

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA "LUIZ DE QUEIROZ"
DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA
LHO 615 - ESTÁGIO SUPERVISIONADO EM HORTICULTURA I**



RELATÓRIO FINAL DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO

**Caracterização Pós-Colheita de Ameixas
(Prunus sp) cv. Gema de Ouro
Armazenadas sob Temperatura Ambiente
e Atmosfera Modificada**

IRVING JOSEPH BERGER

PIRACICABA - SÃO PAULO

1997

IDENTIFICAÇÃO DO ESTÁGIO

DISCIPLINA: LHO 615 - Estágio Supervisionado em Horticultura I

ORIENTADOR: Prof. Angelo Pedro Jacomino (ESALQ/USP)

SUPERVISOR: Prof. Luiz Carlos de Oliveira Lima (Universidade Federal de Lavras)

LOCAL: Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras - MG

Departamento de Ciências dos Alimentos

Laboratório de Bioquímica e Fisiologia de Pós-Colheita de Frutos e Hortaliças

COLABORADORES: Josenilda Maria da Silva (Eng. Agrônomo - Aluna de Mestrado)

Heloisa Helena de Siqueira (Estagiária)

Juliana Audi Giannoni (Bolsista de Iniciação Científica)

Maria Cristina Duarte Rios (Prof. Dep. Ciências Exatas - UFLA)

Mércia Magalhães (Laboratorista)

Yane da Rocha Camargo (Bolsista de Iniciação Científica)

ATIVIDADES DESENVOLVIDAS:

(1) Acompanhamento de parte do trabalho de dissertação “Armazenamento do Abacaxi (*Ananas comosus* L. Merr. cv. Smooth Cayenne), sob Atmosfera Modificada”, trabalho esse exigido para a obtenção do título de Mestre em Fisiologia Vegetal da Eng. Agr. Josenilda Maria da Silva. Os objetivos foram o contato prévio com metodologias a serem utilizadas para a atividade (2), descrita abaixo, e o contato com a experimentação em pós-colheita do abacaxi.

(2) Planejamento, montagem e avaliação do experimento “CARACTERIZAÇÃO PÓS-COLHEITA DE AMEIXAS (*Prunus sp.*) cv. GEMA DE OURO ARMAZENADAS SOB TEMPERATURA AMBIENTE E ATMOSFERA MODIFICADA”, proposta inicial para a execução do estágio supervisionado.

ÍNDICE

PARTE I: METODOLOGIAS EMPREGADAS	5
INTRODUÇÃO	5
1. ANÁLISES DE CARACTERIZAÇÃO FÍSICA, QUÍMICA E FÍSICO-QUÍMICA 7	
1.1. . DETERMINAÇÃO DA TEXTURA	7
1.2. DETERMINAÇÃO DO pH e ACIDEZ TOTAL TITULÁVEL (ATT)	8
1.3. DETERMINAÇÃO DE SÓLIDOS SOLÚVEIS TOTAIS (SST)	9
1.4. DETERMINAÇÃO DA RELAÇÃO SÓLIDOS SOLÚVEIS/ACIDEZ (SST/ATT)	10
2. ANÁLISES BIOQUÍMICAS	11
2.1. DETERMINAÇÃO DE AÇÚCARES TOTAIS.....	11
2.2. DETERMINAÇÃO DE VITAMINA C TOTAL.....	12
2.3. DETERMINAÇÃO DE COMPOSTOS FENÓLICOS TOTAIS.....	13
3. ANÁLISES ENZIMÁTICAS	14
3.1. ATIVIDADE POLIFENOLOXIDÁSICA(PFO).....	14
3.2. ATIVIDADE PEROXIDÁSICA (POD)	15
3.3. ATIVIDADE DA FENIL AMÔNIA-LIASE (FAL)	15
4. BIBLIOGRAFIA.....	17
 PARTE II - EXPERIMENTO CONDUZIDO	19
RESUMO.....	19
1. INTRODUÇÃO	20
2. REVISÃO DE LITERATURA	21
2.1. Generalidades	21
2.2. Aspectos físicos, físico-químicos e químicos	22
2.2. Aspectos bioquímicos	25
2.3. Armazenamento e Escurecimento Interno	26
3. MATERIAL E MÉTODOS	28
3.1. Montagem do Experimento.....	28

3.2. Variáveis Analisadas	32
3.2.1. Textura.....	32
3.2.2. pH e Acidez Total Titulável (ATT)	32
3.2.3. Sólidos Solúveis Totais (SST)	32
3.2.4. Relação Sólidos Solúveis Totais/Acidez Total Titulável (SST/ATT)	33
3.2.5. Açúcares Totais.....	33
3.2.6. Atividade Polifenoloxidásica (PFO)	33
3.2.7. Atividade Peroxidásica (POD).....	33
3.3. Análise Estatística	33
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	35
4.1. Textura.....	35
4.3. pH e Acidez Total Titulável (ATT)	37
4.4. Sólidos Solúveis Totais (SST)	43
4.5. Relação Sólidos Solúveis/Acidez (SST/ATT)	45
4.6. Açúcares totais.....	47
4.7. Atividade Polifenoloxidásica (PFO)	49
4.8. Atividade Peroxidásica (POD)	52
5. CONCLUSÃO	55
6. BIBLIOGRAFIA.....	56

PARTE I: METODOLOGIAS EMPREGADAS

As metodologias comentadas abaixo correspondem àquelas utilizadas quando no acompanhamento do experimento com abacaxi cv. Smooth Cayenne e/ou na avaliação do ensaio realizado com ameixas cv. Gema de Ouro, propósito inicial do estágio.

INTRODUÇÃO

Segundo Chitarra & Chitarra (1990), do ponto de vista da Ciência dos Alimentos, a qualidade de frutos e hortaliças é composta pelas diversas características que venham a diferenciar unidades individuais de um produto, sendo significativa na determinação do grau de aceitabilidade pelo comprador. Portanto, de um modo abrangente, concluem os autores, pode ser definida como o conjunto de inúmeras características que diferenciam componentes individuais de um mesmo produto e que têm significância na determinação do grau de aceitação pelo comprador. Dessa forma, concluem ainda, devem ser considerados os atributos físicos, sensoriais e a composição química, bem como devem ser realizadas associações ou relações entre as medidas objetivas e subjetivas, para um melhor entendimento das transformações que ocorrem, afetando ou não a qualidade do produto.

Assim, são determinados atributos de qualidade, os quais consideram aparência, sabor e odor, textura, valor nutritivo e segurança dos produtos, bem como seus respectivos componentes (Tabela 1.). Tais atributos têm importância variada de acordo com o segmento de comercialização ou interesses particulares de cada grupo. De maneira geral, os produtores dão prioridade à aparência. Do mesmo modo, geneticistas têm maior interesse pela resistência a doenças, presença ou ausência de injúrias ou desordens fisiológicas. Comerciantes e distribuidores têm a aparência como atributo mais importante, dando ênfase também a boa capacidade de armazenamento. Os consumidores visam a aparência e as características sensoriais. Quando destinados à industrialização, o interesse primário direciona-se para o rendimento da matéria prima, cor, “flavor” e textura (Chitarra & Chitarra, 1990 e Chitarra, 1993).

Tabela 1. Componentes de qualidade para frutos e hortaliças.

Principais fatores	Componentes
Aparência	1. Tamanho: dimensões, peso, volume 2. Forma: diâmetro long.x transv. uniformidade 3. Cor: intensidade, uniformidade 4. Brilho: lustre, aparência externa 5. Defeitos: externos e internos Morfológicos, físicos x mecânicos Fisiológicos, patológicos, entomológicos
Textura	1. Firmeza, dureza, maciez 2. Fragilidade 3. Suculência 4. Granulosidade 5. Resistência, fibrosidade
“Flavor”(aroma e sabor)	1. Doçura 2. Acidez 3. Adstringência 4. Amargor 5. Aroma (voláteis) 6. Sabores e odores estranhos
Valor Nutritivo	1. Carboidratos 2. Proteínas 3. Lipídeos 4. Vitaminas 5. Minerais
Segurança	1. Substâncias tóxicas naturais 2. Contaminantes 3. Micotoxinas 4. Contaminação microbiológica

FONTE: Chitarra & Chitarra(1990)

Em suma, é importante salientar que existem vários índices para indicação da qualidade de frutos e hortaliças, alguns empregados de forma mais rotineira e outros de uso comum à experimentação. Esta primeira parte tem o objetivo de elucidar, de forma prática, algumas das metodologias utilizadas para a avaliação de tais índices.

1. ANÁLISES DE CARACTERIZAÇÃO FÍSICA, QUÍMICA E FÍSICO-QUÍMICA

1.1. . DETERMINAÇÃO DA TEXTURA

Em função de sua relação com o “flavor”, a textura constitui-se em um dos mais importantes atributos de qualidade, uma vez que a liberação de compostos, presentes em determinado produto, que são perceptíveis pelo paladar, são também relacionados com a estrutura do tecido.

Por definição, textura é o “conjunto de propriedades do alimento, compostas por características físicas perceptíveis pelo tato e que se relacionam com a deformação, desintegração e fluxo do alimento, sob a aplicação de uma força”, características avaliadas objetivamente por funções de força, tempo e distância (Chitarra & Chitarra, 1990 e Chitarra, 1993).

Dessa forma, a textura pode ser caracterizada pelas sensações múltiplas, em grande maioria induzidas por características mecânicas, percebidas nos lábios, na língua, nas paredes da boca, nos dentes e nos ouvidos. As principais sensações são de dureza, maciez, fibrosidade, suculência, granulidade, qualidade farinácea, resistência, elasticidade e tipo de superfície presente, suave ou áspera (Awad, 1993, Chitarra & Chitarra, 1990 e Chitarra, 1993).

Segundo os mesmos autores, a textura pode ser avaliada por métodos subjetivos ou por métodos objetivos, sendo estes últimos correspondentes a uma expressão numérica das características da firmeza com o auxílio de instrumentos, tais como pressurômetros, penetrômetros e testadores da compressão, cisalhamento e tensão. Conforme salientam, a escolha do método a ser utilizado depende inicialmente do produto, e, em particular, da propriedade de textura mais importante.

No presente trabalho, conforme rotina do laboratório, foi utilizada a determinação direta da textura pelo uso de penetrômetro Magness Taylor, conforme metodologia preconizada em AOAC (1992).

Um a um, todos os frutos foram avaliados na região mediana, com casca, em três pontos distintos e aproximadamente equidistantes. Os dados foram obtidos em lb/pol² e transformados para Newtons (N) pelo fator 4,448.

1.2. DETERMINAÇÃO DO pH e ACIDEZ TOTAL TITULÁVEL (ATT)

De modo geral, duas são as formas mais comumente utilizadas para a determinação da acidez de frutos e hortaliças: a primeira por percentagem de ácidos orgânicos, ou acidez total titulável, melhor indicativo quando a intenção é a de indicar o parâmetro sabor, ácido ou azedo; a segunda, por concentração de íon hidrogênio, ou pH, torna-se mais interessante para propósitos de determinar a qualidade de produtos processados.

Conforme mencionado, embora o pH seja um índice mais voltado a produtos processados (ou pré-destinados ao processamento), é comum sua utilização como índice de qualidade em experimentos de fisiologia e bioquímica pós-colheita de frutos, tendo, assim, sido usado no trabalho em questão.

Assim como prescrito em AOAC (1992), o pH foi determinado diretamente do suco dos frutos, obtido por trituração e filtração, através de medidor de pH digital.

A acidez total titulável foi determinada por titulometria com NaOH 0,1N através de procedimento volumétrico. À amostra diluída em água são adicionadas algumas gotas de fenolftaleína a 1% (3-4 gotas); ao frasco é adicionado lentamente o NaOH 0,1N, por meio de bureta, até a mudança de cor da solução para levemente rósea; o volume utilizado da base é anotado para o cálculo da porcentagem de ácido orgânico da amostra segundo a fórmula:

$$ATT = \frac{V \cdot f_a \cdot f_c}{TE} \cdot 10$$

onde: ATT = acidez total titulável em g/100ml ou %

V = volume gasto de NaOH 0,1N na titulação

f_a = fator álcali 0,1N do ácido

f_c = fator de correção do NaOH

TE = tomada de ensaio, ou seja, quantidade de suco utilizada para a titulação em ml.

Os resultados são expressos em função do ácido orgânico predominante no fruto (cítrico, málico, oxálico ou pirúvico, por exemplo), conforme pode ser visto na tabela abaixo:

Ácidos orgânicos predominantes em algumas espécies de frutos e hortaliças.

ÁCIDO ORGÂNICO	FRUTOS	HORTALIÇAS
Ácido cítrico	Abacaxi Bagas Cítricos Goiaba Manga Pêra Pêssego Carambola Fruta-do-conde Mamão Maracujá Melão	Bataba Beterraba Hortaliças folhosas Tomate
Ácido málico	Ameixa Banana Cereja Maçã Caju	Alfafa Aipo Brócoli Cenoura
Ácido oxálico		Espinafre
Ácido pirúvico		Cebola e alho
Ácido Tartárico	Uva Tamarindo	

Fonte: Chitarra & Chitarra (1990)

Outra metodologia existente para determinação da acidez total titulável é a titulometria através do procedimento eletrométrico: colocam-se os eletrodos de um medidor de pH na amostra e acrescenta-se água destilada, se necessário, para cobrir os eletrodos completamente; acrescenta-se NaOH 0,1N da bureta, sempre agitando a amostra continuamente até alcançar o pH de 8,1.

1.3. DETERMINAÇÃO DE SÓLIDOS SOLÚVEIS TOTAIS (SST)

A determinação de SST é a mais usual metodologia utilizada para fins de controle de qualidade, uma vez que pode ser realizada tanto a nível de campo como a nível de indústria ou laboratório, consistindo basicamente no uso de um refratômetro convertido para uma escala de sólidos solúveis, assumindo-se que os sólidos solúveis consistem inteiramente de açúcares. Em verdade, indica a quantidade, em percentagem, dos sólidos que

se encontram dissolvidos no suco ou polpa em questão, basicamente representados também pelo conteúdo de ácidos orgânicos presentes.

No presente trabalho a determinação de SST foi feita diretamente com o suco dos frutos por meio de refratômetro digital. Duas ou três gotas do suco foram colocadas sobre o visor do aparelho e os resultados expressos em % de sólidos solúveis (ou °Brix).

1.4. DETERMINAÇÃO DA RELAÇÃO SÓLIDOS SOLÚVEIS/ACIDEZ (SST/ATT)

Segundo Chitarra & Chitarra (1990), a relação açúcar/ácido trata-se de uma das melhores formas de avaliação do sabor, sendo mais representativo que a medição isolada de açúcares ou da acidez, uma vez que uma importante parte do gosto de muitos frutos é a mistura das notas atribuídas ao sabor doce e ácido. Trata-se de prático índice para o acompanhamento da maturação e amadurecimento de frutos, permitindo a identificação do ponto onde o teor de açúcares tenha aumentado e os ácidos reduzidos para a proporção desejável.

A obtenção da relação se dá diretamente pela proporção entre SST e ATT das amostras em questão, previamente determinados isoladamente. O resultado obtido é adimensional.

É importante salientar que existem diferenças nas proporções açúcar/ácido entre variedades de um mesmo produto e mesmo dentro da própria variedade quando cultivada em diferentes condições.

2. ANÁLISES BIOQUÍMICAS

2.1. DETERMINAÇÃO DE AÇÚCARES TOTAIS

Os açúcares solúveis presentes nos frutos na forma livre ou combinada, são responsáveis pela doçura, pelo “flavor”, pela cor atrativa e pela textura. Neste último caso quando combinados adequadamente com polissacarídeos estruturais. O flavor é dado através do balanço com os ácidos. A cor através de substâncias tais como derivados das antocianidinas (Chitarra & Chitarra, 1990).

Ainda segundo os autores citados, os açúcares podem ser quantificados diretamente por métodos químicos, porém, como já comentado, a determinação dos sólidos solúveis pode ser utilizada como método indireto, uma vez que eles são constituídos principalmente por açúcares.

O teor de açúcares individuais (glicose, frutose e sacarose) é importante quando se deseja quantificar o grau de doçura do produto, uma vez que o poder adoçante desses açúcares é variável. Juntamente com a acidez, o teor de açúcares totais é uma medida mais direta do “flavor” que a relação sólidos solúveis/acidez. O teor de açúcares normalmente constitui 65 a 85% de sólidos solúveis totais (Chitarra & Chitarra, 1990).

Dentre os métodos de determinação direta de açúcares destaca-se o método preconizado por Somogyi e modificado por Nelson, Southgate (1992). A metodologia é fundamentada na transformação de açúcares que possuem grupamento carbonila livre (aldeídico ou cetônico), quando aquecidos em meio alcalino, transformando-se em enedióis, que reduzem os íons Cu^{++} presentes a Cu^{+} . O óxido cuproso (Cu_2O) assim formado, reduz o reativo arsênio-molibdico a óxido de molibdênio (Mo_3O_8) de coloração azul cuja intensidade de cor é proporcional à quantidade de açúcar redutor presente na amostra. As leituras de absorbâncias são feitas a 510 nm.

Assim, a metodologia consiste em primeira instância na extração da amostra, por trituração e dissolução completa em água ou NaOH 0,5N. A suspensão obtida é neutralizada e filtrada. A seguir promove-se uma hidrólise ácida por fervura em banho maria, adicionando ácido clorídrico P.A., seguida de nova neutralização. A solução hidrolizada é desproteinizada. Por fim é feito o doseamento de açúcares, baseado nas reações já explicadas anteriormente. Os resultados são expressos em percentagem de açúcares (% glicose).

2.2. DETERMINAÇÃO DE VITAMINA C TOTAL

Segundo Awad (1993), os frutos constituem a fonte natural mais importante de vitamina C (ácido ascórbico) para o ser humano. Chitarra & Chitarra (1990) complementam afirmando ser a vitamina C o componente nutricional mais importante de frutos e hortaliças, embora na maioria dos frutos seu teor não exceda a 0,3%. Conforme os autores os frutos que se destacam pelo conteúdo desse ácido são: caju, mamão, goiaba, frutos cítricos, acerola, morango, manga, caqui, kiwi, maracujá e tomate.

Ainda conforme Chitarra & Chitarra (1990), por ser a vitamina C o componente nutricional mais importante de frutos, sua quantificação é importante, principalmente para padronização de sucos. Deve ser doseada como vitamina C total, ou seja, ácido ascórbico + ácido dehidroascórbico, porque ambas as formas têm atividade vitamínica.

A metodologia mais usualmente utilizada é a determinação de vitamina C total pelo método da dinitrofenilhidrazina (2,4 - DNPH), conforme Strohecker & Henning (1967). Mais atualmente vem sendo desenvolvida a determinação da vitamina C por cromatografia líquida (HPLC).

A determinação segundo Strohecker & Henning (1967), baseia-se na fácil oxidação do ácido ascórbico a dehidroascórbico e sua reação com 2,4-dinitrofenilhidrazina na presença de tiouréia a quente, para formar a 2,4-dinitrofenilhidrazona. Este dissolve-se em ácido sulfúrico (meio fortemente ácido), originando coloração avermelhada, cuja intensidade é proporcional a concentração de vitamina C total da amostra. A determinação é realizada a 520 nm. O ácido ascórbico deve portanto, ser previamente oxidado a dehidroascórbico com agente oxidante suave, 2,6-diclorofenol-indofenol.

A extração da amostra para a determinação da vitamina C se dá por trituração, estabilização do ácido ascórbico por meio de ácido oxálico, filtração e clarificação do filtrado por precipitação de interferentes, com terra diatomácea. Após o doseamento, conforme reações comentadas, os resultados são obtidos em mg de ác. ascórbico/100g de polpa ou ml de suco.

2.3. DETERMINAÇÃO DE COMPOSTOS FENÓLICOS TOTAIS

Os vegetais produzem uma grande quantidade de substâncias derivadas de um metabolismo secundário, que possuem em sua estrutura básica o grupo fenol, ou seja, um anel aromático ligado a uma hidroxila. Estes compostos fenólicos são constituídos de grupos quimicamente heterogêneos: alguns são solúveis apenas em solventes orgânicos, outros são solúveis em água, ácidos carboxílicos e glicosídeos, enquanto que outros são polímeros extremamente insolúveis (Santos, 1996).

Em função de tamanha diversidade química, os fenólicos desempenham várias funções nas plantas. Especialmente na pós-colheita de frutos, raízes e tubérculos, os compostos fenólicos são de grande interesse. São responsáveis pela coloração (amarela, vermelha ou púrpura), pelo “flavor”, pela acidez, pela adstringência ou amargor dos produtos, além de estarem envolvidos no escurecimento de produtos em sua pós-colheita, principalmente quando do processamento em presença de oxigênio.

Portanto, a aceitabilidade e palatabilidade dos frutos e seus produtos são diretamente influenciados pelo tipo e concentração dos compostos adstringentes presentes. A sensação de adstringência ocorre devido à coagulação das proteínas da saliva e epitélio mucoso, por combinação com a substância adstringente (Chitarra & Chitarra, 1990; Awad, 1993).

A determinação de compostos fenólicos totais foi realizada segundo técnica preconizada por Goldstein & Swain (1993), com algumas modificações, onde o doseamento é feito pelo método químico colorimétrico de Follin-Dennis, fundamentado na redução de fosfotungstato-fosfomolibdato em solução alcalina pelos compostos benzênicos polihidroxilados, formando azul de molibdênio, determinado por leitura em espectrofotômetro de absorvância a 760 nm.

A extração da amostra é feita por trituração do material em metanol, seguida por extração a quente, em chapa elétrica, por sucessivas fervuras em refluxo. O doseamento é realizado segundo método químico colorimétrico de Folin-Dennis, por meio de solução saturada de carbonato de sódio e do reagente de Follin-Dennis. Os resultados são expressos em mg/100g de polpa (ou %).

3. ANÁLISES ENZIMÁTICAS

3.1. ATIVIDADE POLIFENOLOXIDÁSICA(PFO)

Segundo Evangelista (1990), muitas mudanças metabólicas que ocorrem nos tecidos dos frutos são atribuídas à atividade de várias enzimas, dentre as quais a polifenoloxidase (PFO) e a peroxidase (POD).

As polifenoloxidasas são proteínas responsáveis pelo escurecimento de frutos, devido à oxidação de fenóis na presença de O_2 , quando processados ou danificados durante o transporte ou armazenamento. A oxidação de fenóis em O-quinonas e consequente polimerização destas, resulta na produção das melaninas, compostos escuros, que provocam mudança na cor, “flavor” e aparência dos frutos (Evangelista, 1990). Ahmed & Barmore (1980), citados pelo autor, afirmam ser a PFO a enzima mais destrutiva da qualidade de frutos frescos quando armazenados. Araújo (1995) cita a estimativa de que em torno de 50,0% das perdas de frutas tropicais no mundo resultam da ação da enzima polifenoloxidase e reafirma, conforme já mencionado, que a ação da enzima resulta na formação de pigmentos escuros, frequentemente acompanhados de mudanças indesejáveis na aparência e nas propriedades organolépticas do produto, resultando na diminuição da vida útil e no valor de mercado.

A determinação da atividade da polifenoloxidase foi realizada por metodologia apresentada por Matsumo & Uritani (1972), baseada na extração da amostra em tampão fosfato 0,05M pH 7,0 e incubação do extrato em presença de substrato específico (catecol 10mM), sob temperatura ideal.

A extração é realizada por trituração da amostra no tampão e posterior filtragem. O extrato é diluído em tampão fosfato 0,1M pH 7,0 e adicionado do substrato, com posterior incubação a 30° C por 30 minutos. A reação é interrompida por adição de ácido perclórico 2N e a determinação da atividade é realizada a 395 nm. Os resultados são expressos em UAE/min/g de polpa (Unidade de atividade enzimática), onde 1 UAE corresponde ao aumento de 0,001 unidade de absorbância/min.

3.2. ATIVIDADE PEROXIDÁSICA (POD)

As peroxidases são hemoproteínas, que na presença de H_2O_2 catalizam a oxidação de substratos como fenóis, aminas e certos compostos heterocíclicos como o ácido ascórbico, Dilley (1970) citado por Evangelista (1990). Araújo (1995) cita ainda a atividade da peroxidase na descoloração de carotenóides e antocianinas, além da catálise da degradação não-enzimática de ácidos graxos insaturados, com consequente formação de compostos voláteis (sabor oxidado). Sua presença em vegetais, segundo vários autores citados por Evangelista (1990), tem sido relacionada à biogênese do etileno, balanço hormonal, integridade da membrana, controle respiratório, degradação da clorofila e senescência das plantas.

A determinação da atividade da peroxidase foi realizada segundo Matsumo & Uritani (1972), baseada na extração da amostra em tampão fosfato 0,05M pH 7,0 e incubação do extrato em presença de H_2O_2 3% e guaiacol e sob temperatura ideal (30°C).

A extração procede conforme comentado para a polifenoloxidase, no entanto a determinação da atividade da enzima se dá em tampão fosfato-citrato 0,1M pH 5,0 e a incubação, também a 30 C, passa a ser por apenas 5 minutos. Os resultados são obtidos em 470nm e expressos em UAE/min/g de polpa.

3.3. ATIVIDADE DA FENIL AMÔNIA-LIASE (FAL)

Segundo Santos (1996), a maior parte dos compostos fenólicos secundários das plantas são derivados da fenilalanina e tirosina e, na maioria das espécies vegetais o passo chave nestas sínteses é a conversão de fenilalanina em ácido cinâmico, pela eliminação de uma molécula de amônia. Essa reação é catalisada pela fenilalanina amônia liase (PAL), importante enzima reguladora do metabolismo secundário. A atividade da PAL em plantas está sob o controle de vários fatores externos e internos, tais como, hormônios, níveis nutricionais, luz, infecção fúngica e ferimentos. A invasão por fungos, por exemplo, assim como a ocorrência de ferimentos, aciona a transcrição do RNA mensageiro que codifica a PAL, aumentando a síntese desta enzima na planta e estimulando a síntese de compostos fenólicos como mecanismo de defesa. O produto da enzima é o ácido *trans*-cinâmico, fenólico de nove carbonos conhecido como fenilpropano.

A determinação da atividade da enzima é possível para alguns frutos através da metodologia apresentada por Rhodes & Wooltorton (1971), baseada na extração da amostra em tampão Tris-EDTA e incubação do extrato em presença de substrato específico (fenilalanina) e sob temperatura ideal.

A extração é feita mediante trituração da amostra em tampão e posterior centrifugação a 6.000 xg e 4° C, eliminando-se o “pelet” formado. A determinação da atividade enzimática se dá, após incubação em banho-maria a 40° C por 1 hora e em presença de tampão tris e fenilalanina, em 290 nm (U.V.). Os resultados são expressos em UAE/min/g de polpa.

4. BIBLIOGRAFIA

ARAÚJO, J.M.A. **Química de Alimentos: Teoria e Prática**. UFV, 1995. 335p.

ASSOCIATION OF ANALYTICAL CHEMISTRY. **Official methods of analysis of the association of official analytical chemistry**. Washington: 11th Ed. Washington, D.C. A.O.A.C. 1992.

AWAD, M. **Fisiologia Pós-Colheita de Frutos**. São Paulo, Nobel. 1993. 114p.

CHITARRA, M.I.F. & CHITARRA, A.B. **Pós-Colheita de Frutos e Hortaliças: Fisiologia e Manuseio**. Lavras, ESAL/FAEPE. 1990. 320p.

EVANGELISTA, R.M. **Fisiologia Pós-Colheita de Ameixa (Prunus sp) cv. Roxa de Delfim Moreira: Maturação, Atividade Respiratória e "Internal Breakdown"**. ESAL, Lavras, MG, Dissertação Mestrado, 1990. 110p.

GOLDSTEIN, J.L. & SWAIN, T. Changes in Tannis in Ripening Fruits. **Phytochemistry**. Oxford, v.2., n.1, p.109-112, jan. 1963

INSTITUTO ADOLFO LUTZ **Normas Analíticas: Métodos Químicos e Físicos para Análise de Alimentos**. 2^a.ed., São Paulo, 1977. V.1. 371p.

MATSUMO, H. & URITANI, I. Physiological behavior of Peroxidase Isozymes in Sweet Potato Root Tissue Injured by Cuttings or Black Rot. **Plant and Cell Physiology**. Toquio, v.14, n.6, p.1091-1101, 1972.

RHODES, M.J. C.; WOOLTORTON, L.S. C. The effect of ethelene on the respiration and on the activity of phenylalanine ammonia lyase in swede and parship root tissue. **Phytochemistry**. Oxford, v.10, p.1989-1997, 1971

SANTOS, J.E.S. **Compostos Fenólicos**. Seminário apresentado no Curso de Mestrado em Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Lavras, MG, 1996

SOUTHGATE, D.A.T. **Determination of Foods Carbohydrates.** London: Elsevier Applied Science, 1991. 232p.

STROECKER, R.; HENNING, H. M. **Análises de vitaminas: métodos comprovados.** Madrid, Paz Montalvo, 1967. 428p.

PARTE II - EXPERIMENTO CONDUZIDO

CARACTERIZAÇÃO PÓS-COLHEITA DE AMEIXAS (*Prunus sp.*) CV. GEMA DE OURO ARMAZENADAS SOB TEMPERATURA AMBIENTE E ATMOSFERA MODIFICADA.

RESUMO

Visando a obtenção de informações sobre a fisiologia e bioquímica pós-colheita de ameixas cv. Gema de Ouro, especialmente no que se refere ao escurecimento interno pós-colheita, conduziu-se um ensaio com frutos provenientes do Pomar da Universidade Federal de Lavras, MG. Armazenados a temperatura de $20 \pm 1^{\circ}\text{C}$, com o intuito de simular condições de comercialização, foi também testado o efeito de filmes PVC sobre o pós-colheita dos frutos. Assim, foram tomadas amostras aos 02, 04 e 06 dias após a colheita, avaliados quanto às características físicas, físico-químicas, químicas e bioquímicas. Foram determinados pH, textura, sólidos solúveis totais, acidez total titulável, relação sólidos solúveis/acidez, açúcares totais, atividade polifenoloxidásica e atividade peroxidásica. Verificou-se, mediante análise estatística, significativas alterações na textura, conteúdo de sólidos solúveis totais, açúcares totais, acidez total titulável e atividade peroxidásica. A utilização de filme PVC 14 μm proporcionou melhor retenção da textura, redução da acidez titulável e retardamento de atividade peroxidásica. A utilização de filmes resultou em redução no conteúdo de açúcares totais dos frutos.

Palavras-chaves: Fisiologia pós-colheita; armazenamento; peroxidase; polifenoloxidase.

1. INTRODUÇÃO

Segundo Bártholo (1994), as perdas pós-colheita de frutas e hortaliças em países em desenvolvimento, como o Brasil, são estimadas em 20 a 50%, enquanto que em países desenvolvidos esta porcentagem cai para 5 a 25%, em ambos os casos variando de acordo com o produto. Nesse contexto, dois fatores são preocupantes: a pós-colheita e a qualidade do produto final; ambos demandam novas tecnologias e uma nova mentalidade por parte dos produtores, uma vez que prejuízos ou pequena margem de lucro estão diretamente associados a estes fatores.

Infelizmente, o produtor brasileiro está preocupado em produzir grandes quantidades, esquecendo-se da importância da qualidade. Por tal motivo, tem pago um preço muito alto com os prejuízos que ocorrem pelo manuseio inadequado das frutas na colheita e pós-colheita. Além disso, o Brasil muitas vezes perde a chance de ganhar maiores fatias do mercado internacional, em face da baixa qualidade oferecida e do desconhecimento das exigências impostas pelos países importadores (Bártholo, 1994).

Dentro desse contexto, torna-se evidente a necessidade, dentre outras medidas, de maiores estudos sobre o manuseio, a fisiologia e a bioquímica de pós-colheita de frutos. Dessa forma torna-se possível o armazenamento adequado, a conservação e a distribuição desses frutos, abastecendo as diferentes regiões de comercialização e minimizando perdas. Em especial, frutos de clima temperado acabam por estar sujeitos a maiores problemas quando submetidos às condições tropicais e subtropicais brasileiras, apresentando, de forma geral, curtos períodos de vida útil.

O presente trabalho teve como objetivo: caracterização da fisiologia e bioquímica de frutos de ameixeira cv. Gema de Ouro, ainda pouco comuns no mercado, no entanto ainda sem informações de seu comportamento pós-colheita; determinação da atividade de enzimas relacionadas ao escurecimento característico de frutos de ameixeira; avaliação do potencial de armazenamento dos frutos em condições de comercialização e da possibilidade do uso de filmes poliméricos na conservação pós-colheita do produto (atmosfera modificada).

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Generalidades

As ameixeiras são plantas que se adaptam aos mais variados tipos de solos e condições climáticas, sendo a *Prunus silicihana* L. a espécie que melhor se adaptou no Brasil. Apesar de originárias da China, são conhecidas como japonesas e cultivadas principalmente no Estado de São Paulo, apresentando como característica marcante sabor mais ácido quando consumidas “in natura”. A *Prunus domestica* L., conhecida como européia, apresenta menor teor de acidez e maior porcentagem de açúcar. Quando secas as ameixas européias apresentam-se menos ácidas que as de origem japonesa, que continuam com sabor levemente ácido (Evangelista, 1990).

Dentre as cultivares desenvolvidas no Brasil destacam-se, segundo Steinberg (1990), como principais as cultivares Burbank, Carmesim, Gema de Ouro, Golden Talismã, Grancuore, Januária, Kelsey Paulista, Rosa Paulista, Roxa de Itaquera, Santa Rita, Santa Rosa, Satsuma e Wickson. A Gema de Ouro trata-se de cultivar de porte alto, vigorosa, rústica e bastante produtiva; é resistente à ferrugem, porém susceptível a *Xanthomonas*, duas das principais doenças da cultura; seus frutos são de tamanho médio a grande, com película fina e amarela; apresenta polpa amarelo-esbranquiçada, de sabor doce-acidulado; normalmente sua maturação ocorre de outubro a novembro e é pouco exigente em horas de frio quando comparada as demais cultivares. Conforme Castro (1994), para regiões quentes, como as encontradas em São Paulo e Minas Gerais, indicam-se, entre outras, as cultivares Roxa de Itaquera, Carmesim, Kelsey Paulista, Gema de Ouro, Pluma-7, Rosa Mineira, etc.

As ameixas são frutos produzidos em todo o mundo, com produção da ordem de 6.984.106 toneladas anuais, onde se destacam a Ásia com pouco mais de 2,64 milhões de toneladas e a Europa, com cerca de 2,5 milhões; a América do Sul representa cerca de 204 mil toneladas anuais, onde destacam-se o Chile e a Argentina (FAO QBS, 1996). Segundo cita Evangelista (1990), a grande maioria dos frutos secos consumidos no Brasil é oriunda da Argentina e Chile, o que não ocorre com frutos “in natura”, onde o mercado de diferentes regiões é abastecido pela própria produção. No ano de 1995 o Brasil importou ameixas na ordem de 22 mil toneladas, conforme dados preliminares de AGRIANUAL (1997).

Nas capitais da região Sudeste a demanda por ameixas tem aumentado consideravelmente, Evangelista (1990). Os frutos apresentam acidez elevada, sendo consumidos preferencialmente no estado “in natura”, não apresentando boas características para industrialização. Neste caso, a qualidade do fruto está intimamente ligada às suas características físicas, físico-químicas e químicas, as quais modificam-se com a maturação (Evangelista, 1990).

As características físicas do fruto como tamanho, cor e peso são parâmetros importantes para a aceitabilidade pelo consumidor, enquanto que as físico-químicas e químicas, notadamente os teores de sólidos solúveis, acidez titulável, açúcares e balanço entre sólidos solúveis e acidez (SS/ATT) indicam a qualidade organoléptica, importante tanto para a indústria como para ser consumido na forma “in natura” (Alvarenga & Fortes, 1985)

2.2. Aspectos físicos, físico-químicos e químicos

Muitas mudanças físicas, físico-químicas e químicas ocorrem durante o desenvolvimento de frutos, dados os diversos estádios fisiológicos por que passam, iniciando-se por sucessivas divisões celulares, alargamento celular, maturação, amadurecimento e culminando na senescência.

Após a mudança de cor, o amolecimento do fruto é a transformação mais característica que ocorre durante seu amadurecimento, podendo essa perda de consistência resultar de dois fatores distintos. Em primeiro lugar, devido à perda excessiva de água e à diminuição da pressão de turgescência das células, quando o fruto é conservado em atmosferas com umidade relativa baixa, ou pode resultar da decomposição enzimática da lamela média e da parede celular (Awad, 1993). Mais especificamente, Chitarra & Chitarra (1990), atribuem as alterações da textura à liberação do cálcio e solubilização da protopectina das paredes celulares, possivelmente em função da ação da protopectinase, quando no amadurecimento do fruto, assim como durante seu armazenamento, tornando-se a textura gradualmente macia.

Romani & Lennings (1971), citados por Chitarra & Carvalho (1985), atribuem como índice de maturidade para ameixas, variando de verdes a maduros, a firmeza de 13,2 a 4,9 libras (58,71 e 21,80 Newtons, respectivamente).

Além da cor e textura, Evangelista (1990) atribue aos sólidos solúveis totais (SST) e a relação SST/ATT os mais consistentes índices de qualidade comestível das ameixas, sendo seus teores variáveis dependendo da cultivar e localidade de cultivo. Frutos, quando imaturos, apresentam baixos teores de sólidos solúveis, que vão aumentando gradativamente com a maturidade até a época de colheita e consumo.

Chitarra & Carvalho (1985), atribuem como valor médio de sólidos solúveis para ameixas o teor de 21,4°Brix, sendo os teores de 30,3 e 12,6°Brix respectivamente valor máximo e mínimo.

Segundo Jouret et al. (1972) citados por Evangelista (1990), o teor de SST de ameixas destinadas a secagem deve ser no mínimo 21°Brix e em condições ideais de cultivo, esse valor é de 24°Brix, podendo ultrapassar 30°Brix.

No Brasil, mais especificamente em Minas Gerais, as cultivares apresentam baixos teores de sólidos solúveis, como verificado por Nascimento et al. (1990), Filgueiras (1986), Carvalho et al. (1981) e Evangelista (1990), que trabalharam com várias cultivares e obtiveram valores de SS por volta de 12°Brix, no caso do último autor citado não ultrapassando 10,64°Brix.

Segundo Bal et al. (1980) citado por Evangelista (1990), durante a maturação há uma elevação na relação SST/ATT, uma vez que as ameixas apresentam um aumento nos teores de sólidos solúveis e uma redução na acidez. A acidez dos frutos está intimamente relacionada com o grau de maturação, temperatura de armazenamento e cultivar. A concentração de ácidos orgânicos declina geralmente durante a maturação, devido a sua utilização como fonte de energia durante a respiração ou como fonte de carbono para a síntese de açúcares (Chitarra & Chitarra, 1990 e Awad, 1993).

Chitarra & Carvalho (1985) apontam redução na acidez com a maturação de frutos de ameixa, com consequente aumento no pH, onde o ácido málico é o principal ácido não volátil. Quando a maturação é normal tal ácido praticamente desaparece, sendo a acidez remanescente devido aos ácidos fenólicos (ácidos quínico, clorogênico e neoclorogênico), normalmente abundantes nesses frutos. A acidez total do suco deve ser, segundo Jouret et al. (1972) citados por Chitarra & Carvalho (1985), no máximo, igual a 8 mEq/100ml, com pH = 3,7.

Trabalhando com cultivares brasileiras, Carvalho et al. (1981), Nascimento et al. (1990) e Evangelista (1990), encontraram teores acima de 1% de acidez. Evangelista (1990), encontrou valores sempre superiores a 1,6%. No entanto, segundo cita Evangelista

(1990), teores de acidez abaixo de 0,9% foram encontrados por Paunovic (1978) para cultivares produzidas na Iugoslávia.

Com a redução da acidez no decorrer da maturação pode ser observado aumento do pH, embora tal variação seja pequena em decorrência do efeito tampão que ocorre normalmente nos sucos, devido ao equilíbrio entre íons estabelecido pela formação de sais. Nascimento et al. (1990) constatou o aumento do pH de ameixas Kelsey de 2,7 para até 3,4, e em média de 2,7 para 2,95 nas cultivares Roxa de Delfim Moreira, Rainha-Cláudia e Santa Rosa.

Os açúcares totais da ameixa (glicose, frutose e sacarose) representam, segundo Chitarra & Carvalho (1985), mais de 60% dos sólidos solúveis. Com a maturação eles aumentam gradativamente, notadamente a sacarose, que apresenta relação com os redutores igual a 0,5 no início, duplicando ou até triplicando a relação no final do processo de maturação. Tal aumento do teor de açúcares dos frutos ocorre usualmente em função de processos de biossíntese ou pela degradação de polissacarídeos (Chitarra & Chitarra, 1990). Segundo os mesmos autores, a principal transformação quantitativa que ocorre na maturação de frutos é a decomposição de carboidratos, notadamente a conversão de amido em açúcares solúveis.

Nascimento et al. (1990), trabalhando com frutos de quatro cultivares armazenadas em câmara de maturação a 20°C não notou alterações acentuadas no teor de açúcares redutores totais, sendo os resultados sempre inferiores a 4% mesmo após 11 dias. Quando no armazenamento em meio ambiente, frutos da cultivar Roxa Delfim Moreira apresentaram um aumento relativamente mais uniforme no teor de açúcares redutores totais, alcançando valores de 5,6%, dos quais 2,5% de frutose e por diferença, 3,1% de glicose.

Evangelista (1990), estudando quatro estádios de maturação em ameixas cv. Roxa de Delfim Moreira constatou aumento gradativo do teor de açúcares totais, atingindo, no quarto estágio, o valor de 5,48%, resultado semelhante ao obtido por Carvalho et al. (1981). Neste caso ameixas das cultivares Satsuma, Santa Rosa e Rainha Cláudia apresentam teores de açúcares totais superiores aos da cv. Roxa de Delfim Moreira nas condições brasileira, com respectivamente 7,40, 8,58 e 8,86%.

Conforme salienta Evangelista (1990) o conteúdo de açúcares aumenta com a maturação, mas seus teores podem variar consideravelmente dependendo da cultivar, solo e condições climáticas durante a vida do fruto na planta.

2.2. Aspectos bioquímicos

Segundo Evangelista (1990), muitas mudanças metabólicas que ocorrem nos tecidos dos frutos são atribuídas à atividade de várias enzimas, dentre as quais a polifenoloxidase (PFO) e a peroxidase (POD). As polifenoloxidases são proteínas responsáveis pelo escurecimento de frutos, devido à oxidação de fenóis na presença de O_2 , quando processados ou danificados durante o transporte ou armazenamento. A oxidação de fenóis em o-quinonas e consequente polimerização destas, resulta na produção das melaninas, compostos escuros, que provocam mudança na cor, “flavor” e aparência dos frutos (Evangelista, 1990). Ahmed & Barmore (1980), citados por Evangelista (1990), afirmam ser a PFO a enzima mais destrutiva da qualidade de frutos frescos quando armazenados. Araújo (1995) cita a estimativa de que em torno de 50,0% da perda de frutas tropicais no mundo é resultado da ação da enzima polifenoloxidase e conclui que a ação da enzima resulta na formação de pigmentos escuros, frequentemente acompanhados de mudanças indesejáveis na aparência e nas propriedades organolépticas do produto, resultando na diminuição da vida útil e do valor de mercado.

Komiyama et al (1980), citados por Evangelista (1990), estudaram a atividade da PFO em frutos de três cultivares de ameixeira, Mathley, Sordum e Santa Rosa, medindo a diferença de absorbância a 400nm, em tampão citrato fosfato pH 5,0, durante 30 minutos a 30°C, obtendo respectivamente os resultados de 0,322, 0,213 e 0,002 nm.

As peroxidases são hemoproteínas, que na presença de H_2O_2 catalizam a oxidação de substratos como fenóis, aminas e certos compostos heterocíclicos como o ácido ascórbico, Dilley (1970) citado por Evangelista (1990). Araújo (1995) cita a atividade da peroxidase na descoloração de carotenóides e antocianinas, e na degradação não-enzimática de ácidos graxos insaturados, com consequente formação de compostos voláteis (sabor oxidado). Sua presença em vegetais, segundo vários autores citados por Evangelista (1990), tem sido relacionada à biogênese do etileno, balanço hormonal, integridade da membrana, controle respiratório, degradação da clorofila e senescência das plantas.

Devido a importância das enzimas no escurecimento dos frutos durante o armazenamento Evangelista (1990) determinou suas atividades em frutos de ameixa cv. Roxa de Delfim Moreira armazenados em câmara fria sob temperatura de $1 \pm 1^\circ C$. Observou comportamento semelhante para as atividades da POD e PFO, elevando-se e diminuindo nos mesmos intervalos de tempo analisados. As avaliações foram realizadas após 1, 2, 3 e 4 dias

sob temperatura ambiente, quando os frutos apresentaram “Internal Breakdown”. Valores de 0,40 a 1,24 UAE e de 0,39 a 2,44 UAE foram respectivamente obtidos para POD e PFO, respectivamente onde 1UAE corresponde ao aumento de 0,1 unidade de absorbância/minuto a 470 e 420 nm.

2.3. Armazenamento e Escurecimento Interno

Devido a alta fragilidade dos frutos de ameixeiras, é recomendado o pré-resfriamento dos frutos com água fria ou ar frio forçado antes do armazenamento. Em seguida as ameixas são armazenadas a baixas temperaturas, sendo importante a manutenção da temperatura correta, sem flutuações, para evitar a redução da qualidade durante o período de armazenamento. As temperaturas mais usuais estão entre -0,5°C e 0°C, embora algumas cultivares armazenadas nessa temperatura por mais de duas semanas sofram de dano por frio com escurecimento da polpa. Para evitar tal inconveniente recomenda-se o armazenamento intermitente por 10 dias a 0°C, em seguida por mais 10 dias a 7 - 8°C e, novamente por mais 10 dias a 0°C (Castro, 1994).

Segundo Eksteen (1982) citado por Evangelista (1990), duplas temperaturas de 0 a 2°C nos 10 primeiros dias seguidos de 7,5 a 10°C por 14 dias diminui a incidência de escurecimento interno em ameixas; Temperaturas de 2 a 5°C devem ser evitadas.

Conforme Castro (1994), são vários os fatores que favorecem o escurecimento interno: deficiência em cálcio, juntamente com a interação de outros nutrientes, como nitrogênio e potássio, baixo pH do solo, baixas temperaturas até quarenta dias após a floração, períodos quentes com faltas de água antes da colheita, fruta colhida verde, demora em realizar o pré-resfriamento e baixa temperatura de armazenamento. Eksteen (1982) citado por Evangelista (1990) descreve tal distúrbio fisiológico como a perda da organização celular decorrente da instabilidade das membranas e parede celular, tendo como resultado o colapso das células e a formação de tecidos mortos.

Steinberg (1990) aponta a temperatura de 0°C ideal para o armazenamento de ameixas, e temperaturas superiores a 2°C provocam escurecimento interno, sendo que a faixa entre 2 e 5°C é aquela na qual os frutos de ameixa são mais suscetíveis ao escurecimento interno (Castro, 1994).

A umidade relativa na câmara de armazenamento deve ser mantida entre 90 e 95% e a atmosfera controlada prolonga o período de armazenamento e diminui o escurecimento da polpa, segundo Castro (1994). Esta alta umidade relativa recomendada, para redução das perdas de água dos frutos durante o armazenamento, e a atmosfera modificada, com filme de polietileno, são práticas que visam aumentar o período de armazenamento.

Ameixas japonesas mantidas a 20 ou 21°C permanecem em boas condições por cinco dias e entre 22 e 29°C, somente por dois ou três dias. (Castro, 1994), determinando um período curto para a comercialização dos frutos.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Fisiologia e Bioquímica de Pós-Colheita de Frutos e Hortaliças, do Departamento de Ciências dos Alimentos da Universidade Federal de Lavras (UFLA). Os frutos utilizados no ensaio foram obtidos no Pomar da mesma.

3.1. Montagem do Experimento

Frutos da cultivar Gema de Ouro foram colhidos manualmente no mês de janeiro de 1997. Foram levados ao laboratório, onde procedeu-se a seleção, com base em coloração e integridade, afim de obter a maior uniformidade possível, e montagem do experimento.

O experimento foi instalado no delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3x4, com 3 repetições, onde estudou-se o efeito de 3 diferentes embalagens, ou seja, sem filme, filme PVC de 14 μ m e filme PVC de 20 μ m em 4 diferentes tempos de armazenamento à temperatura de 20 $\pm$ 1°C (02, 04 e 06 dias após colheita). As parcelas foram compostas por bandejas de isopor de 20 x 20 cm com 5 frutos cada. As análises foram efetuadas para todos os tempos de armazenamento, inclusive para o ponto de colheita, com a finalidade de caracterização deste. Utilizou-se como amostra os 5 frutos constituintes da parcela.

A disposição das parcelas na câmara de armazenamento, conforme casualização, realizada por meio de sorteio, pode ser vista no croqui apresentado abaixo:

	14 - 02 - C	20 - 04 - B	14 - 06 - C	
20 - 06 A	T - 02 - A	20 - 06 - C	14 - 06 - A	
T - 06 - B	14 - 04 - B	14 - 04 - A	14 - 06 - A	
20 - 04 - C	T - 04 - C	T - 04 - B	14 - 02 - A	
T - 02 - C	20 - 02 - B	14 - 06 - B	20 - 02 - A	
20 - 04 - A	T - 02 - B	14 - 02 - B	T - 06 - A	
T - 06 - C	20 - 02 - C	T - 04 - A	20 - 06 - B	

em que:

T, 14 e 20 são respectivamente, testemunha (controle), uso de PVC de 14 μm e PVC de 20 μm ;

02, 04 e 06 correspondem aos tempos de armazenamento a $20 \pm 1^\circ\text{C}$, em dias;

A, B e C são as repetições.

A umidade relativa foi mantida alta no interior da câmara de armazenamento pelo uso de bandejas com água, atuando como umidificadores.

Nas fotos 1 e 2 podem ser vistos, respectivamente, os tratamentos aplicados e a disposição geral das parcelas na câmara de armazenamento.

Foto 1. Apresentação de três parcelas ao acaso representando os tratamentos aplicados.

Foto 2. Visão da disposição das parcelas dentro da câmara de armazenamento sobre balcão de madeira

3.2. Variáveis Analisadas

Por meio de porções de todos os frutos constituintes das parcelas foram analisados textura, pH, sólidos solúveis totais (SST), acidez total titulável (ATT) e relação sólidos solúveis totais/acidez total titulável, após obtenção do suco por trituração e filtragem. O restante foi congelado em nitrogênio líquido e armazenado em freezer -24°C para posterior análise de açúcares totais, atividade da polifenoloxidase e atividade da peroxidase.

3.2.1. Textura

Foi medida com o auxílio de penetrômetro Magness Taylor, conforme metodologia preconizada em AOAC (1992). Os resultados foram obtidos em lb/pol² e transformados para Newtons (N) pelo fator 4,448.

3.2.2. pH e Acidez Total Titulável (ATT)

O pH foi medido diretamente do suco dos frutos através de potenciômetro Micronal B 221.

A acidez total titulável foi determinada através de titulação com NaOH 0,1N em extrato aquoso obtido por diluição de 3 ml de suco em 40 ml de água destilada. Os resultados foram expressos em porcentagem de ácido málico (g de ácido málico/100 ml de suco). Ambas as determinações foram realizadas segundo as técnicas padronizadas pelo Instituto Adolfo Lutz (1977).

3.2.3. Sólidos Solúveis Totais (SST)

Medido diretamente do suco dos frutos por refratometria através de refratômetro digital, conforme técnica prescrita em AOAC (1992). Os resultados foram expressos em porcentagem (g de sólidos solúveis/100 ml de suco).

3.2.4. Relação Sólidos Solúveis Totais/Acidez Total Titulável (SST/ATT)

A obtenção da relação foi feita diretamente pela proporção entre SST e ATT das amostras individuais.

3.2.5. Açúcares Totais

Os açúcares foram determinados a partir de extrato da polpa em NaOH 0,5N, conforme método preconizado por Somogyi e modificado por Nelson, Southgate (1992). Os resultados foram expressos em porcentagem de açúcares totais (g de açúcares totais/100 g de polpa).

3.2.6. Atividade Polifenoloxidásica (PFO)

A extração e determinação foi feita por metodologia apresentada por Matsumo & Uritani (1972). Os resultados foram expressos em unidade de atividade enzimática (UAE/min/g), onde 1 UAE corresponde ao aumento de 0,001 unidade de absorbância/min a 395nm.

3.2.7. Atividade Peroxidásica (POD)

A extração e determinação foi feita por metodologia apresentada por Matsumo & Uritani (1972). Os resultados foram expressos em unidade de atividade enzimática (UAE/min/g), onde 1 UAE corresponde ao aumento de 0,001 unidade de absorbância/min a 470nm.

3.3. Análise Estatística

Para a comparação dos valores obtidos nos diferentes parâmetros avaliados foram realizadas análises de variância, através do pacote estatístico SANEST - Sistema de

Análise Estatística, considerando-se o delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 3x3.

Para o estudo dos diferentes tratamentos empregados, foi realizado teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Já para os diferentes tempos de armazenamento foi realizada análise de regressão (linear e quadrática).

Os valores da relação SST/ATT não foram submetidos à análise de variância, uma vez que são resultantes da relação entre duas outras variáveis.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Textura

A análise de variância demonstrou que, independentemente do uso ou não de filmes de polietileno, houve efeito do tempo sobre a variável textura, ou seja, existem diferenças significativas para os diferentes tempos de armazenamento, conforme tendência esperada, diminuindo de 82,29N para 41,86N do ponto de colheita ao final do armazenamento. O comportamento da textura em relação ao tempo de armazenamento mostra tendência de redução ao longo do armazenamento, podendo ser explicado pela regressão quadrática apresentada na Figura 1. Tais dados no entanto sugerem que tenha sido realizada colheita precoce, uma vez que Tormann & Van Zyl (1982) verificaram ser possível colher ameixas quando estas alcançam valores iguais ou inferiores a 70N. Como possível consequência o amadurecimento dos frutos mostrou-se incompleto, uma vez que, segundo Romani & Jennings (1971) citados por Evangelista (1990), ameixas maduras devem apresentar textura por volta de 20N. Somente frutos armazenados sob atmosfera composta por filme PVC de 20 µm alcançaram valores próximos aos citados pelos autores, ou seja, textura média de 26,62N, o que sugere que tal embalagem atua de alguma forma no aceleração do amadurecimento, embora tal resultado não tenha se mostrado estatisticamente significativo.

Evangelista (1990) obteve resultados semelhantes trabalhando com ameixas cv. Roxa de Delfim Moreira em estágio verde claro, armazenadas a 20°C, verificando redução da textura de 73,75N para 35,58N ao final de 07 dias, com 46,70N no sexto dia, observando assim uma redução ainda um pouco mais lenta da textura dos frutos.

Kluge (1994), trabalhando com as cv. Santa Rosa, Amarelinha e Reubennel, armazenadas a 0°C, observou independentemente do uso ou não de embalagem de polietileno grande diminuição na firmeza da polpa dos frutos. Ao final de 42 dias de armazenamento, observou-se textura variando de 22,24N a 12,68N, em função da cultivar, para frutos colhidos em estágio verde. Embora mais lenta a redução da textura de frutos refrigerados, esta parece ser mais homogênea, resultando em frutos de melhor qualidade comercial.

Os resultados de textura são apresentados na Tabela 1 e seu comportamento geral no decorrer do experimento na Figura 2.

A perda de firmeza de polpa de frutos é consequência da ação das enzimas pectinesterase e poligalacturonase. A pectinesterase atua sobre a protopectina, originando a pectina solúvel, que pela ação da poligalacturonase libera unidades do ácido galacturônico (Braverman, 1980 citado por Kluge, 1994).

Tabela 1. Textura de frutos de ameixeira cv. Gema de Ouro armazenados sob a temperatura de $20 \pm 1^\circ\text{C}$ e umidade relativa $80-85\% \pm 3\%$, por 00, 02, 04 e 06 dias.

DIAS APÓS COLHEITA	TEXTURA (N)		
	CONTROLE	PVC 14 μm	PVC 20 μm
00	82,29	82,29	82,29
02	78,26	76,72	84,51
04	69,08	61,25	71,97
06	43,56	55,40	26,62

$$Y = 82,1248 + 1,9868.X - 1,4451.X^2 ; R^2 = 0,9995 **$$

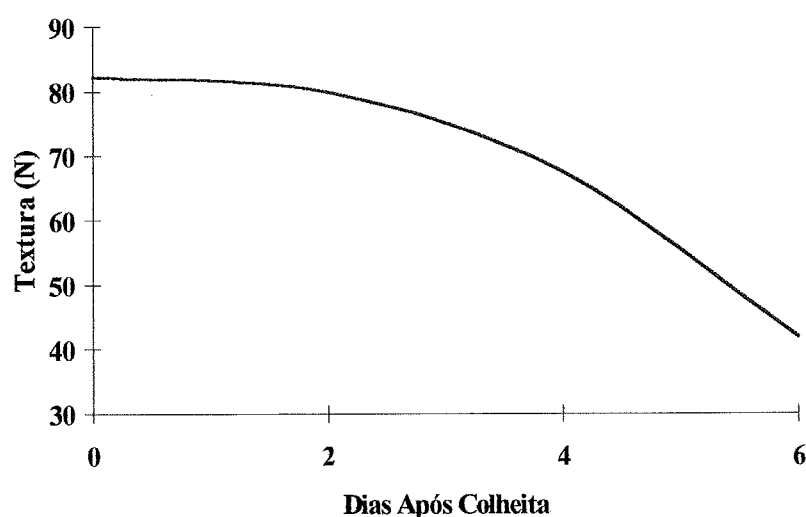


Figura 1. Comportamento da textura em relação aos tempos de armazenamento de frutos de ameixeira cv. Gema de Ouro armazenados sob a temperatura de $20 \pm 1^\circ\text{C}$ e umidade relativa $80-85\% \pm 3\%$, por 00, 02, 04 e 06 dias.

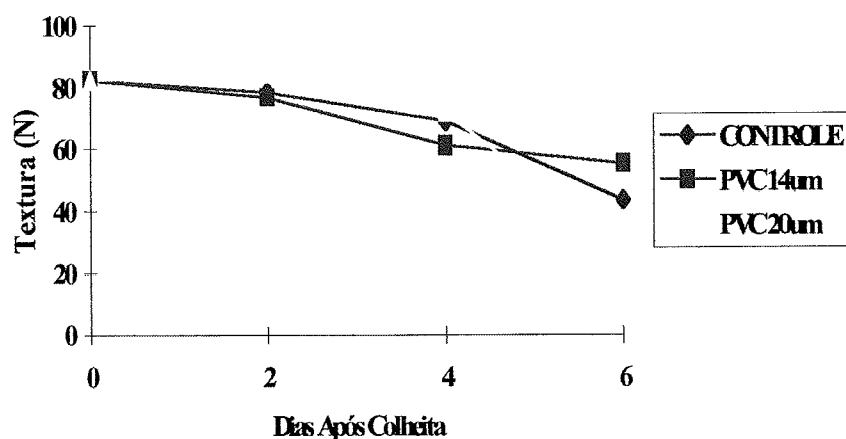


Figura 2. Comportamento geral no decorrer do experimento da variável Textura de frutos de ameixeira cv. Gema de Ouro armazenados a $20 \pm 1^\circ\text{C}$ e três diferentes atmosferas, propiciadas respectivamente pela ausência de embalagem, uso de filme PVC 14µm e filme PVC 20µm.

4.3. pH e Acidez Total Titulável (ATT)

A análise de variância permitiu a constatação de significativo efeito da interação atmosfera x tempo de armazenamento sobre o comportamento da variável pH ($P < 0,05$); Quando na uso de embalagem PVC de 20 µm foi constatado efeito significativo sobre o pH, comportamento esse explicado por regressão quadrática (Figura 3), onde a tendência mostrada é a de elevação no decorrer do amadurecimento. Os resultados de pH obtidos no experimento são apresentados na Tabela 2, assim como seu comportamento geral no decorrer do ensaio é apresentado na Figura 4.

Tabela 2. pH de frutos de ameixeira cv. Gema de Ouro armazenados sob a temperatura de $20 \pm 1^\circ\text{C}$ e umidade relativa $80-85\% \pm 3\%$, por 00, 02, 04 e 06 dias.

DIAS APÓS COLHEITA	pH		
	CONTROLE	PVC 14 μm	PVC 20 μm
00	3,03	3,03	3,03
02	3,07	3,05	3,02
04	3,09	3,09	3,10
06	3,10	3,07	3,25

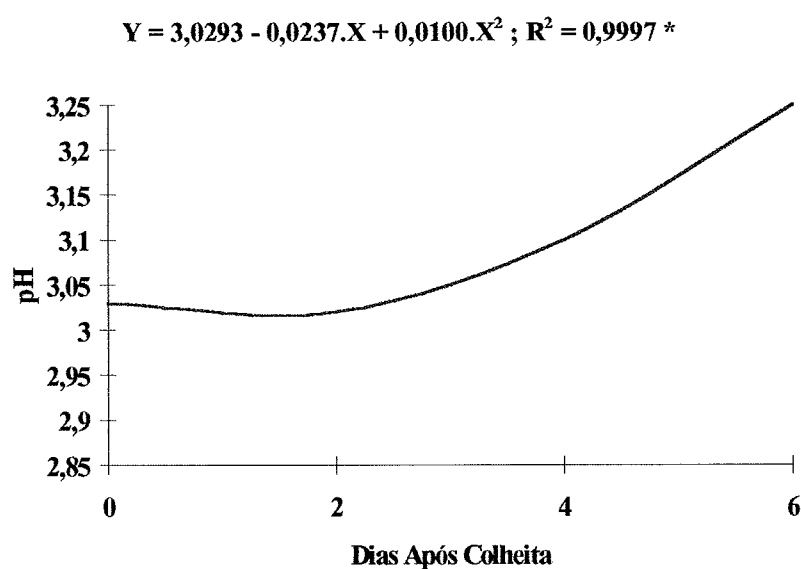


Figura 3. Comportamento do pH para os níveis de tempo de armazenamento dentro do fator embalagem de PVC 20 μm , de frutos de ameixeira cv. Gema de Ouro armazenados sob a temperatura de $20 \pm 1^\circ\text{C}$ e umidade relativa $80-85\% \pm 3\%$, por 00, 02, 04 e 06 dias.

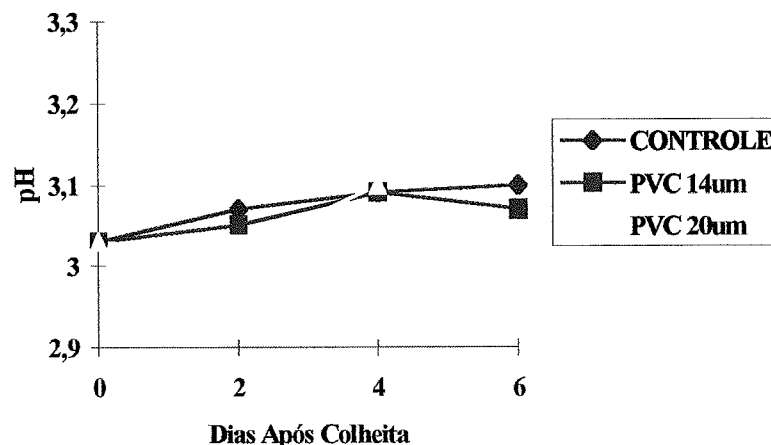


Figura 4. Comportamento geral no decorrer do experimento da variável pH de frutos de ameixeira cv. Gema de Ouro armazenados a $20 \pm 1^\circ\text{C}$ e três diferentes atmosferas, propiciadas respectivamente pela ausência de embalagem, uso de filme PVC 14µm e filme PVC 20µm.

Como pode ser notado, a tendência apresentada é de elevação do pH com o avanço da maturação das ameixas, embora a variação seja pequena em decorrência do efeito tampão que ocorre normalmente nos sucos, devido ao equilíbrio entre íons estabelecido pela formação de sais.

Diferentemente de tal comportamento, Evangelista (1990), trabalhando com frutos de ameixa cv. Roxa de Delfim Moreira armazenadas a 20°C , encontrou em grande parte de seus ensaios redução dos valores de pH com a maturação dos frutos, algumas vezes com elevação ao final da maturação, sendo o maior dado estimado de 3,00. Nascimento et al. (1990) trabalhando com ameixas das cultivares Roxa de Delfim Moreira, Kelsey, Santa Rosa e Rainha-Claudia, armazenadas a 20°C , por sua vez, também observaram pequena elevação dos valores de pH, embora não tenham sido detectadas diferenças significativas no decorrer do tempo de armazenamento, com valores máximos observados de 2,95, 3,90, 3,00 e 3,00, respectivamente. Da mesma forma, Filgueiras (1986), trabalhando com a cultivar Roxa de Delfim Moreira em quatro estádios de maturação, observou aumento do pH no decorrer da maturação dos frutos, no entanto sem diferenças significativas entre frutos embalados ou não por filmes de polietileno.

A análise de variância dos resultados de acidez total titulável também permitiu a constatação de efeito significativo da interação atmosfera x tempo de armazenamento. Como seria de se esperar a tendência apresentada foi a de redução da acidez ao longo do armazenamento, uma vez que continuando seu processo respiratório durante o armazenamento, o fruto utiliza como substrato os ácidos presentes em seus tecidos (Chitarra & Chitarra, 1990). O uso de embalagem PVC 14 μm resultou em variação significativa da acidez total titulável ao longo do armazenamento, cuja tendência pode ser explicada pela regressão linear apresentada na Figura 5. Por sua vez, o uso de embalagem PVC de 20 μm também resultou em variação significativa da variável, porém cujo comportamento passa a ser explicado pela regressão quadrática apresentada na Figura 6. Os resultados de acidez total titulável obtidos no ensaio são apresentados na Tabela 3, assim como seu comportamento geral no decorrer do ensaio é apresentado na Figura 7.

Notadamente, o uso de filme PVC 20 μm provocou queda muito mais brusca da acidez total titulável, atingindo 0,63% e contrariando o que seria de se esperar a princípio, uma vez que a modificação da atmosfera, com a redução do teor de O_2 no interior da embalagem, tende a provocar uma redução também nas concentrações internas de O_2 dos frutos, com conseqüente redução da intensidade respiratória e oxidação incompleta de ácidos. Neste caso a redução da acidez durante o período de armazenamento seria mais branda. Por outro lado, o que tudo indica é que tenha ocorrido um início de respiração anaeróbica provocada pela concentração de CO_2 no interior da embalagem.

Filgueiras (1986) e Evangelista (1990), trabalhando com ameixas cv. Roxa de Delfim Moreira também observaram como tendência geral a redução da acidez durante o armazenamento, no entanto, os valores variaram de cerca de máximos de 2,4% para mínimos de 1,4%, nunca inferiores. Nascimento (1990), não observou variações significativas na acidez de frutos das cultivares Roxa de Delfim Moreira e Kelsey durante seu armazenamento a 20 e 25°C, porém frutos das cultivares Santa Rosa e Rainha-Cláudia apresentaram um teor bem maior de ATT nos estádios iniciais (1,64% e 2,13%), decrescendo até 1,23% e 1,60%, respectivamente, na última época de análise (10 dias após a colheita), mostrando, segundo o próprio autor, um comportamento normal esperado.

Kluge (1994), avaliando frutos de ameixa das cultivares Santa Rosa, Amarelinha e Reubennel armazenados a 0°C, observou ao final de 42 dias de armazenamento redução de cerca de 50% da ATT inicial, atingindo valores variando entre

0,88% e 0,35%, em função de cultivar e estágio de maturação inicial, sugerindo que o armazenamento frigorificado permite amadurecimento mais completo dos frutos.

Tabela 3. Acidez Total Titulável (ATT) de frutos de ameixeira cv. Gema de Ouro armazenados sob a temperatura de $20 \pm 1^\circ\text{C}$ e umidade relativa $80-85\% \pm 3\%$, por 00, 02, 04 e 06 dias.

DIAS APÓS COLHEITA	ATT (% de ácido málico)		
	CONTROLE	PVC 14 μm	PVC 20 μm
00	1,54	1,54	1,54
02	1,37	1,29	1,43
04	1,38	1,26	1,42
06	1,26	1,17	0,63

$$Y = 1,4843 - 0,0570.X ; R^2 = 0,8518 *$$

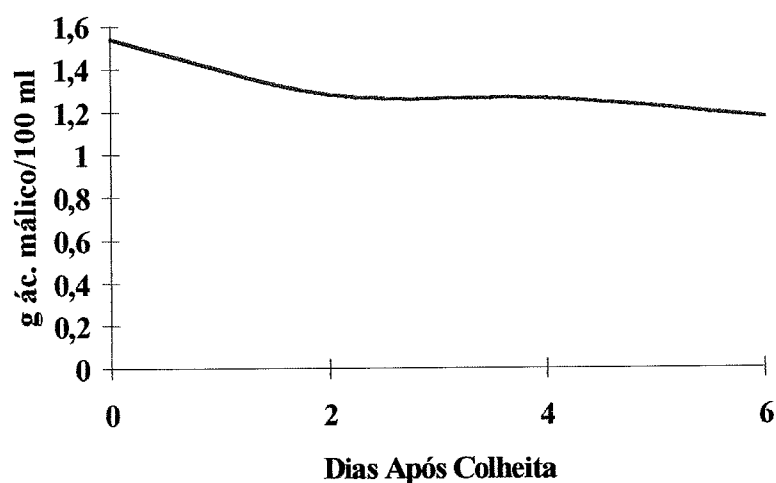


Figura 5. Comportamento da Acidez Total Titulável (ATT) para os níveis de tempo de armazenamento dentro do fator embalagem de PVC 14 μm , de frutos de ameixeira cv. Gema de Ouro armazenados sob a temperatura de $20 \pm 1^\circ\text{C}$ e umidade relativa $80-85\% \pm 3\%$, por 00, 02, 04 e 06 dias.

$$Y = 1,4958 + 0,1162.X - 0,0423.X^2 ; R^2 = 0,9266 *$$

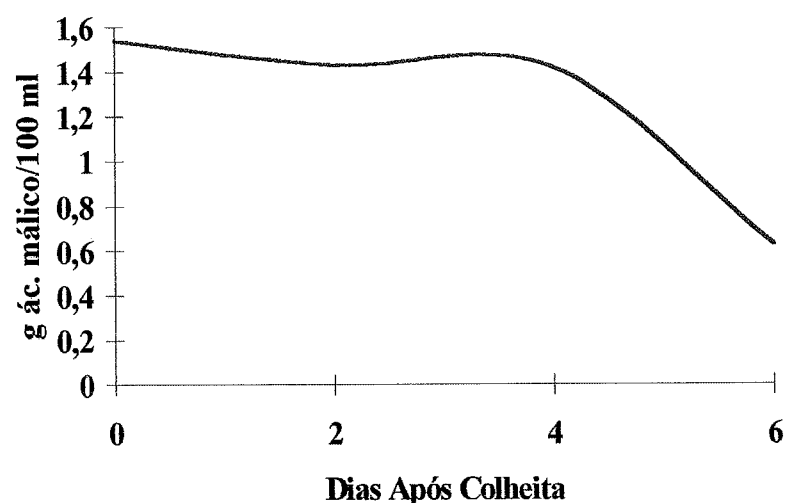


Figura 6. Comportamento da Acidez Total Titulável (ATT) para os níveis de tempo de armazenamento dentro do fator embalagem de PVC 20 μ m, de frutos de ameixeira cv. Gema de Ouro armazenados sob a temperatura de $20 \pm 1^\circ\text{C}$ e umidade relativa $80-85\% \pm 3\%$, por 00, 02, 04 e 06 dias.

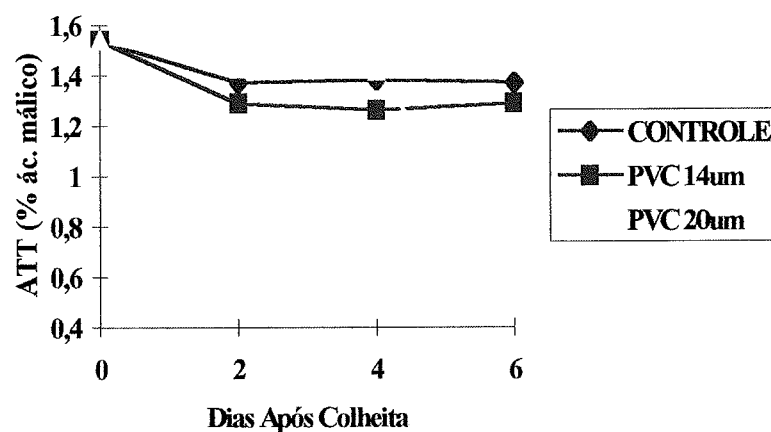


Figura 7. Comportamento geral no decorrer do experimento da variável Acidez Total Titulável (ATT) de frutos de ameixeira cv. Gema de Ouro armazenados a $20 \pm 1^\circ\text{C}$ e três diferentes atmosferas, propiciadas respectivamente pela ausência de embalagem, uso de filme PVC 14 μ m e filme PVC 20 μ m.

4.4. Sólidos Solúveis Totais (SST)

Conforme seria de se esperar, a análise de variância permitiu a identificação de variações significativas do conteúdo de sólidos solúveis totais no decorrer do tempo de armazenamento ($P < 0,01$), com tendência de aumento no decorrer do armazenamento, porém com certa redução (não esperada) dos 04 aos 06 dias após a colheita, apresentando um comportamento explicado por regressão cúbica conforme mostra a Figura 8. Ainda, pode ser constatado efeito significativo das diferentes embalagens empregadas no comportamento da variável, de modo que frutos armazenados sem embalagem apresentaram maior teor de sólidos solúveis totais quando comparados com os resultados obtidos pelo uso de PVC de 14 μm ou PVC de 20 μm , com médias 9,18%, 8,57% e 8,43% respectivamente.

Os resultados de teor de sólidos solúveis totais obtidos no ensaio são apresentados na Tabela 4 e seu comportamento geral no decorrer do ensaio na Figura 9.

Essa anormal redução do teor de sólidos solúveis ao final do período de armazenamento vem mais uma vez sugerir a possibilidade de ter sido iniciada atividade respiratória anaeróbica, com consumo de açúcares solúveis pela via glicolítica e formação de acetaldeído e CO_2 , em função da descarboxilação do ácido pirúvico e com conseqüente redução do conteúdo total de sólidos solúveis.

Diferentemente desse comportamento, Filgueiras (1986), Evangelista (1990), Nascimento (1990) e Kluge (1994), encontraram para diversas cultivares aumento no teor de sólidos solúveis totais do início ao final do armazenamento, conforme seria de se esperar. Com o decorrer da maturação ácidos orgânicos e amido podem ser convertidos em açúcares solúveis, com conseqüente aumento do teor de sólidos solúveis totais.

Por outro lado, assim como observaram Filgueiras (1986), Evangelista (1990) e Nascimento (1990), e especialmente nesta situação, embora tenha sido atingido teor médio de 10,13% para frutos não embalados aos 04 dias após colheita, os teores de sólidos solúveis de ameixas cultivadas no sul de Minas Gerais apresentam-se abaixo dos indicados em literatura como padrões para frutos maduros, com mínimo de 12,6 % para cultivares nacionais (Chitarra & Carvalho, 1985) e até 19,8% no caso de frutos cultivados na Iugoslávia com fins de industrialização (Paunovic, 1978 citado por Evangelista, 1990). Kluge (1994), em armazenamento refrigerado, obteve valores de até 12,95%, 15,16% e 16,85% de SST ao final de 42 dias, respectivamente para as cultivares Santa Rosa, Amarelinha e Reubennel, com valores maiores sempre em frutos não embalados com polietileno.

Tabela 4. Sólidos Solúveis Totais (SST) de frutos de ameixeira cv. Gema de Ouro armazenados sob a temperatura de $20 \pm 1^\circ\text{C}$ e umidade relativa $80-85\% \pm 3\%$, por 00, 02, 04 e 06 dias.

DIAS APÓS COLHEITA	SST (%)		
	CONTROLE	PVC 14 μm	PVC 20 μm
00	8,03	8,03	8,03
02	8,83	8,13	8,10
04	10,13	9,23	8,90
06	9,70	8,30	9,23

$$Y = 8,0333 - 0,3843.X + 0,3625.X^2 - 0,0449.X^3 ; R^2 = 1,00 **$$

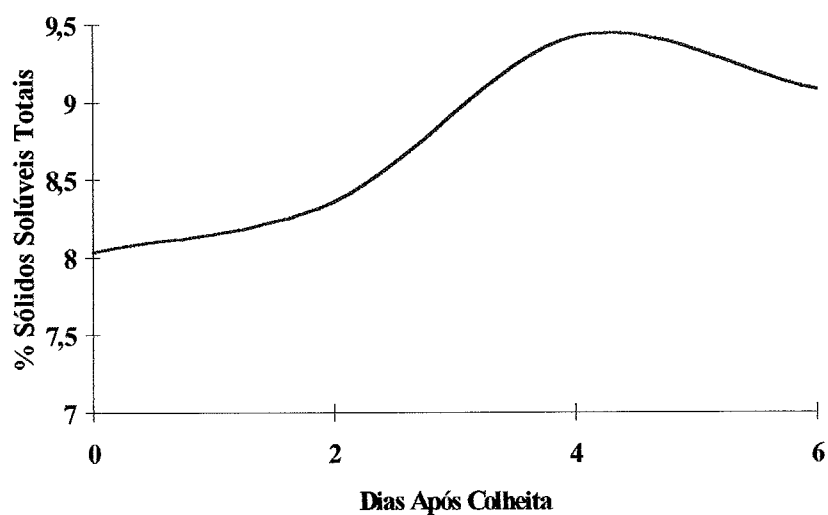


Figura 8. Comportamento da variável Sólidos Solúveis Totais (SST) em relação aos tempos de armazenamento de frutos de ameixeira cv. Gema de Ouro armazenados sob a temperatura de $20 \pm 1^\circ\text{C}$ e umidade relativa $80-85\% \pm 3\%$, por 00, 02, 04 e 06 dias.

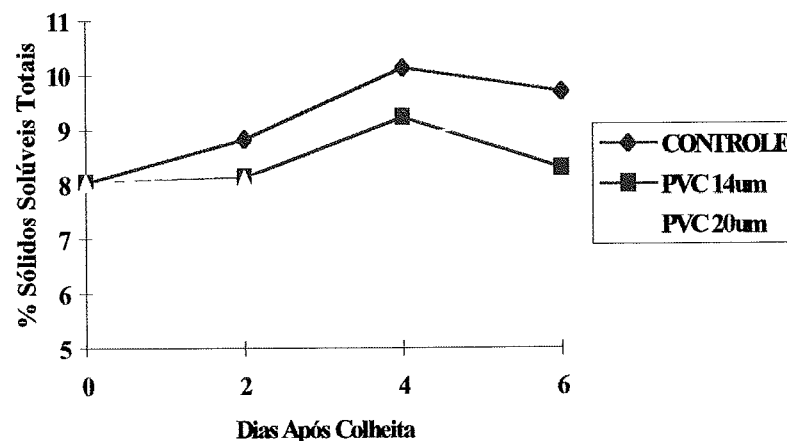


Figura 9. Comportamento geral no decorrer do experimento da variável Sólidos Solúveis Totais (SST) de frutos de ameixeira cv. Gema de Ouro armazenados a $20 \pm 1^\circ\text{C}$ e três diferentes atmosferas, propiciadas respectivamente pela ausência de embalagem, uso de filme PVC 14µm e filme PVC 20µm.

4.5. Relação Sólidos Solúveis/Acidez (SST/ATT)

Os resultados relativos à relação SST/ATT são apresentados na Tabela 5 e seu comportamento no decorrer do ensaio pode ser visto através da Figura 10.

Conforme pode ser observado, frutos armazenados sob atmosfera formada por filme PVC 14µm e sem filme apresentaram comportamento bastante semelhante e condizente com os resultados de Filgueiras (1986), que também observou variação para a relação de 5,3 a 7,8 para frutos da cv. Roxa de Delfim Moreira armazenados em temperatura ambiente. Evangelista (1990), também trabalhando com a cv. Roxa de Delfim Moreira, observou menores relações, variando de cerca de 3,4 a 5,2 do início ao final do armazenamento. Por sua vez, o uso de filme PVC 20µm provocou um aumento expressivo no valor da relação SST/ATT, uma vez que nesta condição houve também expressiva redução da acidez total titulável, conforme já comentado possivelmente devido a um início de respiração anaeróbica provocada pela concentração de CO_2 no interior da embalagem, com aumento de intermediários glicolíticos, como acetaldeído.

Kluge (1994) encontrou relações variando de cerca de 15 para a cv. Santa Rosa, 40 para a cv. Amarelinha e 24 para a cv. Reubennel, uma vez que através do armazenamento frigorificado chegou a elevados teores de sólidos solúveis totais e queda acentuada da acidez total titulável.

Tabela 5. Relação Sólidos Solúveis/Acidez (SST/ATT) de frutos de ameixeira cv. Gema de Ouro armazenados sob a temperatura de $20 \pm 1^\circ\text{C}$ e umidade relativa $80-85\% \pm 3\%$, por 02, 04 e 06 dias.

DIAS APÓS COLHEITA	Relação SST/ATT		
	CONTROLE	PVC 14 μm	PVC 20 μm
00	5,22	5,22	5,22
02	6,44	6,32	5,68
04	7,36	7,46	6,30
06	7,79	7,49	19,22

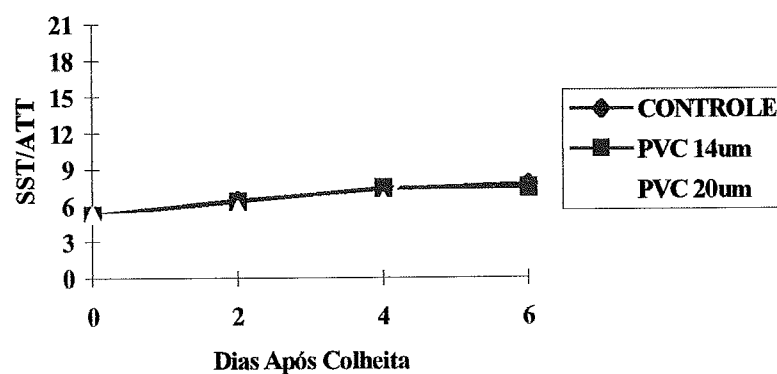


Figura 10. Comportamento geral no decorrer do experimento da variável Relação SST/ATT de frutos de ameixeira cv. Gema de Ouro armazenados a $20 \pm 1^\circ\text{C}$ e três diferentes atmosferas, propiciadas respectivamente pela ausência de embalagem, uso de filme PVC 14µm e filme PVC 20µm.

4.6. Açúcares totais

A análise de variância dos dados relativos ao teor de açúcares totais permitiu a identificação de efeitos significativos dos fatores tempo de armazenamento e embalagem empregada, individualmente, no comportamento da variável. A significativa variação do teor de açúcares dos frutos pode ser explicada por regressão quadrática, conforme apresenta a Figura 11, mostrando um comportamento atípico, uma vez que a tendência normal é de aumento do teor de açúcares totais no decorrer do armazenamento. Os dados obtidos no ensaio, assim como seu comportamento geral no decorrer do armazenamento podem ser vistos, respectivamente, na Tabela 6 e Figura 12. Os resultados sugerem a possível utilização de açúcares no processo respiratório dos frutos, provavelmente a frutose, conforme observou Komiyama et al (1979) citados por Evangelista (1990), estudando o comportamento da variável na cultivar Ooishi Wase, ou ainda, mais uma vez, a possibilidade de início de respiração anaeróbica.

Frutos mantidos em atmosferas modificadas, pelo uso de filmes PVC (14 e 20 μ m), apresentaram menor teor de açúcares totais quando comparados aos frutos controle, ou seja, não embalados por filme PVC ($P < 0,01$). Os valores médios de açúcares foram 6,14, 5,30 e 5,55%, respectivamente para frutos não embalados, frutos embalados por filme PVC 14 μ m e filme PVC 20 μ m. Tal comportamento sugere a utilização de reservas de açúcares como fonte de energia frente a um metabolismo alterado. Da mesma forma, existem possibilidades desse maior teor ser consequência de perda gradativa de umidade por parte dos frutos não protegidos por filme, com consequente relativa concentração de açúcares em tais frutos.

De qualquer forma, principalmente em termos de frutos não embalados, foi possível observar níveis de açúcares totais condizentes com os resultados obtidos em diversos trabalhos com ameixas cultivadas no sul de Minas Gerais. Evangelista (1990), observou teores máximos de 6,93% para a cv. Roxa de Delfim Moreira, enquanto Carvalho et al. (1981), analisando frutos desta mesma cultivar em diferentes épocas de colheita obteve 5,66%.

Tabela 6. Porcentagem de Açúcares Totais de frutos de ameixeira cv. Gema de Ouro armazenados sob a temperatura de $20 \pm 1^\circ\text{C}$ e umidade relativa $80-85\% \pm 3\%$, por 02, 04 e 06 dias.

DIAS APÓS COLHEITA	Relação SST/ATT		
	CONTROLE	PVC 14 μm	PVC 20 μm
00	5,65	5,65	5,65
02	6,32	5,90	6,19
04	6,23	5,30	5,55
06	6,37	4,38	4,82

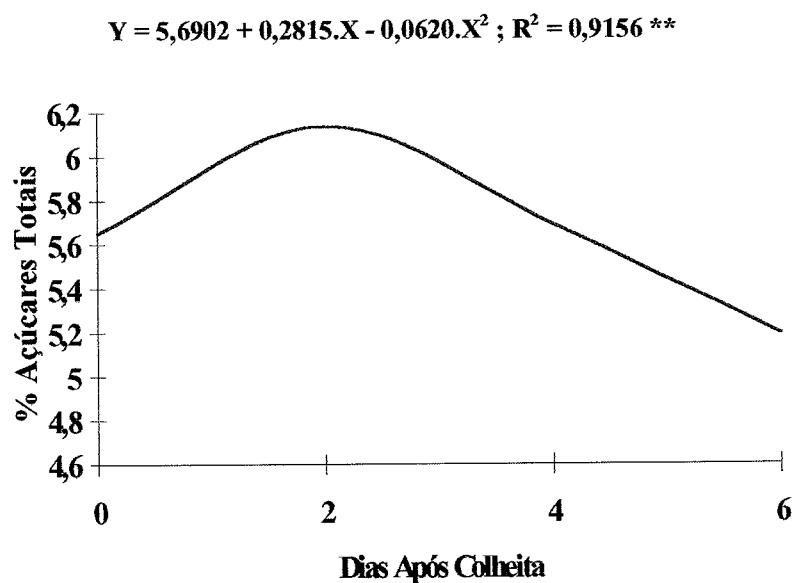


Figura 11. Comportamento da variável teor de Açúcares Totais em relação aos tempos de armazenamento de frutos de ameixeira cv. Gema de Ouro armazenados sob a temperatura de $20 \pm 1^\circ\text{C}$ e umidade relativa $80-85\% \pm 3\%$, por 00, 02, 04 e 06 dias.

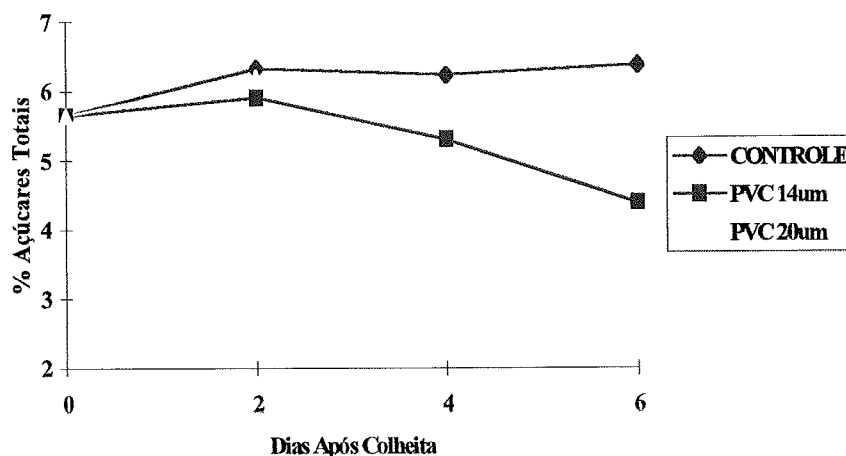


Figura 12. Comportamento geral no decorrer do experimento da variável Açúcares Totais de frutos de ameixeira cv. Gema de Ouro armazenados a $20 \pm 1^\circ\text{C}$ e três diferentes atmosferas, propiciadas respectivamente pela ausência de embalagem, uso de filme PVC 14µm e filme PVC 20µm.

4.7. Atividade Polifenoloxidásica (PFO)

Independente do uso ou não de embalagem, a análise de variância mostrou existir efeito significativo do tempo sobre a atividade polifenoloxidásica, cujo comportamento pode ser descrito por regressão linear, conforme mostra a Figura 13.. Os resultados sugerem, portanto, não existir qualquer efeito do uso de filmes de PVC (14 e 20 µm) sobre a atividade enzimática da polifenoloxidase, não representando, assim, alternativa para conter o escurecimento interno característico de frutos de ameixeira.

Os dados referentes à atividade da enzima podem ser vistos na Tabela 7, assim como seu comportamento no decorrer do ensaio pode ser verificado na Figura 14.

Diferentemente de tal comportamento, Evangelista (1990), analisando frutos da cv. Roxa de Delfim Moreira sob temperatura ambiente e pré-armazenados sob a temperatura de $1^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$, observou atividades variáveis em função do grau de maturação dos frutos. Frutos do grupo 1, no estágio mais avançado de maturação (vermelho escuro), apresentaram maior atividade polifenoloxidásica, sendo a mesma detectada no terceiro dia após a retirada da câmara fria (244 UAE/min./g). Frutos do grupo 2 (vermelho médio)

apresentaram uma maior atividade que do grupo 3 (vermelho claro) até o terceiro dia após a retirada dos frutos da câmara, diminuindo no quarto dia. Os frutos do grupo 2 apresentaram um pico de atividade no segundo dia após a retirada da câmara fria (104 UAE/min./g), enquanto que, nos frutos do grupos 3, um aumento da atividade só foi notado no quarto dia (de 45 para 76 UAE/min./g). Portanto, os resultados não são semelhantes aos encontrados para a cv. Gema de Ouro, e até muito superiores a estes, com exceção ao grupo 3, composto pelos frutos em menor grau de maturação. Tais diferenças podem estar associadas ao fator cultivar ou à interação temperatura x atividade de enzima, uma vez que Eksteen (1982) citado por Evangelista (1990) cita efeito de baixas temperatura sobre a incidência de escurecimento interno da polpa, por sua vez relacionado à atividade da enzima.

Tabela 7. Atividade Polifenoloxidásica de frutos de ameixeira cv. Gema de Ouro armazenados sob a temperatura de $20 \pm 1^\circ\text{C}$ e umidade relativa $80-85\% \pm 3\%$, por 02, 04 e 06 dias.

DIAS APÓS COLHEITA	Atividade Polifenoloxidásica (UAE/min/g)		
	CONTROLE	PVC 14 μm	PVC 20 μm
00	56,01	56,01	56,01
02	57,80	58,75	64,97
04	62,86	63,68	74,59
06	77,90	68,65	75,85

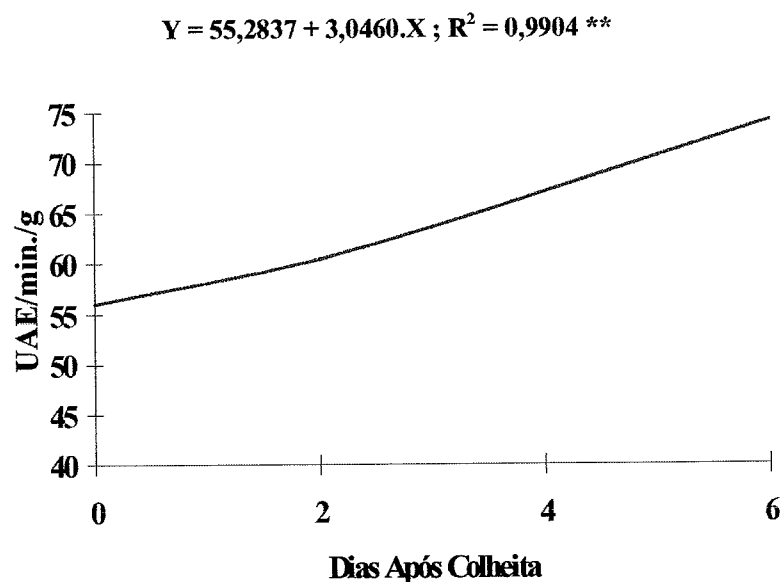


Figura 13. Comportamento da variável Atividade Polifenoloxidásica em relação aos tempos de armazenamento de frutos de ameixeira cv. Gema de Ouro armazenados sob a temperatura de $20 \pm 1^\circ\text{C}$ e umidade relativa $80\text{-}85\% \pm 3\%$, por 00, 02, 04 e 06 dias.

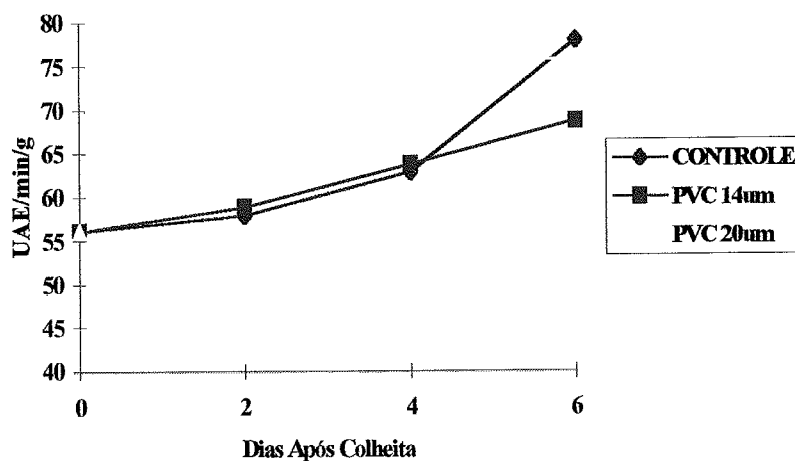


Figura 14. Comportamento geral no decorrer do experimento da variável Atividade Polifenoloxidásica de frutos de ameixeira cv. Gema de Ouro armazenados a $20 \pm 1^\circ\text{C}$ e três diferentes atmosferas, propiciadas respectivamente pela ausência de embalagem, uso de filme PVC 14µm e filme PVC 20µm.

4.8. Atividade Peroxidásica (POD)

A análise de variância dos resultados permitiu a constatação de significativo efeito do tempo sobre a variável, cujo comportamento pode ser explicado por regressão linear, conforme mostra a Figura 15. Da mesma forma, foi possível a observação de efeito significativo das embalagens sobre o comportamento da enzima ($P < 0,05$). A utilização de filme PVC de 14 μm resultou em atividades menores quando comparado ao uso de filme de 20 μm , o que sugere certo controle sobre o escurecimento interno enzimático quando no emprego de tal filme. O armazenamento sem uso de filme não revela diferenças estatísticas com relação ao uso de filme de 14 μm , muito embora a média obtida pelo uso desse filme tenha sido consideravelmente menor que na ausência de embalagem (11,94 e 15,17 UAE/min/g respectivamente).

Os dados referentes à atividade da enzima podem ser vistos na Tabela 8 e o comportamento geral da variável no decorrer do ensaio pode ser visualizado na Figura 16.

Também na análise desta enzima, Evangelista (1990) observou comportamento diferente de atividade enzimática, muito semelhante ao comportamento que observou para a atividade da polifenoloxidase, embora quando comparados os grupos 2 e 3 de frutos a atividade peroxidásica tenha se mostrado maior no grupo 3. Frutos vermelhos escuros apresentaram atividade máxima de 124 UAE/min./g após 03 dias sob temperatura ambiente; Frutos vermelhos médios apresentaram pico de 59 UAE/min./g aos 02 após retirada da câmara e frutos vermelhos claros só mostraram aumento da atividade no quarto dia, passando de 48 para 80 UAE/min./g. Mais uma vez notam-se atividades enzimática bastante superiores às encontradas para a cv. Gema de Ouro, possivelmente pelos mesmos motivos.

Tabela 8. Atividade Peroxidásica de frutos de ameixeira cv. Gema de Ouro armazenados sob a temperatura de $20 \pm 1^\circ\text{C}$ e umidade relativa $80-85\% \pm 3\%$, por 02, 04 e 06 dias.

DIAS APÓS COLHEITA	Atividade Peroxidásica (UAE/min/g)		
	CONTROLE	PVC 14 μm	PVC 20 μm
00	8,96	8,96	8,96
02	10,07	9,11	17,69
04	20,48	12,36	18,06
06	21,17	17,34	18,75

$$Y = 9,0651 + 1,7534.X ; R^2 = 0,9820 **$$

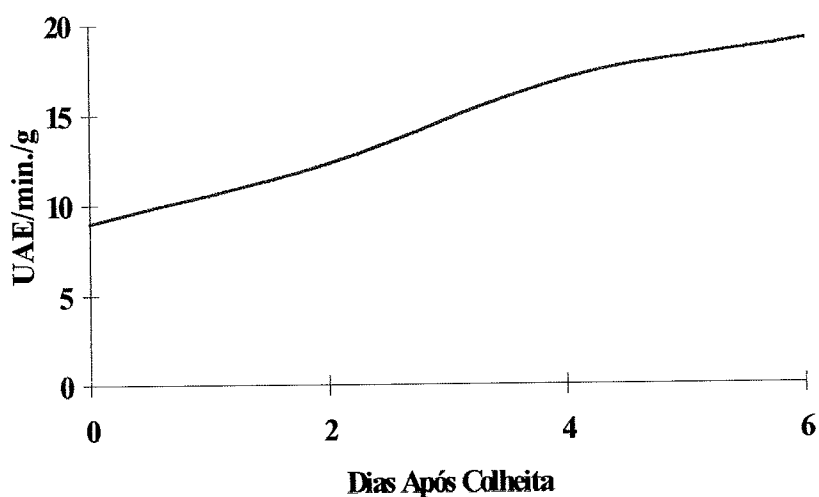


Figura 15. Comportamento da variável Atividade Peroxidásica em relação aos tempos de armazenamento de frutos de ameixeira cv. Gema de Ouro armazenados sob a temperatura de $20 \pm 1^\circ\text{C}$ e umidade relativa $80-85\% \pm 3\%$, por 00, 02, 04 e 06 dias.

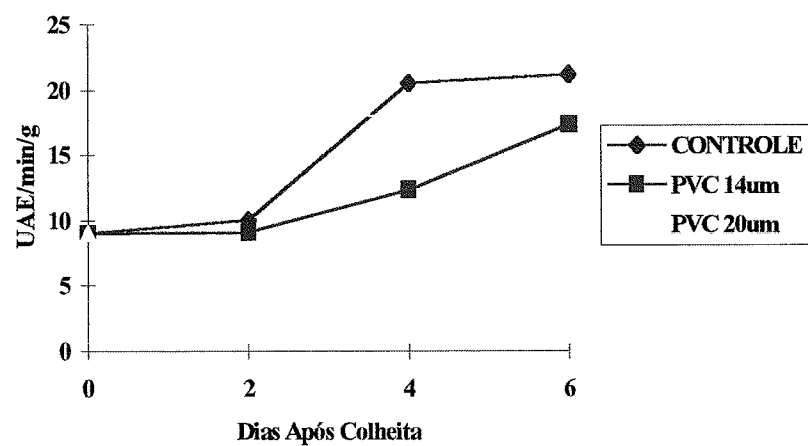


Figura 16. Comportamento geral no decorrer do experimento da variável Atividade Peroxidásica de frutos de ameixeira cv. Gema de Ouro armazenados a $20 \pm 1^\circ\text{C}$ e três diferentes atmosferas, propiciadas respectivamente pela ausência de embalagem, uso de filme PVC 14µm e filme PVC 20µm.

5. CONCLUSÃO

Para as condições em que foi conduzido o experimento, com ameixas da cultivar Gema de Ouro, pode-se concluir que:

- A utilização de embalagem de PVC 14 μm foi a que resultou em melhor retenção da firmeza dos frutos ao final dos 06 dias; Frutos embalados por PVC 20 μm sofreram acentuada perda de firmeza após 04 dias.
- A utilização de embalagem de PVC 20 μm resultou em mais acentuada redução da acidez total titulável, expressa em ácido málico, assim como proporcionou maior pH ao final dos 06 dias de armazenamento;
- Frutos armazenados sem embalagem apresentaram maior teor de sólidos solúveis totais, durante todo o decorrer do armazenamento, quando comparados com aqueles armazenados em embalagens de PVC (14 ou 20 μm);
- A partir de 02 dias de armazenamento houve tendência de redução do conteúdo total de açúcares de frutos embalados com filme PVC, sugerindo a possível utilização de açúcares no processo respiratório dos frutos, provavelmente a frutose, ou um início de respiração anaeróbica.
- O uso de filmes de PVC na embalagem dos frutos não resultou em efeito significativo sobre a atividade polifenoloxidásica, sugerindo dessa forma não ser alternativa para conter o escurecimento interno;
- O uso de embalagem PVC 14 μm resultou em melhor redução da atividade peroxidásica;
- Ao que tudo indica, intenso amaciamento dos frutos, redução brusca da acidez e elevação do pH, redução do teor de sólidos solúveis totais e açúcares totais no decorrer do armazenamento, o uso de filme PVC de 20 μm de espessura resultou no início de atividade respiratória anaeróbica.
- Exceção aos frutos armazenados em embalagem PVC 20 μm , onde as condições mostraram-se desfavoráveis, o armazenamento parece viável por mais de 06 dias, principalmente em função da firmeza dos frutos, fator normalmente mais limitante em termos de comercialização.

6. BIBLIOGRAFIA

- ALVARENGA, L.R. & FORTES, J.M. Cultivares de Fruteiras de Clima Temperado. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, 11(124):3-24, abr. 1985
- AGRIANUAL. FNP Consultoria & Comércio, 1997.
- ARAÚJO, J.M.A. **Química de Alimentos: Teoria e Prática**. UFV, 1995. 335p.
- ASSOCIATION OF ANALYTICAL CHEMISTRY. **Official methods of analysis of the association of official analytical chemistry**. Washington: 11th Ed. Washington, D.C. A.O.A.C. 1992.
- AWAD, M. **Fisiologia Pós-Colheita de Frutos**. São Paulo, Nobel. 1993. 114p.
- BÁRTHOLO, G.F. Perdas e Qualidade Preocupam. **Informe Agropecuário**. Belo Horizonte, v.17. n.179, p.3, 1994.
- CARVALHO, V.D., CHITARRA, A.B., CHITARRA, M.I.F. & CARVALHO, V. **Características Físicas, Físico-Químicas e Químicas de Diversas Cultivares de Ameixas (*Prunus* sp) Cultivadas no Sul de Minas Gerais**. In: Congresso de Fruticultura, 6, Recife, 1981. Anais... Recife, Sociedade Brasileira de Fruticultura, 1981. V.1, p.200-8.
- CASTRO, L.A.S. **A Cultura da Ameixeira**. Brasília, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro de Pesquisa Agropecuária de Clima Temperado, 1994. 67p.
- CHITARRA, M.I.F. & CARVALHO, V.D. Qualidade e Industrialização de Frutos Temperados: Pêssegos, ameixas e figos. **Informe Agropecuário**., Belo Horizonte, 11(125), maio. 1985.
- CHITARRA, M.I.F. & CHITARRA, A.B. **Pós-Colheita de Frutos e Hortalças: Fisiologia e Manuseio**. Lavras, ESAL/FAEPE. 1990. 320p.

- EVANGELISTA, R.M. **Fisiologia Pós-Colheita de Ameixa (*Prunus* sp) cv. Roxa de Delfim Moreira: Maturação, Atividade Respiratória e “Internal Breakdown”**. ESAL, Lavras, MG, Dissertação Mestrado, 1990. 110p.
- FILGUEIRAS, H.A. **Conservação Pós-Colheita de Ameixas (*Prunus* sp. Cv. Roxa de Delfim Moreira) em Quatro Estádios de Maturação**. Lavras, ESAL, MG, Dissertação Mestrado, 1986. 131p.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Quarterly Buletin of Statistics**. Rome, v.9. 1996.
- GOLDSTEIN, J.L. & SWAIN, T. Changes in Tannis in Ripening Fruits. **Phytochemistry**. Oxford, v.2., n.1, p.109-112, jan. 1963
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ **Normas Analíticas: Métodos Químicos e Físicos para Análise de Alimentos**. 2^a.ed., São Paulo, 1977. V.1. 371p.
- KLUGE, R.A. **Estádios de Maturação e Embalagem de Polietileno na Qualidade de Três Cultivares de Ameixas (*Prunus saliciana*, Lindl.) Frigoconservadas**. Dissertação Mestrado, Pelotas, Universidade Federal de Pelotas, 1994. 107p.
- MATSUMO, H. & URITANI, I. Physiological behavior of Peroxidase Isozymes in Sweet Potato Root Tissue Injured by Cuttings or Black Rot. **Plant and Cell Physiology**. Toquio, v.14, n.6, p.1091-1101, 1972.
- NASCIMENTO, L.M.; CHITARRA, A.B. & CHITARRA, M.I.F. Fisiologia Pós-Colheita dos Frutos de Quatro Cultivares de Ameixeiras (*Prunus* sp.) Armazenados em Diferentes Condições. **Coletânea do ITAL**, Campinas, 20(2):155-171, jul./dez. 1990.
- SOUTHGATE, D.A.T. **Determination of Foods Carbohydrates**. London: Elsevier Applied Science, 1991. 232p.
- STEINBERG, E. **Ameixa**. Nobel, São Paulo, 1990. 64p.

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA "LUIZ DE QUEIROZ"
DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA
LHO 635 - ESTÁGIO SUPERVISIONADO EM HORTICULTURA II**

IRVING JOSEPH BERGER

RELATÓRIO FINAL DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO

**Potencial de Armazenamento e Caracterização de
Frutos de Morango Cultivares Campinas e Dover
Colhidos em Três Estádios de Maturação.**

Relatório apresentado como
exigência da Disciplina LHO 635 -
Estágio Supervisionado em
Horticultura II, do Departamento
de Horticultura da Escola Superior
de Agricultura "Luiz de
Queiroz"/USP

**PIRACICABA - SÃO PAULO
DEZEMBRO DE 1997**

IDENTIFICAÇÃO DO ESTÁGIO

DISCIPLINA: LHO 635 - Estágio Supervisionado em Horticultura II

ORIENTADOR: Prof. Angelo Pedro Jacomino (ESALQ/USP)

LOCAL: Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"

Departamento de Horticultura

Lab. de Fisiologia Pós-Colheita de Frutos e Hortaliças

COLABORADORES:

Dario Pauleto (Aluno de Mestrado ESALQ/USP; produtor)

Rachel Elizabeth Domarco (Pesquisadora, Entomologia/CENA/USP)

Adail Gatto de Almeida (Aluno de Graduação ESALQ/USP)

Maria Cristina Duarte Rios (Prof. Dept. Ciências Exatas - UFLA)

Clarice Matraia (Técnica, Entomologia/CENA/USP)

ATIVIDADES DESENVOLVIDAS:

Planejamento, montagem, condução, avaliação e apresentação do experimento "POTENCIAL DE ARMAZENAMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE FRUTOS DE MORANGO CULTIVARES CAMPINAS E DOVER COLHIDOS EM TRÊS ESTÁDIOS DE MATURAÇÃO".

ÍNDICE

RESUMO	4
1. INTRODUÇÃO	6
2. OBJETIVOS	7
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	8
3.1. PROBLEMAS DE MANEJO PÓS-COLHEITA DO MORANGO.....	8
3.2. FISIOLOGIA PÓS-COLHEITA DO MORANGO	9
3.3. ARMAZENAMENTO E CONSERVAÇÃO DO MORANGO.....	12
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	14
4.1. MONTAGEM DO EXPERIMENTO.....	14
4.2. VARIÁVEIS ANALISADAS.....	14
4.2.1. <i>Coloração</i>	15
4.2.2. <i>Perda de Peso</i>	15
4.2.3. <i>pH e Acidez Total Titulável (ATT)</i>	15
4.2.4. <i>Sólidos Solúveis Totais (SST)</i>	15
4.2.5. <i>Relação Sólidos Solúveis Totais/Acidez Total Titulável (SST/ATT)</i>	16
4.2.6. <i>Vitamina C</i>	16
4.3. ANÁLISE ESTATÍSTICA	16
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	17
5.1. <i>COLORAÇÃO</i>	17
5.2. <i>PERDA DE PESO</i>	18
5.3. <i>PH E ACIDEZ TOTAL TITULÁVEL (ATT)</i>	20
5.4. <i>SÓLIDOS SOLÚVEIS TOTAIS (SST)</i>	24
5.5. <i>RELAÇÃO SÓLIDOS SOLÚVEIS/ACIDEZ (SST/ATT)</i>	27
5.6. <i>VITAMINA C</i>	29
6. CONCLUSÃO.....	32
7. BIBLIOGRAFIA	33

POTENCIAL DE ARMAZENAMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE FRUTOS DE MORANGO CULTIVARES CAMPINAS E DOVER COLHIDOS EM TRÊS ESTÁDIOS DE MATURAÇÃO ¹

RESUMO ²

Frutos de morango cultivares Campinas e Dover, provenientes de Jarinu/SP, colhidos em três diferentes estádios de maturação (25% maduros, 50% maduros e 100% maduros), foram submetidos ao armazenamento frigorificado a $4 \pm 1^{\circ}\text{C}$ e $90 \pm 4\%$ de umidade relativa. Com o objetivo de caracterizar a fisiologia de pós-colheita dos frutos e determinar o potencial de armazenamento comparativo das cultivares, foram determinados após 1, 7, 14 e 21 dias as variáveis coloração, perda de peso, teor de sólidos solúveis totais (SST), acidez total titulável (ATT), pH, relação sólidos solúveis totais/acidez total titulável (SST/ATT) e teor de vitamina C. A coloração mostrou-se como fator de fácil distinção entre as cultivares, uma vez que frutos da cv. Dover apresentaram coloração muito mais intensa e quando colhidos mais precocemente, 25% maduros, desenvolveram normalmente a coloração no decorrer do armazenamento, embora com brilho característico menos intenso. Frutos da cv. Campinas, quando colhidos 25% maduros não chegaram a desenvolver totalmente a coloração característica da cultivar. Quando colhidos 50% maduros, independentemente da cultivar, os frutos desenvolveram a coloração característica de maduros. Com o decorrer do armazenamento houve notável perda de brilho por parte dos frutos, sempre mais acentuada na cv. Campinas. A perda de peso atingiu em média valores próximos a 5, 10 e 16%, respectivamente ao final de 7, 14 e 21 dias de armazenamento, sempre maior na cv. Campinas. Embora não medida objetivamente, a manutenção da firmeza foi mais

¹ Trabalho apresentado na forma de resumo e poster no II Simpósio Latino Americano de Ciência dos Alimentos, FEA, Campinas, SP, realizado de 10 a 14 de novembro de 1997.

² Resumo publicado nos anais do Simpósio.

acentuada na cv. Dover, especialmente nos frutos colhidos 25% e 50% maduros. Houve tendência de frutos mais maduros perderem mais peso. Diferentemente do que seria de se esperar, uma vez que o morango é fruto não climatérico, observou-se uma tendência geral de aumento do teor de sólidos solúveis totais até os 14 dias de armazenamento, com pequena redução observada aos 21 dias. Frutos da cv. Campinas apresentaram em todas as situações teores de sólidos solúveis superiores aos da cv. Dover. O comportamento da acidez total titulável foi bastante variável, no entanto ao final de 21 dias frutos da cv. Campinas apresentaram-se mais ácidos, com acidez variando entre 1,27 e 1,03%, enquanto frutos da cv. Dover mostraram variação de 1,04 a 0,66%. Por sua vez, a relação SST/ATT mostrou-se também bastante variável. Foi praticamente semelhante para as cultivares 1 dia após o armazenamento, porém notadamente maior na cv. Campinas com o passar do tempo, exceção aos frutos da cv. Dover colhidos 100% maduros. O pH do extrato dos frutos mostrou-se crescente com o passar do tempo, variando em média de 3,17 a 3,31 e 3,18 a 3,48 respectivamente para Campinas e Dover. O teor de vitamina C, também diferentemente do esperado, mostrou-se com tendência crescente ao longo do tempo, sempre maior na cv. Campinas.

1. INTRODUÇÃO

O morango, *Fragaria* $\times$ *ananassa* Duch, trata-se de fruto de clima temperado, com gosto e aroma agradáveis e apreciados e textura suculenta, sendo por isso muito valorizado (Berbari, 1992).

Dados estatísticos mostram o Estado de São Paulo como o maior produtor e consumidor de morangos no País, abastecendo também o Rio de Janeiro (segundo maior mercado para esse produto) e mercados distantes como o de Belém, Fortaleza e Recife. Até cerca de dois anos a única cultivar predominante era a Campinas, no entanto, devido à sua grande adaptação e maior rusticidade, resistência ao transporte e conservação, a cultivar Dover passou a ser bastante explorada, representando hoje uma grande fatia do mercado.

No entanto, a aceitação da cultivar Dover por parte do consumidor não se mostrou tão forte como em relação ao produtor, uma vez que são atribuídas ao fruto características comparativas de menor doçura, maior acidez e conseqüentemente sabor menos agradável. Tal problema de aceitação é minimizado em função da observação do consumidor de sua maior vida de prateleira, possibilitando a compra de um produto de melhor aparência e sua manutenção por período mais prolongado.

Em conjunto com as agradáveis características organolépticas, o morango apresenta de uma forma geral alta perecibilidade, podendo ser normalmente armazenado por pequenos períodos. Essa característica marcante dos frutos faz com que sejam estudadas novas tecnologias para o prolongamento de sua vida de prateleira, uma vez que no Brasil a comercialização, a nível de consumo, se dá basicamente através de frutos "in natura", quando muito sob refrigeração.

2. OBJETIVOS

O presente trabalho foi desenvolvido visando avaliar o potencial comparativo de armazenamento das cultivares Campinas e Dover, assim como caracterizar o pós-colheita dos frutos, colhidos em três estádios de maturação diferentes, na tentativa de apontar alternativas de ponto de colheita especialmente para a cultivar Dover, normalmente classificada pelo consumidor como de menor doçura e maior acidez. Tal problema pode estar associado a uma maturação mais lenta da cultivar, o que possivelmente pode ser minimizado pelo estabelecimento de um ponto de colheita específico, como defendem alguns agricultores.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Problemas de Manejo Pós-Colheita do Morango

O morango trata-se de fruto não climatérico, sendo classificado como um produto hortícola não sensível ao frio (Gomes, 1996), porém o mais perecível dentre os frutos frescos ou "in natura" (Mitchell, 1992).

Devido ao seu elevado teor de umidade ($\pm 95\%$), açúcares (glicose 4%, frutose 5%, sacarose 0,9%) e ácidos (cítrico 10-18 meq e málico 1-3 meq), Hulme citado por Scalon et al. (1996), o morango é um fruto altamente susceptível às perdas pós-colheita, uma vez que representa um excelente substrato para a proliferação de patógenos (Scalon et al., 1996). Dentre os patógenos que mais causam prejuízo aos frutos de morango, *Botrytis cinerea* Pers & F. representa um dos maiores problemas principalmente na pós-colheita, causando o mofo cinzento, uma podridão muito comum que acomete o fruto em qualquer estágio de seu desenvolvimento (Scalon et al., 1996; Mitchell, 1992). Segundo Mitchell (1992), a 0°C tal microrganismo continua a se desenvolver, mas em taxas muito lentas.

Outro dos maiores problemas de pós-colheita de frutos de morango trata-se da alta susceptibilidade à perda de peso, em função da desidratação frente a baixas umidades relativas do ar, resultando em murcha do fruto, aparência de fruto velho e deteriorado e ressecamento e deformação do cálice, afetando o valor do produto antes mesmo de afetar sua qualidade em sabor (Mitchell, 1992). Segundo Scalon et al. (1996), na maioria dos frutos, o conteúdo de água situa-se entre 80-95%, e sua perda resultará em enrugamento dos tecidos, amaciamento da polpa e perda de peso, característica essa muito importante para os frutos comercializados com base em peso. É também fator preponderante sobre frutos, como o próprio morango, onde a aparência externa do

produto trata-se do primeiro e talvez mais importante fator de qualidade avaliado no momento da comercialização.

Outro fator a se considerar é a alta taxa de atividade fisiológica do morango, resultando em uma passagem rápida do fruto de maduro ao estágio senescente se mantido a temperaturas elevadas (Mitchell, 1992). À temperatura ambiente $\pm 20^{\circ}\text{C}$, sem refrigeração, morangos conservam sua boa qualidade por no máximo dois dias, quando então se tornam muito maduros ou apodrecem rapidamente (Bleinroth et al., 1978).

Por fim, Mitchell (1992) aponta o morango como sendo objeto de sérias injúrias durante sua colheita e manuseio pós-colheita. Estudos mostram que muitas injúrias ocorrem durante a coleta e embalagem, e a variação na magnitude de injúrias causadas pelo coletor é tão grande que mascara muitas outras causas de deterioração. A vibração (ou rolamento) dos frutos não é usualmente considerada um problema grave para morangos, devido sua elasticidade, permitindo certa versatilidade quanto à exposição a danos causados pelo transporte. Porém, a embalagem e o embalamento talvez sejam o grande problema, pois injúrias causadas nessa etapa por abrasão causarão perdas diretas e subsequentes perdas por ataque de *Botrytis*.

3.2. Fisiologia Pós-Colheita do Morango

O amadurecimento de frutos de morango é classificado como sendo não-climatérico com base na ausência de um incremento na taxa de respiração e produção de etileno quando nas mudanças de cor, textura e "flavour" do fruto (Knee et al. e Abeles & Takeda citados por Manning, 1994). O etileno é importante para a iniciação e perpetuação do amadurecimento em todos os frutos climatéricos, mas não estimula o amadurecimento de frutos de morango (Hoad et al. citados por Manning, 1994). Confirmando, inibidores da síntese de etileno ou da ação do etileno mostraram-se incapazes de retardar o início do amadurecimento dos frutos medido por meio da acumulação de antocianina (Given et al. citados por Manning, 1994)

Embora não haja um pico da taxa respiratória em morangos, Bleinroth (1986), pode constatar diferenças quanto à influência do estágio de maturação de frutos de morango sobre sua respiração e na preservação de sua qualidade. Tendo colhido frutos classificados como branco-avermelhado (a), vermelho-esbranquiçado (b), vermelho-rosa

(c) e vermelho (d), verificou que a intensidade de respiração, considerada como medida básica para a determinação da intensidade das transformações dos componentes do fruto e de seu estado de maturação, é significativamente menor nos morangos menos maduros, ou seja, nas amostras "a" e "b", do que nos mais maduros, "c" e "d". Em resumo, a intensidade de respiração da amostra "a" somente atingiu o mesmo valor inicial da "c" após 67 horas, e da "d" após 77 horas, enquanto a amostra "b" já apresentava uma respiração mais intensa, comparada à de "a". As medições foram realizadas em ambiente a 20°C.

Importante na determinação do flavour, os açúcares correspondem a um dos principais componentes solúveis em frutos tais como o morango (soft fruits) e são fontes de energia para suas transformações metabólicas. Para o morango sacarose, glicose e frutose correspondem a mais de 99% do total de açúcares no fruto maduro, com sorbitol, xilitol e xilose presentes em quantidades traço (Makinen & Söderling, 1980). Glicose e frutose estão presentes em concentrações equivalentes no fruto de morango maduro (2,3 e 2,2 g/100 g de peso fresco, respectivamente), correspondendo a aproximadamente 83% do total de açúcares (Wrolstad & Shallenberger citados por Manning, 1993).

Poucos são os dados referentes às mudanças no conteúdo de açúcares durante o amadurecimento de frutos tais como o morango (soft fruits), no entanto Forney & Breen citados por Manning (1993) mostraram que no morango, a sacarose está presente em níveis muito baixos no fruto 10 dias após a antese, após o que aumenta rapidamente para alcançar um máximo na mudança de estágio antes da redução da firmeza no fruto em senescência. Nos primeiros 10 dias o nível de glicose reduz e de frutose é mantido constante com base em peso fresco, depois ambos aumentam.

Conforme Manning (1993), como os açúcares, os ácidos orgânicos são componentes importantes do flavour e relações açúcar/ácido são freqüentemente usadas como índice de aceitabilidade e qualidade dos frutos. Quanto aos sólidos solúveis, ácidos são secundários quando comparados aos açúcares. No morango, os ácidos orgânicos não voláteis são quantitativamente os mais importantes na determinação da acidez dos frutos. Numerosos ácidos orgânicos tem sido identificados e quantificados no morango (Mussinan & Walradt citados por Manning, 1993), e alguns são constituintes bastante importantes no aroma dos frutos.

Embora existam poucos estudos, no morango a acidez total expressa com base em peso fresco aumenta modestamente até seu máximo no ponto de maturidade fisiológica (mature green fruit) antes de declinar rapidamente nos estádios posteriores de amadurecimento (Spayd & Morris, 1981). Entretanto, com base no fruto (fruit basis) o conteúdo de ácidos aumenta consideravelmente durante o desenvolvimento e amadurecimento (Woodward citado por Manning, 1993).

Berbari et al. (1994) avaliando quatro variedades de morango em seu ponto de colheita comercial observaram teores de sólidos solúveis totais variando entre 6,6 e 8,7% em função da variedade. Paschoalino et al. (1974) observou teores de sólidos solúveis totais variando de 5,6 a 9,1% para 12 variedades estudadas, onde a cv. Campinas apresentou 6,5%. Morris et al. (1985) apontam teores de sólidos solúveis 5,5 e 5,9% respectivamente para as cv. Sunrise e Cardinal.

Em armazenamento da cv. Sequóia, Scalón et al. (1995) encontrou teor de sólidos solúveis variando entre 7,0 e 9,8 , sendo maior em frutos não embalados com filme de polietileno e aos 14 dias de armazenamento a $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ e 90-95% UR. Os açúcares totais apresentaram valores de 4,04 a 7,91%, sendo esta concentração maior aos 7 dias de armazenamento, embora os açúcares redutores tenham apresentado sua maior concentração somente aos 14 dias e em frutos embalados.

Avaliando a qualidade e vida útil de morangos cv. Sequóia submetidos à aplicação pós-colheita de CaCl_2 e armazenamento ambiente por 6 dias, Scalón et al. (1996) não observou efeito significativo entre a interação níveis de cálcio e tempos de armazenamento, sendo que a porcentagem de sólidos solúveis totais variou apenas em função do período de armazenamento, encontrando-se em média entre 6,0 e 8,75%, com menor valor entre 4 e 6 dias de armazenamento.

Quanto ao pH, este parece não ser alterado por embalagens, uma vez que Scalón et al. (1995) observou inalteração do pH frente aos tratamentos empregados (uso ou não de embalagem de polietileno), variando entre 3,49 e 3,60. Já os valores de acidez variaram entre 0,76 e 0,91 no decorrer dos 14 dias de armazenamento.

Berbari et al. (1994) estudando as cvs. IAC-Princesa Isabel, Reiko, Sequóia e Chandler em ponto de colheita encontraram valores de 3,71, 3,62, 3,36 e 3,39 respectivamente. Da mesma forma, foi determinada acidez de 0,73, 0,94, 1,0 e 0,92% respectivamente para as cvs. em questão.

Scalon et al. (1996) observou valores de pH na faixa de 3,46 a 3,78 para frutos armazenados até 06 dias a 20 ± 2 °C e $85\pm 5\%$ UR, com pequena queda até o 2º dia, sofrendo incremento significativo do 4º para o 6º dia. Semelhante ao pH, a acidez total titulável sofreu decréscimo no mesmo período, e os valores observados estão na faixa de 0,634 a 1,521%.

Paschoalino et al. (1974), estudando 12 variedades de morango no ponto de colheita encontrou valores variando entre 3,20 e 3,45, 3,45 para 'Campinas'. No mesmo trabalho encontraram-se valores de acidez total titulável (% ác. cítrico) variando entre 0,76 e 1,36, 0,82 para 'Campinas'.

Por fim, a presença de pigmentos em frutos é significativa por muitas razões. Os pigmentos são importantes componentes estéticos e são indicadores naturais do amadurecimento dos frutos, além da atividade vitamínica de alguns pigmentos tais como carotenóides e flavonóides (Manning, 1993). Em suma, durante o amadurecimento do morango há degradação da clorofila, consistente com o desaparecimento dos cloroplastos, e um decréscimo de carotenóides, acompanhados pela elevação da concentração de antocianinas (Gross citado por Manning, 1993).

3.3. Armazenamento e Conservação do Morango

Por ser um fruto altamente perecível, normalmente o morango é estocado por um período de no máximo 6 dias a uma temperatura entre 0 e 4°C, após o que há uma redução nas suas propriedades de aroma, paladar e de seu brilho característico (Scalon et al., 1995). Sem refrigeração, em temperatura ambiente, os morangos conservam sua boa qualidade por no máximo 2 dias, quando passam a excessivamente maduros ou apodrecem (Bleinroth, 1986).

Gomes (1996) aponta duas possibilidades de armazenamento do morango, a longo prazo (5 a 7 dias) em temperatura de 0°C e 90-95% de UR e a curto prazo, efetivado a 8-10°C e 90% de UR na câmara de armazenamento. Chitarra & Chitarra (1990) apontam a temperatura de 0°C e UR de 90-95% para a conservação do morango por 1 a 5 dias, porém, se houver controle atmosférico (10% O₂ e 12% CO₂) podem ser alcançados 10 dias de armazenamento.

Um grave problema enfrentado quando no armazenamento do morango é sua alta susceptibilidade à perda de peso, no entanto o uso de modificação da atmosfera no armazenamento de frutos tem conseguido minimizar tal perda, uma vez que mantém a umidade relativa bastante elevada no seu interior ,aproximadamente 95% (Wardowsky et al. citado por Scalon et al., 1996). Assim tem-se conseguido prolongar a vida pós-colheita, inclusive de morangos, mantendo suas qualidades através de controle das degradações pós-colheita, reduzindo a taxa respiratória e produção de etileno, retardando o amaciamento e acúmulo de voláteis, sem provocar alterações na cor, acidez titulável, pH, sólidos solúveis e conteúdo de ácido ascórbico em até 14 dias após a colheita, além de aumentar a firmeza dos frutos (diversos autores citados por Scalon et al., 1996).

4. MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Fisiologia Pós-Colheita de Frutos e Hortalças, do Departamento Horticultura da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo. Os frutos utilizados no ensaio foram cedidos pelo Eng. Agrônomo Dario Pauleto, produtor de morango em Jarinú, SP.

4.1. Montagem do Experimento

Frutos das cultivares Campinas e Dover foram colhidos em três estádios de maturação visualmente identificados como 25% maduros, 50% maduros e 100% maduros. Foram acondicionados em cumbucas plásticas colocadas em caixas de papelão e transportados ao laboratório, onde procedeu-se a seleção, com base em coloração e integridade, afim de obter a maior uniformidade possível, e montagem do experimento.

O experimento foi instalado no delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial $2 \times 3 \times 4$, com 4 repetições, onde estudou-se o efeito de 2 diferentes cultivares e 3 estádios de maturação em 4 diferentes tempos de armazenamento à temperatura de $4 \pm 1^\circ\text{C}$ e umidade relativa de $90 \pm 4\%$ (01, 07, 14 e 21 dias após colheita). As parcelas foram compostas por bandejas plásticas com 10 frutos cada. As análises foram efetuadas para todos os tempos de armazenamento. Utilizou-se como amostra os 10 frutos constituintes da parcela para análise de coloração e 5 frutos ao acaso para as demais análises.

4.2. Variáveis Analisadas

Por meio de porções longitudinais de 5 frutos ao acaso constituintes das parcelas foram analisados pH, sólidos solúveis totais (SST), acidez total titulável (ATT) e

relação sólidos solúveis totais/acidez total titulável, após obtenção de solução 1:1 em água destilada por trituração. O teor de vitamina C foi analisado por trituração em ácido oxálico. Para a determinação da coloração e perda de peso foram utilizados os 10 frutos constituintes das parcelas experimentais.

4.2.1. Coloração

Medida através de colorímetro MINOLTA CHROMA METER CR-200b pelo sistema L^*a^*b . Os frutos foram analisados em sua região equatorial, com 02 leituras por fruto, em faces opostas. Os resultados foram apresentados em médias de L , a , b e c , onde c é calculado pela equação que segue:

$$a^2 + b^2 = c^2$$

4.2.2. Perda de Peso

Medida pela diferença simples de peso entre o dia de montagem do experimento e o momento da avaliação. Os resultados foram expressos em % de perda de peso.

4.2.3. pH e Acidez Total Titulável (ATT)

O pH foi medido diretamente na diluição 1:1 (fruto:água; p:v) dos frutos através de potenciômetro Tecnal.

A acidez total titulável foi determinada através de titulação com NaOH 0,1N até pH 8,1 em extrato aquoso obtido por diluição de 5 ml de solução 1:1 (fruto:água; p:v) em 50 ml de água destilada. Os resultados foram expressos em porcentagem de ácido cítrico (g de ácido cítrico/100 g de polpa). Ambas as determinações foram realizadas segundo adaptação às técnicas padronizadas pelo Instituto Adolfo Lutz (1977).

4.2.4. Sólidos Solúveis Totais (SST)

Medido diretamente da solução 1:1 dos frutos por refratometria através de refratômetro digital, multiplicado pelo fator 2 de diluição, conforme adaptação à técnica

prescrita em AOAC (1992). Os resultados foram expressos em porcentagem (g de sólidos solúveis/100 g de polpa).

4.2.5. Relação Sólidos Solúveis Totais/Acidez Total Titulável (SST/ATT)

A obtenção da relação foi feita diretamente pela proporção entre SST e ATT das amostras individuais.

4.2.6. Vitamina C

Determinado com base na metodologia constante em Leme Júnior & Malavolta (1950), baseada na titulação com o indicador diclorofenolindofenol e em solução padrão de ácido ascórbico 0,2 mg/ml. Tomaram-se 3ml da solução padrão em 50 ml de água destilada e titulou-se até coloração levemente rosada; anotou-se o volume de indicador utilizado. A amostra foi extraída em ácido oxálico para estabilização do ácido ascórbico. Foram triturados 5 g de fruto em 45 ml de ácido oxálico 0,4%. Filtrou-se com CELITE para remoção de compostos escuros. Do filtrado, 3 ml foram adicionados a 50 ml de água destilada. Após titulação com o indicador diclorofenolindofenol o volume de indicador foi anotado e o teor de ácido ascórbico calculado por regra de três simples. Os resultados foram expressos em mg de ácido ascórbico/100 g de polpa de morango.

4.3. Análise Estatística

Para a comparação dos valores obtidos nos diferentes parâmetros avaliados foram realizadas análises de variância, através do pacote estatístico SANEST - Sistema de Análise Estatística, considerando-se o delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x3x4.

Para o estudo dos diferentes tratamentos empregados, foi realizado teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Já para os diferentes tempos de armazenamento foi realizada análise de regressão (linear, quadrática e cúbica).