram uma atividade significativamente superior ($p < 0,05$) que aquela fruta com injúria, mas de atmosfera modificada (Figura 18). Esses resultados reforçam o fato de, nos pêssegos armazenados em condições de atmosfera modificada, o grau de intensidade da injúria foi inferior.

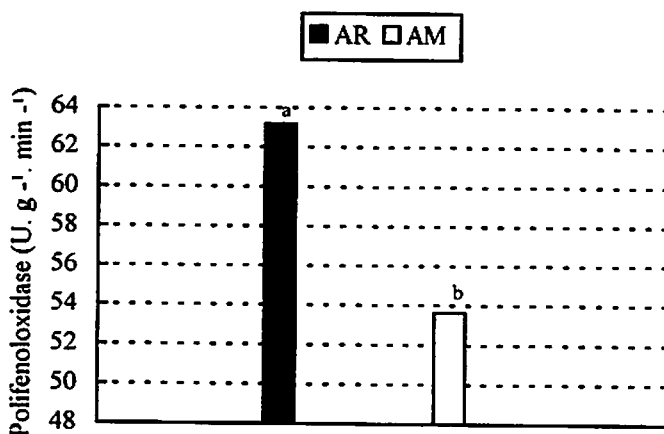


FIGURA 18 Atividade da polifenoloxidase (PFO) em pêssegos, cv. Marli, com sintomatologia de escurecimento interno sob condições de atmosfera regular e modificada (letras diferentes representam diferenças significativas pelo teste de Duncan a $p < 0,05$)

Os frutos com injúria desenvolveram maior atividade enzimática aos 4 dias, quando comparados com a atividade aos 2 dias sob temperatura de 20 °C,

logo após três semanas de frio sob condições de atmosfera regular e modificada (Figura 19).

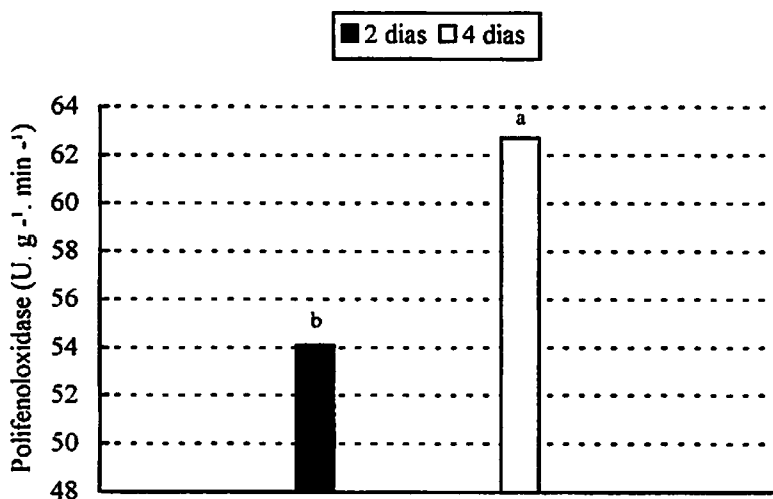


FIGURA 19 Atividade da polifenoloxidase (PFO) em pêsegos, cv. Marli, com sintomatologia de escurecimento interno aos 2 e 4 dias sob temperatura de 20 °C, logo após três semanas de frio (letras diferentes representam diferenças significativas pelo teste de Duncan a $p < 0,05$)

A parte da polpa ao redor do caroço e com escurecimento mais intenso apresentou uma atividade da PFO estatisticamente superior à apresentada pela parte externa ou próxima à casca (Figura 20).

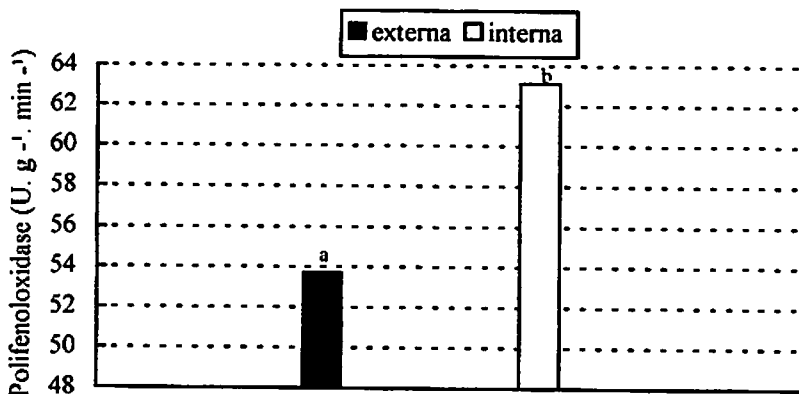


FIGURA 20 Comparação da atividade da polifenoloxidase (PFO) em pêsegos, cv. Marli, entre a parte interna ao redor do caroço ou com sintomatologia de escurecimento interno e a parte externa próxima à casca ou sadia (letras diferentes representam diferenças significativas pelo teste de Duncan a $p < 0,05$)

A enzima peroxidase nos pêsegos com injúria mostrou efeito interativo das condições de armazenamento em AR e AM com os dias de armazenamento à temperatura ambiente, quando a atividade superior foi obtida nos frutos sob AR aos 4 dias a 20 °C, enquanto que aos 2 dias não houve diferença significativa entre AR e AM (Figura 21).

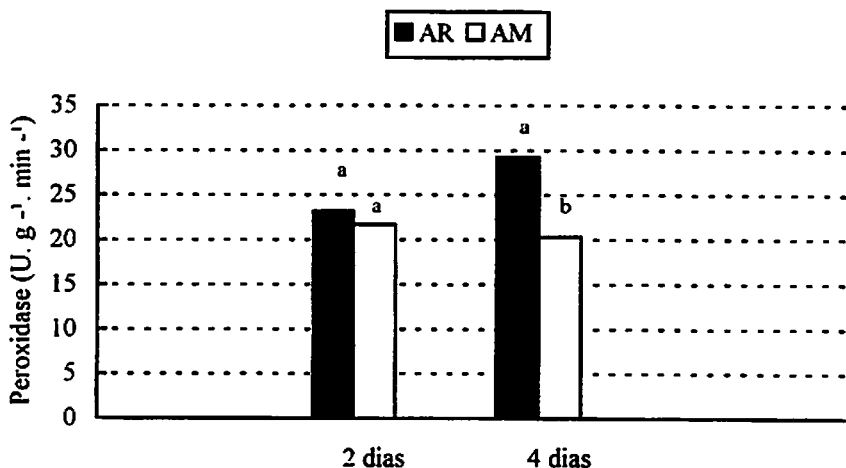


FIGURA 21 Atividade da peroxidase (PER) em pêssegos, cv. Marli, com sintomatologia de escurecimento interno sob condições de atmosfera regular e modificada aos 2 e 4 dias sob temperatura de 20 °C, logo após três semanas de frio (letras diferentes entre cada par de barras representam diferenças significativas pelo teste de Duncan a $p < 0,05$)

Conforme a figura 22, a região da fruta com injúria mais intensa (interna), apresentou uma atividade da PER estatisticamente superior à apresentada pela parte externa ou próxima à casca, comportamento igual ao detectado para a PFO.

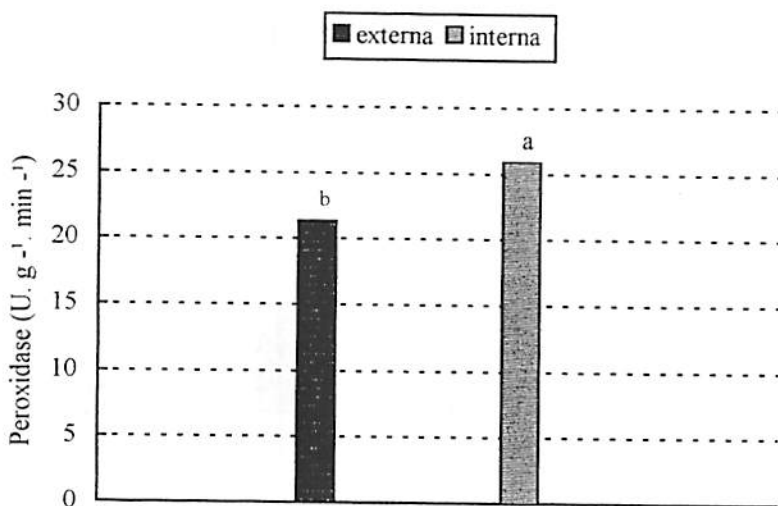


FIGURA 22 Comparação da atividade da peroxidase (PER) em pêesegos, cv. Marli entre a parte interna ao redor do caroço ou com sintomatologia de escurecimento interno e a parte externa próxima a casca ou sadia (letras diferentes representam diferenças significativas pelo teste de Duncan a $p < 0,05$)

Estes resultados confirmam os anteriormente discutidos, segundo os quais a sintomatologia da injúria surge sob temperaturas mais altas após refrigeração e a implicação de ambas as enzimas no desenvolvimento da mesma.

4.5 Firmeza de polpa

A firmeza lateral dos pêesegos foi afetada pela interação dos fatores semanas de armazenamento refrigerado e dias sob temperatura de 20 °C ($p < 0,05$). O resumo da análise estatística encontra-se na Tabela 2A.

Observou-se um decréscimo significativo da textura da segunda para terceira semana, visível após a retirada dos frutos da câmara fria, e aos 4 dias de exposição à temperatura ambiente (Figura 23).

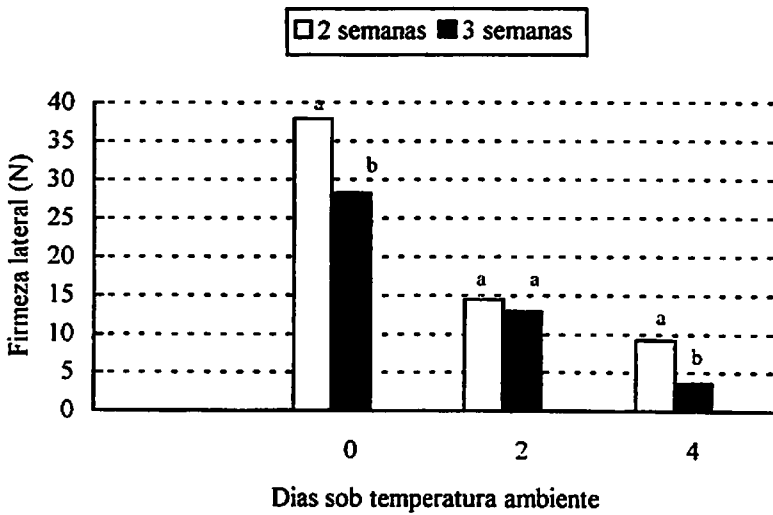


FIGURA 23 Valores médios de firmeza lateral de polpa expressa em Newton (N) aos 0, 2 e 4 dias sob temperatura ambiente (20 °C), logo após 2 e 3 semanas de armazenamento refrigerado (0±1°C), sob condições de Atmosfera Regular e Modificada em pêssegos, cv Marli (letras diferentes entre cada par de barras representam diferenças significativas pelo teste de Duncan a p<0,05)

A firmeza lateral dos frutos não foi afetada pela atmosfera de armazenamento. Não obstante, os frutos mantidos em condições de AM apresentaram uma tendência a manter valores superiores de textura. A pouca diferença encontrada pode ser explicada pelo índice de colheita comercial utilizado, que considerou apenas tamanho de fruto e cor de casca, sem levar em consideração a firmeza de polpa, um pouco abaixo do ótimo recomendado para cultivares de polpa branca. O efeito das atmosferas controladas e modificadas em reter a firmeza da polpa durante o armazenamento diminuiu em frutos maduros. As mudanças de cor e firmeza apresentaram boa correlação durante o desenvolvimento e maturação de pêssegos (Delwiche e Baumgardner, 1983), embora trabalhos mais recentes assinalem uma não correlação entre os dois parâmetros no momento da colheita (Genard et al., 1994). A decisão (Brovelli,

Brecht e Sherman, 1998b) do momento de colheita é crítica, devendo-se determinar, para cada genótipo, os parâmetros mais bem correlacionados, visto que frutos maduros são extremamente susceptíveis a danos e colapso interno. No entanto, os frutos em estádios precoces de maturidade não alcançam a qualidade exigida pelos consumidores (Abdi, Holford e McGlasson, 1997). Com base nas considerações anteriores, o efeito benéfico das concentrações de oxigênio e anidrido carbônico, diferentes do ar na conservação de produtos vegetais através da diminuição do metabolismo normal após a colheita, é mais efetivo quando a fruta é colhida com a maturidade ótima para cada período e condição (Drake e Eisele, 1997), sendo que o efeito das atmosferas controladas e modificadas perde efetividade quando os frutos são colhidos fora dos parâmetros ótimos (Lau, 1998). Neste experimento, a firmeza de polpa no momento da colheita foi 39 N, tendo-se reportado, para esta cultivar, uma firmeza de polpa de 38 - 40 N em um trabalho de efeito da poda na qualidade final do fruto (Dias et al., 1996) embora Crisosto et al. (1998) estudando índices ótimos de colheita recomendou para pêssegos de polpa branca, uma firmeza em torno de 48 N. Assim, em nossa condição experimental, considerou-se a firmeza de polpa inicial um pouco abaixo do recomendado, tendo em conta que os pêssegos de polpa branca amaciam muito rápido, ainda na planta (Salvador, Oteiza e Luchsinger, 2000).

O estudo da evolução da firmeza lateral a partir do momento da colheita mostrou que a mesma foi afetada pelas causas de variação 'outros', 'fatorial vs outros' e 'tratamentos'. (Tabela 2A). A causa de variação 'outros' mostrou que a firmeza lateral diminuiu significativamente ($p < 0,01$) logo após a colheita à temperatura ambiente. A causa de variação 'fatorial vs outros' assinalou que os frutos mantidos sob refrigeração mantiveram valores de firmeza de polpa significativamente superiores que aqueles a temperatura ambiente. Em relação ao efeito dos 'tratamentos', até as duas semanas de armazenamento refrigerado, os pêssegos de ambas as atmosferas mantiveram a firmeza de polpa nos valores

registrados na colheita. Às três semanas, as diferenças com relação ao valor no momento da colheita foram significativas para os frutos sob ambas atmosferas. O armazenamento à temperatura ambiente, por 2 e 4 dias, determinou uma redução da firmeza lateral, semelhante entre os frutos submetidos ou não ao frio. Entretanto, os frutos expostos por 4 dias à temperatura ambiente, após 3 semanas de refrigeração, apresentaram os menores valores de firmeza lateral (Figura 24). Neste trabalho, o filme de polietileno não foi efetivo em reter a firmeza da polpa pelas causas expostas anteriormente; valores superiores a 5 N de firmeza indicam ainda uma boa manipulação dos frutos, considerando que valores muito baixos dificultam a comercialização e manipulação dos frutos.

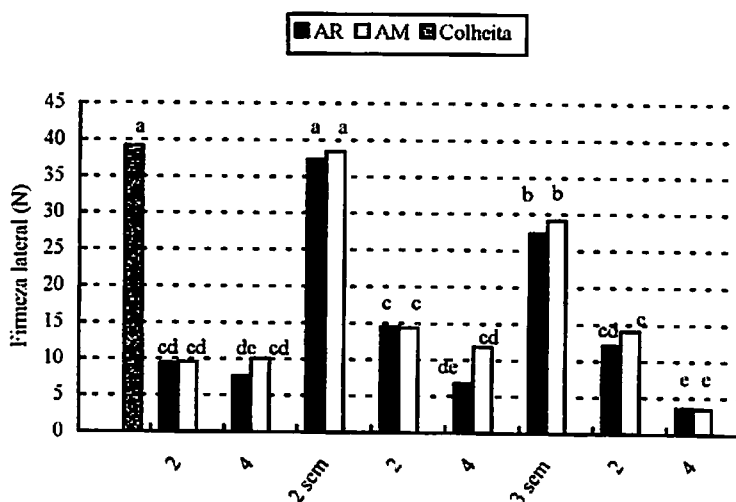


FIGURA 24 Valores médios de firmeza lateral de polpa expressa em Newton (N) ao momento da colheita, logo após 2 e 4 dias a 20 °C; 2 e 3 semanas de armazenamento refrigerado (0±1°C), seguidos de 2 e 4 dias à temperatura ambiente (20 °C), em condições de Atmosfera Regular e Modificada em pêsegos, cv Marli (letras diferentes representam diferenças significativas pelo teste de Duncan a $p < 0,05$)

A diferença de firmeza de polpa entre a parte lateral e a sutura nos pêssegos é considerada uma característica fisiológica de muitas cultivares. A região da sutura tem uma tendência a apresentar valores de firmeza menores que a região lateral e seu amaciamento é mais acelerado. Portanto, é importante incluir o valor deste parâmetro juntamente com o tamanho, cor e firmeza lateral no momento de determinar quando colher a fruta. A diferença entre a firmeza da face lateral e a sutura para algumas cultivares de pêssego de polpa amarela estudadas mostra que a segunda pode ser 20 a 30 % menor (Feippe, Rodriguez e Pisano, 1997). Neste trabalho, a firmeza da sutura com respeito à lateral foi 29 % menor no momento da colheita, 34 % logo após duas semanas de frio (AR e AM) e, logo após três semanas, 23 % nos frutos sob AR e 30 % sob AM.

O resumo da análise estatística desta variável encontra-se na Tabela 2 A. Do mesmo modo que para a firmeza lateral, o valor da textura da sutura não foi afetado pelas atmosferas utilizadas durante o armazenamento. Não obstante, o fator semanas de refrigeração afetou significativamente o valor desta variável, visto que os frutos, após três semanas, apresentaram menor valor de textura ($p < 0,01$). O fator dias sob temperatura de 20 °C indicou uma diminuição de textura significativa ($p < 0,01$) em função dos dias 0, 2 e 4 (Figura 25 A e B).

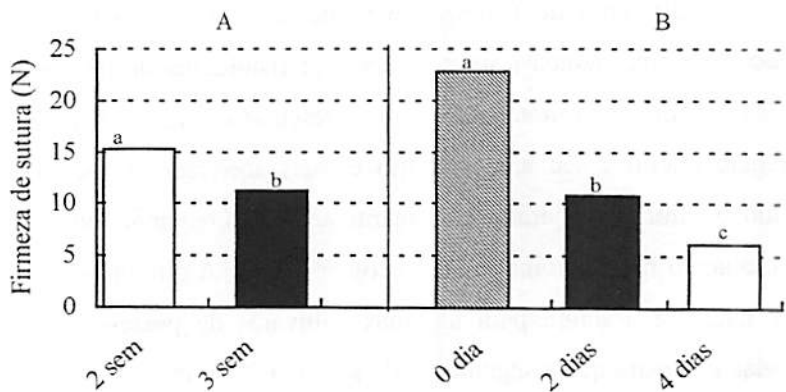


FIGURA 25 Valores médios de firmeza de sutura expressa em Newton (N) após 2 e 3 semanas de armazenamento refrigerado ($0 \pm 1^\circ\text{C}$); 0, 2 e 4 dias à temperatura ambiente (20°C), sob condições de Atmosfera Regular e Modificada em pêssegos, cv Marli (letras diferentes entre as barras representam diferenças significativas pelo teste de Duncan a $p < 0,05$).

O estudo da evolução da firmeza de sutura a partir do momento da colheita mostrou que a mesma foi afetada pelas causas de variação 'tratamentos' e 'outros' (Tabela 2A).

A firmeza de sutura diminuiu significativamente ($p < 0,01$) logo após a colheita à temperatura ambiente. Até as duas semanas de armazenamento refrigerado, os pêssegos de ambas as atmosferas não apresentaram diferenças de textura com relação aos frutos no momento da colheita. Às três semanas, os valores registrados foram significativamente menores que aqueles no momento da colheita dos frutos sob ambas atmosferas. Os frutos expostos à temperatura ambiente apresentaram uma redução de textura, independente do tempo de exposição, com relação ao momento da colheita e momento de retirada de câmara fria (Figura 26). Todavia, a despeito da estatística, os frutos expostos por 4 dias à temperatura ambiente, após 3 semanas de refrigeração, apresentaram

valores de firmeza de sutura e lateral inferiores a 5 N, o que sugere uma maior dificuldade de manipulação e comercialização das mesmas.

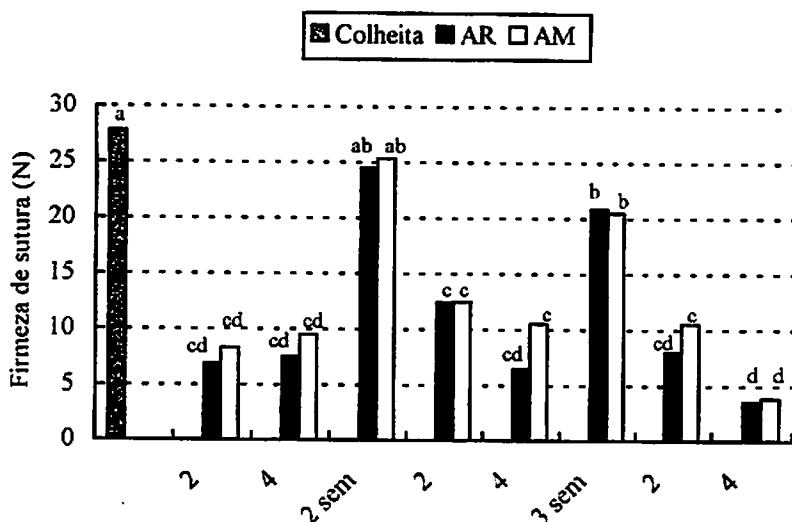


FIGURA 26 Valores médios de firmeza de sutura expressa em Newton (N) ao momento da colheita, logo após 2 e 4 dias a 20 °C; 2 e 3 semanas de armazenamento refrigerado (0±1°C), seguidos de 2 e 4 dias à temperatura ambiente (20 °C), em condições de Atmosfera Regular e Modificada em pêsegos, cv Marli (letras diferentes representam diferenças significativas pelo teste de Duncan a $p < 0,05$)

4.6 Pectina solúvel e porcentagem de solubilidade

O resumo das análises estatísticas da variável pectina solúvel (PS) e porcentagem de pectina solúvel, em relação à total, figuram na tabela 2A.

As duas variáveis foram afetadas pela interação dos fatores atmosfera, armazenamento sob refrigeração de duas e três semanas e armazenamento à temperatura ambiente ($p < 0,01$).

O período de armazenamento refrigerado incidiu significativamente sobre o nível de PS nos pêsegos sob AR, visto que os frutos apresentaram um

conteúdo significativamente maior de PS das duas às três semanas à saída de câmara. Embora as diferenças não tenham sido significativas entre ambos os períodos, aos 2 dias sob temperatura ambiente, os valores aos 4 dias foram significativamente menores nos frutos mantidos durante três semanas, comparados com aqueles de duas semanas. Entretanto, nos frutos sob AM, o período de armazenamento refrigerado não incidiu no valor desta variável à saída de câmara e aos 2 dias sob temperatura ambiente, embora aos 4 dias o valor da PS tenha sido significativamente maior naqueles frutos provenientes de três semanas, em relação aos de duas semanas (Figura 27).

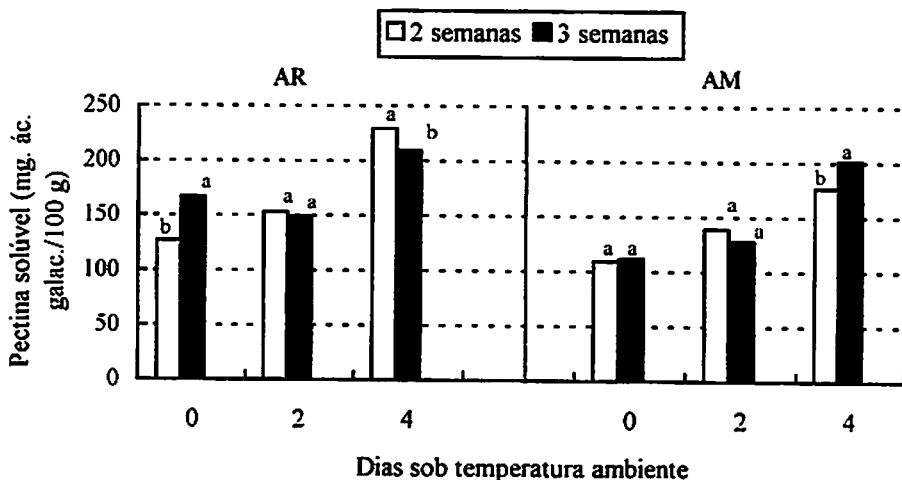


FIGURA 27 Valores médios de pectina solúvel (PS) expressa em mg de ácido galacturônico por 100 gramas de peso fresco em pêsegos, cv. Marli, durante o armazenamento refrigerado de duas e três semanas ($0 \pm 1^\circ\text{C}$), sob Atmosfera Regular e Modificada (letras diferentes dentro de cada par de barras representam diferenças significativas pelo teste de Duncan a $p < 0,01$)

Os frutos sob AR apresentaram um nível de PS significativamente maior que os frutos sob AM, embora as diferenças não tenham sido significativas aos 2 dias sob temperatura ambiente, logo após duas semanas de frio. A mesma tendência observou-se entre os frutos sob AR e AM logo após três semanas de frio, embora as diferenças não tenham sido significativas aos 4 dias sob temperatura ambiente (Figura 28).

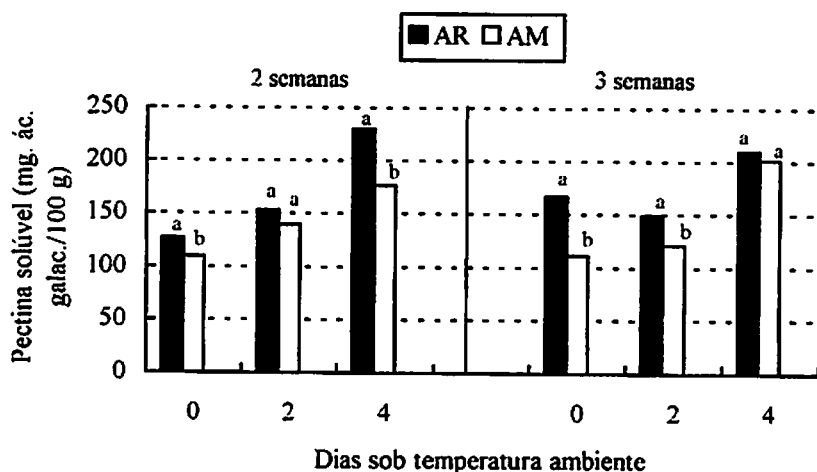


FIGURA 28 Valores médios de pectina solúvel (PS) expressa em mg de ácido galacturônico por 100 gramas de peso fresco em pêsegos, cv. Marli, durante o armazenamento refrigerado de duas e três semanas ($0 \pm 1^\circ\text{C}$), sob Atmosfera Regular e Modificada (letras diferentes dentro de cada par de barras representam diferenças significativas pelo teste de Duncan a $p < 0,01$)

Os frutos sob AR aumentaram significativamente o nível de PS aos 4 dias sob temperatura ambiente, em relação aos dias 0 e 2, logo após duas e três semanas de refrigeração. Nos frutos sob AM, o comportamento desta variável foi similar, embora não se tenham registrado diferenças significativas entre o dia 0 e 2 logo após três semanas de refrigeração (Figura 29).

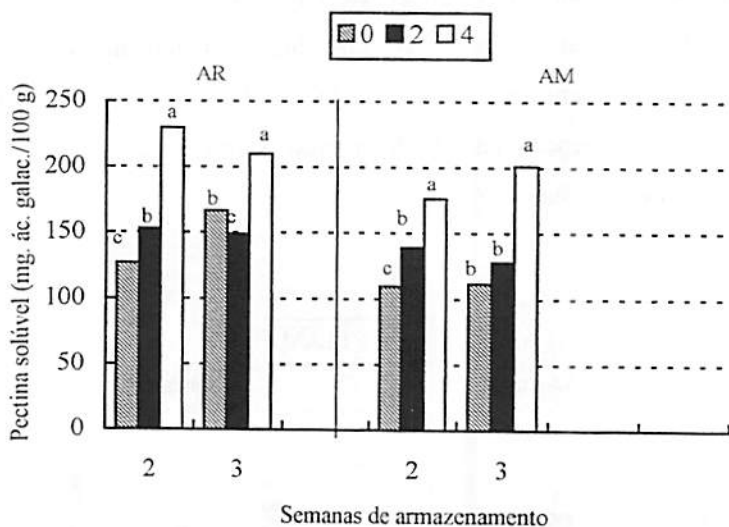


FIGURA 29 Valores médios de pectina solúvel (PS) em pêssegos, cv. Marli, expressa em mg de ácido galacturônico por 100 gramas de peso fresco em função dos dias sob temperatura ambiente de 20°C, logo após o armazenamento refrigerado ($0 \pm 1^\circ\text{C}$; 85-90 % UR), (letras diferentes para cada conjunto de barras representam diferenças significativas pelo teste de Duncan a $p < 0,05$)

Os 'tratamentos' incidiram significativamente na variação dos níveis de PS a partir do momento da colheita ($p < 0,01$). Logo após a colheita, os valores aumentaram significativamente nos frutos de ambas as atmosferas, sendo que o maior valor foi registrado aos 4 dias sob temperatura de 20 °C, em condições de atmosfera regular. Durante os posteriores períodos de armazenamento refrigerado e a temperatura ambiente, os valores de PS continuaram em aumento significativo em relação ao valor inicial de colheita nos frutos de ambas as atmosferas (Figura 30).

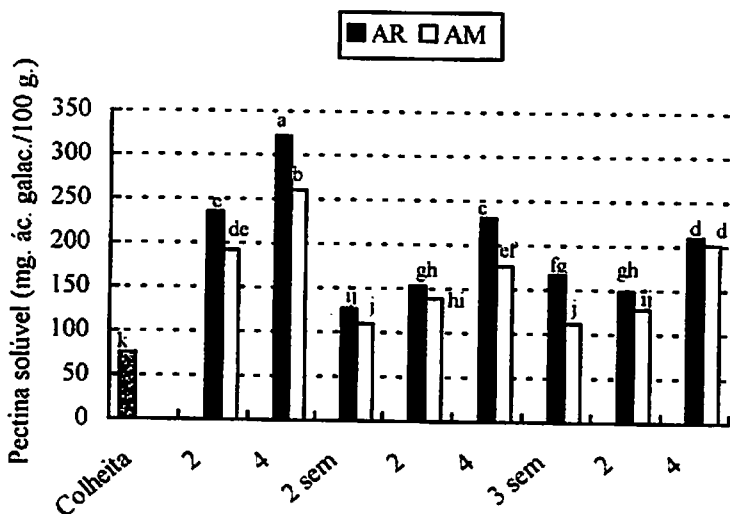


FIGURA 30 Valores médios de pectina solúvel (PS) expressa em mg de ácido galacturônico por 100 gramas de peso fresco ao momento da colheita, logo após 2 e 4 dias a 20 °C; 2 e 3 semanas de armazenamento refrigerado (0±1°C), seguidos de 2 e 4 dias à temperatura ambiente (20 °C), em condições de Atmosfera Regular e Modificada em pêssegos, cv Marli (letras diferentes diferenças significativas pelo teste de Duncan a $p < 0,05$)

Nos frutos sob AR, o período de armazenamento refrigerado afetou a porcentagem de solubilidade da pectina, para os quais os valores aumentaram significativamente à saída de câmara após três semanas, em relação às duas semanas. Entretanto, nos frutos sob temperatura ambiente por 2 e 4 dias, logo após três semanas de frio, a porcentagem de solubilidade foi significativamente menor que as duas semanas. Já nos frutos sob AM, o período de armazenamento refrigerado não incidiu na porcentagem de solubilidade da pectina (Figura 31).

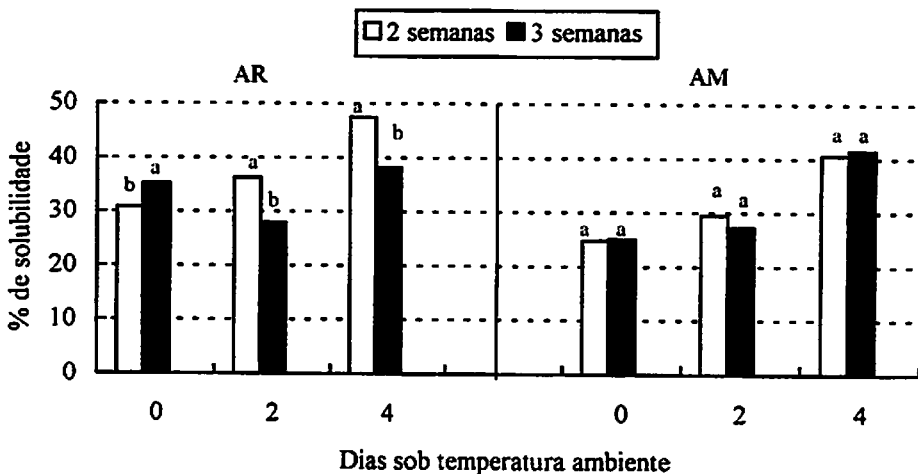


FIGURA 31 Valores médios de porcentagem de solubilidade em relação à pectina total em pêesgos, cv. Marli, durante o armazenamento refrigerado de duas e três semanas ($0\pm 1^{\circ}\text{C}$), sob Atmosfera Regular e Modificada (letras diferentes dentro de cada par de barras representam diferenças significativas pelo teste de Duncan a $p < 0,01$)

Os frutos sob condições de AM apresentaram um valor de solubilidade da pectina significativamente menor que aqueles sob AR logo após duas semanas de frio e sob temperatura ambiente. Após três semanas de frio e à saída de câmara, o nível de solubilidade permaneceu sendo significativamente menor nos frutos sob AM; no entanto, as diferenças foram não significativas nos subseqüentes 2 e 4 dias sob temperatura ambiente (Figura 32).

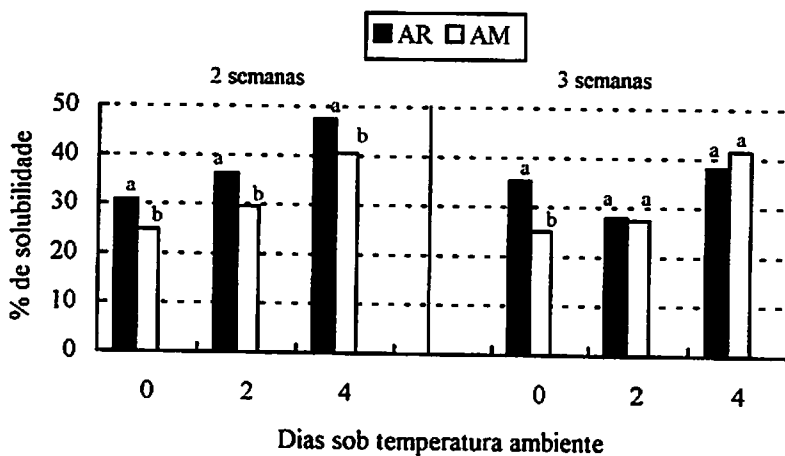


FIGURA 32 Valores médios de porcentagem de solubilidade em relação à pectina total em pêsegos, cv. Marli, durante o armazenamento refrigerado de duas e três semanas ($0 \pm 1^\circ\text{C}$), sob Atmosfera Regular e Modificada (letras diferentes dentro de cada par de barras representam diferenças significativas pelo teste de Duncan a $p < 0,01$)

Os frutos sob AR incrementaram significativamente o nível de solubilidade da pectina aos 4 dias sob temperatura ambiente, em relação aos dias 0 e 2 logo após duas semanas de frio. No entanto, após três semanas de frio, a porcentagem de solubilidade foi significativamente maior aos 4 dias sob temperatura ambiente em relação ao dia 2, mas estatisticamente semelhante ao valor do dia 0. Nos frutos sob AM, a porcentagem de solubilidade experimentou a mesma tendência que nos frutos sob AR logo após duas semanas de frio. Entretanto, após três semanas, a porcentagem maior de solubilidade correspondeu aos frutos mantidos durante 4 dias sob temperatura ambiente, em relação àqueles expostos durante 0 e 2 dias (Figura 33).

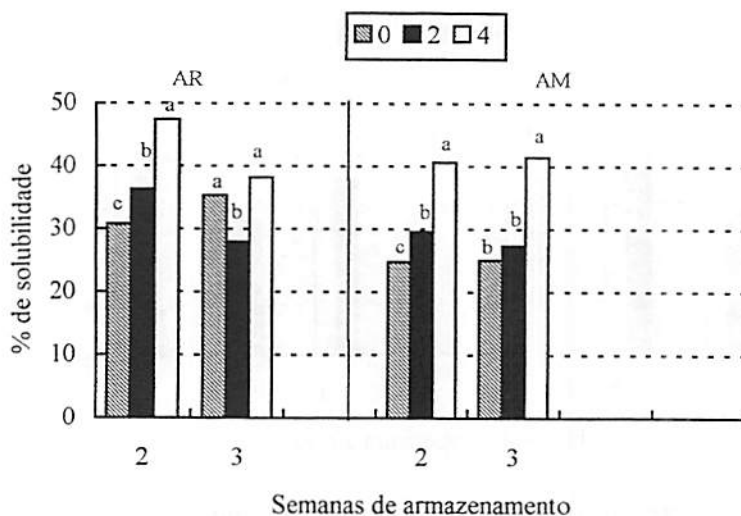


FIGURA 33 Valores médios de porcentagem de solubilidade em relação à pectina total em pêssegos, cv. Marli, em função dos dias sob temperatura ambiente de 20 °C, logo após o armazenamento refrigerado ($0 \pm 1^{\circ}\text{C}$; 85-90 % UR), (letras diferentes para cada conjunto de barras representam diferenças significativas pelo teste de Duncan a $p < 0,05$)

A causas de variação ‘tratamentos’ incidiu significativamente ($p < 0,01$) nos valores de porcentagem de solubilidade da pectina solúvel em relação à total a partir do momento da colheita (Tabela 2A).

A porcentagem de solubilidade experimentou um incremento significativo, logo após a colheita, nos frutos mantidos em ambas as atmosferas, nos períodos de 2 e 4 dias sob temperatura de 20 °C, sendo o valor desta variável estatisticamente superior nos frutos de atmosfera regular. Durante os consecutivos períodos de armazenamento, a porcentagem foi evidentemente maior que aquela obtida logo após a colheita, nos frutos de ambas atmosferas (Figura 34).

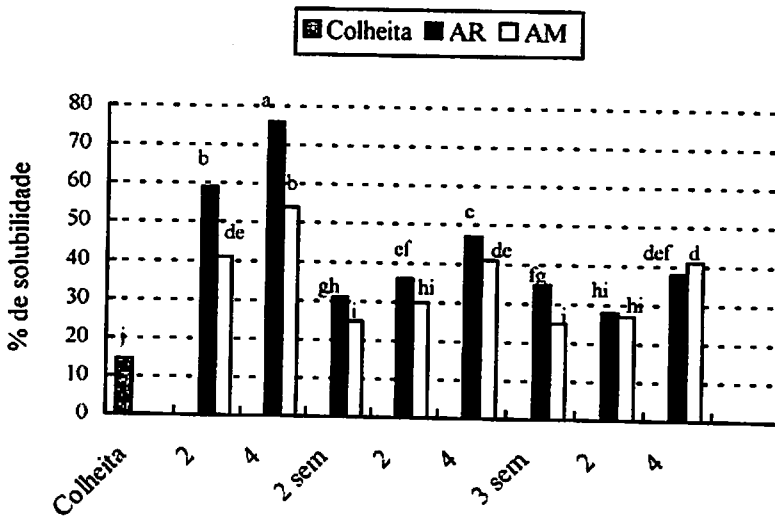


FIGURA 34 Valores médios de porcentagem de solubilidade em relação à pectina total ao momento da colheita, logo após 2 e 4 dias a 20 °C; 2 e 3 semanas de armazenamento refrigerado ($0 \pm 1^\circ\text{C}$), seguidos de 2 e 4 dias à temperatura ambiente (20 °C), em condições de Atmosfera Regular e Modificada em pêssegos, cv Marli (letras diferentes representam diferenças significativas pelo teste de Duncan a $p < 0,05$)

Os valores menores das variáveis PS e porcentagem de solubilidade, nos frutos sob AM sugerem que as concentrações mais baixas de oxigênio afetaram o metabolismo enzimático responsáveis pela degradação desses compostos. O fato de os valores numéricos mais altos de firmeza de polpa lateral nos frutos sob AM não terem apresentado diferenças estatísticas em relação aqueles dos frutos sob AR provavelmente seja explicado, considerando que o instrumento utilizado para sua determinação não é de alta precisão, comparado com a análise química.

No momento da colheita, o menor teor de pectina solúvel, assim como a porcentagem de solubilidade, está relacionado a uma textura de polpa mais firme. O aumento dos níveis de PS e porcentagem de solubilidade após duas e

três semanas de armazenamento refrigerado e nos seguintes períodos de 2 e 4 dias, à temperatura ambiente, coincide com o amaciamento dos frutos mantidos sob AR e AM. Neste sentido, os maiores valores destas variáveis coincidiram com os menores valores de firmeza de polpa, na qual o processo de solubilização incrementou-se à temperatura ambiente e com o aumento dos dias de exposição. Os resultados apresentados coincidem com os de outros trabalhos, nos quais, durante o amaciamento da polpa, uma parte das pectinas, as protopectinas, são convertidas às suas formas solúveis em água, sendo os processos bioquímicos responsáveis por esse amaciamento mais ativos durante a exposição à temperatura ambiente (Shewfelt, 1965; Pressey e Avants, 1978; Reni, Hough e Frenkel, 1978; Chapman e Horvat, 1990; Tabarez, Fernandez Chitarra e Chitarra, 1992; Siddiqui et al., 1996).

Taylor et al. (1993) sugeriu, como possível causa do colapso interno, as mudanças na permeabilidade das membranas celulares e a presença de pectina solúvel nos espaços intercelulares, fato que coincide com os resultados expostos, nos quais o dano por frio acentuou-se aos 2 e 4 dias sob temperatura de 20 °C após três semanas de armazenamento a 0 °C.

4.7 Pectinametilesterase (PME) e poligalacturonase (PG)

Pôde-se observar, neste experimento, apenas a atividade da poligalacturonase. Considerando o amaciamento normal dos tecidos durante o amadurecimento, o resultado obtido sugere que a PME não teve uma relação direta com o mencionado processo, embora possa ter atuado durante as etapas anteriores ao amadurecimento. Do mesmo modo, os sintomas de escurecimento interno da polpa, observados ao final do período de 2 e 4 dias à temperatura de 20 °C, não foram uma consequência direta da atividade desta enzima. Em tal sentido, existe uma divergência entre os resultados obtidos por diferentes autores. Há 35 anos Shewfelt (1965) não relacionou a PME com o amaciamento

dos tecidos do pêssego e, tempos depois, Burns e Russell Pressey (1987) obtiveram resultados similares. Estes autores, analisando a parede celular de pêssegos quanto à presença do cátion Ca^{+2} , indicaram que durante o amadurecimento, a quantidade de cátion Ca^{+2} na lamela média na parede celular não experimentou mudanças, se baseando na quantidade de quelato-pectina solúvel liberada durante o amadurecimento e a pouca atividade da PME. Mais recentemente, Tieman e Handa (1994), trabalhando com tomates transgênicos, concluíram que a baixa atividade desta enzima durante o amadurecimento causa uma perda quase total da integridade dos tecidos durante a senescência. Essa menor atividade da PME foi associada com uma diminuição de 30-70 % nas ligações do cátion Ca^{+2} e Mg^{+2} no pericarpo. O autor sugeriu que a função desta enzima é manter a integridade dos tecidos, provavelmente através da regulação das ligações dos cátions na parede celular. Não obstante, Fernandez Trujillo, Cano e Artes (1998) detectaram um incremento de atividade da PME em pêssegos em diferentes estádios de maturação, após quatro dias sob temperatura de 20 °C, o que coincidiu com uma diminuição da firmeza da polpa.

A atividade da enzima poligalacturonase (PG) teve um comportamento diferente de acordo com os resultados obtidos neste experimento. O resumo das análises estatísticas é apresentado na Tabela 3A.

Considerando o fator sistema de armazenamento em atmosfera regular e modificada, não foi observado um efeito estatisticamente significativo nos valores numéricos obtidos. Igualmente, o período de armazenamento de duas e três semanas não incidiu sobre a atividade desta enzima. No entanto, durante o armazenamento a 20 °C, observou-se um incremento significativo da PG aos 2 dias ($P=0,01$), com um decréscimo aos 4 dias (Figura 35). As análises estatísticas das distintas interações mostraram que a atividade da PG não foi afetada por essa fonte de variação.

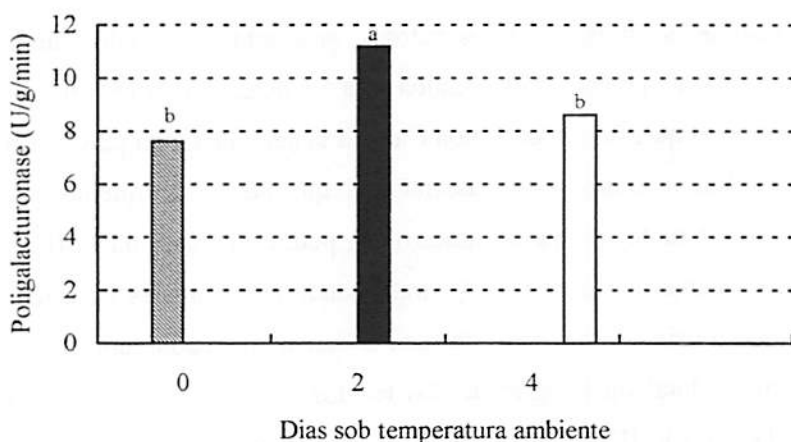


FIGURA 35 Valores médios de atividade da poligalacturonase (PG) em pêssegos, cv Marli, durante os períodos de 0, 2 e 4 dias sob temperatura de 20 °C, logo após armazenamento a 0±1°C, sob atmosfera regular e modificada (letras diferentes representam diferenças significativas pelo teste de Duncan a p<0,05)

O estudo da evolução da atividade da PG a partir do momento da colheita mostrou que a mesma foi afetada pelas causas de variação ‘tratamentos’ e ‘fatorial vs outros’ (Tabela 3A).

Durante o período de duas e três semanas que a fruta permaneceu à temperatura de 0 °C em ambas as atmosferas, a atividade da PG foi estatisticamente igual ao momento da colheita, embora os valores numéricos tenham sido superiores. Entretanto, os pêssegos sob AR apresentaram um aumento significativo na atividade enzimática aos 2 dias sob temperatura de 20°C após duas semanas de frio e aos 2 e 4 dias após três semanas de frio. Os pêssegos armazenados em AM incrementaram significativamente os níveis de atividade da PG em relação à colheita durante os 2 e 4 dias sob temperatura de 20 °C, após duas semanas e aos 2 dias após três semanas de frio (Figura 36).

A diminuição da firmeza de polpa a partir do momento da colheita foi mais acentuada durante os períodos que os frutos permaneceram à temperatura ambiente, fato que geralmente coincidiu com os aumentos de atividade da PG, a qual atingiu o pico de máxima atividade nos períodos sob temperatura ambiente depois de saída da câmara fria. Durante esse período também foram observados os valores mais altos no conteúdo de pectina solúvel. Trabalhos anteriores (Pressey, Hinton e Avants, 1971; Pressey e Avants, 1978; Downs e Braddy, 1990) reportaram uma correlação positiva entre a atividade da PG e o amaciamento dos pêssegos, diferenciando duas formas de PG: exo PG e endo PG. Supretha e Maness (1996), estudando a composição da parede celular durante o amadurecimento, sugeriram a existência de um amplo espectro de enzimas pectolíticas e não pectolíticas envolvidas no amaciamento de pêssegos. Bonghi et al. (1994) reportaram que o incremento da atividade da PG ocorre após ter começado o amaciamento dos tecidos, sugerindo também a presença de outras enzimas no processo de perda de firmeza em pêssegos. Mais recentemente, Fernandez Trujillo, Cano e Artes (1998) não encontraram uma relação entre os níveis de exoPG e endo PG com as mudanças da textura de pêssegos durante o amadurecimento, mesmo em diferentes estádios de maturação.

Com relação ao desenvolvimento de dano por frio, a ausência da atividade de PME concorda com os resultados obtidos por Choi, Lee e Kader (1997), cujos pêssegos mantidos em condições de AM (30 micras espessura de polietileno) não apresentaram relação desta enzima com o desenvolvimento de textura farinácea na polpa, e sim um paralelismo com a maior atividade da PG. Entretanto, outros autores (Artes, Cano e Fernandez Trujillo, 1998; Fernandez Trujillo, Cano e Artes, 1998), estudando o aquecimento intermitente para o controle de dano por frio, reportaram que com o tratamento similar à atmosfera regular, a atividade da PME aumentou até certo nível, permanecendo constante.

Em seguida, a atividade da PG diminuiu após duas semanas ao ser inibida pela acumulação de pectatos provenientes da atividade da PME, ocasionando maior incidência da injúria.

Os dados obtidos no caso da cultivar Marli, neste trabalho, não podem ser relacionados com os resultados expostos anteriormente, porque sendo que a PG diminuiu sua atividade aos quatro dias logo após três semanas de frio, essas diferenças não foram significativas com a apresentada ao início do armazenamento, momento em que o fruto apresentava sua máxima qualidade.

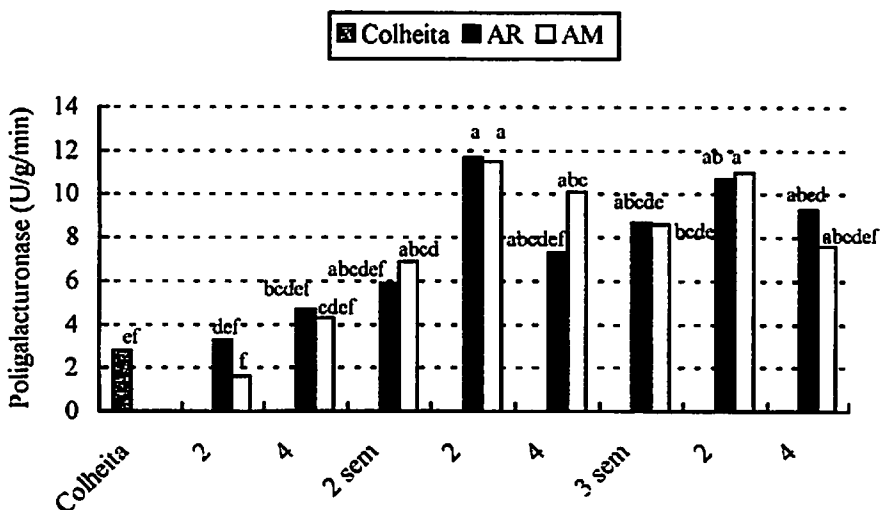


FIGURA 36 Valores médios de atividade da poligalacturonase (PG) no momento da colheita, logo após 2 e 4 dias a 20 °C; 2 e 3 semanas de armazenamento refrigerado (0±1°C), seguidos de 2 e 4 dias à temperatura ambiente (20 °C), em condições de Atmosfera Regular e Modificada em pêssegos, cv Marli (letras diferentes representam diferenças significativas pelo teste de Duncan a $p < 0,05$)

4.8 Acidez total titulável (ATT) e pH

A acidez total titulável dos pêssegos foi influenciada pela interação dos fatores semanas de armazenamento refrigerado e dias sob temperatura de 20 °C. O resumo das análises estatísticas está exposto na tabela 3A.

O armazenamento a frio por três semanas determinou uma redução na acidez, quando comparado com o armazenamento por duas semanas, visível apenas logo após a saída dos frutos da câmara fria (Figura 37).

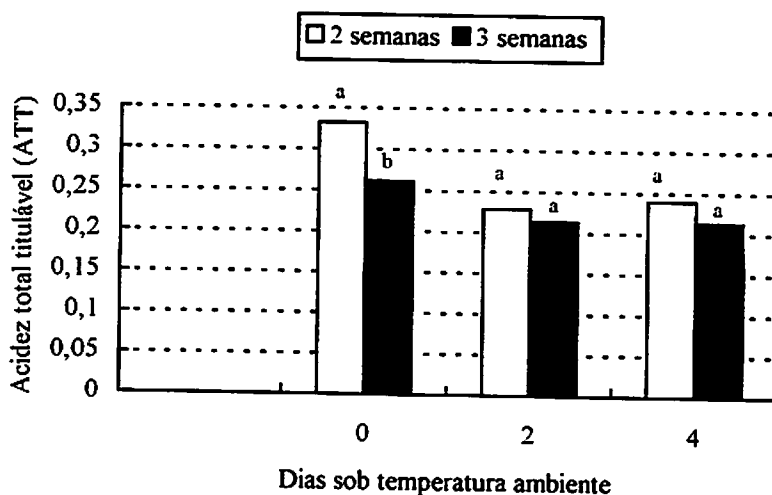


FIGURA 37 Valores médios de acidez total titulável (ATT) em pêssegos, cv. Marli, expressa em porcentagem de ácido málico às 2 e 3 semanas de armazenamento refrigerado ($0 \pm 1^{\circ}\text{C}$) e logo após 0, de 2 e 4 dias à temperatura ambiente (20°C), sob Atmosfera Regular e Modificada (letras diferentes dentro de cada par de barras representam diferenças significativas pelo teste de Duncan a $p < 0,05$)

O fator atmosferas utilizadas no armazenamento não afetou a acidez dos frutos. Provavelmente, o efeito da espessura de polietileno não foi o suficiente para determinar alterações significativas na acidez. Trabalhos anteriores, com

pêssegos de polpa amarela, reportam um aumento da acidez após o armazenamento em condições de níveis altos de CO₂ obtidos sob AM ou com a utilização de antitranspirantes pós-colheita (Agar et al., 1995; Kluge et al., 1998).

A acidez, juntamente com os sólidos solúveis totais, é um dos parâmetros utilizados na descrição das características pomológicas e fenológicas empregadas nos programas de melhoramento genético (Zaiblagro e Gant, 1995), encontrando uma importante variação entre os diferentes cultivares (Egea et al., 1997). Day et al. (1997) e Crisosto et al. (1998), trabalhando com pêssegos e nectarinas de polpa branca, colhidos com uma firmeza de 48 N e 0,31 % de acidez titulável, concluíram que a baixa acidez é uma característica genética dos mesmos.

As causas de variação 'tratamentos', 'outros' e 'fatorial vs outros' incidiram significativamente na acidez dos pêssegos a partir do momento da colheita (Tabela 3A). Os pêssegos diminuíram significativamente o nível de acidez durante os 2 e 4 dias sob temperatura ambiente logo após a colheita. A análise dos valores obtidos mostrou que os frutos armazenados durante duas semanas a 0±1°C, em atmosfera regular e modificada, mantiveram a acidez da colheita. Entretanto, às três semanas os frutos de ambas as atmosferas apresentaram menor acidez em comparação com os frutos na ocasião da colheita (p<0,01). Após o armazenamento refrigerado de três semanas e durante os períodos de 2 e 4 dias sob temperatura de 20 °C, os pêssegos sob AR e AM diminuíram sua acidez a valores significativamente menores do que aqueles apresentados pelos frutos no mesmo período logo após a colheita, à exceção dos frutos sob AR, expostos por 4 dias à temperatura ambiente, após o armazenamento frio por duas semanas. (Figura 38). Estes resultados indicam que os pêssegos mantiveram a qualidade da colheita, em relação à acidez, durante as duas primeiras semanas de armazenamento refrigerado. Em frutos

geneticamente pouco ácidos, como a cultivar Marli, uma diminuição excessiva da acidez não é considerada um atributo de boa qualidade.

O teor de acidez titulável a partir do momento da colheita e durante todo o experimento diminuiu cerca de 44 % nos frutos sob AR e cerca de 38 % nos frutos sob AM, resultados similares aos obtidos por Kim-Sung-Bok et al. (1998), segundo o qual a diminuição após o armazenamento foi de 30 e 40 % em relação à colheita. Entretanto, outros autores reportam cultivares de polpa branca com uma porcentagem de ácido málico constante durante a pós-colheita (Salvador, Oteiza e Luchsinger, 2000).

Relacionando os resultados de acidez titulável com a incidência de dano por frio, observou-se que a fruta mais afetada pela injúria apresentou uma excessiva perda de acidez, resultado que concorda com os apresentados por Fernandez Trujillo, Cano e Artes (1997). Entretanto, outros autores não correlacionaram a acidez com a manifestação da injúria, na comparação de frutos afetados com os sadios (González, 1998).

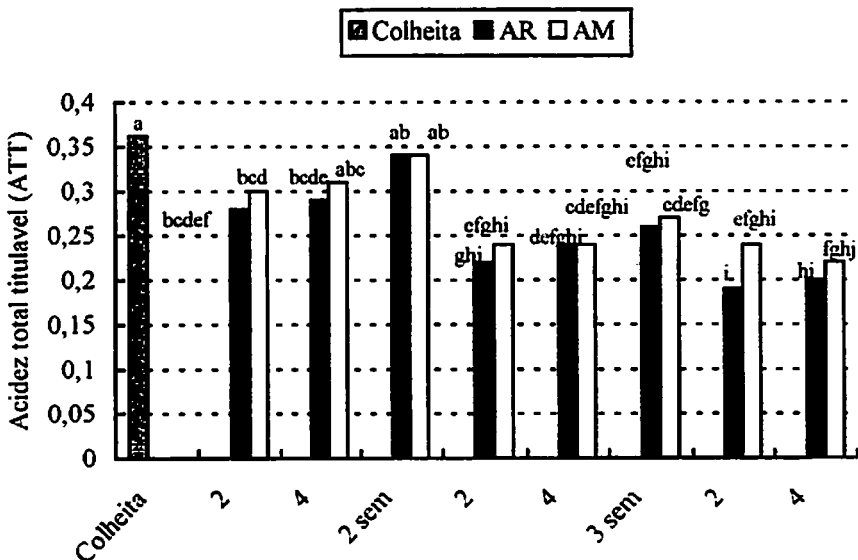


FIGURA 38 Valores médios de acidez total titulável (ATT) em pêssegos, cv. Marli expressa em porcentagem de ácido málico ao momento da colheita, logo após 2 e 4 dias a 20 °C; 2 e 3 semanas de armazenamento refrigerado (0 ± 1°C) seguidos de 2 e 4 dias à temperatura ambiente (20 °C), sob Atmosfera Regular e Modificada (letras diferentes representam diferenças significativas pelo teste de Duncan a $p < 0,05$)

Na análise dos valores médios de pH dos pêssegos, verificou-se um efeito significativo da interação do fator atmosfera com o período de semanas de armazenamento e com os dias sob temperatura ambiente depois de saída de câmara. O resumo das análises estatísticas está exposto na Tabela 3 A.

Durante as duas primeiras semanas de armazenamento, as frutas de AR e AM não apresentaram diferenças no pH. Entretanto, às três semanas de frio, os frutos sob AR registraram valores de pH significativamente superiores aos sob AM (Figura 39). Durante a exposição à temperatura ambiente, não foram registradas diferenças no pH dos frutos sob AR e AM aos 0 e 4 dias, embora no dia 2 os frutos sob AM apresentaram um pH significativamente menor (Figura

40). Após três semanas de armazenamento refrigerado e no dia 0 sob temperatura ambiente, os frutos apresentaram um pH significativamente menor que aqueles provenientes de duas semanas de câmara. Entretanto, não foram observadas diferenças significativas entre os frutos armazenados por duas e três semanas e expostos à temperatura ambiente por 2 e 4 dias (Figura 41).

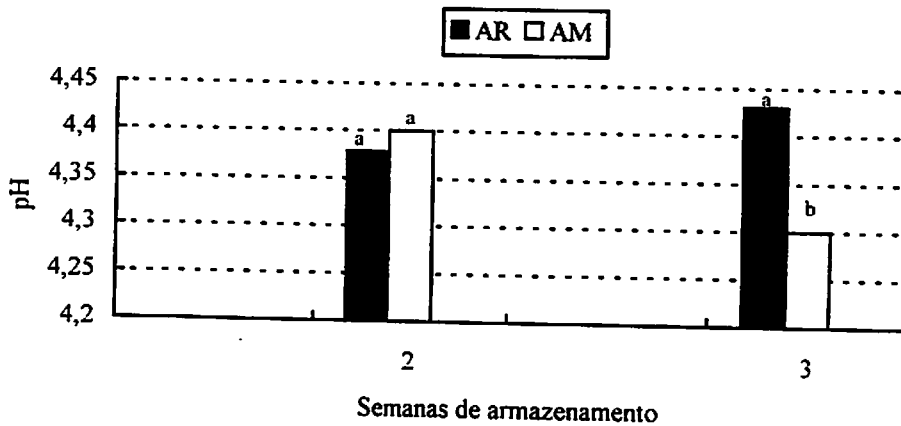


FIGURA 39 Valores médios de pH em pêssegos, cv. Marli, sob AR e AM após 2 e 3 semanas de armazenamento refrigerado (letras diferentes dentro de cada par de barras representam diferenças significativas pelo teste de Duncan a $p < 0,05$).

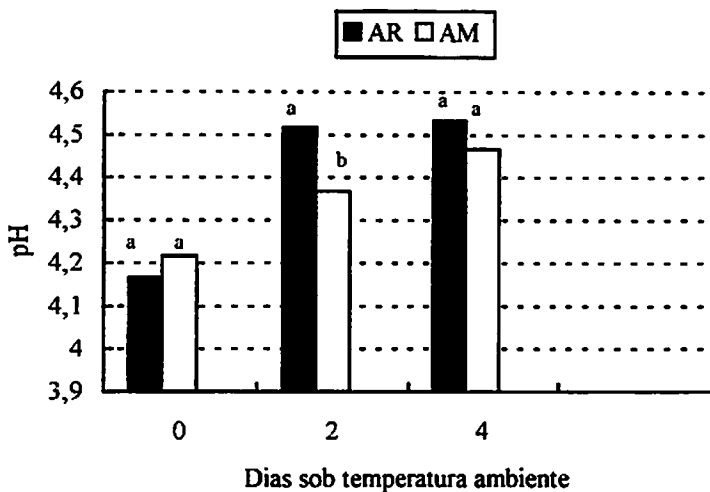


FIGURA 40 Valores médios de pH em pêsegos, cv. Marli, sob AR e AM (letras diferentes dentro de cada par de barras representam diferenças significativas pelo teste de Duncan a $p < 0,05$).

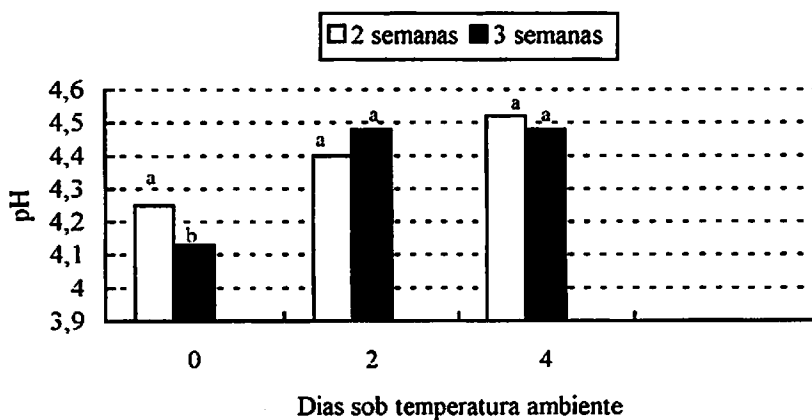


FIGURA 41 Valores médios de pH em pêsegos, cv. Marli, aos 0, 2 e 4 à temperatura ambiente após 2 e 3 semanas de armazenamento refrigerado (letras diferentes dentro de cada par de barras representam diferenças significativas pelo teste de Duncan a $p < 0,05$).

Elshiekh e Habiba (1996) reportaram um incremento de pH em pêssegos armazenados em sacolas de polietileno perfurado, comparado com outras formas de atmosfera modificada. Esses dados concordam em parte com os registrados neste experimento, no qual se observou um valor ligeiramente superior nos pêssegos de AM durante as duas primeiras semanas a 0 °C. As atmosferas controladas com baixo teor de O₂, retardam o incremento de pH dos frutos (Kedy, Rodriguez Sinobas e Kader, 1991), sendo que, neste trabalho, as diferenças não foram demasiado relevantes devido, possivelmente, aos valores mais altos de oxigênio da atmosfera modificada.

O resumo das avaliações a partir do momento da colheita, através das causas de variação 'tratamentos', 'outros' e 'fatorial vs outros', estão expostas na tabela 3A.

O pH dos frutos, sob AR e AM, logo após a colheita, não experimentou variações sob temperatura ambiente. Entretanto, após o armazenamento de duas e três semanas a 0 ± 1°C, a fruta de AR manteve o pH da colheita no dia 0, aumentando significativamente durante os 2 e 4 dias posteriores. Nos frutos de AM o pH foi significativamente superior no dia 0, 2 e 4 sob temperatura de 20°C após duas semanas de frio, em relação aos dados obtidos na colheita (Figura 42). O valor médio de pH, de 4,1, obtido na colheita e sua evolução durante o experimento concordam com os resultados obtidos em um trabalho anterior executado por Dias et al. (1996) com esta cultivar.

A comparação da acidez dos frutos com o pH ao momento da colheita e durante os seguintes períodos de armazenamento sob AR e AM assinalam uma relação inversa entre ambas as variáveis. O incremento de pH e diminuição de acidez coincide com os resultados obtidos por Barcelon, Tojo e Watanabe (1999) que, na avaliação da qualidade interna de pêssegos, registraram um incremento de pH em frutas muito maduras e um decréscimo de acidez total

titulável, o que coincidiu com uma perda de firmeza de polpa e um decréscimo da qualidade.

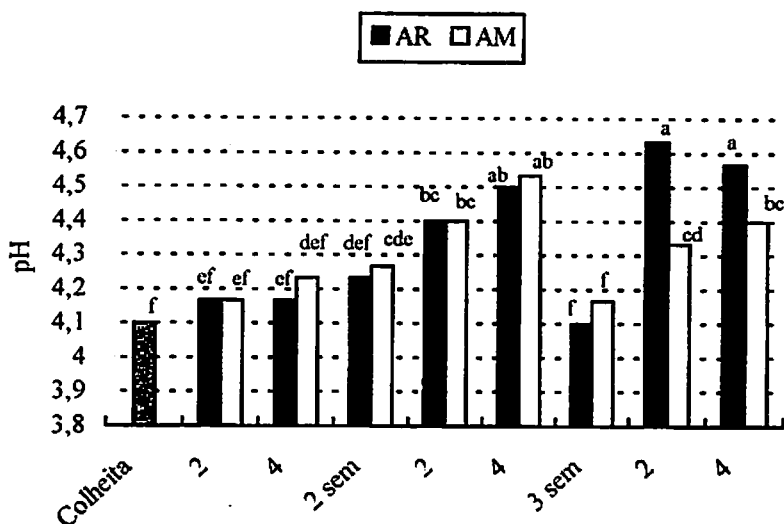


FIGURA 42 Valores médios de pH ao momento da colheita, logo após 2 e 4 dias a 20 °C; 2 e 3 semanas de armazenamento refrigerado (0±1°C), seguidos de 2 e 4 dias a temperatura ambiente (20 °C), em condições de Atmosfera Regular e Modificada em pêssegos, cv Marli (letras diferentes representam diferenças significativas pelo teste de Duncan a p<0,05)

4.9 Sólidos solúveis totais (SST) e relação sólidos solúveis totais/acidez total titulável (SST/ATT)

O teor de sólidos solúveis dos pêssegos foi influenciado significativamente pelo fator atmosfera regular e modificada e pelo fator dias sob temperatura de 20 °C (p<0,05). O resumo das análises estatísticas está exposto na Tabela 3A.

Os frutos armazenados em atmosfera regular apresentaram um conteúdo de SST significativamente superior à fruta de atmosfera modificada (Figura 43).

Após saída de câmara, os frutos experimentaram um incremento contínuo e significativo no teor de SST durante os subseqüentes 0, 2 e 4 dias sob temperatura de 20 °C (Figura 44).

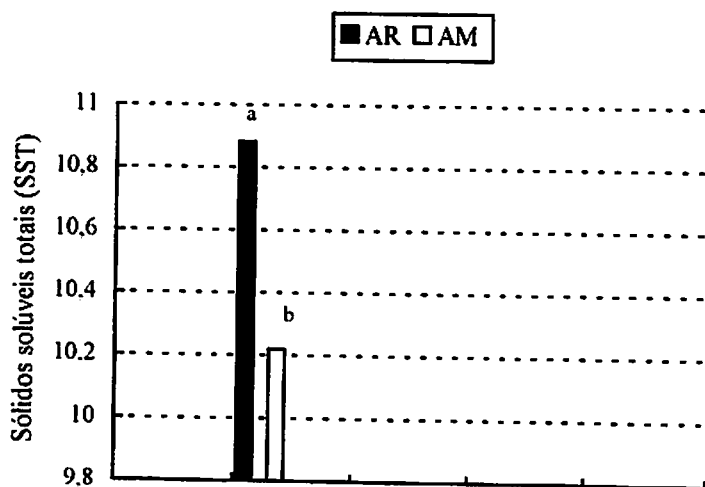


FIGURA 43 Valores médios de sólidos solúveis totais (SST) em pêsegos sob condições de Atmosfera Regular e Modificada, cv Marli (letras diferentes representam diferenças significativas pelo teste de Duncan a $p < 0,05$).

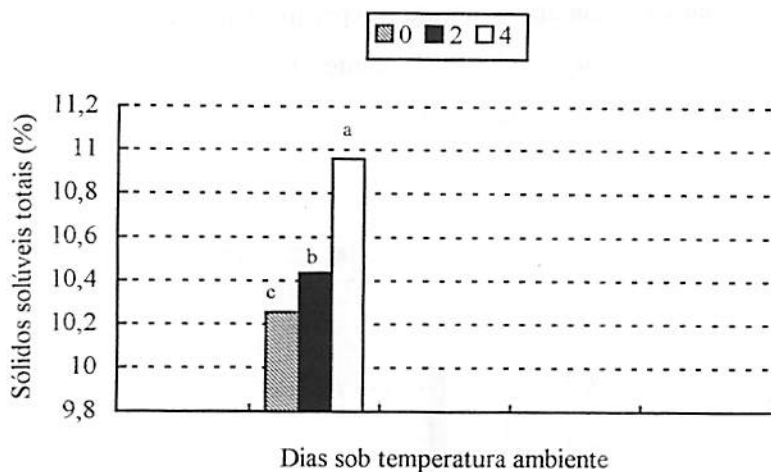


FIGURA 44 Valores médios de sólidos solúveis totais (SST) em pêsegos cv. Marli, aos 0, 2 e 4 dias sob temperatura ambiente (20 °C), logo após duas e três semanas de armazenamento refrigerado (letras diferentes representam diferenças significativas pelo teste de Duncan a $p < 0,05$).

Estudando a evolução deste parâmetro a partir do momento da colheita, as causas de variação ‘tratamentos’ e ‘outros’ incidiram significativamente no conteúdo de SST ($P=0,01$).

Os frutos foram colhidos com o valor médio de 9.9 % de sólidos solúveis, valor que aumentou significativamente aos 4 dias sob temperatura ambiente, logo após a colheita em atmosfera regular. Entretanto, os SST dos pêsegos de AM não experimentaram mudanças em relação ao valor inicial de colheita durante o imediato período de 2 e 4 dias. Durante o armazenamento de duas e três semanas a 0 °C, os frutos de AR mantiveram os valores de colheita, experimentando um aumento significativo aos 4 dias, após duas semanas e aos 2 e 4 dias após três semanas de frio sob temperatura de 20 °C. Os pêsegos de AM não experimentaram mudanças, mantendo, em todos os períodos e condições estudadas, o valor médio de SST registrado no momento da colheita (Figura 45).

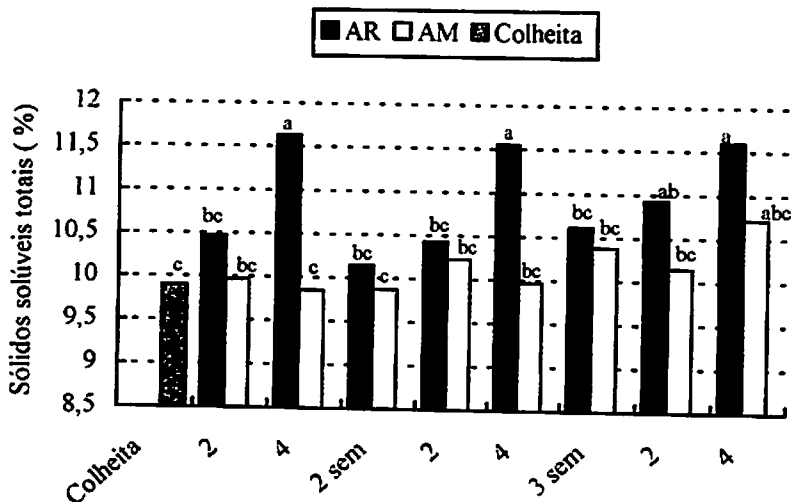


FIGURA 45 Valores médios de sólidos solúveis totais (SST) no momento da colheita, logo após 2 e 4 dias a 20 °C; 2 e 3 semanas de armazenamento refrigerado (0±1°C), seguidos de 2 e 4 dias à temperatura ambiente (20 °C), em condições de Atmosfera Regular e Modificada em pêsegos, cv Marli (letras diferentes representam diferenças significativas pelo teste de Duncan a $p < 0,05$)

Tais resultados sugerem o benéfico efeito da AM e refrigeração em manter as características originais dos frutos da colheita ao final do período de armazenamento. Estes resultados concordam com os de Darezzi (1998), segundo o qual, em condições normais, existe pouca mudança no conteúdo de SST durante o armazenamento refrigerado de pêsegos. Os açúcares componentes dos SST experimentam mudanças importantes durante a etapa de desenvolvimento do fruto, sendo que, durante o período final de maturação, os mesmos permanecem constantes (Chapman e Horvat, 1990). Esta característica tem limitado sua utilização como índice de colheita, sendo mais recomendado

como parâmetro de qualidade, fazendo parte do sabor da fruta (Brovelli, Brecht e Sherman, 1998b; Crisosto, 1994). Dentro desse conceito de qualidade, Brady (1993) estimou que cerca de 10 % de SST em pêssegos e nectarinas são suficientes para que os mesmos sejam considerados aceitáveis, valores que coincidem com os observados neste experimento e com os da própria cultivar (Dias et al., 1996).

Nos resultados obtidos no trabalho realizado por Gonçalves (1998), menciona-se que o índice de escurecimento interno em abacaxi coincidiu com um teor superior de SST; não obstante, em experimentos similares não se registraram diferenças entre os frutos sadios e os frutos afetados pela injúria. Neste experimento, não foi observado um incremento do conteúdo de SST coincidente com o desenvolvimento da sintomatologia. Todavia, é de conhecimento que em frutos afetados por fungos na região das sementes e sem sintomatologia externa, caso das maçãs, os patógenos provocam uma atividade maior das enzimas oxidantes como a PFO, aumentando os SST a valores acima, muitas vezes, das características da cultivar. No caso dos pêssegos estudados no presente trabalho, a incidência de fungos foi mínima.

A relação sólidos solúveis totais /acidez total titulável dos pêssegos foi influenciada estatisticamente pelos fatores atmosfera de armazenamento, período de duas e três semanas e dias sob temperatura de 20 °C após saída de câmara ($p < 0,01$). O resumo das análises estatísticas está exposto na Tabela 3A.

O valor da relação SST/ATT foi significativamente superior nos frutos sob AR por estes apresentarem maior conteúdo de SST, sendo que a acidez não foi afetada pelas atmosferas utilizadas (Figura 46).

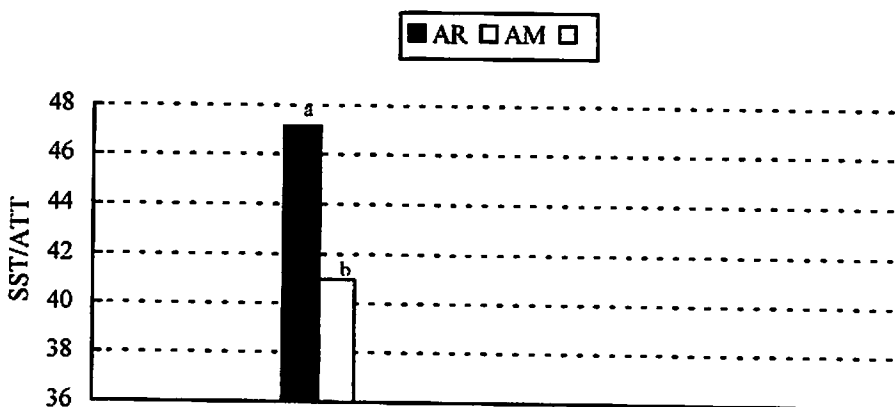


FIGURA 46 Relação sólidos solúveis totais/acidez total titulável (SST/ATT) em pêssegos cv. Marli sob condições de atmosfera regular (AR) e modificada (AM), (letras diferentes representam diferenças significativas pelo teste de Duncan a $p < 0,05$)

Durante o armazenamento refrigerado de três semanas os pêssegos incrementaram significativamente o valor dessa relação, em comparação com as duas semanas (Figura 47). Quanto aos dias sob temperatura ambiente, após armazenamento refrigerado, o valor de SST/ATT aumentou significativamente aos 2 e 4 dias em relação ao dia 0. O aumento desta variável foi ocasionado pelas baixas porcentagens de ATT registradas nos frutos durante esses períodos (Figura 48).

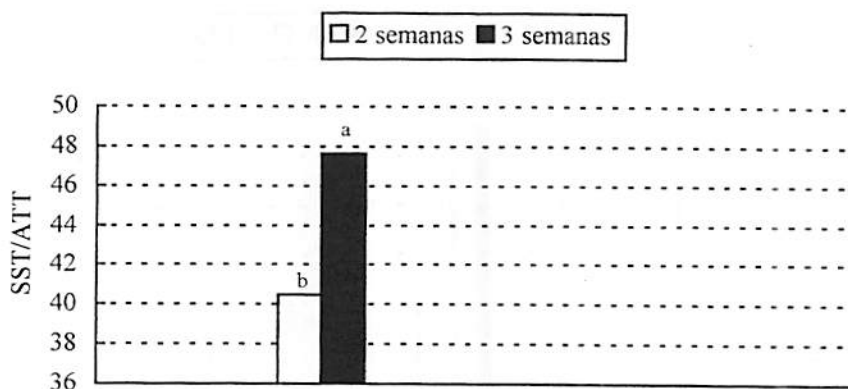


FIGURA 47 Relação sólidos solúveis totais/acidez total titulável (SST/ATT) em pêssegos, cv. Marli, durante duas e três semanas de armazenamento refrigerado sob condições de atmosfera regular (AR) e modificada (AM), (letras diferentes representam diferenças significativas pelo teste de Duncan a $p < 0,05$)

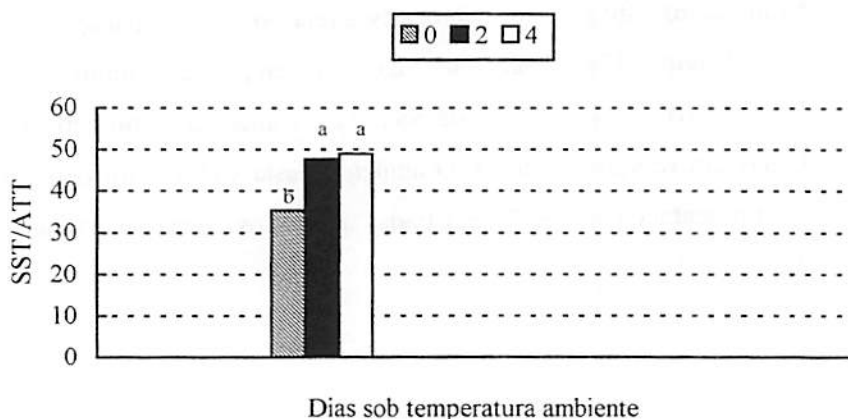


FIGURA 48 Relação sólidos solúveis totais/acidez total titulável (SST/ATT) em pêssegos, cv. Marli, durante 0, 2 e 4 dias sob temperatura ambiente ($20\text{ }^{\circ}\text{C}$), logo após armazenamento refrigerado de duas e três semanas sob condições de atmosfera regular (AR) e modificada (AM), (letras diferentes representam diferenças significativas pelo teste de Duncan a $p < 0,05$)

O equilíbrio entre conteúdo de sólidos solúveis e acidez na fruta é responsável pelo sabor e essa relação apresenta uma ampla variabilidade entre as diferentes cultivares. Os pêssegos de polpa branca, comparados com os de polpa amarela, ao terem baixa acidez, apresentam valores superiores de SST/ATT. Não obstante, isso não significa que valores altos nesse quociente sejam indicadores de uma maior doçura, pelo contrário, indicam uma diminuição do sabor ao fazer com que o fruto perda o equilíbrio entre açúcares e acidez.

Os valores desta variável a partir da colheita foram afetados pelos diferentes 'tratamentos' e pelo 'fatorial vs outros' ($p < 0,01$). O valor do quociente no dia da colheita (27,4) está dentro da média reportada pelas avaliações de diferentes cultivares de polpa branca, que indicam um valor em torno de 30 (Day et al., 1997, Crisosto et al., 1998), e com os registrados para o próprio cultivar Marli (Dias et al., 1996). No estudo de outras cultivares de pêssegos e nectarinas de polpa branca, este parâmetro alcançou um valor de 60, sendo o mesmo indicativo de uma perda total do sabor característico da cultivar (Salvador, Oteiza e Luchsinger, 2000).

Tomando como referência o exposto anteriormente e considerando o valor inicial de 27,4 como dentro do valor ótimo, observou-se que a relação SST/ATT aumentou logo após a colheita. Nos frutos sob AR, a relação aos 2 e 4 dias sob temperatura de 20 °C foi de 37 e 40, respectivamente, apresentando diferenças significativas com o valor inicial, mas não entre si. Entretanto, nos frutos sob AM, para as mesmas condições, o quociente aumentou para 33 e 32, os quais foram similares estatisticamente ao dado inicial e entre si. Não obstante, esses valores são considerados dentro dos parâmetros normais de qualidade de pêssegos de polpa branca. A temperatura de 0 °C durante o armazenamento dos pêssegos em AR e AM manteve a relação dentro dos valores obtidos à época da colheita e logo após 2 e 4 dias sob temperatura ambiente.

Durante o período de 2 e 4 dias à temperatura ambiente, de 20 °C para ambas atmosferas, e após 3 semanas de frio, observou-se um aumento significativo da relação SST/ATT em comparação com os valores de colheita e imediata exposição à temperatura ambiente durante 2 e 4 dias. Não obstante, no mesmo período observou-se uma diferença significativa desta variável entre as frutas de AR e AM. Os maiores valores encontrados nos pêssegos de AR sugerem uma perda do sabor mais acentuada que nos frutos sob AM (Figura 49).

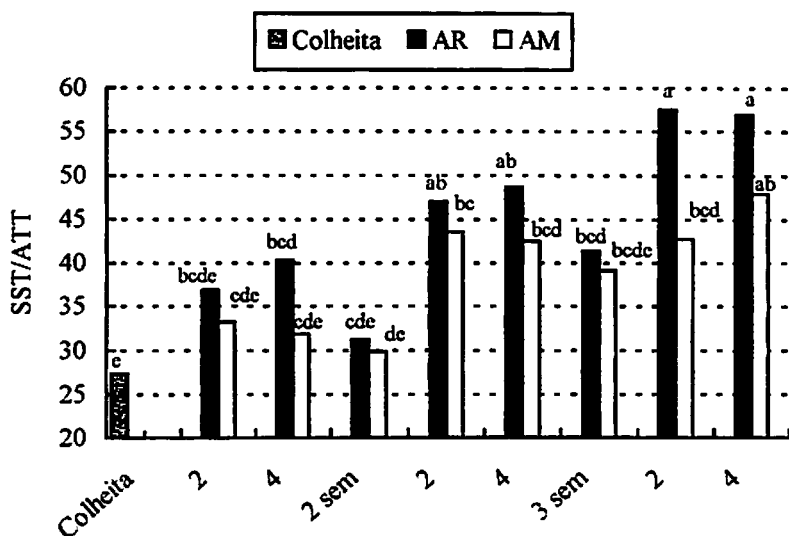


FIGURA 49 Valores médios da relação sólidos solúveis totais e acidez total titulável (SST/ATT) ao momento da colheita, logo após 2 e 4 dias a 20 °C; 2 e 3 semanas de armazenamento refrigerado (0±1°C), seguidos de 2 e 4 dias à temperatura ambiente (20 °C), em condições de Atmosfera Regular e Modificada em pêssegos, cv Marli (letras diferentes representam diferenças significativas pelo teste de Duncan a p<0,05)

5.0 Açúcares totais

O resumo das análises estatísticas exposto na tabela 3A mostra que o teor dos açúcares totais não foi afetado pelos diferentes tratamentos utilizados neste experimento. Os açúcares em pêssegos maduros correspondem a 65-80 % dos sólidos solúveis totais (Brady, 1993), dados próximos aos obtidos no presente experimento, da ordem de 85 %, no momento da colheita. Os carboidratos não estruturais são compostos principalmente por sacarose, glucose, frutose e sorbitol, dos quais a sacarose encontra-se em maior porcentagem seguido da glucose, frutose e sorbitol (Caruso, Giovannini e Liverani, 1996). Não foram realizadas as análises para os açúcares individuais, no entanto, tem sido reportado que a sacarose aumenta durante a fase final do desenvolvimento dos pêssegos, com a subsequente diminuição de glucose e frutose devido ao próprio metabolismo dos carboidratos (Pavel e DeJong, 1993). As mudanças experimentadas por estes compostos no mesocarpo de pêssegos são baixas durante o amadurecimento, o que explica os resultados obtidos, nos quais os teores desta variável não registraram diferenças com os valores obtidos na colheita (Figura 50). Tais resultados são condizentes com os observados por Tavares, Fernandez Chitarra e Chitarra (1991), que indicam que o armazenamento de pêssegos em embalagens de polietileno não influencia o teor de açúcares totais.

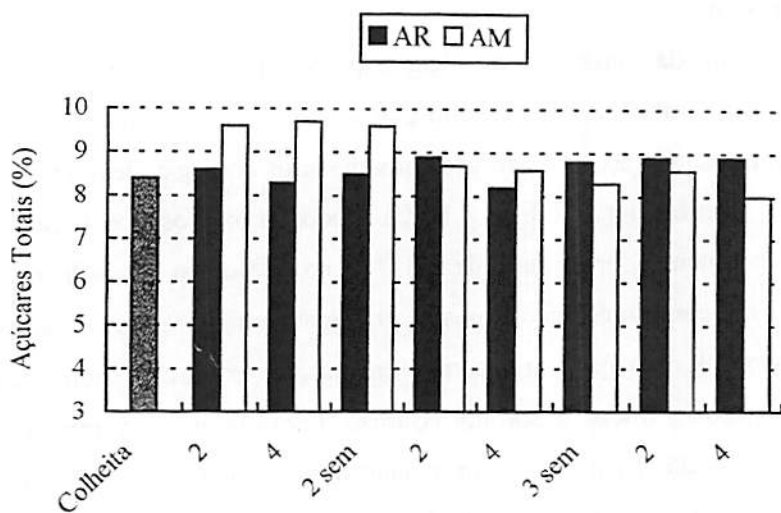


FIGURA 50 Valores médios de açúcares totais em pêsegos, cv. Marli, expressos em porcentagem de glucose/100 gr de peso fresco (AT) ao momento da colheita, logo após 2 e 4 dias a 20 °C; 2 e 3 semanas de armazenamento refrigerado ($0 \pm 1^\circ\text{C}$), seguidos de 2 e 4 dias à temperatura ambiente (20 °C), em condições de Atmosfera Regular e Modificada.

5 CONCLUSÕES

Sob as condições experimentais do presente trabalho, conclui-se que:

A cultivar de pêssegos Marli é sensível ao dano por frio, desenvolvendo a sintomatologia de textura farinácea e escurecimento interno sob temperatura ambiente.

O armazenamento em condições de atmosfera regular limita a vida pós-colheita em menos de três semanas, ao desenvolver nos pêssegos sintomatologia severa de dano por frio aos 2 dias sob temperatura de 20°C, após três semanas a 0°C.

O armazenamento em condições de atmosfera modificada estende a vida pós-colheita em três semanas, ao desenvolver nos pêssegos sintomatologia severa de dano por frio aos 4 dias sob temperatura de 20°C, após três semanas a 0°C.

A atividade das enzimas polifenoloxidase e peroxidase relacionam-se com o desenvolvimento de escurecimento interno.

Os frutos da cultivar Marli são de textura firme e moderadamente homogênea, amaciando rapidamente em condições de temperatura ambiente.

O metabolismo das pectinas está intimamente relacionado com as mudanças de textura.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDI, N.; HOLFORD, P.; McGLASSON, W.B. Effects of harvest maturity on the storage life of Japanese type plums. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, East Melbourne, v.37, n.4, p.391-397, 1997.
- AGAR, T.; POLAT, A.; GULCAN, R.; AKSOY, U. Effect of different packing materials on the storage quality of some apricots varieties. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n.384, p. 625-631, 1995.
- ANDERSON, R.E. The influence of storage temperature and warming during storage on peach and nectarine fruit quality. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.104, n.4, p.459-461, 1979.
- ARTES, F.; CANO, A.; FERNANDEZ TRUJILLO, J.P. Pectolytic enzyme activity during intermittent warming storage of peaches. **Journal of Food Science**, Chicago, v.63, n.3, p.311-313, May/June1998.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of the Association of Official the Analytical Chemists**. 5. ed. Washington, 1990, 2.v.
- BARCELON, E.G.; TOJO, S.; WATANABE, K. X-ray computed for internal quality evaluation of peaches. **Journal of Agricultural Engineering Research**, London, v.73, n.4, p.323-330, Dec.1999.
- BIBLE, B.B.; SINGHA, S. Canopy position influences CIELAB coordinates of peach color. **HortScience**, Alexandria, v. 28, n.10, p.992-993, Oct. 1993.
- BITTER, T.; MUIR, H.M. A modified uronic acid carbazole reaction. **Analytical Biochemistry**, New York, v.34, p.330-334, 1962.
- BONGHI, C.; RUZZON, S.; TONUTTI, P.; RAMINA, A.; BORIN, A.; SATTIN, M. Peach fruit ripening: the involvement of cellulase and polygalacturonase. In: CONGRESS OF EUROPEAN SOCIETY FOR AGRONOMY, 3., 1994, Abano-Padova, Ytaly. **Proceedings of the third congress of European Society for Agronomy**, Abano-Padova, Ytaly: Padova University, 1994. p.580-581.

- BOURANIS, D.L.; NIAVIS, C.A. Cell wall metabolism in growing and ripening stone fruits. **Plant Cell Physiology**, Kyoto, v.33, n.7, p.999-1008, Oct.1992.
- BRADY, J.C en **Biochemistry of Fruit Ripening**. London: Chapman & Hall, 1993.
- BRAMLAGE, W.J. Chilling injury of crops of temperate origin. **Hortscience**, Alexandria, v.17, n.2, p.165-168, Apr. 1982.
- BROVELLI, E.A.; BRECHT, J.K.; SHERMAN, W.B. Anatomical and Physiological responses of melting and nonmelting – flesh peaches to postharvest chilling. . **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.123, n.4, p.668-674, July/Aug. 1998a.
- BROVELLI, E.A.; BRECHT, J.K.; SHERMAN, W.B.; SIMS, C.A. Nonmelting-flesh trait in peaches is not related to low ethylene production rates. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.34, n.2, p.313-315, Mar./Apr. 1999.
- BROVELLI, E.A.; BRECHT, J.K.; SHERMAN, W.B. Potential maturity indices and developmental aspects of melting-flesh and no melting-flesh peach genotypes for the fresh market. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.123, n.3, p.438-444, May./June 1998b.
- BRUHN, C.M. Consumer and satisfaction with the quality and size of California peaches and nectarines. **Journal of Food Quality**, Athens, v.18, n.3, p. 241-256, June 1995.
- BURNS, J.K.; RUSSELL PRESSEY. Ca²⁺ in cell walls of ripening tomato and peach. **Journal of American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.112, n.5, p.783-787, Sept./Oct.1987.
- BUESCHER, R. W.; FURMANSKI, R.J. Role the pectinesterase and polygalacturonase in the formation of woolliness in peaches. **Journal of Food Science**, Chicago, v.43, n.1, p.264-266, Jan/Feb. 1978.
- BYRNE, D.H.; NIKOLIC, A.N.; BURNS, E.E. Variability in sugars, acids, firmness, and color characteristics of 12 peach genotypes. **Journal of American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.116, n.6, p.1004-1006, Nov./Dec. 1991.

- CARUSO, T.; GIOVANNINI, D.; LIVERANI, A. Rootstock influences the fruit mineral, sugar and organic acid content of a very early ripening peach cultivar. **Journal of Horticultural Science**, Wellesbourne, v.71, n.6, p. 931-937, Nov.1996.
- CARUSO, T.; INGLESE, P.; SIDARI, M.; SOTTILE, F. Rootstock influences seasonal dry matter and carbohydrate content and partitioning in aboveground components of 'flordaprince' peach trees. **Journal of American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.122, n.5, p.673-679, Sept./Oct. 1997.
- CE: Frutas y hortalizas. Disponível em < <http://europa.eu.int/eur-lex/es/lif/reg> > , 1999. Acessado em 30 ago. 2000.
- CHAPMAN, G.W.; HORVAT, R.J.Changes in nonvolatile acids, sugars, pectin and sugars composition of pectin during peach (Cv. Monroe) maturation. **Journal Agricultural Food Chemistry**. Washington, v.38, n.2, p.383-387, Feb. 1990.
- CHANG, Y.S.; SMIT, C.J.B. Characteristics of pectins isolated from soft and firm fleshed peach varieties. **Journal of Food Science**, Chicago, v.38, n.3, p.646-648, Mar./Apr. 1973.
- CHENG, G.W.; CRISOSTO, C.H. Browning potential, phenolic composition, and polyphenoloxidase activity of buffer extracts of peach and nectarines skin tissue. **Journal of American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.120, n.5, p.835-838, Sept.1995.
- CHITARRA, M.I.F. **Congresso Brasileiro de Engenharia Agrônômica**. Poços de Caldas, 1998.
- CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: Fisiologia e manuseio**. Lavras: ESAL/FAEPE, 1990, 320 p.
- CHOI, J.H.; LEE, S.K.; KADER, A.A. Effect of MA on woolliness of 'Yumyeong' peaches. In: **INTERNATIONAL CONTROLLED ATMOSPHERE RESEARCH CONFERENCE: fruits other than apples and pears**, 7., 1997, Davies, California. **Proceeding of Seventh International Controlled Atmosphere Research Conference**, Davies, California, 1997. v.3.

- CRISOSTO, C.H. Stone fruits maturity indices: a descriptive review. **Postharvest News and Information**, Wallingford, v.5, n.6, p.65-68, Dec. 1994.
- CRISOSTO, G.M.; CRISOSTO, C.H.; WATKINS, M.; MONET, R. Chemical and organoleptic description of white flesh nectarines and peaches. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n.465, p. 497-505, 1998.
- CRISOSTO, C.H.; GARNER, D.; CID, L.; KADER, A.A. Predicting market life for O'Henry and Elegant Lady peaches under controlled atmosphere conditions. California: University of California / Department of Pomology, 1997a, p.121-131. (Postharvest Horticulture Series, 17).
- CRISOSTO, C.H.; MITCHELL, F.G.; JU, Z. Susceptibility to chilling injury of peach, nectarine, and plum cultivars in California. **HortScience**. Alexandria, v.124, n.6, p.1116-1118, Nov. 1999.
- CRISOSTO, C.H.; SCOTT JHONSON, R.; DEJONS, T. Orchard factors affecting postharvest stone fruit quality. **Horticultural Science**, New York, v.32, n.5, p. 820 – 823, 1997 b.
- DAREZZO, H.M. Conservação pós-colheita de pêssegos “Aurora-1” e “Biuti” acondicionados em diferentes embalagens e armazenados sob condições de ambiente e refrigeração. Jaboticabal: UNESP, 1998.
- DAY, K.R. Modified atmosphere packaging (MAP) of fresh fruit and vegetables – na overview. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON POSTHARVEST SCIENCE, 4., 2000, Jerusalem. Abstracts: postharvest 2000, p.14.
- DAY, K.R.; CRISOSTO, G.M.; CRISOSTO, C.H.; WATKINS, M. Survey of White flesh nectarines and peaches. **Good Fruit Grower**, Yakima, v.48, n.15, p.10-12, 1997.
- DAWSON, D.M.; WATKINS, C.B.; MELTON, L.D. Intermittent warming affects cell wall composition of ‘Fantasia’ nectarines during ripening and storage. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.120, n.6, p.1057-1062, Nov./Dec. 1995.
- DELWICHE, M.J.; BAUMGARDNER, R.A. Ground color measurements of peach. **Journal of American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.108, n.6, p.1012-1016, Nov. 1983.

- DIAS FRANCISCONI, A.H.; IGUASSU NOGUEIRA, C.; ARDUINO BETTIO MARODIN, G. Efeito da poda verde na qualidade do fruto e na produção do pessegueiro Cv. Marli. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.31, n.1, p.51-54, Jan. 1996.
- DIRLEWANGER, E.; MOING, A.; ROTHAN, C.; SVANELLA, L.; PRONIER, V.; GUYE, A.; PLOMION, C.; MONET, R. Mapping QTLs controlling fruit quality in peach (*Prunus persica* (L.) Batsch). **Theoretical Applied and Genetics**, Berlin, v.98, n.1, p. 18-31, Jan, 1999.
- DISCHE, E. Color reactions of carbohydrates. In: WHISTLER, R.L.; WOLFRAM, M.L. (ed.). **Methods in carbohydrates chemistry**. New York: Academic Press, v.1, p. 477 - 512, 1962.
- DONNA, D.; JONA, R.; DORE, B.; PATTONO, P.; RUFFA, E. Improved histochemistry of ripening fruit pulp cells. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON POSTHARVEST SCIENCE, 4., 2000, Jerusalem, **Abstracts: Postharvest 2000**, Jerusalem, 2000, p.75.
- DOWNS, C.G.; BRADY, C.J. Two forms of exopolygalacturonase increase as peach fruits ripen. **Plant Cell and Environment**, Oxford, v.13, n.5, p.523-530, June 1990.
- DRAKE, S.R.; EISELE, T.A. Quality of 'Gala' apples as influenced by harvest maturity, storage atmosphere and concomitant storage with 'Bartlett' pears. **Journal of Food Quality**, Athens, v.20, n.1, p.41-51, 1997.
- EGEA, J.; MARTINEZ GOMEZ, P.; ALMANSA, M.S.; CONTRERAS, E. Influencia de la recolección prematura en la calidad del fruto de variedades de albaricoquero de maduración precoz. **ITEA, Producción Vegetal**, Zaragoza, v.93, n.2, p.81-93, 1997.
- ELSHIEKH, A.F. Quantitation of phenolic acids and effect of controlled atmosphere storage on peach fruit quality. **Dissertation Abstracts International, Louisiana State University, USA, B**; v.52, n.7, 3363: order n. DA9200060, 106 p, 1992.
- ELSHIEKH, A.F.; HABIBA, R.A. Effect of storage time on the quality of peach held in cold storage in different types of packaging. **Gartenbauwissenschaft**, Stuttgart, v.61, n.1, p.7-10, 1996

- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA. Centro Nacional de Pesquisa de Fruteiras de Clima Temperado. A cultura do pessegueiro. Pelotas, 1984, 156 p. EMBRAPA. Circular Técnica, 10.
- ERTAN, U.; OZELKOK, S.; KAYNAS, K.; DEMIROREN, S. Studies on the postharvest physiology of some important peach cultivars. I. Red Globe. *Bahce*, v.20, n.1, p.59-74, 1991.
- ESPIN, J.C.; MORALES, M.; VARÓN, R.; TUDELA, J.; GARCÍA CANOVAS, F. Monophenolase activity of polyphenoloxidase from Blanquilla pear. *Photochemistry*, Headington, Oxford, v.44, n.1, p.17-22, Jan. 1997
- FEIPPE, M.A.; RODRIGUEZ, P. Conservación de frutas en Atmósfera Controlada. Uruguay, INIA, 1995. (Serie de actividades de difusión, 73).
- FEIPPE, M.A.; RODRIGUEZ, P.; PISANO, J. Manejo de cosecha y postcosecha em duraznero: determinación del momento óptimo de cosecha y evaluación postcosecha em variedades de frutales de carozo. Uruguay: INIA, 1997. (Serie de actividades de difusión, n.154).
- FERNÁNDEZ TRUJILLO, J.P.; ARTES, F. Keeping quality of cold stored peaches using intermittent warming. *Food Research International*, Oxford, v.30, n.6, p.441-450, 1997.
- FERNÁNDEZ TRUJILLO, J.P.; CANO, A.; ARTES, F. Physiological changes in peaches related to chilling injury and ripening. *Postharvest Biology and Technology*, New York, v.13, n.2, p.109-119, Apr. 1998.
- FLURKEY, W.H.; JEN, J.J. Peroxidase and polyphenoloxidase activities in developing peaches. *Journal of Food Science*, Chicago, v.43, n.6, p.1826-1831, Nov./Dec. 1978.
- FORGET, F.C.; GAUILLARD, F.A. Oxidation of chlorogenic acid, catechins, and 4-methylcatechol in model solutions by combinations of pear (*Pyrus communis* Cv. Williams) polyphenoloxidase and peroxidase: a possible involvement of peroxidase in enzymatic browning. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Washington, v.45, n.7, p.2472 - 2476, July 1997.
- GENARD, M.; BRUCHOU, C. Multivariate analysis of within-tree factors accounting for the variation of peach fruit quality. *Scientia horticulturae*, Amsterdam, v.52, n.1, p.37-51, 1992.

- GENARD, M.; SOUTY, M.; HOLMES, S.; REICH, M.; BREUILS, L. Correlations among quality parameters of peach fruit. **Journal of the Science and Food Agriculture**, London, v.66, n.2, p.241 – 245, Oct. 1994.
- GEORGE, A.P.; HIEKE, S.; RASMUSSEN, T.; LUDDERS, P. Early shading reduces fruit yield and late shading reduces quality in low-chill peach (*Prunus persica* (L) Batsch) in subtropical Australia. **Journal of Horticultural Science**, Wellesbourne, v.71, n.4, p. 561-571, July, 1996.
- GONÇALVES BOTREL, N. Efeito da aplicação de cloreto de cálcio associado ao tratamento hidrotérmico sobre a composição química e susceptibilidade ao escurecimento interno do abacaxi C.V Smooth Cayenne. Lavras: UFLA, 1998, 101p. (Tese-Doutorado em Ciência dos Alimentos).
- GOODWIN, T.W.; MERCER, E.I. **Introduction to plant biochemistry**. Oxford: Pergamon Press, 1982. 677p.
- HAREL, E.; MAYER, M.; LERNER, H.R. Changes in the levels of catechol oxidase and laccase activity in developing peaches. **Journal of the Science and Food Agriculture**, London, v.21, n.9, p.542-544, Sept. 1970.
- HAGENMAIER, R.D.; SHAW, P.E. Gas permeability of fruits coating waxes. **Journal of American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.117, n.1, p.105-109, Jan. 1992.
- HULTIN, H.O.; SUN, B.; BULGER, J. Pectin methyl esterase of the banana. Purification and properties. **Journal of Food Science**, Chicago, v.31, n.3, p.320-327, May/June 1966.
- IBGE: Censo Agropecuário. Disponível em < [http://www.sidra.ibge.gov.br/cgi-bin/tpcrucz/6/31/215/514](http://www.sidra.ibge.gov.br/cgi-bin/tpcracruz/6/31/215/514) >, 1996. Acessado em 30 ago. 2000.
- INGHAM, L.M.; PARKER, M.L.; WALDRON, K.W. Peroxidase: changes in soluble and bound forms during maturation and ripening of apples. **Physiologia Plantarum**, v. 102, n.1, p.93-100, 1998.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas, métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 3. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 1985, v.1, 533 p.

- KEDY.; RODRIGUEZ SINOBAS, L.; KADER, A Physiological responses and quality attributes of peaches kept in low oxygen atmospheres. *Scientia Horticulturae*, Amsterdam, v.47, n.3-4, p.295-503, 1991.
- KIM-SUNG-BOK; HONG-SEONG-HO; HAN-DONG-HYEON; KANG-SUNG-KU; LEE-CHANG-HOO; KIM-SB; HONG-SH; HAN-DH; KANG-SK; LEE-CH. Effect of intermittent warming on peach fruit quality in cold storage. *Journal of the Korean Society for Horticultural Science*, Korea, v.39, n.1, p.40-45, 1998.
- KLUGE, R.A.; BILHALVA, A.B.; CANTILLANO, R.F.F. Armazenamento refrigerado de ameixas "reubenne"(Prunus salicina Lindl.): efeitos do estado de maturação e do polifenilo. *Scientia Agrícola*, Piracicaba, v.53, n.2, p.226-231, maio/dez. 1996.
- KLUGE, R.A.; NACHTIGAL, J.C.; HOFFMAN, A.; BILHALVA, A.B.; FACHINELLO, J.C. Efeito de esters de sacarose sobre pêssegos "BR-6" refrigerados. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.33, n.2, p.109-114, Fev. 1998.
- KLUGE, R.A.; SCARPARE FILHO, J. A.; JACOMINO, A.P.; MARQUES, C. Embalagens plásticas para pêssegos "flordaprince"refrigerados. *Scientia Agrícola*, Piracicaba, v.56, n.4, p.843-850, Out/dez. 1999.
- KUBOTA, N.; TAKAGI, S.; KUDO, S. Phenolic contents in peach fruits as influenced by tree vigor and girdling of scaffold limbs. *Journal of the Japanese Society For Horticultural Science*, Tokyo, v. 62, n.1, p. 83-88, 1993.
- LANCASTER, J.E; LISTER, C.E; REAY, P.F; TRIGGS, C.H.M. Influence of pigment composition on skin color in a wide range of fruits and vegetables. *Journal of American Society for Horticultural Science*, Alexandria, v. 122, n.4, p.594 - 598, July 1997.
- LAU, O.L. Effect of growing season, harvest maturity, waxing, low O₂ and elevated CO₂ on flesh browning disorders in "Braeburn"apples. *Postharvest Biology and Technology*, Amsterdam, v.14, n.2, p.131-141, Oct. 1998.
- LEE, C.Y.; KAGAN, V.; JAWORSKI, A.W.; BROWN, S.K. Enzymatic browning in relation to phenolic compounds and polyphenoloxidase activity among various peach cultivars. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Washington, v.38, n.1, p.99-101, Jan. 1990.

- LESTER, D.R.; SHERMAN, W.B.; ATWELL, B.A. Endopolygalacturonase and the melting flesh (M) locus in peach. **Journal of American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 121, p.231- 235, Mar. 1996.
- LILL, R.E.; O'DONOGHUE, E.M.; KING, G.A. Postharvest physiology of peaches and nectarines. **Horticultural Review**, New York, v. 11, p.413-452, 1989.
- LINKE, M.; GEYER, M. Postharvest transpiration behaviour of vegetables – a new approach. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON POSTHARVEST SCIENCE, 4., 2000, Jerusalem. **Abstracts: postharvest 2000**, Jerusalem, 2000, p.5.
- LUCHINGER LAGOS, L. Control de fisiopatías en frutos de carozo (hueso). In: CONGRESO IBEROAMERICANO DE TECNOLOGIA POSTCOSECHA Y AGROEXPORTACIONES, 3., SIMPOSIO: Control de fisiopatías en frutas durante el almacenamiento en frío.3., 2000, Santa Fé de Bogotá, Colombia, p.87-93.
- LURIE, S. Modified atmosphere storage of peaches and nectarines to reduce storage disorders. **Journal of Food Quality**, Connecticut, n.16, n.1, p.57-65, Feb, 1993.
- LURIE, S.; LEVIN.A.; GREVE, L.C.; LABAVITCH, J.M. Pectin polymer changes in nectyarines during normal and abnormal ripening. **Phytochemistry**, Oxford, v.36, n.1, p.11-17, jan. 1994.
- LUZA, J.G.; GORSEL, R.V.; POLITO, V.S.; KADER, A.A. Chilling injury in peaches: a cytochemical and ultrastructural cell wall study. **Journal of American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.117, n.1, p.114-118, 1992.
- MARKOVIC, O.; HEINRICHOVÁ, K.; LENKEY, B. Pectolytic enzymes from banana. **Collection Czechoslovak Chemistry Community**, London, v.40, p.769-774, 1975.
- MATSUNO, H.; URITANI, I. Physiological behaviors of peroxidase isosymes in sweet potato root tissue injured by cuyting or with black rot. **Plant and cell Physiology**, Tokyo, v.13, n.6, p.1091-1101, Dec. 1972.

- McCREADY, P.M.; McCOMB, E.A. Extraction and determination of total pectic material. **Analytical Chemistry**, Washington, v.24, n.12, p.1586-1588, Dec. 1952.
- MERCADO SILVA, E. Mecanismos bioquímicos de fisiopatías importantes de frutas. In: CONGRESO IBEROAMERICANO DE TECNOLOGIA POSTCOSECHA Y AGROEXPORTACIONES, 3., SIMPOSIO: Control de fisiopatías en frutas durante el almacenamiento en frío, 3., 2000, Santa Fé de Bogotá, Colombia, p. 5-19.
- MILLER, S.S. Summer pruning affects fruit quality and light penetration in young peach trees. **HortScience**, Alexandria, v. 22, n.3, p.390-393, June 1987.
- MITCHELL, F.G.; KADER, A.A. Factors affecting deterioration rate, p.165-178. In : LaRUE, J.H; JOHNSON, R.S (eds). **Peaches, plums, and nectarines- Growing and Handling for fresh market**. Oakland: University of California / Division of Agricultural and Natural Resource, 1989. (Publication 3331).
- MIZRACH, A. Nondestructive ultrasonic technique for fruit quality determination. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON POSTHARVEST SCIENCE, 4., 2000, Jerusalem. **Abstracts: postharvest 2000**, Jerusalem, 2000, p.1.
- MURAMUTSU, N.; SAKURAI, N.; WADA, N.; YAMAMOTO, R.; TAKAHARA, T.; OGATA, T.; ASAKURA, T.; ISHIKAWA-TAKANO, Y.; NEVINS, D.J. Evaluation of fruits tissue and internal disorders by laser Doppler detection. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.15, n.1, p.83-88, 1999.
- NANOS, G.D.; MITCHELL, F.G. High temperature conditioning to delay internal breakdown development in peaches and nectarines. **American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 26, n.7, p. 882-885, July 1991.
- NELSON, N.A. A photometric adaptation of Somogyi method for the determination of glucose. **The Journal of Biological Chemistry**, Baltimore, v.135, n.1, p.136-175, May 1944.
- NICOLAS, J.J.; RICHARD FORGET, F.C.; COUPY, P.M.; AMIOT, M.J.; AUBERT, S.Y. Enzymatic browning reactions in apple and apple products.

- CRC: Critical in Food Science and Nutrition**, Boca Raton, v.34, p.109-154, 1994.
- NISSEN, O. **MSTAT-C: Microcomputer programme for de design, management, and analysis of agronomic research experiments**. Vers. 1. Michigan State University, U.S.A, 1988.
- PAVEL, E.W.; DeJONG, T.M. Relative growth rate and its relationship to compositional changes of nonstructural carbohydrates in the mesocarp of developing peach fruits. **Journal of American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 118, n. 4, p. 503-508, July 1993.
- PRESSEY, R.; AVANTS, J.K. Difference in polygalacturonase composition of clingstone and freestone peaches. **Journal of Food Science**, Chicago, v.43, n.5, p.1415-1423, Sept/Oct. 1978.
- PRESSEY, R.; HINTON, D.M.; AVANTS, J.K. Development of poligalacturonase activity and solubilization of pectins in peaches during ripening. **Journal of Food Science**, Chicago, v.36, n.7, p. 1070-1073, Nov./Dec. 1971.
- RENI, A.W.; HOUGH, L.F.; FRENKEL, CH. Rehardening of peach fruit in cold storage. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.103, n.1, p.90-91, Jun. 1978.
- RETAMALES, J.; DEFILIPPI, B.; NAVARRO, M.; CAMPOS, R. Using modified atmosphere packaging (MAP) to alleviate cold storage disorders in Chilean nectarines exported to Europe. In: **INTERNATIONAL CONFERENCE ON POSTHARVEST SCIENCE**, 4., 2000, Jerusalem. **Abstracts: Postharvest 2000**, Jerusalem, p.14.
- ROBINSON, D.S. Peroxidases and catalases. In: ROBINSON, D.S.; ESKIN, N.A.M (eds). **Oxidative enzymes in foods**. New York: Elsevier Science Publishing Company, 1991, cap. 1, p. 217-273.
- SALISBURY, E.B.; ROSS, C.W. **Plant Physiology**, 4. ed. Belmont: **Wadsworth**, 1992, 682 p.
- SALUNKHE, D.K.; BOLIN, H.R.; REDDY, N.R. **Storage, processing and nutritional quality of fruits and vegetables**. Boca Raton: CRC Press, 1991, 323p.

- SALVADOR, M.E.; OTEIZA, E.; LUCHSINGER, L.E. Maturity and quality index en white flesh peaches and nectarines. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON POSTHARVEST SCIENCE, 4., 2000, Jerusalem. Abstracts: Postharvest 2000, Jerusalem, 2000, p. 75.
- SHEWFEET, A.L. Changes and variations in the pectic constitution of ripening peaches as related to products firmness. *Journal of Food Science*, Chicago, v.30, n.4, p. 573-576, Aug. 1965.
- SHMULVICH, I. Non destructive quality assessment by sensor technology. Abstracts: In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON POSTHARVEST SCIENCE, 4., 2000, Jerusalem. Abstracts: Postharvest 2000, Jerusalem, 2000, p. 1.
- SIDDQUI, S.; BRACKMANN, A.; STREIF, J.; BANGERTH, F. Controlled atmosphere storage of apples: cell wall composition and fruit softening. *Journal of Horticultural Science*, Wellesbourne, v.71, n.4, p.613-620, July 1996.
- SUPREETHA, H.; MANESS, N.O. Sugar composition of pectin and hemicellulose extracts of peach fruit during softening over two harvest seasons. *Journal of American Society of Horticultural Science*, Alexandria, v.12, n.6, p.1162-1167, 1996.
- TAVAREZ, L.B.; FERNANDEZ CHITARRA, M.I.; CHITARRA, A.B. Uso de atmosfera modificada no armazenamento de duas cvs de pêssego (*Prunus persica* (L.) Batsch): Transformações de açúcares e pectinas. *Arquivos de Biologia e Tecnologia*, Curitiba, v.35, n.2, p. 203-219, Abr. 1992.
- TAYLOR, M.A.; RABE, E.; JACOBS, G.; DODD, M.C. Physiological and anatomical changes associated with ripening in the inner outer mesocarp of cold stored "Songold" plums and concomitant development of internal disorders. *Journal of Horticultural Science*, Wellesbourne, v.68, n.6, p.911-918, Nov. 1993.
- TEISSON, C. Le brunissement interne de l'ananas. I- Historique. II- matériel et méthodes. *Fruits*, Paris, v.34, n.4, p.245-261, avr. 1979.
- TEMAN, D.M.; HANDA, A.K. Reduction in pectin methylsterase activity modifies tissue integrity and cation levels in ripening tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill) fruits. *Plant Physiology*, Maryland, v.106, n.2, p. 429-436, Oct. 1994.

- VIDRIN, R.; TONUTTI, P.; HRIBAR, J. Biochemical changes during storage of peach in a very low oxygen atmosphere. *Sodobno – Kmetijstvo, Slovenia*, v.30, n.10, p.423-430, 1997.
- VILAS BOAS, E.V. de B. Modificações pós-colheita de banana 'Prata' (Musa acuminata x Musa balbisiana grupo AAB) γ -irradiada. Lavras: UFLA, 1995, 73 p. (Tese-Mestrado em Ciência dos Alimentos).
- VON MOLLENDORFF, L.J.; JACOBS, G.; DE VILLIERS, O.T. Effect of temperature manipulation during storage and ripening on firmness, extractable juice and woolliness in nectarines. *Journal of Horticultural Science, Wellesbourne*, v.67, n.5, p.655-662, Sept. 1992.
- VON MOLLENDORFF, L.J.; VILLIERS, O.T. Physiological changes associated with the development of woolliness en "Pergrine"peaches during low-temperature storage. *Journal of Horticultural Science, Wellesbourne*, v.63, n.1, p.47-51, Jan. 1988.
- WANG, C.Y. Physiological and biochemical responses of plants to chilling stress. *HortScience, Alexandria*, v.17, n.2, p.173-186, Apr. 1982.
- WILLS, R.B.H.; McGLASSON, W.B.; GRAHAM, D.; LEE, T.H.; HALL, E.G. *Postharvest: an introduction to the physiology and handling of fruit and vegetables*. 3.ed. Kensington: New South Wales University Press, 1989.
- WRIGHT, K.P.; KADER, A, A . Effect of controlled-atmosphere storage on the quality and carotenoid content of sliced persimmons and peaches. *Postharvest Biology and Technology, New York*, v. 10, n.1, p. 89-97, Jan. 1997.
- YAHIA, E. M. Modified and controlled atmospheres for tropical fruits. *Horticultural Reviews, New York*, v.22, p.123-183, 1998.
- ZABLARGO, Q.; GANT, R. Varietal description. *Arboriculture Frutiére, Paris*, n.487, p.49, 1995.
- ZAUBERMAN, G.; FUCHS, Y.; ROT, I.; WEXLER, A. Chilling injury, peroxidase, and cellulase activities in the peel of mango fruit at low temperature. *HortScience, Alexandria*, v.23, n.4, p.732-733, 1988.

ZAWISTOWSKI, J.; BILIADERIS, C.G.; ESKIN, N.N.M. Polyphenol Oxidase
In: En: ROBINSON, D.S.; ESKIN, N.A.M (eds). **Oxidative enzymes in
foods**. New York: Elsevier Science Publishing Company, 1991, cap. 6, p.
217-273.

ZHANG-HUAYUN.; WANG-SHANGUANG.; ZHAO-YING.; DU-
FENGHUA.; ZHANG-HY.; WANG-SG.; ZHAO-Y.; DU-FH. The
relationship between the browning flesh of pear and some physiological and
biochemical characters. **Advances in Horticulture**, New Pail, v.1, p.630-632,
1994.

ZHANYUAN-DU.; BRAMLAGE-WJ. Peroxidase activity of apple peel in
relation to development of poststorage disorders. **HortScience**, Alexandria,
v.30, n.2, p.205-209, Apr. 1995.

ZILKAH, S.; LURIE, S.; LAPSKER, Z.; ZUTHI, Y.; DAVID, L.; YESSELSO,
Y. The ripening and storage quality of nectarines fruits in responses to
preharvest application of gibberelic acid. **Journal of Horticultural Science**,
Wellesbourne, v.72, n.3, p. 355-362, May 1997.

ANEXO

	Páginas	
ANEXO A TABELA 1 A	Resumo da análise de variância (graus de liberdade, quadrados médios e níveis de significância) para a variável perda de massa.....	115
TABELA 2 A	Resumo da análise de variância (graus de liberdade, quadrados médios e níveis de significância) para as variáveis: Conteúdo de suco (%), Polifenoloxidase (PFO), Peroxidase (PER), Textura (firmeza lateral- FL), firmeza de sutura (FS), Pectina solúvel (PS) e porcentagem de solubilidade da PS em relação a PT (%)......	116
TABELA 3 A	Resumo da análise de variância (graus de liberdade, quadrados médios e níveis de significância) para as variáveis: Poligalacturonase (PG), pH, Acidez total titulável (ATT), Sólidos solúveis totais (SST), Relação entre sólidos solúveis totais e acidez total titulável (SST/ATT), Açúcares totais (AT)......	117
TABELA 4 A	Resumo da análise de variância (graus de liberdade, quadrados médios e níveis de significância) para as variáveis: Polifenoloxidase (PFO) e Peroxidase (PER) da parte externa e afetada dos frutos com sintomatologia de escurecimento interno durante 2 e 4 dias sob temperatura de 20°C, após três semanas de armazenamento refrigerado.....	118

TABELA 1 A Resumo da análise de variância (graus de liberdade, quadrados médios e níveis de significância) para a variável perda de massa.

Fonte de variação	GL	Quadrado Médio
Fator A	1	153,225**
Fator B	1	1,456**
AxB	1	1,033*
Resíduo	8	0,146
C.V (%)		3,83

*,** significância aos níveis de 5 % e 1 % de probabilidade pelo teste F
 Fator A = condições de armazenamento em atmosfera regular (AR) e modificada (AM).

Fator B = 2 e 3 semanas de armazenamento a 0°C

TABELA 2A Resumo das análises de variância (graus de liberdade, quadrados médios e níveis de significância) para as variáveis Conteúdo de suco (%), Polifenoloxidase (PFO), Peroxidase (PER), Textura (Firmeza Lateral – FL; Firmeza da Sutura – FS), Pectina Solúvel (PS) e porcentagem de solubilidade da PS (% de solub).

Causas de variação	de GL	% de suco	PFO	PER	FL	FS	PS	%de solub.
Tratamentos	16	175,598**	274,907**	65,833**	451,09**	183,208**	11726,46**	654,01**
Fator A	1	136,734	661,433**	112,749**	22,912	13,104	7070,85**	183,6**
Fator B	1	511,061**	149,288	35,624	282,8**	146,814**	254,56	49,00*
AxB	1	147,38	12,996	76,533*	1,4	1,554	0,099	36,68*
Fator C	2	285,536**	332,557**	28,926	2272,051**	889,274**	19457,80**	606,93**
AxC	2	103,734	43,767	26,85	1,911	2,808	282,27	32,00**
BxC	2	193,787*	151,816	45,892*	51,3*	1,965	635,79**	51,88**
AxBxC	2	41,918	101,187	76,67*	11,708	7,05	1306,05**	41,53**
Outros	4	188,835	569,543	117,935*	541,819**	237,679**	25172,10**	1569,17
Fatorial vs. outros	1	10,954	36,927	0,00649	69,543**	17,909	36092,23**	2454,83
Residuo	34	58,35	84,4	12,992	8,085	11,466	132,23	7,88
C.V.(%)		12,54	18,81	16,90	14,62	24,19	6,53	7,30

*** significativo aos níveis de 5 % e 1 % de probabilidade pelo teste F.

Fator A = condições de armazenamento em atmosfera regular (AR) e modificada (AM).

Fator B = 2 e 3 semanas de armazenamento a 0 °C

Fator C = 0, 2 e 4 dias de armazenamento a 20 °C, após armazenamento refrigerado.

TABELA 3A Resumo das análises de variância (graus de liberdade, quadrados médios e níveis de significância) para as variáveis Poligalacturonase (PG), pH, Acidez total Titulável (ATT), Sólidos Solúveis Totais (SST), relação entre Sólidos Solúveis Totais e Acidez total Titulável (SST/ATT) e Açúcares Totais (AT).

Causas de variação	GL	PG	pH	ATT	SST	SST/ATT	AT
Tratamentos	16	30,623**	0,087**	0,007**	1,112**	234,87**	0,608
Fator A	1	1,034	0,028	0,002	3,934**	344,597**	0,069
Fator B	1	1,4	0,004	0,012**	1,21	461,82**	0,295
AxB	1	6,502	0,054*	0,001	0,007	57,002	2,093
Fator C	2	43,212**	0,322**	0,021**	1,601*	677,037**	0,495
AxC	2	0,195	0,03*	0,001	0,778	44,708	0,301
BxC	2	7,219	0,03*	0,003*	0,063	18,015	0,211
AxBxC	2	5,057	0,022	0,0001	0,309	22,468	0,539
Outros	4	4,407	0,007	0,003**	1,694**	73,38	0,955
Fatorial vs Outros	1	351,27**	0,4714**	0,038**	0,3687	1076,84**	0,2769
Resíduo	34	4,094	0,007	0,001	0,264	17,51	1,216
C.V(%)		28,44	1,80	7,94	4,50	9,23	

*,** significativo aos níveis de 5 % e 1 % de probabilidade pelo teste F.

Fator A = condições de armazenamento em atmosfera regular (AR) e modificada (AM).

Fator B = 2 e 3 semanas de armazenamento a 0 °C

Fator C = 0, 2 e 4 dias de armazenamento a 20 °C, após armazenamento refrigerado.

TABELA 4A Resumo das análises de variância (graus de liberdade, quadrados médios e níveis de significância) de Polifenoloxidase (PFO) e Peroxidase (PER) da parte sadia e afetada dos frutos com sintomatologia de escurecimento interno durante 2 e 4 de armazenamento à temperatura de 20 °C, após 3 semanas de armazenamento sob condições de atmosfera regular e modificada.

Causas de variação	GL	PFO	PER
Fatorial 2x2x3	1		
Fator A	1	547,884**	165,21*
Fator B	1	441,784*	31,671
AxB	1	70,144	82,845*
Fator C	1	534,021*	127,836*
AxC	1	43,336	45,403
BxC	1	25,896	1,446
AxBxC	1	145,879	0,006
Resíduo	16	92,255	13,505
<hr/>			
C.V (%)		16,45	15,55

*,** significativo aos níveis de 5 % e 1 % de probabilidade pelo teste F.

Fator A = condições de armazenamento em atmosfera regular (AR) e modificada (AM).

Fator B = 2 e 4 dias de armazenamento a 20 °C após 3 semanas de armazenamento refrigerado.

Fator C = parte sadia e afetada de frutos com sintomatologia de escurecimento interno.