



Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC
Centro de Ciências Agrárias

FRUTICULTURA DE CLIMA TEMPERADO

FISIOLOGIA PÓS-COLHEITA

MARCELO JOSÉ VIEIRA

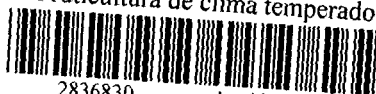
Agronomia

Florianópolis, novembro de 2001.

N.Cham. R 256

Autor: Vieira, Marcelo Jo

Título: Fruticultura de clima temperado



2836830

Ac. 186088

Ex.1 UFSC BSCCA



Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC

Centro de Ciências Agrárias

FRUTICULTURA DE CLIMA TEMPERADO

FISIOLOGIA PÓS-COLHEITA

"Relatório de estágio curricular realizado na Epagri-Caçador-SC, apresentado como requisito parcial para a obtenção do Título de Engenheiro Agrônomo pela UFSC"

Florianópolis, novembro de 2001.

186088

TERMO DE APROVAÇÃO

MARCELO JOSÉ VIEIRA

FRUTICULTURA DE CLIMA TEMPERADO: FISIOLOGIA PÓS-COLHEITA

Relatório aprovado como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro Agrônomo no Curso de Graduação em Ciências Agrárias da Universidade Federal de Santa Catarina, pela seguinte banca examinadora.

Orientador: Prof. Aparecido Lima da Silva
Departamento de Fitotecnia, UFSC.

Prof. Miguel Pedro Guerra
Departamento de Fitotecnia, UFSC

Prof. Lineu Schneider
Departamento de Fitotecnia, UFSC

Florianópolis, novembro de 2001

AGRADECIMENTOS

A minha família, pela motivação e confiança durante todas as fases da minha vida.

A Universidade Federal de Santa Catarina, pela oportunidade de ter cursado Agronomia.

Ao Prof. Aparecido Lima da Silva, braço amigo durante a graduação e etapas deste trabalho.

Ao pesquisador Luiz Carlos Argenta (Epagri), pela amizade, oportunidade e incentivo durante a realização do estágio.

Aos professores Miguel P. Guerra e Lineu Schneider que gentilmente aceitaram fazer parte da banca examinadora.

A amiga Juliana G. Krammes (Epagri/Caçador) pela colaboração na realização deste trabalho.

A todos os professores e amigos do curso.

"IDENTIFICAÇÃO DO ESTÁGIO"

Nome do Estagiário: **Marcelo José Vieira**

Área do Estágio: Fisiologia Pós-colheita

Empresa: Empresa de Pesquisa Agropecuária e
Extensão Rural de Santa Catarina
- EPAGRI - Estação Experimental de
Caçador

Endereço: Rua Geral, s/nº, Bairro Bom Sucesso,
Caixa Postal 591, Caçador, SC.

Supervisor do Estágio: Luiz Carlos Argenta
Engº Agrº - Ph. D., Pesquisador.

Orientador: Prof. Aparecido Lima da Silva

Período: 01/08/01 à 31/08/01

Carga Horária: 184 horas

SUMÁRIO

LISTA DE ABREVIATURAS	viii
LISTA DE FIGURAS	ix
RESUMO	xi
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
2.1. Aspectos fisiológicos do desenvolvimento dos frutos	5
2.2. Etileno	8
2.3. Controle da maturação	13
2.4. Ponto de colheita e análise de qualidade	17
2.4.1. Cor	18
2.4.2. Firmeza da polpa	19
2.4.3. Índice de amido	19
2.4.4. Teor de sólidos solúveis totais (SST)	20
2.4.5. Acidez titulável (AT)	21
2.4.6. Concentração interna de etileno	22
2.5. Objetivos	22
3. MATERIAL E MÉTODOS	23
3.1. Experimento I	23
3.2. Experimento II	24
3.3. Geração, aplicação e concentração de 1-MCP	24
3.4. Medidas de qualidade dos frutos	25

3.5. Delineamento experimental e análise dos dados	26
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
4.1. Efeitos de doses de 1-MCP	27
4.2. Efeito das condições e período de armazenagem sobre a eficácia do 1-MCP	32
4.3. Efeitos do estágio de maturação e da região de coleta dos frutos sobre a eficácia do 1-MCP	38
5. CONCLUSÕES	45
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	47
ANEXO	50

LISTA DE ABREVIATURAS

1-MCP	1-Metilciclopropeno
AA	Atmosfera do Ar
AC	Atmosfera Controlada
ACC	1 Aminociclopropano 1 Ácido Carboxílico
ACO	ACC oxidase
ACS	ACC sintase
AdoMet	S adenosil metionina
Ag ⁺	Íon Prata
AT	Acidez Titulável
ATP	Adenosina Trifosfato
AVG	Aminoetoxivinilglicina (Retain)
C ₂ H ₄	Etileno
cDNA	DNA complementar
DNA	Ácido desoxiribonucléico
ETR1,	Proteínas envolvidas na recepção do etileno e na
CTR1,	tradução de sinais até o gene (DNA) a ser expresso ou
EIN2,	reprimido.
EIN3.	
KOH	Hidróxido de potássio
Met	Metionina
mRNA	RNA mensageiro
RNA	Ácido Ribonucléico
NaOH	Hidróxido de sódio
SST	Sólidos Solúveis Totais

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1:** Estádios do desenvolvimento dos frutos de acordo com a respiração e liberação de etileno _____ 6
- Figura 2:** Via de síntese do etileno _____ 10
- Figura 3:** Mecanismo de ação do etileno e estratégias para controle de sua produção em frutos _____ 12
- Figura 4:** Distúrbio fisiológico "marronzamento" da polpa ("internal browning") _____ 28
- Figura 5:** Firmeza da polpa (libras) de maçã cv. 'Gala' após 191 dias de armazenagem sob condições de atmosfera do ar (AA) e atmosfera controlada (AC) mais sete dias de prateleira (23°C) _____ 29
- Figura 6:** Acidez titulável (ml) de maçã cv. 'Gala' após 191 dias de armazenagem sob condições de atmosfera do ar (AA) e atmosfera controlada (AC) mais sete dias de prateleira (23°C) _____ 30
- Figura 7:** Severidade do 'marronzamento da polpa' de maçã cv. 'Gala' após 191 dias de armazenagem sob condições de atmosfera do ar (AA) e atmosfera controlada (AC) mais sete dias de prateleira (23°C) _____ 31
- Figura 8:** Firmeza da polpa (libras) de maçã cv. 'Gala' após 77, 132 e 191 dias de armazenagem sob condições de atmosfera

do ar (AA) e atmosfera controlada (AC) mais sete dias de prateleira (23°C)_____35

Figura 9: Acidez titulável (ml) de maçã cv. 'Gala' após 77, 132 e 191 dias de armazenagem sob condições de atmosfera do ar (AA) e atmosfera controlada (AC) mais sete dias de prateleira (23°C)_____36

Figura 10: Concentração sólidos solúveis totais (%) em maçã cv. 'Gala' após 77, 132 e 191 dias de armazenagem sob condições de atmosfera do ar (AA) e atmosfera controlada mais sete dias de prateleira (23°C)_____37

Figura 11: Firmeza da polpa (libras) de maçã cv. 'Gala' após armazenagem sob condições de atmosfera do ar (AA) e atmosfera controlada (AC) mais sete dias de prateleira (23°C)_____41

Figura 12: Acidez titulável (mL) em maçã cv. 'Gala' após armazenagem sob condições de atmosfera do ar (AA) e atmosfera controlada (AC) mais sete dias de prateleira (23°C)_____42

Figura 13: Firmeza da polpa (libras) e acidez titulável (mL) de maçã cv. 'Gala' após armazenagem sob condições de atmosfera do ar (AA) e atmosfera controlada (AC) mais sete dias de prateleira (23°C)_____43

Figura 14: Severidade do 'marronzamento da polpa' de maçã cv. 'Gala' após 173 dias de armazenagem sob condições de atmosfera do ar (AA) e atmosfera controlada (AC) mais sete dias de prateleira (23°C)_____44

RESUMO

Mesmo sendo um dos maiores produtores de frutas do mundo, o Brasil ainda apresenta um elevado índice de perdas em pós-colheita, sendo estimadas em torno de 30%. Por meio do conhecimento do comportamento fisiológico do fruto, é possível estabelecer estratégias visando manter a qualidade pelo maior tempo possível e possibilitar a diminuição das perdas após a colheita. O fitohormônio etileno regula vários processos fisiológicos das plantas, incluindo a maturação dos frutos. A maturação é um processo natural e irreversível, podendo ser, no entanto, retardado através da utilização de técnicas adequadas. A técnica mais simples consiste em armazenar os frutos sob condições de baixa temperatura; aliado a essa técnica pode-se utilizar o controle dos gases no interior da câmara de armazenagem, procedimento denominado atmosfera controlada. Existe a possibilidade de utilizar reguladores de crescimento que interferem no mecanismo de síntese e/ou ação do etileno. Recentemente foi descoberto que o gás 1-metilciclopropeno (1-MCP) interfere na habilidade dos frutos em responder ao etileno. As respostas de frutos perecíveis ao 1-MCP estão sendo estudadas internacionalmente, embora ele ainda não esteja registrado para uso comercial em produtos comestíveis no Brasil. O 1-MCP age por meio da fixação preferencial ao receptor do etileno, bloqueando, desse modo, os efeitos do etileno procedentes de fontes internas ou externas. Os estudos desenvolvidos no laboratório de fisiologia e tecnologia pós-colheita da EPAGRI/Caçador demonstraram que, em maçãs, o 1-MCP é realmente eficiente em controlar a maturação e preservar a qualidade por longo período, sendo comparável com o processo de atmosfera controlada que, embora eficiente, requer cuidados especiais além do alto custo.

1. INTRODUÇÃO

O presente estágio realizou-se na Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina - Epagri - Estação Experimental de Caçador, no período compreendido entre 01/08/2001 à 31/08/2001, sendo supervisionado pelo pesquisador Luiz Carlos Argenta (EPAGRI) e orientado pelo professor Aparecido Lima da Silva (UFSC).

O estágio foi realizado na área de pós colheita e as principais atividades desenvolvidas foram: instalação e condução de experimentos com 1-metilciclopropeno (1-MCP) e análises de qualidade dos frutos. Entre os experimentos acompanhados destacam-se:

(1) Controle da maturação e preservação da qualidade de frutos de maçã cultivar 'Gala' tratados com 0,6 ppm de 1-metilciclopropeno (1-MCP) em câmara comercial (170 m³) na colheita e armazenadas em câmaras de atmosfera do ar (AA) e atmosfera controlada (AC);

(2) Conservação da qualidade de maçãs cv. 'Gala' tratados com diferentes doses de 1-MCP (0, 0,03, 1 e 3 ppm) e armazenadas sob condições de atmosfera do ar (AA) e atmosfera controlada (AC);

(3) Controle da maturação e preservação da qualidade de frutos de maçãs cultivar 'Fuji' tratados com 0,6 ppm de 1-MCP em câmara comercial (170 m³) na colheita e armazenadas em câmaras de atmosfera do ar (AA) e atmosfera controlada (AC);

(4) Efeito de doses de 1-MCP (0, 0,1, 1 e 10 ppm) aplicadas na colheita sobre a qualidade e maturação (taxas respiratórias e de produção de etileno) de frutos de kiwi das cultivares 'Bruno', 'Hayward' e 'Monty' armazenados sob condições de atmosfera do ar (AA) e atmosfera controlada (AC);

(5) Efeito de doses de 1-MCP (0, 1 e 10 ppm) aplicadas após a armazenagem sob atmosfera controlada sobre a qualidade e maturação (taxas respiratórias e de produção de etileno) de frutos de kiwi cultivares 'Hayward' e 'Monty'.

(6) Efeito do tratamento de frutos de tomate cv. 'Carmem' com 0, 250, 500 e 1000 ppb de 1-MCP sobre a qualidade e maturação (taxas respiratórias e de produção de etileno) dos frutos;

No presente relatório serão mostrados e discutidos dados referentes aos experimentos 1 e 2, sobre a aplicação de 1-MCP em frutos de maçã.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Em termos mundiais, a fruticultura é uma atividade muito importante, movimentando mercados, gerando montantes em divisas e proporcionando o desenvolvimento de muitos países.

A macieira é uma das principais culturas de clima temperado, reflexo do fato de ser cultivada desde muito tempo e de ser mundialmente conhecida possuindo atualmente um importante papel sócio-econômico no panorama frutícola nacional.

Anualmente, são produzidos em todo o mundo cerca de 42 milhões de toneladas de maçãs, sendo que os países do Hemisfério Norte são responsáveis por 89,8% do total produzido. No Hemisfério Sul, destacam-se em produtividade a Argentina, o Chile e o Brasil (BONETI et al., 1999).

No Brasil, a cultura da macieira é de implantação relativamente recente (cerca de 25 anos). Apesar disto, o desenvolvimento da cultura nestes anos foi muito intenso, inicialmente alicerçado em programas de incentivos fiscais e posteriormente baseado em uma estrutura empresarial e numa forte organização dos produtores. Os plantios concentram-se

basicamente na região Sul e, especialmente em Santa Catarina, tem propiciado o desenvolvimento de várias regiões (notadamente Fraiburgo e São Joaquim) que possuem na exploração da cultura sua principal fonte de renda (BONETI et al., 1999). Na produção brasileira, predominam basicamente as cultivares Gala, Fuji e Golden Delicuious que perfazem aproximadamente 90% do total. As cultivares Gala e Fuji, devido à sua excelente qualidade, têm boa aceitação no mercado nacional e internacional, e por isso tem sua área em plena expansão nos Estados Unidos, Europa e Brasil.

Nos últimos anos, a fisiologia pós-colheita de frutos tem despertado um grande interesse devido ao aumento da produção, do consumo, dos estímulos oferecidos às exportações e à necessidade de um abastecimento regular do mercado (KLUGE et al., 1997).

∫ O movimento de frutas *in natura* entre grandes distâncias requer métodos de colheita, conservação e transporte cada vez mais ajustados para que as frutas cheguem a mesa do consumidor com pleno desenvolvimento das características organolépticas. }

∫ Mesmo sendo um dos maiores produtores de frutas do mundo, o Brasil ainda apresenta um elevado índice de perdas em pós-colheita, sendo estimadas em torno de 30%. Estas perdas estão relacionadas principalmente à colheita e transporte

inadequados, ausência de pré-resfriamento e classificação (KLUGE et al., 1997).

2.1. Aspectos fisiológicos do desenvolvimento dos frutos

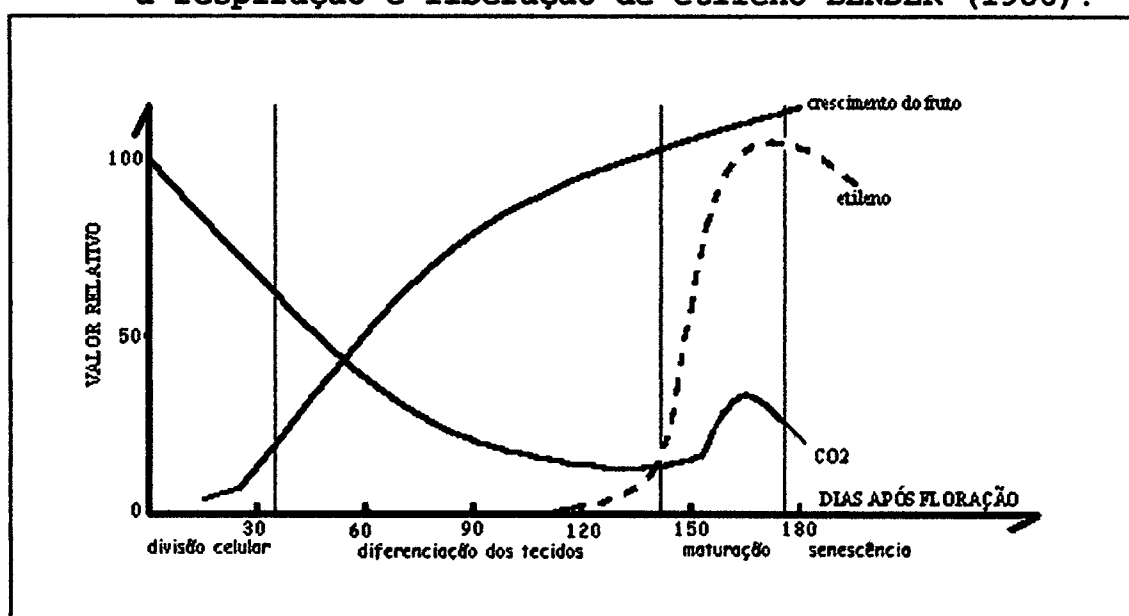
Por meio do conhecimento do comportamento fisiológico do fruto, é possível a sua manipulação cada vez mais precisa, visando com isso a manutenção da qualidade pelo maior tempo possível e possibilitando a diminuição das perdas após a colheita.

Para um melhor entendimento das transformações físicas, químicas, fisiológicas e bioquímicas que ocorrem na fase pós-colheita, bem como dos efeitos dos numerosos fatores que interferem na vida pós-colheita dos frutos, torna-se necessário o conhecimento da fisiologia do desenvolvimento desses órgãos (CHITARRA & CHITARRA, 1990).

Os frutos da macieira são resultantes do desenvolvimento do receptáculo floral. O desenvolvimento da maçã inicia com a indução e diferenciação dos tecidos para a formação das gemas florais. Antes da planta entrar em dormência todas as estruturas das flores já estão formadas, sendo que na próxima primavera ocorre a antese, que refere-se a abertura da flor e liberação do grão de pólen (WESTWOOD, 1982).

Após a polinização da flor e a fecundação ocorre o desenvolvimento do óvulo (semente) e do ovário (fruto), podendo este ser dividido em quatro estádios distintos (Figura 1): *divisão celular, diferenciação dos tecidos, maturação e senescência*, tornando-se difícil fazer uma diferenciação precisa entre os mesmos (AWAD, 1993).

Figura 1: Estádios do desenvolvimento dos frutos de acordo com à respiração e liberação de etileno BENDER (1986).



A divisão celular é o primeiro estágio de desenvolvimento dos frutos, paralelo ao processo de divisão ocorre a diferenciação de células meristemáticas em tecidos do fruto. Após a divisão celular, ocorre expansão contínua da parede celular que permite o aumento do volume da célula e um acréscimo contínuo do fluxo de água e solutos em direção ao vacúolo. O processo de maturação caracteriza-se pela viabilidade reprodutiva das sementes e pela mudança nos fatores que tornam os frutos aceitáveis para o consumo e a senescência ocorre a substituição dos processos de síntese por processos de degradação. Observa-se que durante o desenvolvimento do fruto há uma diminuição da taxa de liberação de CO₂ voltando a aumentar durante a maturação. Os frutos que apresentam este comportamento respiratório são denominados frutos climatéricos. O climatério respiratório tem sido atribuído ao aumento acentuado da síntese de etileno.

O primeiro estágio de desenvolvimento, a divisão celular (aumento do número de células), vai desde o início da formação do fruto (entumescimento do ovário quando o tubo polínico ainda não atingiu o ovário) até 3 à 4 semanas após a

plena floração. Este estágio é caracterizado por intensa atividade metabólica, evidenciada pela alta taxa respiratória da qual resulta o CO₂. O segundo estágio, a diferenciação dos tecidos, é caracterizado pelo aumento no tamanho das células, proporcionando o crescimento do fruto (BENDER, 1986). O terceiro componente do crescimento dos frutos é o acúmulo de matéria seca que ocorre pela síntese de compostos estruturais e de reserva (ARGENTA, 200_?), na maçã, a expansão dos espaços intercelulares também contribui para o aumento do tamanho do fruto (AWAD, 1993).

(Quando o fruto atinge o seu desenvolvimento completo, ocorre a maturação. A maturação é uma etapa intermediária entre o final do desenvolvimento e a senescência, sendo um processo normal e irreversível, podendo ser, no entanto, retardado através da utilização de técnicas adequadas (CHITARRA & CHITARRA, 1990). A maturação pode ser dividida em maturação fisiológica e comercial. A maturação fisiológica ocorre quando as sementes atingem a maturidade fisiológica para a reprodução, sendo que no final desta ocorre a maturação comercial (BENDER, 1986), a qual corresponde basicamente às mudanças nos fatores sensoriais de sabor, odor, cor e textura, que tornam os frutos aceitáveis para o consumo (CHITARRA & CHITARRA, 1990).) As principais alterações bioquímicas que ocorrem durante a maturação são associadas a mudança da cor da epiderme (degradação da clorofila), mudança na textura

(hidrólise de compostos da parede celular), síntese de compostos aromáticos, conversão do amido em açúcares solúveis, aumento da taxa respiratória e síntese acentuada de etileno (ARGENTA, 200_?). A senescência caracteriza-se por mudanças como o aumento da permeabilidade das membranas celulares, desidratação celular, amolecimento avançado dos tecidos e aumento da suscetibilidade à invasão de microrganismos (AWAD, 1993), culminando com a degenerescência completa dos tecidos (BENDER, 1986).

Durante a maturação, ocorre um aumento rápido e significativo da taxa respiratória seguida de nova redução durante a senescência. Os frutos que apresentam este comportamento respiratório são denominados frutos climatéricos. Segundo ROMANI (1987), o climatério é uma resposta homeostática dos mitocôndrios numa tentativa de compensar e reparar os efeitos da degradação celulares que acompanham a fase de senescência ou situações desfavoráveis. Tem sido demonstrado que o climatério respiratório é consequência do aumento acentuado da síntese de etileno (ARGENTA, 200_?).

2.2. Etileno

O fitohormônio etileno regula vários processos fisiológicos das plantas, incluindo o crescimento de

plântulas, maturação de frutos, dormência de gemas e sementes, senescência e abscisão de folhas e frutos e respostas a estresse (ARGENTA et al., 2000).

O etileno é produzido em quase todas as partes da planta, sendo os meristemas as regiões mais ativas na síntese. O etileno é um hidrocarboneto simples ($H_2C=H_2C$) com ponto de ebulição menor do que $0^{\circ}C$, baixa solubilidade em água e mais leve do que o ar, sendo, portanto facilmente liberado pelos tecidos na forma de gás (ARGENTA et al., 2000).

Durante as fases de desenvolvimento dos frutos, cada uma delas apresenta uma concentração diferente deste regulador de crescimento. As diferenças nas concentrações de etileno são devido à existência de dois sistemas de síntese e ação deste gás.

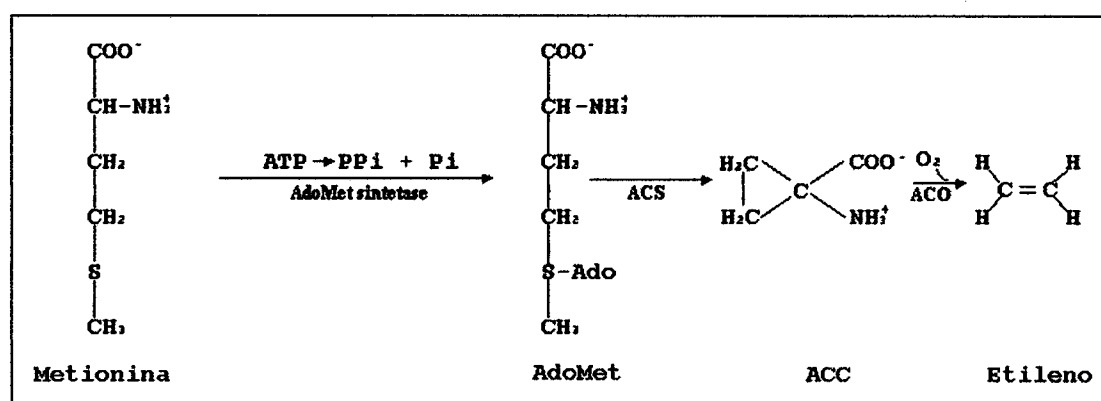
O sistema 1 caracteriza-se por baixas concentrações de etileno e ocorre antes do climatério, o qual regula a atividade respiratória, atividade da enzima ACC oxidase e o período de vida verde do fruto. O sistema 2 caracteriza-se pela síntese acentuada de etileno e é responsável por regular a atividade da enzima ACC sintetase e induzir ao climatério e maturação dos frutos (ARGENTA, 200_?).

As diferenças entre os dois sistemas de síntese não estão relacionadas à rota bioquímica da biossíntese, mas aos receptores de ligação do etileno. A sensibilidade dos frutos à ação do etileno aumenta com o desenvolvimento do fruto. Desta

maneira, o período de vida verde do fruto é necessário à formação de receptores funcionais ao sistema 2. A fase inicial da produção de etileno é responsável pelo início da maturação, enquanto que o surto autocatalítico posterior resulta na aceleração e uniformidade de todos os aspectos da maturação dos frutos (ARGENTA, 200_?).

A via de síntese do etileno foi determinada em 1979 por Adams e Yang. O precursor do etileno é o aminoácido metionina, o qual é convertido em etileno mediante as seguintes reações (Figura 2):

Figura 2: Via de síntese do etileno (DAVIES., 1995).



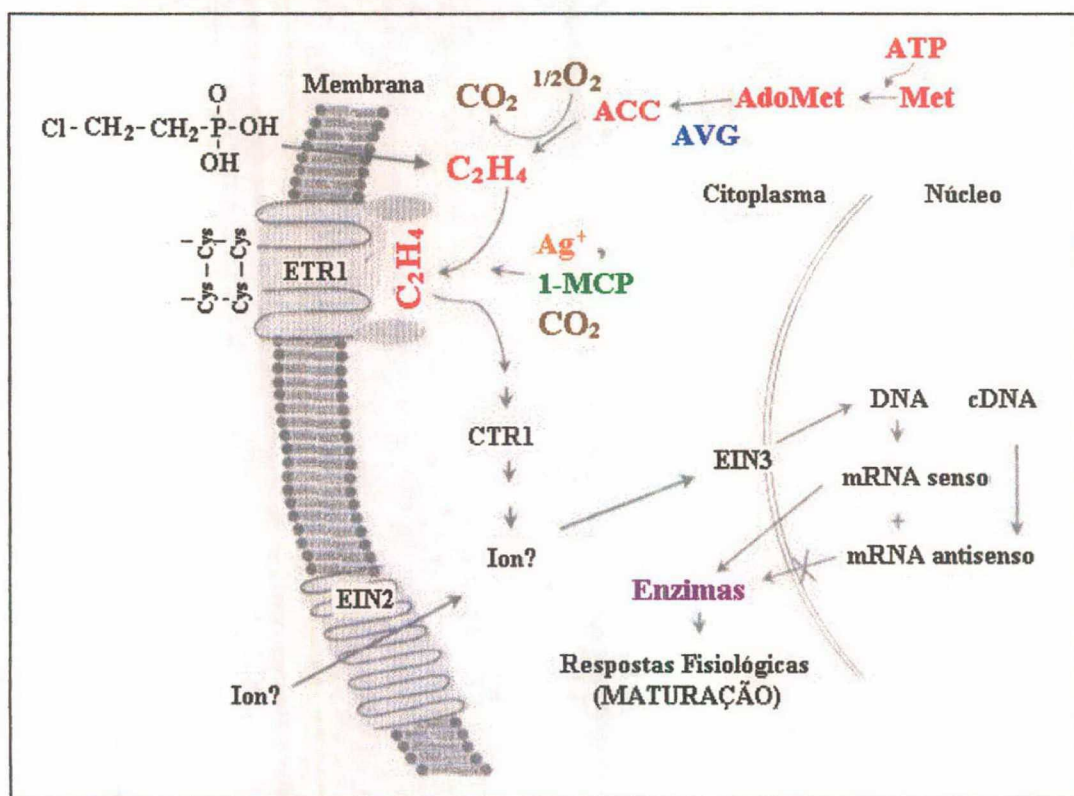
O aminoácido metionina reage com o ATP para formar um composto conhecido como S adenosil metionina (AdoMet). A seguir, AdoMet é separado em dois compostos, um dos quais é o 1-aminociclopropano 1-ácido carboxílico (ACC). Enzimas do tonoplasto convertem o ACC em etileno, CO₂ e íon amônio (RAVEN et al., 1992). AdoMet sintetase, ACS (ACC sintase) e ACO (ACC oxidase) são enzimas envolvidas na síntese do etileno.

Como no caso de outros reguladores de crescimento, o etileno parece se ligar a uma proteína (receptor) de membrana

plasmática (ARGENTA et al., 2000), formando um complexo ativo que inicia as modificações na expressão gênica (síntese de RNA e proteínas) e uma série de reações que provocam grande variedade de respostas fisiológicas, as quais, no conjunto, realizam a maturação dos frutos (Figura 3).

O conhecimento da biossíntese e o aumento rápido da respiração durante a maturação dos frutos estimularam as pesquisas sobre a bioquímica e o controle desse processo, com o objetivo de tentar conservar os frutos em condições de consumo durante o maior tempo possível (AWAD, 1993).

Figura 3: Mecanismo de ação do etileno e estratégias para controle de sua produção em frutos (ARGENTA, FAN & MATTHEIS., 2001).



O fitohormônio etileno (C_2H_4) é sintetizado a partir da metionina (Met) e do nucleotídeo ATP que são convertidos em *s*-adenosil metionina (AdoMet) e então à 1 aminociclopropano 1 ácido carboxílico (ACC). O mecanismo de ação do etileno, envolve a sua ligação a um receptor (proteína - ETR1) da membrana plasmática, desencadeando a formação de uma série de sinais químicos (CTR1, EIN1, EIN3) os quais alteram o padrão de expressão de genes codificadores para enzimas reguladoras de processos fisiológicos tais como aqueles da maturação dos frutos. Por meio do conhecimento da via de síntese e do mecanismo de ação do etileno pode-se estabelecer estratégias para controlar a síntese e/ou ação do etileno evitando assim, o processo de maturação dos frutos. A técnica mais simples consiste em armazenar os frutos sob condições de baixas temperaturas, as quais, ao reduzirem a atividade metabólica do fruto, reduzem a síntese de ATP necessária para conversão da Met em AdoMet. Aliado à baixa temperatura, pode-se utilizar uma técnica denominada atmosfera controlada, a qual, consiste em diminuir os níveis de O_2 e aumentar os níveis de CO_2 na atmosfera de armazenagem. O baixo O_2 influencia na atividade respiratória, diminuindo, portanto, a síntese de ATP. A enzima que converte o ACC em etileno necessita da presença do O_2 , como os níveis de O_2 são baixos, diminui esta conversão. A alta concentração de CO_2 tem efeito diferente da baixa concentração de O_2 . O CO_2 compete com o etileno pelo sítio de ligação, impedindo desta maneira que ocorra a ligação do etileno ao receptor e consequentemente os efeitos fisiológicos desta união. O AVG (aminoetoxivinilglicina) é um composto químico que impede a ação da enzima que converte AdoMet em ACC, diminuindo assim, a síntese de etileno. O gás 1-MCP (1-metilciclopropeno) é considerado um inibidor da síntese do etileno por ligar-se irreversivelmente ao sítio de ligação do etileno. O bloqueio da síntese do etileno também tem sido obtido pela expressão de um antisense da síntese do ACC ou da oxidase do ACC em plantas transgênicas.

2.3. Controle da maturação

A inibição da síntese e/ou ação do etileno, com objetivo de adiar a maturação dos frutos pode ser obtida de várias maneiras. A mais simples consiste na redução da temperatura do fruto para diminuir a taxa de seu metabolismo e particularmente a síntese de etileno. As baixas temperaturas inibem em particular a síntese de ATP, necessária à conversão da metionina em S-adenosil metionina (SAM).

Outra técnica para inibir a síntese de etileno consiste na alteração da concentração de gases na atmosfera de armazenagem. No metabolismo respiratório ocorre um consumo de O_2 e uma liberação de CO_2 , desta maneira, a alteração da concentração destes gases ao redor e no interior do fruto afeta a velocidade de seu metabolismo, assim é possível diminuir a sua taxa respiratória e prolongar a conservação.

A baixa concentração de O_2 na atmosfera de armazenagem afeta o seu metabolismo, entretanto, quando a concentração é muito baixa, ocorre respiração anaeróbica e produção de etanol, acetaldeído e outros compostos que afetam negativamente as qualidades organolépticas do fruto (AWAD, 1993). A diminuição da concentração de O_2 reduz a síntese de etileno, já que O_2 é necessário para a conversão do ACC em etileno.

O aumento da concentração de CO₂ inibe a ação do etileno, quando a concentração deste regulador é baixa. O CO₂ concorre com o etileno pelo sítio de ligação impedindo desta maneira que o etileno se ligue ao receptor e desenvolva os efeitos fisiológicos desta união.

Certos compostos químicos inibem etapas cruciais da síntese de etileno. Os mais notáveis aminoetoxivinilglicina, ou N-[2-(aminoetoxi)-etnil]glicina (AVG), aminoácido análogo da metionina produzido por *Streptomyces* spp, a rhizobitoxina, outro aminoácido análogo da metionina e produzido por *Rhizobium japonicum*, e o ácido aminoetoxiacético (AOA). Tanto AVG quanto AOA são inibidores da ACC sintase, enquanto a rhizobitoxina é inibidora da β-cistationase, que catalisa a formação de cistationina, um intermediário da síntese de metionina (AWAD, 1993).

O AVG é um composto que tem apresentado bons resultados na inibição do início da produção autocatalítica de etileno. Os frutos tratados com AVG se comportam como não-climatéricos, incapazes de produzir etileno autocatalítico sem a aplicação contínua desse gás. De maneira geral, o efeito da aplicação de AVG é significativo, quando a síntese de ACC e a produção autocatalítica de etileno ainda não se iniciaram no fruto.

Vários inibidores da ação do etileno tais como o tiosulfato de prata, 2,5-norbadiene, DACP (diazociclopentadiene) e ciclopropanos são efetivos

antagonistas das respostas ao etileno. Os riscos de contaminação do meio ambiente e/ou toxidez tem restringido o uso desses compostos (ARGENTA, 2001).

Recentemente foi descoberto pelos Drs. Sylvia Blankenship e Ed Sister, da Universidade da Carolina do Norte, que o gás 1-metilciclopropeno (1-MCP) interfere na habilidade das plantas em responder ao etileno, tornando-se desta maneira uma nova ferramenta para o manejo pós-colheita de frutos climatéricos (ARGENTA et al., 2000).

As respostas de frutos perecíveis ao 1-MCP estão sendo estudadas internacionalmente, embora ele ainda não esteja registrado para uso comercial em produtos comestíveis (ARGENTA et al., 2000) no Brasil. Já se tem a aprovação para produtos hortícolas no Chile, Argentina, Nova Zelândia e Guatemala, enquanto que na Colômbia seu uso foi permitido sob uma aprovação de Uso Industrial. O registro para frutas e hortaliças no México, Costa Rica e Brasil é aguardado para o segundo semestre de 2002. O dossiê para registro Europeu foi submetido em fevereiro último e sua aprovação é aguardada para o ano 2003 (BELTRAN & PEREIRA, 2002).

O 1-MCP é um produto inovador que bloqueia a ação do etileno em frutos armazenados. Age por meio da fixação preferencial ao receptor do etileno, bloqueando, desse modo, os efeitos do etileno procedentes de fontes internas ou externas.

Vários fatores influenciam as respostas de maçãs ao 1-MCP podendo ser citados: concentração do 1-MCP durante o tratamento, tempo de exposição ao 1-MCP, maturação dos frutos, temperatura de tratamento e período entre a colheita e a aplicação do tratamento (ARGENTA et al., 2000).

Uma das vantagens do 1-MCP é a sua atividade sob concentrações baixas, em torno de 1ppm. Essas baixas concentrações são explicadas pelo fato do 1-MCP ser mais eficiente do que o próprio etileno na ligação ao receptor.

A produção de compostos voláteis que contribuem para o aroma e sabor de maçãs também é regulada pelo etileno. Da mesma forma que o procedimento de armazenamento em atmosfera controlada, o tratamento com 1-MCP reduz a capacidade dos frutos produzirem estes compostos. Entretanto, após longo período de armazenagem, quando a ação do 1-MCP começa a enfraquecer, a capacidade dos frutos produzirem os compostos voláteis é recuperada e os frutos tratados com 1-MCP exibem taxas de produção superiores à dos frutos armazenados em atmosfera controlada (ARGENTA et al., 2000).

2.4. Ponto de colheita e análise de qualidade

✓ A determinação do padrão de maturação e a identificação do ponto ideal de colheita dos frutos são importantes fatores no controle da qualidade na produção de maçãs (Argenta, 1993). ✓

O grau de maturação do fruto no momento da colheita afeta o ritmo da senescência, assim, se a colheita for realizada precocemente, os frutos apresentarão boa conservação, entretanto, serão de tamanho reduzido, baixo peso e terão um amadurecimento anormal. O fruto imaturo não desenvolve bom sabor, desidrata mais facilmente, possui alto conteúdo de ácidos e amido e um baixo conteúdo de açúcares, sendo algumas vezes, mais suscetíveis a distúrbios fisiológicos como a escaldadura. Por outro lado, quando se colhe fruto muito maduro o mesmo apresenta pouca vida útil, uma vez que é excessivamente macio e mais suscetível aos danos mecânicos e ataque de patógenos (KLUGE et al., 1997).

✓ Para muitas cultivares de maçãs, o ponto ideal de colheita está associado ao estado de maturação em que a respiração é mínima, ou seja, durante o pré-climatério (Argenta, 1993), entretanto, devido a variabilidade na população de frutos e as dificuldades metodológicas, a estimativa do ponto em que a taxa respiratória é mínima não tem se tornado um método adequado para determinação do ponto de colheita de maçãs (ARGENTA & MONDARDO., 1994).

O emprego de indicadores de amadurecimento, como hidrólise do amido, cor, firmeza da polpa, teor de açúcares, ácidos, pigmentos e concentração interna de etileno, tem proporcionado os resultados mais seguros na estimativa do estado de maturação e do ponto ideal de colheita de maçãs destinadas a armazenagem e ao consumo imediato (ARGENTA & DENARDI., 1994).

2.4.1. Cor

A avaliação do ponto de colheita pela cor da casca é uma das formas mais antigas e empregadas pela maioria dos fruticultores. A cor pode ser avaliada de diferentes maneiras: por meio da cor de fundo (código das cores), representada principalmente pelo verde ou pela percentagem de vermelho que cobre a epiderme do fruto (KLUGE et al., 1997).

A perda da cor verde deve-se a decomposição estrutural da clorofila em decorrência de diversos fatores que atuam isoladamente ou em conjunto. Dentre eles, podem ser citados as transformações no pH, causadas principalmente pelo acúmulo de ácidos orgânicos e outros compostos nos vacúolos, ativação da enzima clorofilase e presença de sistemas oxidantes. Com a redução da clorofila ocorre a síntese de pigmentos carotenóides, ou ainda, eles já podem estar presentes, tornando-se apenas visíveis somente após a degradação da clorofila (AWAD, 1993).

Além da cor de fundo e percentagem de vermelho na epiderme do fruto, pode-se ainda determinar a maturação do fruto pela cor das sementes que inicialmente são brancas e, a medida que ocorre a maturação do fruto, tornam-se marrons; este processo ocorre paralelamente a degradação do amido.

2.4.2. Firmeza da polpa

A firmeza da polpa é representada pelas substâncias pécticas que compõe a parede celular (KLUGE et al., 1997). As células da polpa mantêm as propriedades osmóticas durante a maturação e existe pequena perda de pressão de turgescência quando os frutos são armazenados em condições de temperatura e umidade relativa do ar adequadas (ARGENTA., 200_?). A medida que o fruto vai avançando na maturação, as substâncias pécticas vão se tornando solúveis e ocorre o amolecimento da polpa.

A determinação da firmeza da polpa é realizada com instrumento denominado penetrômetro, cuja leitura indica o grau de resistência da polpa à inserção de um êmbolo de diâmetro conhecido.

2.4.3. Índice de amido

Durante o desenvolvimento pré-colheita, as maçãs sintetizam amido como substância de reserva a partir dos

carboidratos provenientes do sistema foliar. Com a entrada na maturação cessa a síntese de amido e inicia a degradação para formar açúcares livres. A degradação do amido ocorre progressivamente ao longo da maturação. O início da degradação se dá na região carpelar expandindo-se para o córtex e epiderme.

O metabolismo de degradação do amido pode ser acompanhado com base na reação que o iodo apresenta com o amido acumulado nos frutos. A degradação do amido pelo teste do iodo-amido tem demonstrado ser um parâmetro confiável na determinação do grau de maturação de maçãs.

Para determinar a grau de maturação através do teste do iodo-amido, utiliza-se tabelas que apresentam padrão de reação variando de 1 à 9, sendo que o estágio 1 equivale à amido ainda não degradado e o estágio 9 à degradação total do amido. Para a frigoconservação o índice de amido deve estar entre o 5 e 6, dependendo da cultivar, e para consumo imediato podem apresentar índice de maturação mais avançado.

2.4.4. Teor de sólidos solúveis totais (SST)

Os sólidos solúveis totais são componentes solúveis em água e importantes na determinação da qualidade da fruta. Os teores de sólidos solúveis totais nos dão um indicativo da quantidade de açúcares existentes na fruta, considerando-se que outros compostos também fazem parte, como por exemplo:

ácidos, vitaminas, aminoácidos e algumas pectinas. Os teores de sólidos solúveis totais aumentam com o transcorrer do processo de maturação da fruta, seja pela biossíntese ou pela degradação de carboidratos e são determinados através da utilização de um refratômetro, sendo os resultados expressados em °Brix ou em percentagem (KLUGE et al., 1997).

Além da época de colheita dos frutos, os teores de sólidos solúveis totais podem ser influenciados pela região onde a fruta foi produzida. O excesso de chuvas e alta umidade relativa do ar durante o desenvolvimento dos frutos, resultam em baixos teores de sólidos solúveis totais.

Estudos têm demonstrado que para estimar o ponto de colheita, os teores de sólidos solúveis totais só podem ser empregados em conjunto com outros parâmetros tal como firmeza e acidez.

2.4.5. Acidez titulável (AT)

Refere-se ao teor de ácidos presentes no extrato da fruta. É determinado por titulação do suco com solução de hidróxido de sódio (NaOH) (KLUGE et al., 1997). A acidez tem uma variação muito estreita e constante durante o período de maturação das maçãs, o que limita a sua utilização como um parâmetro para avaliação do ponto de colheita. Esta variação limitada e independente também é confirmada pelas baixas correlações verificadas entre a acidez titulável e parâmetros

como sólidos solúveis totais, firmeza da polpa, teste do iodo-amido e peso médio (BENDER, 1986).

2.4.6. Concentração interna de etileno

Este seria o método mais adequado para a determinação do ponto de colheita de frutos climatéricos, pois pode-se determinar o momento exato quando a respiração é mínima (pré-climatérico). Entretanto, há necessidade de técnicas adequadas (cromatografia gasosa).

Para avaliar a concentração interna de etileno é retirado, por meio de uma seringa, uma amostra de ar da cavidade carpelar do fruto. Esta amostra é então injetada num cromatógrafo que determina a concentração interna de etileno.

2.5. Objetivos

Os estudos desenvolvidos no laboratório de fisiologia pós-colheita tiveram como objetivo avaliar os efeitos de diferentes doses de 1-MCP na manutenção da qualidade de maçãs cv. Gala armazenadas em atmosfera do ar (AA) e atmosfera controlada (AC).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Experimento I

Maçãs cv. 'Gala' foram colhidas nos dias 10 de fevereiro e 2 de março de 2001, em pomar comercial de Fraiburgo, SC. Os frutos foram pré-resfriados a 3°C, um dia após a colheita e então tratados com 1-MCP nas doses de 0, 0,03, 1 e 3 ppm, a 3°C. Alternativamente, frutos tratados com 1 ppm de 1-MCP na colheita foram novamente submetidos ao tratamento com solução de 1-MCP (10ppm) quando os frutos foram retirados da câmara de armazenagem. Os frutos foram armazenados a $0,5 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e 95%UR sob atmosfera do ar (AA) ou sob atmosfera controlada (AC) (2% de O_2 + 2 % de CO_2 e 95%UR) em câmaras comerciais de Fraiburgo por até 191 dias, mais sete dias de maturação à 23°C. Os frutos foram submetidos à atmosfera controlada seis dias após a colheita e, então, corrigidas automaticamente (Sabroe Tupini. Co. SC) a intervalos de 90 minutos. As atmosferas foram estabelecidas e corrigidas usando-se N_2 comprimido e ar.

3.2. Experimento II

Maças cv. 'Gala' de 18 pomares foram selecionadas na sala de classificação de cinco empresas de Fraiburgo e uma empresa de São Joaquim. Os frutos foram colhidos entre os dias 10 e 15 de fevereiro de 2001, pré-resfriados à 3°C durante dois dias após a colheita, transportados até a empresa Agrícola Fraiburgo em Videira, e então tratados com 0,6 ppm de 1-MCP no dia 20 de fevereiro de 2001, à 4°C. Os frutos foram transportados às empresas de origem 3 dias após o tratamento e então armazenados à $0,5 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e 95%UR sob AA ou sob AC (1,5 a 2 % de O_2 + 2 a 2,5 % de CO_2 e 95%UR) em câmaras comerciais por até 173 dias, mais sete dias de maturação à 23°C. Frutos testemunha foram submetidos às mesmas condições de temperatura durante o transporte e tratamento.

3.3. Geração, aplicação e medidas da concentração de 1-MCP

Os frutos dos Experimentos I e II foram tratados com 1-MCP numa câmara de metal de aproximadamente 1 m³ e numa câmara de armazenagem comercial de 170 m³, respectivamente. Frutos foram tratados com 1-MCP por 24 h. O gás 1-MCP foi gerado a 20°C, misturando AgroFresh[®] (Rohm and Haas Inc.) num frasco de

150 mL conectado a câmara de tratamento. O gás foi bombeado na câmara de tratamento em sistema fechado, por um período necessário para alcançar a concentração desejada. A concentração de 1-MCP no ar da câmara de tratamento foi analisada por cromatografia gasosa usando butileno como padrão. Empregou-se aproximadamente 1,6 g de AgroFresh® para gerar o equivalente a 1 ppm de 1-MCP em 1 m³ de câmara de tratamento.

3.4. Medidas de qualidade dos frutos

A qualidade e maturação dos frutos foram determinadas para cada fruto um dia após o tratamento e periodicamente, após a armazenagem e mais sete dias de vida de prateleira à 23°C. Analisou-se a cor da casca, firmeza da polpa, conteúdo de sólidos solúveis (SST) e acidez titulável (AT). A firmeza da polpa foi medida em dois lados opostos da superfície de cada fruto pela utilização de um penetrômetro com ponteira de 11 mm (Güss, África do Sul). SST e AT foram determinados no suco preparado com espremedor tipo Champion (Plastaket Mgf., Lodi, CA). O SST foi medido usando-se refratômetro digital com compensação automática de temperatura (Atago, Tokyo), e a AT determinada pela titulação de 10 mL de suco com 0,1 M KOH até pH 8,2, usando-se um titulador automático (Radiometer,

Copenhague, Dinamarca). Para medir o grau de severidade do distúrbio fisiológico 'marronzamento' da polpa, foram feitas avaliações visuais onde se atribuiu um escore variando de 1 à 4. O escore 1 significa ausência de 'marronzamento' e o escore 4 significa 'marronzamento' severo da polpa.

3.5. Delineamento experimental e análise dos dados

Dados de diferentes pomares foram agrupados segundo a região produtora (Fraiburgo e São Joaquim) e maturação dos frutos no dia do tratamento. Foi utilizado o delineamento de blocos casualizados com 20 repetições (um fruto por repetição) e os dados analisados usando-se o sistema para análise estatística para microcomputador Statistical Analysis System (SAS Institute, Inc.). Os efeitos de tratamento foram analisados pelo procedimento ANOVA, e a separação das médias dos tratamentos pelo teste de Fischer.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Efeito de doses de 1-MCP.

O tratamento com 1-MCP resultou em aumento da conservação da firmeza da polpa (Figura 5) e da acidez (Figura 6) e redução do desenvolvimento de 'marronzamento' difuso da polpa após 191 dias de armazenagem mais sete dias de vida de prateleira à 23°C (Figura 7).

Os benefícios do tratamento com 1-MCP dependeram da concentração e da atmosfera de armazenagem dos frutos. Observou-se um efeito mais acentuado do 1-MCP sobre frutos armazenados em atmosfera do ar (AA) em relação àqueles armazenados em atmosfera controlada (AC) (Figuras 5-7). Frutos tratados com 1 ppm de 1-MCP, armazenados sob AA, apresentaram valores de firmeza de polpa e acidez semelhantes aos de frutos da testemunha armazenados sob AC após 191 dias de armazenagem mais sete dias de prateleira à 23°C.

Os estudos de dose/resposta mostraram que máximos efeitos benéficos do tratamento com 1-MCP foram alcançados em frutos tratados com 1 e 3 ppm de 1-MCP, sendo 1 ppm a provável dose recomendada comercialmente.

A aplicação de 10 ppm de 1-MCP na saída da câmara de armazenagem mostrou-se eficiente em preservar firmeza da polpa e acidez dos frutos armazenados sob AA, mas não teve efeito significativo para frutos armazenados sob AC.

De acordo com os dados, foi possível observar que o 1-MCP mostrou-se eficiente em reduzir o desenvolvimento do 'marronzamento' da polpa (Figura 7). O armazenamento dos frutos em AC também reduziu a incidência do distúrbio. Esse distúrbio caracteriza-se pelo 'marronzamento' difuso parcial ('marronzamento' inicial) ou de toda a polpa ('marronzamento' severo). O 'marronzamento da polpa', descrito como "internal browning" na literatura inglesa (Figura 4), é uma desordem fisiológica associada à senescência dos frutos (ARGENTA, 1999).

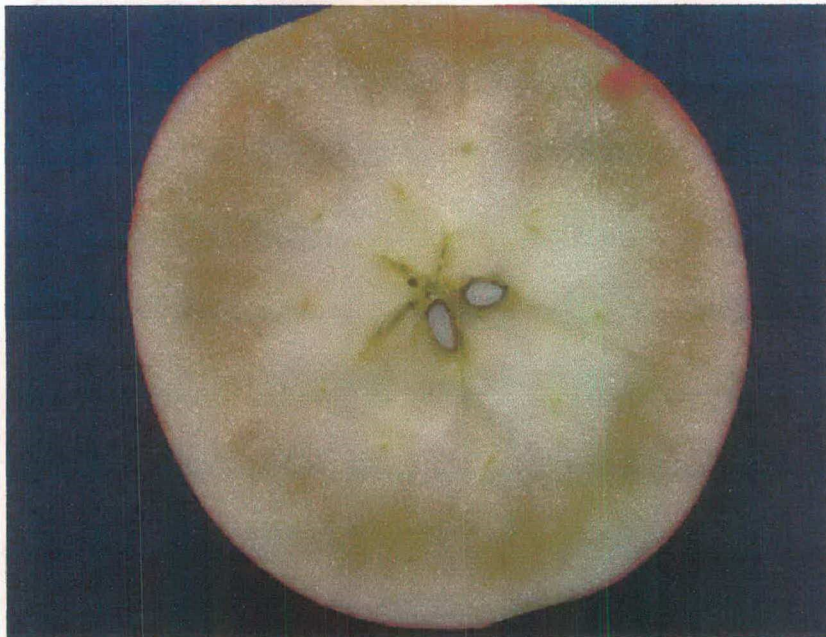


Figura 4: 'marronzamento' da polpa ("internal browning").

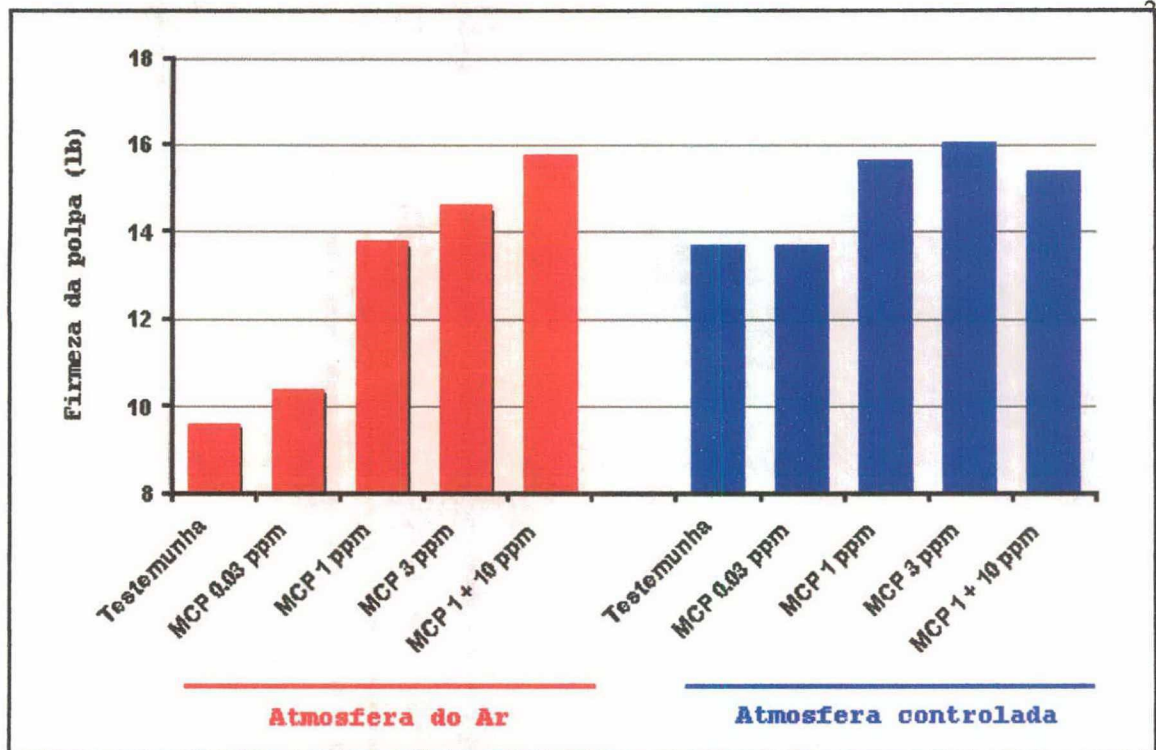


Figura 5: Firmeza da polpa (libras) de maçã cv. 'Gala' após 191 dias de armazenagem sob condições de atmosfera do ar e atmosfera controlada mais sete dias de prateleira (23°C).

FONTE: E.E. Epagri (Caçador, 2001) - Dados não publicados

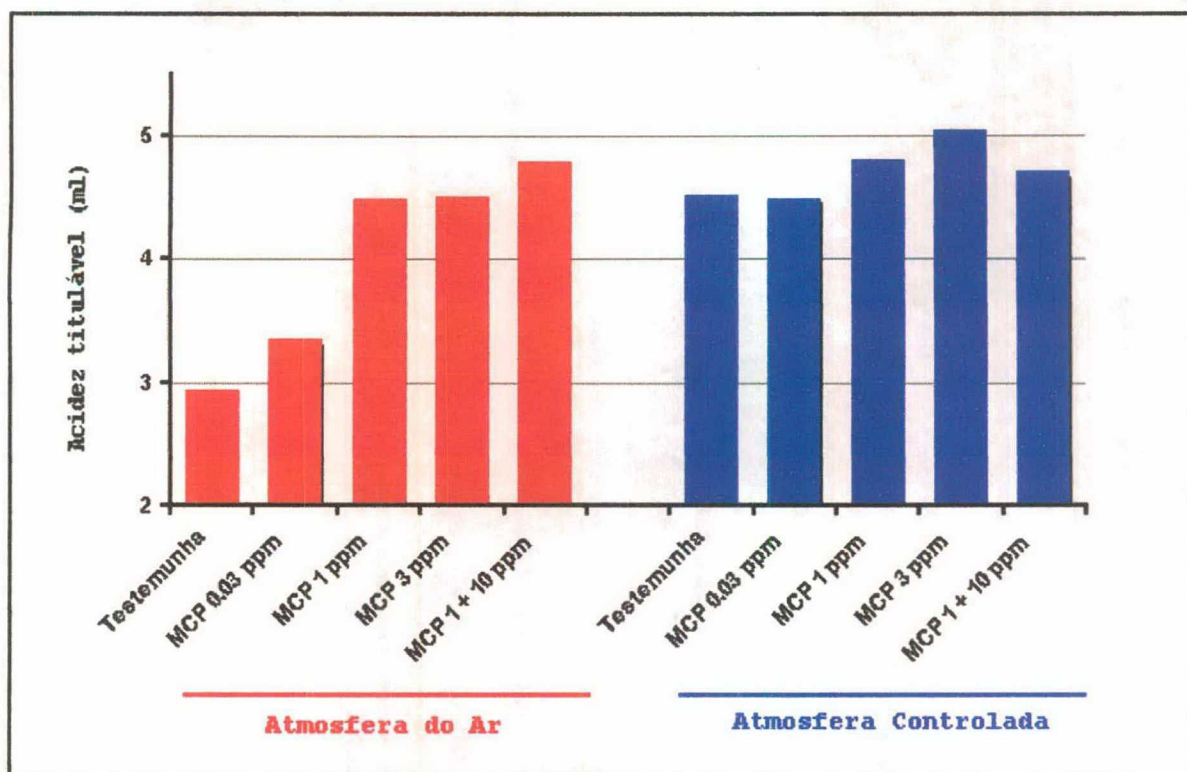


Figura 6: Acidez titulável (mL) de maçã cv. 'Gala' após 191 dias de armazenagem sob condições de atmosfera do ar e atmosfera controlada mais sete dias de prateleira (23°C). Valores de acidez em mL correspondem a valores de meq. de ácido málico/100ml.

FONTE: E.E. Epagri (Caçador, 2001) - Dados não publicados

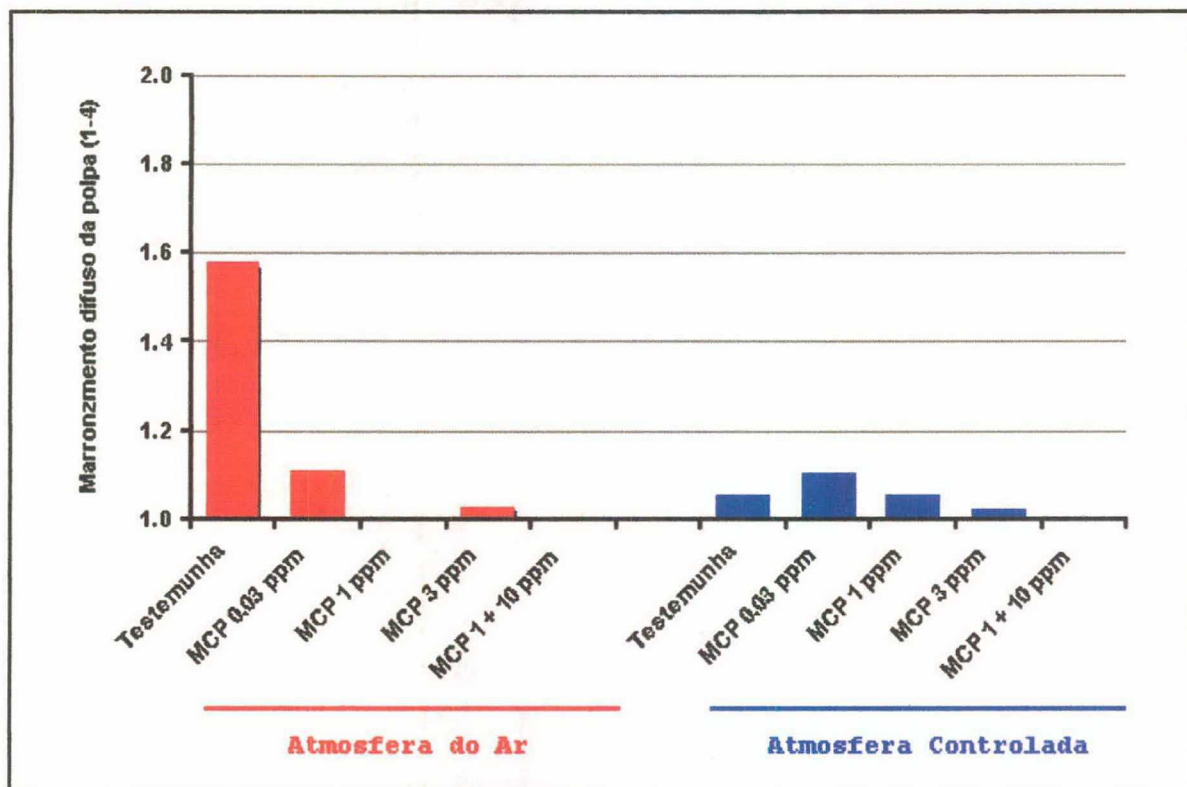


Figura 7: Severidade do 'marronzamento da polpa' de maçã cv. 'Gala' após 191 dias de armazenagem sob condições de atmosfera do ar e atmosfera controlada mais sete dias de prateleira (23°C). O escore 1 significa ausência de marronzamento e o escore 4 significa marronzamento severo da polpa.

FONTE: E.E. Epagri (Caçador, 2001) - Dados não publicados

4.2. Efeito das condições e período de armazenagem sobre a eficácia do 1-MCP.

Os efeitos do tratamento com 1-MCP após diferentes períodos de armazenagem sob AA e AC, foram determinados para frutos tratados com 1 ppm de 1-MCP.

O tratamento com 1-MCP foi eficiente em preservar as características desejáveis de firmeza da polpa, acidez e teor de açúcares durante o armazenamento dos frutos (Figuras 8, 9 e 10).

Frutos não tratados, armazenados sob AA, apresentaram maior perda de firmeza da polpa (Figura 8), quando comparados com frutos tratados com 1-MCP e armazenados em AA ou AC. Essa diferença foi amplificada com o aumento do período de armazenagem. Após 191 dias de armazenagem, frutos não tratados armazenados sob AA apresentaram firmeza inferior ao valor tolerado (12 libras) para comercialização, enquanto frutos tratados com 1-MCP e armazenados sob AA ou AC apresentaram firmeza da polpa superior a 14 libras.

Após 77, 132 e 191 dias de armazenagem mais sete dias de vida de prateleira à 23°C, os frutos tratados com 1-MCP armazenados sob AA apresentaram firmeza da polpa igual ou

superior aquela de frutos não tratados armazenados sob AC (Figura 8).

Durante a maturação, as células da polpa mantêm as propriedades osmóticas, existindo pequena perda da pressão de turgescência se os frutos são mantidos em condições de elevada umidade relativa do ar. Assim, a redução da firmeza da polpa, durante o processo de maturação, está associada principalmente à síntese e transporte de enzimas envolvidas na hidrólise de componentes da parede celular e lamela média. A redução da firmeza tem sido atribuída, principalmente, às atividades da exo-poligalacturonase (PG), β -galactosidade e pectinaesterase (ARGENTA, 200_?).

Dessa forma, o 1-MCP e/ou a AC, inibindo ou reduzindo a ação do etileno, reduz a ação dessas enzimas, conservando as características de firmeza da polpa dos frutos.

Tratamentos com 1-MCP conservaram a acidez dos frutos (Figura 8). Frutos tratados com 1-MCP, armazenados sob AA, apresentaram valores de acidez semelhantes àqueles de frutos não tratados armazenagem sob AC.

Esses resultados indicam que os benefícios do tratamento com 1-MCP na conservação da firmeza e acidez podem ser equivalentes àqueles obtidos pela armazenagem sob AC.

Durante a maturação e armazenagem dos frutos, o principal processo fisiológico que consome energia é a respiração. Essa energia é obtida pelo consumo de açúcares

solúveis contidos nas células. Como as taxas respiratórias continuam durante todo o período, o fruto começa a utilizar energia proveniente de outras substâncias como os ácidos. Com isso, durante o período de armazenagem, com o consumo de ácidos das células, a acidez diminui, comprometendo a qualidade dos frutos.

Desta forma, com a redução do metabolismo obtido através do uso da AC e do 1-MCP, as taxas respiratórias diminuem, conservando a acidez e as características desejáveis de sabor dos frutos.

Durante a maturação, observa-se um aumento do teor de sólidos solúveis na polpa dos frutos, o qual está associado à hidrólise do amido. Os açúcares mais abundantes no suco de maçãs são a frutose, glucose e sacarose, e, em menor proporção, o sorbitol. Os teores de frutose e glucose diminuem, enquanto o teor de sacarose aumenta durante a maturação de maçãs. Embora a hidrólise do amido em si não afete a qualidade dos frutos, o aumento do teor de açúcares solúveis está associado ao aumento da qualidade organoléptica (ARGENTA, 200_?).

Não houve diferenças efetivas entre os tratamentos quando o atributo avaliado foi o teor de açúcares (Figura 10).

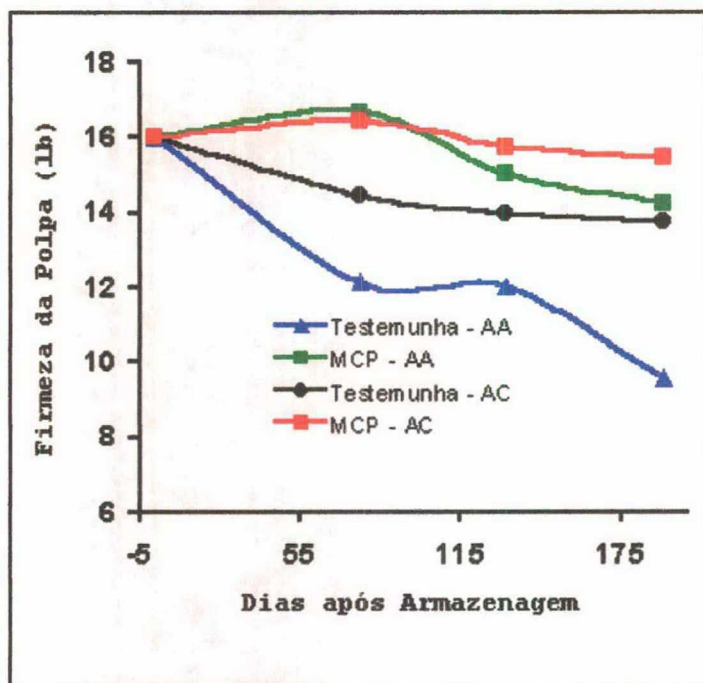


Figura 8: Firmeza da polpa (libras) de maçã cv. 'Gala' após 77, 132 e 191 dias de armazenagem sob condições de atmosfera do ar (AA) e atmosfera controlada (AC) mais sete dias de prateleira (23°C). Os frutos foram tratados na colheita com 1 ppm de 1-MCP.

FONTE: E.E. Epagri (Caçador, 2001) - Dados não publicados

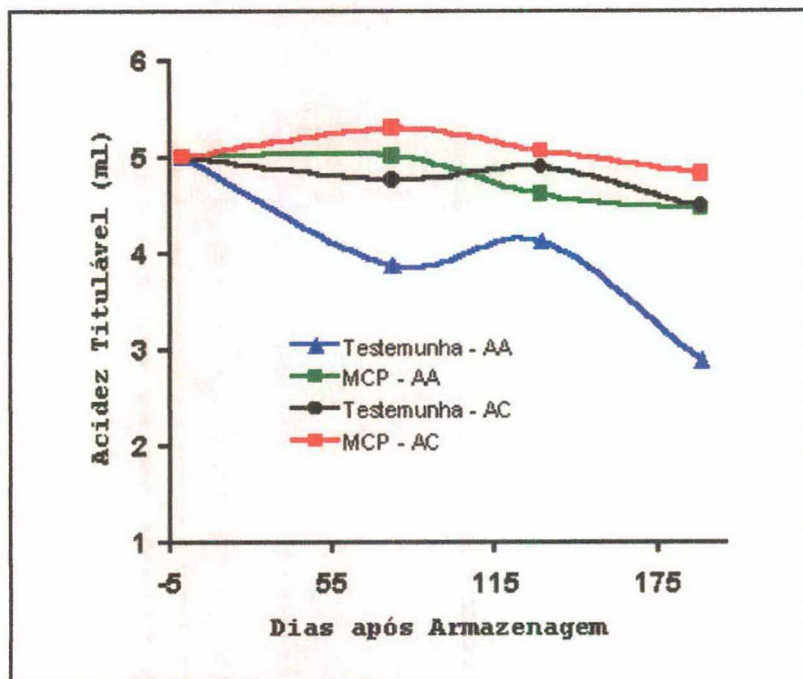


Figura 9: Acidez titulável (ml) de maçã cv. 'Gala' após 77, 132 e 191 dias de armazenagem sob condições de atmosfera do ar (AA) e atmosfera controlada (AC) mais sete dias de prateleira (23°C). Os frutos foram tratados na colheita com 1 ppm de 1-MCP. Valores de acidez em ml correspondem a valores de meq. de ácido málico/100mL.

FONTE: E.E. Epagri (Caçador, 2001) - Dados não publicados

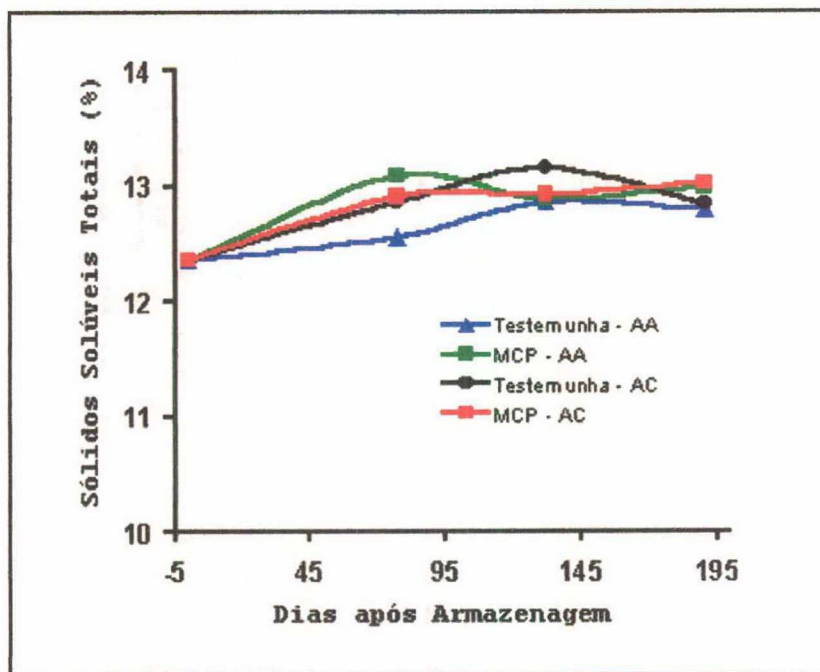


Figura 10: Concentração de Sólidos solúveis totais(%) em maçã cv. 'Gala' após 77, 132 e 191 dias de armazenagem sob condições de atmosfera do ar (AA) e atmosfera controlada (AC) mais sete dias de prateleira (23°C). Os frutos foram tratados na colheita com 1 ppm de 1-MCP.

FONTE: E.E. Epagri (Caçador, 2001) - Dados não publicados

4.3. Efeito do estágio de maturação e da região de coleta dos frutos sobre a eficácia do 1-MCP.

Os efeitos do tratamento com 1-MCP após vários períodos de armazenagem sob AA e AC foram determinados para frutos de diferentes estádios de maturação no momento do tratamento, provenientes de pomares de duas regiões produtoras de Santa Catarina, Fraiburgo e São Joaquim.

No ponto ideal de colheita de maçãs 'Gala' destinadas a longos períodos de armazenagem, os frutos devem apresentar firmeza da polpa superior a 17 libras. No presente estudo, os frutos com maturação ideal no momento do tratamento apresentavam firmeza da polpa superior a 17 libras, enquanto frutos com maturação avançada apresentavam firmeza da polpa inferior a 15 libras no momento do tratamento (Figura 11).

Embora o 1-MCP possa ser usado para reduzir a taxa de maturação de maçãs, mesmo quando colhidas em estágio avançado de maturação, as respostas obtidas ao tratamento são relativas às condições dos frutos no momento do tratamento. Os frutos em estágio avançado de maturação requerem maiores concentrações para máxima duração das respostas fisiológicas induzidas pelo 1-MCP (ARGENTA et al., 2000).

O tratamento com 1-MCP foi eficiente em reduzir a perda da firmeza da polpa e da acidez titulável durante a armazenagem dos frutos, entretanto, houve redução dos

benefícios do 1-MCP para frutos colhidos em maturação avançada, em especial quando o período de armazenagem for prolongado (Figura 11-12).

No período ideal de colheita os frutos apresentam valores de acidez em torno de 6 meq de ácido málico/100ml. O tratamento com 1-MCP mostrou-se eficiente em manter a acidez em níveis maiores em relação à testemunha, especialmente de frutos armazenados em AA.

Frutos colhidos em pomares de São Joaquim apresentaram maior firmeza da polpa e acidez titulável no momento do tratamento do que frutos de pomares de Fraiburgo (Figuras 11, 12 e 13). Contudo, as respostas de frutos de São Joaquim ao tratamento com 1-MCP foram semelhantes às daquelas dos frutos de Fraiburgo. A firmeza da polpa e a acidez de frutos tratados com 1-MCP, armazenados sob AA, permaneceram semelhantes à de frutos não tratados, armazenados sob AC durante todo o período de armazenagem (Figura 13). No entanto, a firmeza da polpa e acidez de frutos de São Joaquim permaneceram superiores aos dos frutos de Fraiburgo durante a armazenagem, provavelmente pela região de São Joaquim apresentar condições climáticas mais favoráveis à produção de maçãs. Após 195 dias de armazenagem, frutos de São Joaquim tratados com 1-MCP e armazenados sob AC apresentaram maiores valores de firmeza de polpa e de acidez em relação aos demais tratamentos (Figura 13).

Os resultados indicam que o tratamento com 1-MCP pode eficientemente retardar a deterioração da qualidade de maçãs 'Gala' durante a armazenagem, mesmo para frutos em estágio de maturação avançado no momento do tratamento. Entretanto, a qualidade dos frutos após a armazenagem será proporcional à qualidade dos frutos na colheita, independentemente do tratamento com 1-MCP e da armazenagem sob AA ou AC.

Em relação ao desenvolvimento do 'marronzamento da polpa' (Figura 14), tratamentos com 1-MCP reduziram a incidência do distúrbio de frutos armazenados sob condições de AA e AC. Frutos colhidos no estágio de maturação avançada apresentaram maior incidência do distúrbio. Observou-se também um efeito da região de coleta dos frutos, pois maçãs provenientes de pomares de São Joaquim não desenvolveram o distúrbio, provavelmente por ser uma região de clima mais favorável ao cultivo de macieiras, produzindo frutos de melhor qualidade.

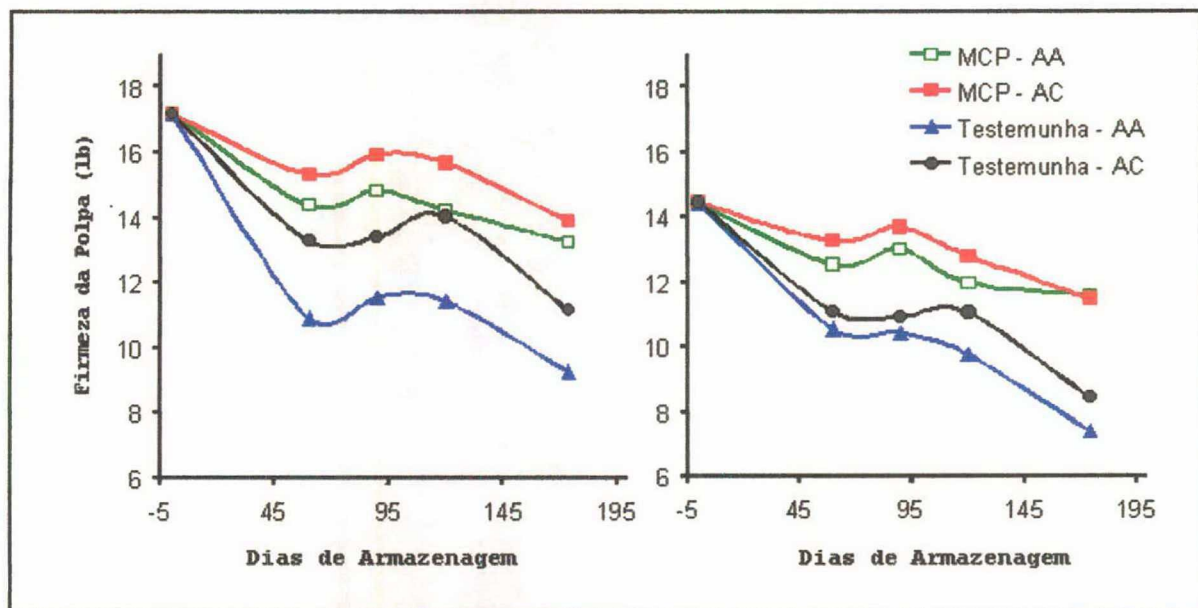


Figura 11: Firmeza da polpa (libras) de maçã cv. 'Gala' após armazenagem sob condições de atmosfera do ar (AA) e atmosfera controlada (AC) mais sete dias de prateleira (23°C). Os frutos foram tratados na colheita com 0.6 ppm de 1-MCP. Tratamento com frutos em estágio ideal de maturação (gráfico à esquerda) e em estágio de maturação avançada (gráfico à direita). Os dados do gráfico a esquerda e a direita representam a média de 9 e 5 pomares comerciais de Fraiburgo, respectivamente.

FONTE: E.E. Epagri (Caçador, 2001) - Dados não publicados

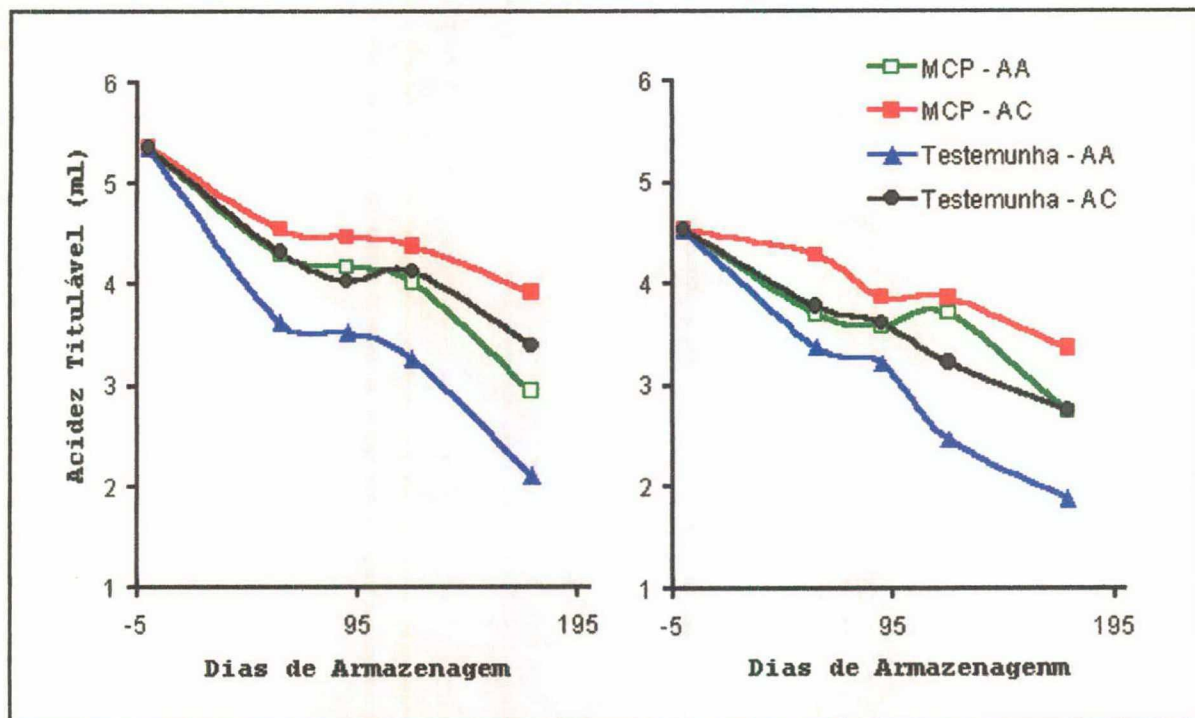


Figura 12: Acidez titulável (mL) em maçã cv. 'Gala' após armazenagem sob condições de atmosfera do ar (AA) e atmosfera controlada (AC) mais sete dias de prateleira (23°C). Os frutos foram tratados na colheita com 0.6 ppm de 1-MCP. Tratamento com frutos em estágio ideal de maturação (gráfico à esquerda) e em estágio de maturação avançada (gráfico à direita). Os dados do gráfico a esquerda e a direita representam a média de 9 e 5 pomares comerciais de Fraiburgo, respectivamente. Valores de acidez em mL correspondem a valores de meq. de ácido málico/100mL.

FONTE: E.E. Epagri (Caçador, 2001) - Dados não publicados

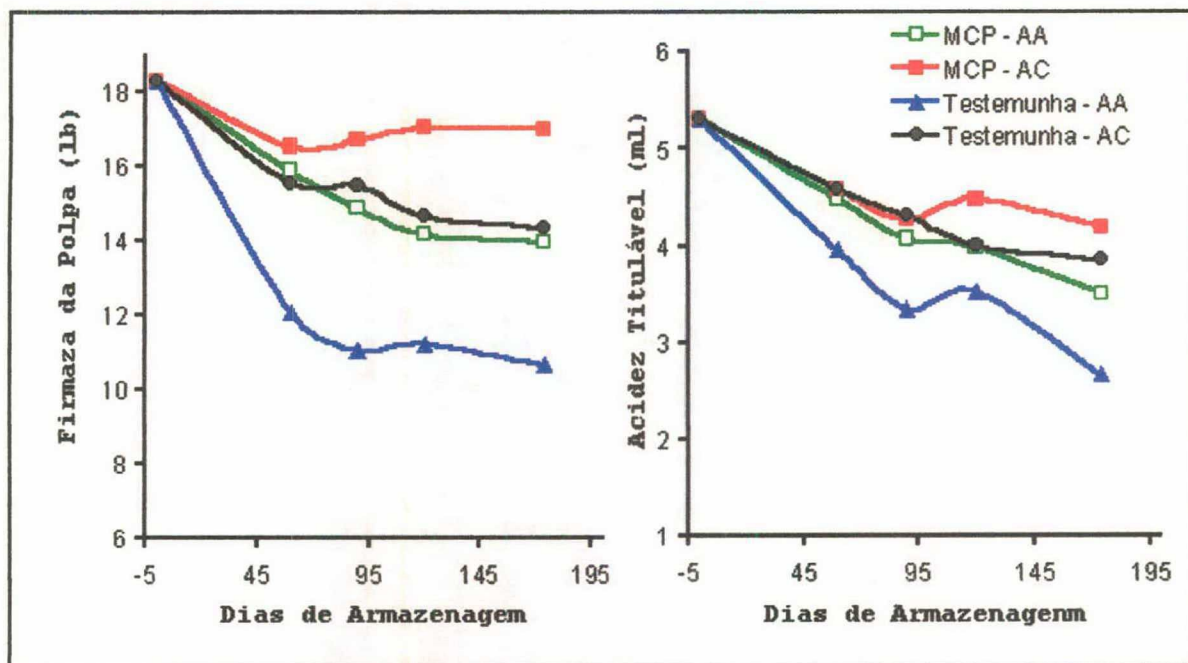
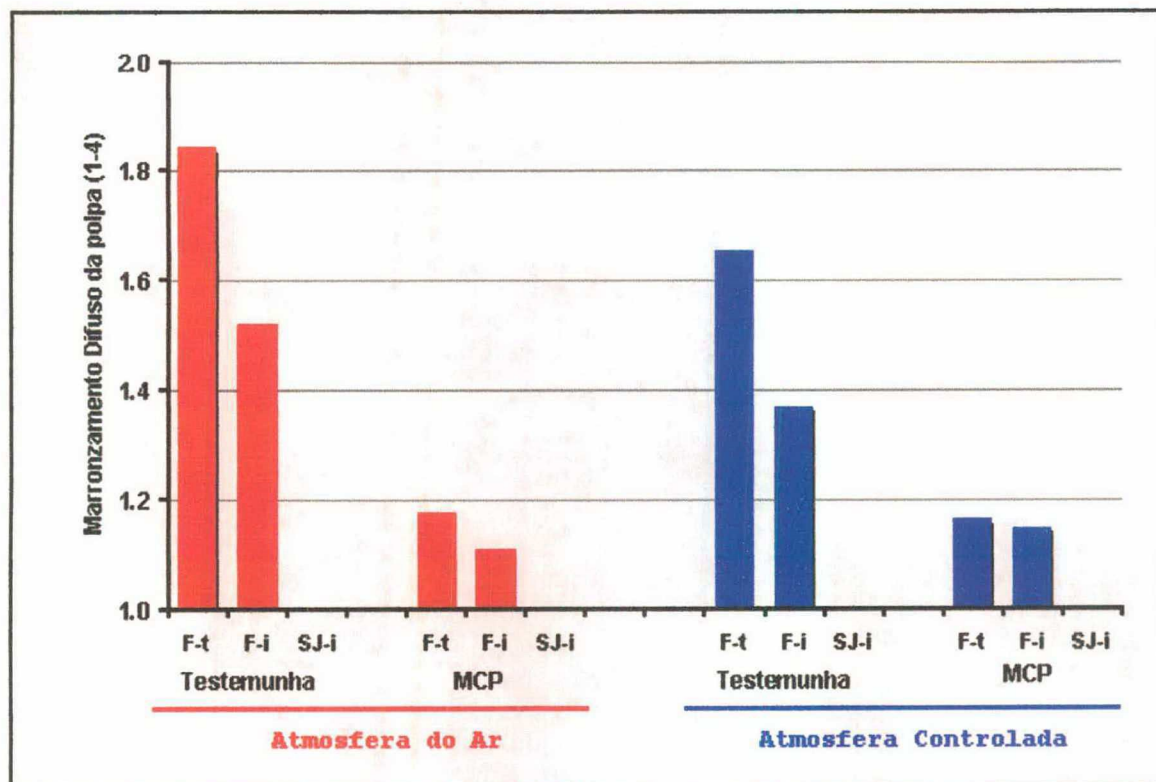


Figura 13: Firmeza da polpa (libras) e acidez titulável (mL) de maçã cv. 'Gala' após armazenagem sob condições de atmosfera do ar (AA) e atmosfera controlada (AC) mais sete dias de prateleira (23°C). Os frutos foram tratados na colheita com 0.6 ppm de 1-MCP. Tratamento com frutos em estágio ideal de maturação. Os dados representam a média de 4 pomares comerciais de São Joaquim. Valores de acidez em ml correspondem a valores de meq. de ácido málico/100mL.

FONTE: E.E. Epagri (Caçador, 2001) - Dados não publicados



F= Fraiburgo

SJ= São Joaquim

i= maturação ideal no momento do tratamento com 1-MCP.

t= maturação tardia no momento do tratamento com 1-MCP.

Figura 14: Severidade do 'marronzamento da polpa' de maçã cv. 'Gala' após 173 dias de armazenagem sob condições de atmosfera do ar e atmosfera controlada mais sete dias de prateleira (23°C). Os frutos foram tratados na colheita com 0.6 ppm de 1-MCP. O escore 1 significa ausência de marronzamento e o escore 4 significa marronzamento severo da polpa. Os dados representam a média de 9 pomares (para maturação ideal) e 5 pomares (para maturação avançada) comerciais de Fraiburgo (F) e 4 pomares comerciais de São Joaquim (SJ).

FONTE: E.E. Epagri (Caçador, 2001) - Dados não publicados

5. CONCLUSÕES

O estágio de conclusão de curso é uma excelente oportunidade para complementação dos conhecimentos teóricos recebidos durante a graduação. Além disso, ele permite direcionar a área na qual pretendemos atuar, já que o campo de trabalho na área de ciências agrárias é muito amplo e diversificado.

O estágio realizado na Epagri - Estação Experimental de Caçador, na área de fisiologia pós-colheita de frutos possibilitou o enriquecimento técnico e pessoal.

O crescente aumento na produção de frutos aliados à necessidade de conservação dos mesmos pelo maior período de tempo e o abastecimento regular do mercado durante todo o ano tem propiciado o desenvolvimento desta área de grande importância na cadeia produtiva.

O grande progresso da fisiologia pós-colheita alcançada nos últimos anos deve-se à utilização de condições controladas de experimentação (temperatura, umidade, teor de gases) e aos avanços tecnológicos da química e da bioquímica analítica, que desenvolveram instrumentos tais como: analisadores infra vermelho de CO₂, a cromatografia gasosa para a determinação da etileno e outras substâncias voláteis. O controle desses

sistemas analíticos por computadores permite dados cada vez mais precisos e confiáveis sobre a fisiologia do fruto.

O estágio baseou-se nas avaliações de qualidade e controle da maturação de frutos de maçã, kiwi e tomate tratados com 1-metilciclopropano (1-MCP). Sua utilização vem surgindo como uma nova tecnologia na conservação de vários produtos hortícolas.

Os dados apresentados mostram que, em maçãs, o 1-MCP tem apresentado bons resultados na preservação da qualidade dos frutos durante o armazenamento. Estudos têm mostrado que tratamento com 1-MCP atua com efeitos semelhantes ao uso da atmosfera controlada (AC), após longos períodos de armazenagem. Através desses dados seria possível substituir técnicas de AC que necessitam de grandes tecnologias e cuidados especiais durante seu manuseio, por tecnologias que apresentam menores riscos humanos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARGENTA, L.C., **Concentração de etileno interno e maturação de maçãs cvs. Gala, Golden delicious e Fuji.** Revista Brasileira de Fruticultura., Cruz das Almas, v.15, nº1, p. 125-132, 1993. +

ARGENTA, L.C., **Alterações fisiológicas e qualitativas em maçãs cv. 'Fuji' armazenadas sob atmosfera controlada.** 1999. 152 p. Tese (Doutorado em Fisiologia Vegetal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa (MG).

ARGENTA, L.C. **Fisiologia pós-colheita dos frutos.** Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (ed) Manual da cultura da maçã. Florianópolis (200__?). Não publicado.

ARGENTA, L.C. & DENARDI, F., **Perdas físico-químicas mensais de maçãs Gala e Fuji durante a armazenagem em atmosfera controlada e frio convencional.** Revista Brasileira de Fruticultura., Cruz das Almas, v.16, nº3, p. 111-118,dez. 1994.

ARGENTA L.C. & MONDARDO, M., **Maturação na colheita e qualidade de maçãs Gala após a armazenagem.** Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal., 6(2): 135-140, 1994.

ARGENTA, L.C. et al., **Efeitos interativos do tratamento 1-MCP e atmosfera controlada sobre a conservação da qualidade de maçãs 'Gala', 'Fuji' e 'Braeburn'.** Encontro Nacional sobre Fruticultura de Clima Temperado, 4., 2001, Fraiburgo, SC. Anais. Caçador: Epagri, p. 164-169, 2001. 180p.

ARGENTA, L.C. et al., **Controle do amadurecimento de frutas- manipulação da ação do etileno com 1-metilciclopropeno para preservação pós-colheita de maçãs e pêras.** CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 16., 2000, Fortaleza, CE, Fruticultura: agronegócio do 3º milênio - palestras. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, p. 236-243, 2000. 296p.

AWAD, M., **Fisiologia pós-colheita de frutos.** São Paulo: Nobel, 1993.

BELTRAN, A. & PEREIRA, W.S.P., **Status atual de SmartFresh™ (1-MCP) a nível mundial.** Encontro Nacional sobre Fruticultura de Clima Temperado, 5., 2002, Fraiburgo, SC. Anais. Caçador: Epagri, p. 225-228, 2002. 307p.

BENDER, R.J., **Colheita e armazenagem**. Epagri, Florianópolis, SC. Manual da cultura da maçã. 1986. 562p.

BONETTI, J.I.S., et. al. **Cadeias produtivas do Estado de Santa Catarina: Maçã.**, Florianópolis: Epagri, 1999. 94p. (Epagri, Buletin técnico, 105).

CHITARRA, M.I.F. & CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças - fisiologia e manuseio**. ESAL. Lavras. MG. 193p. 1990.

DAVIES, P.J., **Plant Hormones. Physiology, Biochemistry and Molecular Biology**. 2° ed. 1995. Kluwer Academic Publishers.

KLUGE, R.A., et al. **Fisiologia e Manejo Pós-colheita de Frutas de Clima Temperado**. Pelotas: Editora UFPEL, 1997. 163p.

RAVEN, P. H. et al., **Biologia vegetal**. Ed Guanabara, 1992, 728p.

WESTWOOD, N. H., **Fruticultura de zonas templadas**. Ediciones Mundi-Prensa, 1982. 663p.

ANEXO 1: Relação das atividades diárias realizadas durante o Estágio profissionalizante na instituição de pesquisa EPAGRI-Caçador, SC, 2001.

DATA	ATIVIDADE
01/08	ENFRUTE
02/08	ENFRUTE
03/08	Retirada de frutos de Kiwi de câmaras e análise de etileno e CO ₂
04/08	Análise de etileno e CO ₂ (Kiwi);
05/08	Análise de etileno e CO ₂ (Kiwi);
06/08	Análise de etileno e CO ₂ (Kiwi);
07/08	Análise de etileno e CO ₂ (Kiwi);
08/08	Análise de etileno e CO ₂ (Kiwi);
09/08	Análise de etileno e CO ₂ (Kiwi);
10/08	Análise de etileno e CO ₂ e análise de qualidade de Kiwi;
11/08	
12/08	
13/08	Análise de qualidade de maçã cv. Gala;
14/08	Análise de qualidade de maçã cv. Gala;
15/08	Análise de qualidade de maçã cv. Gala;
16/08	Retirada de frutos de maçã cv. Gala e retratamento com 1-MCP;
17/08	Implantação do experimento com Kiwi, cv. Monty. Tratamento pós-armazenagem com 1-MCP e análise de qualidade de Kiwi;
18/08	Análise de etileno e CO ₂ (Kiwi);
19/08	Análise de etileno e CO ₂ (Kiwi);
20/08	Análise de etileno e CO ₂ (Kiwi);
21/08	Análise de etileno e CO ₂ e análise de qualidade de Kiwi;

- 22/08** Análise de etileno e CO₂ (Kiwi). Instalação do experimento com 1-MCP no tomate;
- 23/08** Análise de etileno e CO₂ (Kiwi); Análise de qualidade de maçã cv. Gala do experimento de retratamento com 1-MCP. Qualidade de tomate;
- 24/08** Análise de etileno e CO₂ do Kiwi e tomate;
- 25/08** Análise de qualidade, etileno e CO de Kiwi e tomate
- 26/08** análise de etileno e CO₂ do Kiwi w tomate;
- 27/08** Qualidade de maçã cv. Fuji. Instalação do experimento com dose de 1-MCPem Kiwi;
- 28/08** Qualidade de maçã cv. Fuji. Análise de etileno e CO₂ do Kiwi e tomate;
- 29/08** Qualidade de maçã cv. Fuji. Análise de etileno e CO₂ do Kiwi e tomate;
- 30/08** Qualidade de Kiwi. Análise de etileno e CO₂ do Kiwi e tomate;
- 31/08** Análise de etileno e CO₂ do Kiwi e tomate. Análise de qualidade de tomate;

ANEXO 2 - DISTÚRBIOS FISIOLÓGICOS

Um distúrbio fisiológico pode ser definido como uma alteração, de origem não patogênica, decorrente de modificações no metabolismo normal de uma fruta ou da integridade estrutural de seus tecidos (Kluge, et al., 1997). O termo distúrbio fisiológico inclui diversos danos, os quais podem ser causados pelas condições de crescimento desde a polinização até a maturação das maçãs, pela colheita num ponto inadequado, pelos descuidos durante a colheita, ou pelas condições impostas durante o transporte e a armazenagem.

Alguns desses danos modificam a aparência e o sabor, outros apenas o aspecto da película, mas, em todos os casos, o valor comercial da fruta *in natura* é bastante reduzido.

O grau de sensibilidade das frutas aos distúrbios fisiológicos está relacionado com:

- *A espécie e cultivar;* a suscetibilidade varietal aos diferentes distúrbios fisiológicos é um dos determinantes da capacidade de armazenamento de muitas espécies frutíferas como a maçã. Nesta, a cultivar Golden Delicious é mais suscetível ao *russetting* do que a cultivar Fuji.
- *Práticas culturais;* poda, raleio e adubações, quando realizadas de maneira inadequadas, podem predispor as frutas a diversos distúrbios. Quando é feito raleio excessivo, ocorre a obtenção de frutos muito grande e mais sensíveis à distúrbios. As adubações pesadas com nitrogênio e/ou potássio, podem prejudicar a absorção de cálcio pela planta e provocar o surgimento de danos fisiológicos. Podas severas favorecem muito o crescimento vegetativo e menores quantidades de nutrientes são alocadas para sítios reprodutivos, resultando em desordens durante a frigoconservação.
- *Ponto de maturação na colheita;* colheita das frutas na época certa é fundamental para se obter frutos de boa qualidade e para diminuir as chances de distúrbios durante a

armazenagem. Frutos colhidos verdes apresentam maior chance de ocorrer escaldadura superficial, além disso, tem, se observado que frutas colhidas mais cedo apresentam menor concentração de cálcio, favorecendo com isso a ocorrência de *bitter pit*, *cork spot* e as *depressões lenticelar*.

- *Condições climáticas*; temperaturas baixas em pré-colheita, predispoem algumas cultivares de maçã a escaldadura superficial, aumentando os danos durante a armazenagem. Períodos de alta radiação e temperatura próximo a colheita aumentam os danos por pingo de mel. Alta umidade relativa sobre as frutas acompanhado de baixa temperatura favorecem a ocorrência de *russeting*.

- *Condições de armazenamento*; a sensibilidade das frutas à distúrbios fisiológicos aumenta à medida que a temperatura de armazenamento se aproxima da mínima tolerada por elas. Em atmosfera controlada, deve-se Ter um rigoroso monitoramento da concentração dos gases, o mesmo é válido para a concentração de etileno e possíveis vazamentos de amônia para dentro das câmaras de armazenagem.

DISTÚRBIOS FISIOLÓGICOS CAUSADOS POR FATORES NUTRICIONAIS

Bitter pit: também conhecido por manchas de cortiça superficial; é um dos distúrbios fisiológicos mais estudados, devido ao fato dele ocorrer em todas as áreas de produção de maçãs do planeta. No Brasil, este distúrbio ocorre principalmente em maçãs Gala e Golden Delicious. Apesar desta desordem se desenvolver principalmente durante a frigoconservação, suas causas e fatores predisponentes já estão presentes no pomar, podendo em casos extremos, os sintomas aparecerem antes da colheita.

Os sintomas iniciais são manchas pequenas que se manifestam pela tonalidade mais escura da película logo acima das áreas afetadas. À medida em que as células afetadas

morrem, elas perdem umidade, o que leva a um encolhimento dos tecidos danificados e conseqüentemente a uma pequena depressão na superfície do fruto na área atingida. O distúrbio não afeta diretamente a película. Aos poucos as manchas de 3 à 5 mm de diâmetro tornam-se marrons. Tipicamente estão localizadas na metade inferior do fruto. Frutos com sintomas severos podem apresentar manchas internas em qualquer parte da polpa.

A deficiência de cálcio está diretamente relacionada a maior incidência de bitter pit e outros distúrbios como pingo de mel, cork spot e outros. Teores baixos de cálcio prejudicam a permeabilidade seletiva das membranas das células, resultando em injúrias nas células e necrose. Os fatores que predispõe as frutas ao bitter pit são aqueles que afetam a translocação de cálcio para as frutas e o seu conteúdo nos mesmos, quais sejam:

Disponibilidade de água: em situação de déficit hídrico há uma migração de cálcio das frutas para as folhas;

Grau de maturação das frutas: a colheita realizada precocemente aumenta o bitter pit, pois a translocação de cálcio para as frutas continua ocorrendo até próximo a colheita;

Tratos culturais inadequados: poda excessiva estimula o crescimento vegetativo em detrimento a formação e ao desenvolvimento das frutas, além de aumentar a competição entre folhas e frutos pelos nutrientes minerais e água.

O controle baseia-se na aplicação de cálcio utilizando-se pulverizações quinzenais com Cloreto de Cálcio a 0.5-0.7%, a partir de um mês após a plena floração. Em pós colheita, antes de entrar em regime de armazenamento, é recomendado um tratamento das frutas por imersão com Cloreto de Cálcio (2.0-2.5%).

Depressão lenticilar (lenticel blotch pit): bastante semelhante ao bitter pit, porém nunca ocorre internamente.

Está estritamente ligado ao bitter pit, tanto pelos sintomas como pelas causas. Apresenta-se na forma de manchas de cor parda, ligeiramente deprimidas sobre a superfície da fruta e com dimensões de 3 e 6 mm de diâmetro. Sua forma tende a ser circular e, no centro, percebe-se a presença de uma lenticela. As formas de controle são as mesmas citadas para o bitter pit.

Cork spot: também conhecido por mancha corticante, é um distúrbio que aparece em pré-colheita e caracteriza-se pela formação de depressões, principalmente na parte inferior da fruta. A superfície nunca se torna marrom ou preta. O aparecimento das depressões se deve a um desequilíbrio nutricional da planta, principalmente baixa disponibilidade de cálcio. As depressões surgem em decorrência da parada na expansão celular, dissolução das paredes celulares e formação de cavidades. Como prevenção, recomenda-se a aplicação de boro, que tem a função de facilitar a translocação de cálcio para a fruta. Essas aplicações de boro não são suficientes para controlar o bitter pit. Além disso, fazer a correção da acidez do solo, para ter boa disponibilidade de cálcio, evitar excesso de adubação com nitrogênio e potássio utilizando-se análise foliar para fazer adubação equilibrada e fazer pulverizações quinzenais com cloreto de cálcio.

Manchas de cálcio: a pulverização das macieiras próximo a colheita com cloreto de cálcio na concentração 0.6% em períodos muito quentes do dia pode provocar manchas pequenas de cálcio nos frutos ao redor das lenticelas. A causa mais frequente de mancha de cálcio é a imersão de frutos em pós-colheita em soluções contendo cloreto de cálcio e fungicidas. A injúria por soluções de cálcio é provavelmente causada por plasmólise de células na presença de concentrações elevadas de sais. Devido a oxidação, o tecido escurece e sofre depressões por desidratação.

Pingo de mel (*water core*): é um distúrbio que pode parecer também em pré-colheita, sendo comum em maçãs Fuji, Granny Smith e Willie Sharp. Dependendo da cultivar, o pingo de mel pode ser notado já pelo exterior do fruto. Quando o fruto atacado é cortado ao meio, áreas de tecido aquoso podem facilmente ser distinguida da polpa branca normal. Internamente, os sintomas caracterizam-se por manchas translúcidas ou vitrificadas de várias formas e dimensões. Essas áreas surgem devido ao preenchimento dos espaços intercelulares com seiva. Os espaços intercelulares afetados pelo pingo de mel são preenchidos com líquido contendo sorbitol. O sorbitol é o açúcar que chega a fruta via fotossíntese e depois é convertido em frutose ou glicose. Os tecidos afetados por pingo de mel não possuem esta capacidade de conversão. Este distúrbio é decorrente de um desequilíbrio nos níveis de cálcio, nitrogênio e sorbitol. As frutas afetadas normalmente apresenta altos teores de nitrogênio e sorbitol e baixo teores de cálcio. O acúmulo de sorbitol causa desidratação da polpa, uma vez que altos níveis deste açúcar conduzem ao acúmulo de etanol e acetaldeído, que são tóxicos para a célula. Os principais fatores que predispõem o aparecimento deste distúrbio são: frutas colhidas em estágio avançado de maturação; altas temperaturas e insolação nos períodos próximos a colheita; baixo teor de cálcio na fruta, o qual está envolvido na conversão do sorbitol em frutose; alta relação folha/fruto aumenta a incidência do distúrbio.

Os sintomas de pingo de mel normalmente desaparecem durante o armazenamento, entretanto, para diminuir a sua incidência deve-se evitar colheitas tardias, evitar excesso de adubação nitrogenada, evitar poda severa, evitar raleio excessivo, evitar insolação excessiva e fazer pulverizações com cloreto de cálcio.

DISTÚRBIOS FISIOLÓGICOS CAUSADOS PELA BAIXA TEMPERATURA

O abaixamento da temperatura tem sido o método mais utilizado e eficiente para manter a qualidade dos frutos e prolongar o seu período de comercialização. À medida que a temperatura diminui, aproxima-se do ponto de congelamento, as reações enzimáticas ocorrem de maneira mais lenta, principalmente aquelas ligadas a respiração e senescência. Muitas vezes, a temperatura utilizada durante o armazenamento pode não ser letal para o fruto, entretanto, podem modificar o seu metabolismo causando uma série de disfunções as quais podem originar os distúrbios fisiológicos.

Congelamento (*freezing*): as frutas armazenadas em temperaturas muito baixas, inferior ao ponto de congelamento, sofrem colapso celular pela formação de cristais de gelo na célula. O ponto de congelamento das frutas é normalmente inferior a 0°C, pelo fato do suco ser uma solução com diferentes solutos. A formação de uma pequena massa de gelo atua como superfície de condensação da água, que migra através da parede celular, em resposta ao gradiente de pressão de vapor. Com o desenvolvimento dos cristais de gelo, as células desidratam e murcham. Este processo não é letal, porém, quando ocorre o congelamento intracelular, resulta na ruptura do núcleo da célula e na morte celular. No descongelamento, as células sofrem colapso e exudação do líquido celular. Como resultado, os tecidos injuriados perdem sua rigidez e parecem encharcados. As células danificadas perdem sua resistência à desidratação e às infecções microbianas. Os danos pelo congelamento são evitados pela manutenção das frutas em temperaturas acima do ponto de congelamento. Além disso, o monitoramento e o controle automático da temperatura durante a estocagem é de fundamental importância, devendo-se evitar flutuações térmicas demasiadamente amplas.

Injúrias pelo frio (*chilling*): este distúrbio difere do congelamento pelo fato dos sintomas aparecerem acima do ponto de congelamento e não haver formação de cristais de gelo. A suscetibilidade das frutas varia com o genótipo, condições de crescimento, ponto de colheita, temperatura e exposição das frutas às baixas temperaturas. A sensibilidade das frutas às baixas temperaturas está diretamente ligada com a sua capacidade de armazenamento. As respostas secundárias das frutas submetidas a condições de danos pelo frio foram resumidas da seguinte maneira: extravazamento de solutos, elevação na respiração, acumulação de toxinas, desenvolvimento de sintomas, desequilíbrio metabólico, perda de compartimentação, perda da integridade da membrana, incremento na produção de etileno, desorganização ultraestrutural, decréscimo da taxa de fotossíntese, parada do fluxo protoplasmático, redução no suprimento e uso de energia, decréscimo na atividade oxidativa mitocondrial e aumento na energia de ativação das enzimas ligadas à membrana.

Praticamente não existe nenhum método capaz de evitar o *chilling*. O método básico de redução das injúrias pelo frio é o armazenamento das frutas em temperaturas adequadas, ou seja, acima da temperatura mínima de segurança. Entretanto, este procedimento pode não ser muito eficaz para longos períodos de armazenamento. Os principais distúrbios oriundos do *chilling* são a escaldadura superficial, degenerescência da polpa e coração ou miolo marrom.

Escaldadura superficial (*superficial scald*): juntamente com o bitter pit, a escaldadura é o distúrbio fisiológico mais estudado no mundo, devido a sua grande importância econômica. A escaldadura aparece após 3 à 4 meses de armazenamento sob baixas temperaturas e é caracterizada pelo progressivo amarronzamento da casca em decorrência a morte de células da

hipoderme. Normalmente, o dano é pequeno logo após a retirada das frutas da câmara, porém aumenta rapidamente após poucos dias em temperatura ambiente. As causas desta desordem são muito complexas, havendo ainda dúvidas a respeito. Vários fatores podem condicionar a incidência das escaldadura, tais como: época da colheita, nutrição, aplicação de certos produtos químicos em pré-colheita, cultivar, produção de etileno no armazenamento e as condições de armazenamento.

Degenerescência da polpa (*low temperature breakdown*): a degenerescência é caracterizada pelo escurecimento generalizado do tecido vascular da fruta. As áreas afetadas podem estar a 2 ou 3 mm no interior da fruta, o que torna impossível a percepção externa do dano. O tecido afetado é úmido, farinhento e se desenvolve numa faixa contínua na polpa. Com o desenvolvimento do distúrbio, a fruta desenvolve sabor afermentado. A degenerescência da polpa está associada a alterações metabólicas produzidas em frutas armazenadas em baixas temperaturas. Estas alterações seriam em decorrência a acumulação de substâncias tóxicas como o ácido oxalacético, sorbitol, cetoácidos e voláteis tóxicos, que inibem a ação dos succinatos no ciclo de Krebs. O aparecimento deste distúrbio está em função da temperatura e do tempo de exposição da fruta a ela, do grau de suscetibilidade da cultivar, do ponto de colheita inadequado, alta umidade relativa e elevada concentração de CO₂ no armazenamento, frutas de tamanho muito grande e pelos baixos níveis de fósforo, magnésio e potássio.

Coração ou miolo marrom (*core flush; brown core*): este distúrbio se caracteriza-se pelo amarronzamento da polpa próximo da cavidade carpelar. Não existe separação clara entre o tecido afetado e o tecido sadio. As causas desta desordem parece estar associada ao com um desequilíbrio no metabolismo normal dos frutos submetidos a temperatura entre -0.5 à 3.5°C.

os tecidos afetados acumulam ácido oxalacético em níveis que causam toxidez a célula. Os sintomas começam a aparecer a partir de 3 a 4 meses de armazenamento. Para controlar este distúrbio, deve-se utilizar o aquecimento intermitente e fazer uma redução gradual da temperatura de armazenamento.

DISTÚRBIOS FISIOLÓGICOS CAUSADOS POR ALTAS TEMPERATURAS

Os danos pelas altas temperaturas ocorrem normalmente acima de 30°C, e são mais severos entre temperaturas de 38 à 49°C. As frutas expostas a altas temperaturas apresentam sintomas variados, sendo que o aparecimento dos danos varia em função do tempo de exposição e o grau de suscetibilidade da espécie e/ou cultivar. A escaldadura do sol é um distúrbio bastante comum em maçãs, principalmente na cultivar Granny Smith, podendo se desenvolver em Fuji e Melrose. É decorrente da excessiva exposição aos raios solares e altas temperaturas e se manifesta como áreas lustrosas e polidas, de coloração marrom a preta, devido aos danos provocados na epiderme. A diminuição deste problema se dá mediante um adequado manejo da poda e raleio, procurando evitar a exposição excessiva das frutas aos raios solares.

DISTÚRBIOS FISIOLÓGICOS CAUSADOS PELA COMPOSIÇÃO DA ATMOSFERA DE ARMAZENAMENTO

Oxigênio e Gás Carbônico: níveis demasiadamente baixos de O₂ levam as frutas a respirarem anaerobicamente, ocasionando a formação de acetaldeído e etanol, modificando o sabor e escurecendo a polpa. Por outro lado, a elevação excessiva de CO₂ resulta também em uma série de danos; os distúrbios causados pelo excesso de CO₂ caracterizam-se pelo amarronzamento dos tecidos, devido a morte das células, podendo ser interna ou externamente.

Etileno: este quando presente em certas concentrações na atmosfera de armazenagem pode provocar danos nas frutas, por acelerar o processo de amadurecimento e causar o amaciamento excessivo da polpa. Os efeitos indesejáveis do etileno são evitados pelo correto manuseio das frutas, procurando-se não armazenar espécies cultivadas que liberam grande quantidade deste fitoregulador juntamente com outros que produzem em baixa quantidade ou são sensíveis a ele. Outro método eficaz consiste na retirada do etileno da atmosfera de armazenamento, através de ventilação adequada, uso de lâmpadas ultra-violetas, permanganato de potássio (KMnO_4), e outros.

Amônia: a amônia é ainda muito utilizada no sistema convencional de armazenamento, com a função de ser o gás-líquido responsável pela geração do frio dentro da câmara. Vazamentos de amônia para seu interior causam danos na película dos frutos com a formação de manchas levemente deprimidas de coloração marrom ou preta na epiderme.

DISTÚRBIOS FISIOLÓGICOS CAUSADOS POR OUTROS FATORES

Russeting: bastante comum em maçãs, surgindo antes da colheita e principalmente na cultivar Golden Delicious. Uma fruta afetada por este distúrbio apresenta-se como manchas irregulares de coloração marrom-claro e epiderme áspera, principalmente próximo a cavidade carpelar. O período mais crítico para a indução do russeting é entre 2 à 3 semanas após a plena floração. As temperaturas baixas e a presença de umidade sobre a fruta favorecem o russeting neste período. A intensidade do russeting pode aumentar devido a aplicação de certos defensivos agrícolas, como os produtos a base de cobre, enxofre e dodine, cuja aplicação, no pomar, deve ser evitada nos períodos críticos de indução do distúrbio. O russeting é

minimizado pelos seguintes procedimentos: evitar a aplicação de produtos químicos indutores da desordem, aplicar giberelinas em pós florada, fazer raleio dos frutos e evitar excesso de adubação nitrogenada.

Degenerescência senescente (*senescence breakdown*): está relacionada com o envelhecimento da fruta. Os tecidos atacados por este distúrbio apresentam-se de coloração marrom claro, farinhentos e secos. O problema se agrava quando a fruta é removida do armazenamento para a temperatura ambiente. As frutas colhidas tardiamente são mais sensíveis à degenerescência. A causa principal do escurecimento dos tecidos se deve à incapacidade da membrana celular em reter os compostos fenólicos dentro dos vacúolos, sendo que esta incapacidade ainda é objeto de estudo. Parece que a acumulação de sorbitol e/ou acetaldeído são os responsáveis pelo aparecimento deste distúrbio. Teores altos de cálcio no tecido impedem o dano, provavelmente devido à sua atividade como redutor da taxa respiratória, envolvimento na conversão do sorbitol em frutose e na manutenção da permeabilidade seletiva das membranas, impedindo desta maneira a saída dos precursores fenólicos dos vacúolos para outras áreas da célula. Como prevenção, recomenda-se a pulverização quinzenal de cloreto de cálcio a partir de um mês após a plena floração ou por imersão em pós-colheita e ainda, evitar colheitas tardias ou utilizar atmosfera controlada.

ANEXO 3 - DOENÇAS EM PÓS-COLHEITA

As doenças que afetam os frutos em pós-colheita são um dos fatores mais preocupantes do setor agrícola, sendo responsáveis por uma grande parte do volume das perdas durante a armazenagem e comercialização.

Os patógenos causadores de podridão em pós-colheita são representados principalmente por fungos, podendo também existir enfermidades decorrentes de bactérias, vírus, nematóides e outros.

O aparecimento e o grau de incidência das doenças em pós-colheita são influenciados por diversos fatores, como por exemplo: colheita da fruta em estágio inadequado de maturação; presença de ferimentos (cortes, abrasões e perfurações); quantidade do inóculo; condições climáticas desfavoráveis antes da colheita; ataque de insetos; sistema de armazenamento utilizado.

PRINCIPAIS PATÓGENOS CAUSADORES DE PODRIDÕES

Penicillium spp. Os fungos do gênero *Penicillium* causam as doenças denominadas Mofo ou Bolor azul, sendo *Penicillium expansum* a espécie mais comum e representativa. Trata-se de um fungo bastante agressivo, afetando as frutas durante o armazenamento, transporte e comercialização. Os sintomas iniciais da doença são pequenas manchas aquosas, deprimidas e moles, de coloração branca, evoluindo, posteriormente, para a cor azul característica. O fungo é saprófito e esporula abundantemente, produzindo grande disseminação da doença através do contato entre frutas sadias e infectadas. O fungo

penetra preferencialmente por feridas e batidas, através do pedúnculo e das lenticelas, tendo preferência por frutas maduras e tecidos debilitados. As condições ideais para o desenvolvimento são alta temperatura e umidade, porém, também são ativos em temperatura de refrigeração. Os esporos do fungo pode ser encontrado no solo e na superfície da planta, bem como nas embalagens, galpões de embalagens e dentro das câmaras frigoríficas.

Alternaria alternata: encontra-se frequentemente em tecidos danificados de maçãs. Penetra através das lenticelas ou por feridas em tecidos maduros. Pode ser uma infecção secundária das lesões de bitter pit. É um fungo comumente saprofítico, produzindo lesões de cor preta, firme e seca. Seu crescimento é lento durante a frigoconservação, porém torna-se agressivo em temperaturas superiores a 10°C.

Rhizopus stolonifer: este fungo causa a podridão mole. É um fungo agressivo em temperaturas acima de 7°C e de pouca agressividade abaixo desta. Assim sendo, em condições ideais de armazenamento em baixas temperaturas, este patógeno é pouco observado. Sua incidência é maior durante a comercialização e, principalmente, em frutas sobremaduras ou injuriadas pelo frio durante a refrigeração. O sintoma desta doença é uma podridão aquosa da polpa, de consistência mole, que, quando rompe a epiderme da fruta, exala um forte odor, característico de fermentação.

Mucor piriformis: a infecção por este fungo pode ocorrer no pedúnculo, na zona calcinar ou através de ferimentos. Os sintomas são semelhantes e confundem-se muitas vezes aos verificados na podridão causada por *Rhizopus stolonifer*. Os tecidos infectados tornam-se, inicialmente, moles, aquosos, marrom-claro e, usualmente, os esporângioforos expandem-se

através de rachaduras da casca ou a partir das lenticelas. Ao contrário do *Rhizopus stolonifer*, este fungo é capaz de se desenvolver em temperaturas baixas.

Glomerella cingulata: este fungo causa a podridão amarga da maçã. Sua incidência é maior em pomares localizados em regiões quentes e úmidas, sendo que a doença se desenvolve tanto em pré como em pós-colheita. O fungo vive tanto parasítica como saprofiticamente sobre um grande número de plantas lenhosas e herbáceas. A sua penetração ocorre através de ferimentos ou lenticelas. Os sintomas podem aparecer em frutas verdes, mas a proliferação da doença ocorre à medida que a fruta amadurece. Inicialmente surge uma pequena mancha pardacenta, que atinge os tecidos em profundidade. Com o amadurecimento, as manchas vão aumentando em dimensão e ganham em profundidade, apodrecendo uma porção considerável da fruta. Um sintoma típico de podridão amarga é a presença de círculos concêntricos com um número bastante elevado de acérvulos de coloração rosada. O centro da podridão é deprimido e os bordos elevados.

Botryosphaeria dothidea: este fungo penetra através de ferimentos ou ativamente, sendo que as fontes de inóculo são as frutas mumificadas e os ramos afetados. Os sintomas, nas frutas, são pequenas lesões circulares de coloração marrom-clara, evoluindo para manchas marrom-escuras a pretas. A severidade do fungo é maior quando as frutas são retiradas do armazenamento refrigerado e colocadas em condições ambientais.

CONTROLE DAS PODRIDÕES

Os métodos de controle envolvem práticas culturais, medidas profiláticas e a utilização de métodos físicos, químicos e biológicos.

Práticas culturais: se forem realizadas de maneira correta e racional podem prevenir e minimizar o aparecimento de doenças nas frutas após a colheita. Essas práticas são: tratamento de inverno para reduzir a fonte de inóculo; nutrição equilibrada da planta, especialmente em nitrogênio e cálcio, visando aumentar a resistência da planta às infecções; execução de colheita de maneira cuidadosa, para evitar ferimentos nas frutas; colheita da fruta no estágio ideal; transporte cuidadoso das frutas do local de colheita até o galpão de embalagem.

Medidas profiláticas: refere-se a prevenção da infecção patogênica, buscando-se a redução da fonte de inóculo a níveis mais baixos possíveis, por intermédio dos seguintes procedimentos: manter as embalagens limpas e desinfectadas; fazer trocas periódicas de água da água do pré-resfriamento e da lavagem e/ou adicionar hipoclorito de sódio a esta; retirar frutas com podridões dos locais de classificação, embalagem e armazenamento; reduzir os danos mecânicos nas frutas durante a colheita, transporte, seleção e classificação, para diminuir os ferimentos e, conseqüentemente, a penetração de fungos; manter limpos e desinfectados os equipamentos usados para a classificação e embalagem das frutas; manter limpos e desinfectada a atmosfera do galpão de classificação e embalagem. Fazer lavagens diárias do piso e das máquinas.

Métodos físicos: são aqueles que empregam os tratamentos com calor, irradiação, refrigeração, associada ou não às modificações nos níveis de CO_2 e O_2 na atmosfera de armazenagem, e o usos de luz ultravioleta.

Métodos químicos: referem-se principalmente à aplicação de fungicidas antes e após a colheita. Tem sido observado que os

tratamentos em pré-colheita são menos eficientes do que os tratamentos em pós-colheita, uma vez que somente uma fração do fungicida aplicado no pomar entrará em contato com a fruta. A manutenção da sanidade do pomar antes da colheita é, entretanto, de fundamental importância, uma vez que, quando bem executada, reduz a fonte de inóculo e os ferimentos e, com isso, a disseminação dos patógenos. Na tabela abaixo se encontra a relação de alguns fungicidas utilizados para controle de patógenos em pós-colheita.

Nome técnico	Nome comercial	Concentração (g/L)	Carência (dias)	Patógenos Controlados
Thiabendazole	Tecto	1.5	-	<i>Glomerella</i> e <i>Penicillium</i>
Benomyl	Benlate	0.6	1	<i>Monilinia</i> , <i>Penicillium</i> e <i>Gloemerella</i>
Iprodione	Rovral	1.5	3	<i>Glomerella</i> , <i>Penicillium</i> e <i>Alternaria</i>
Captan	Captan	2.5	1	<i>Monilinia</i> e <i>Gloemerella</i>

A tendência atual é eliminar os tratamentos com fungicidas e utilizar métodos alternativos para o controle das doenças.

Método biológico: a utilização de agentes biológicos ou antagonista para a prevenção e controle das doenças em pós-colheita tem sido intensificado, apresentando boas perspectivas de aplicação em nível comercial. O mecanismo de ação dos agentes biológicos podem ser ilustrados por meio de três métodos básicos.

A antibiose baseia-se na produção de substâncias com efeito fungida ou fungistática, bactericida e namaticida. Estas substâncias são produzidas pelos organismos antagonistas como um mecanismo de proteção à sua sobrevivência diante dos demais microrganismos existentes na microflora. Entre os produtores de antibióticos e utilizados no controle biológico

de doenças temos o *Bacillus subtilis*. Essa bactéria produz uma série de antibióticos, tais como micosubtilina, bacilomicina, bacilizina, fungicina e bulbiformina, os quais exibem a capacidade de inibir o desenvolvimento de um grande número de bactérias e fungos fitopatogênicos.

O mecanismo de parasitismo consiste na degradação da parede celular ou estruturas de resistência dos fungos fitopatogênico pelos fungos antagonistas, com posterior penetração desse e absorção do conteúdo celular.

O controle biológico pela competição, envolve principalmente a disputa por nutrientes e espaço. Esse mecanismo praticamente coordena a existência de todos os demais mecanismos de biocontrole, pois o que leva um microrganismo a controlar o outro, é exatamente a necessidade de sobrevivência em determinado habitat, sendo que esta competição confere, muitas vezes, o equilíbrio entre a população de patógenos e não patógenos.

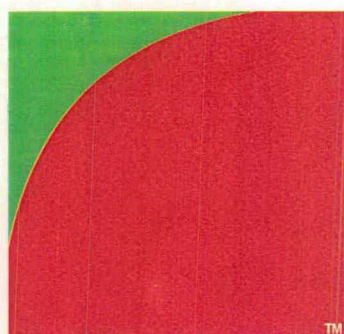
SmartFresh™

O grande avanço em tecnologia de frutas e hortaliças

O SmartFresh™ é uma tecnologia totalmente inovadora, que trabalha no próprio processo natural de amadurecimento, mantendo a mesma qualidade de frutas e hortaliças recém-colhidas. Ele previne e/ou retarda os efeitos indesejáveis do etileno, um hormônio natural das plantas, tais como aceleração do amadurecimento, amolecimento, senescência e decomposição durante o armazenamento, transporte, comercialização e/ou período de consumo. O SmartFresh™ age bloqueando o sítio de ação do etileno. É conhecido pela comunidade científica como 1-MCP (1-metilciclopropeno).

AgroFresh Inc. foi instituída em dezembro de 1999 pela Rohm and Haas Company para desenvolver e comercializar o SmartFresh™.

Um programa de pesquisa e desenvolvimento bastante intenso tem sido realizado nos últimos dois anos para estudar de perto o desempenho, identificar os conceitos mais importantes do produto e definir as recomendações de uso final do SmartFresh™ para um grande número de frutas e hortaliças em todo o mundo.



SmartFresh
The Smart Choice for Apples

A ESCOLHA INTELIGENTE PARA MAÇÃ

- Proporciona a oportunidade de saborear maçãs mais crocantes e suculentas, com mais sabor.
- Mantém a qualidade das frutas durante e após o armazenamento, em atmosfera controlada ou frio convencional, oferecendo ao mercado frutas com qualidade mais consistente.
- Previne a ocorrência de algumas desordens fisiológicas como escaldadura superficial e polpa farinácea.
- Flexibiliza o momento da colheita.

Testemunha SmartFresh™



Maçã "Granny Smith"

Ocorrência de escaldadura superficial, após 3,5 meses de armazenamento a 0°C e mais 10 dias a 20°C.
PUCC - Chile, 2000.

Fresh

Qualidade da Maçã Gala

Manutenção dos níveis de firmeza e acidez durante o armazenamento, tanto em Atmosfera Controlada quanto em Frio Convencional.

Maior crocância, teor de suco e sabor;

Manutenção de um alto índice na relação ácidos / açúcares.

Armazenamento com qualidade por um período maior ao conseguido sem esta tecnologia.

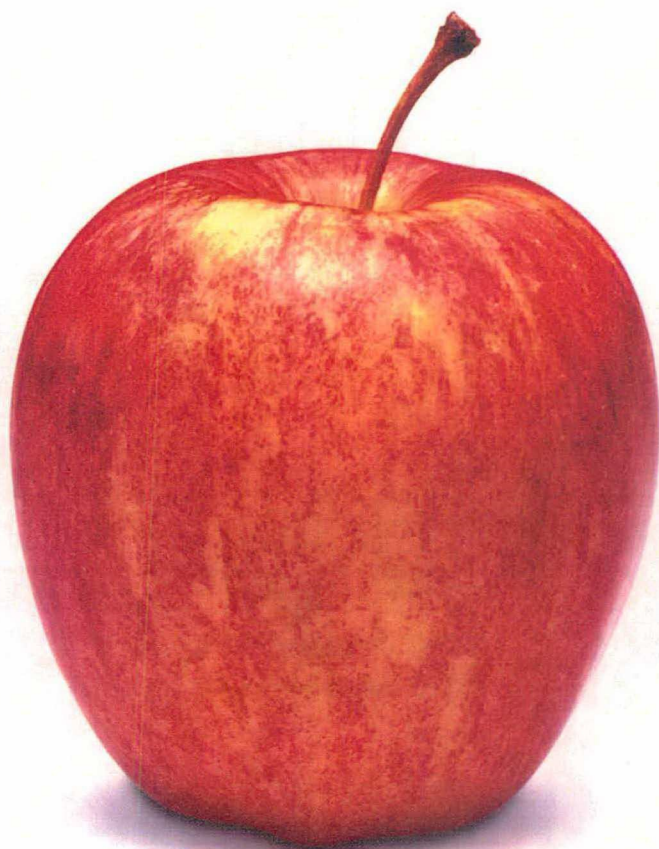
Maior flexibilidade de comercialização;
Maior potencial de exportação.

Retardamento da perda da firmeza e acidez após retirada do armazenamento.

Melhor qualidade durante o transporte;

Vida de prateleira com melhor qualidade.

Redução da ocorrência de rachaduras e polpa farinácea.



Fresh

Benefícios do SmartFresh™

O grande avanço em tecnologia de armazenamento de maçã

1. Alta qualidade após o armazenamento.

Qualidade é o que os varejistas e os consumidores buscam.

- Sabor, crocância, alto teor de suco, aparência e consistência.

SmartFresh™ garante qualidade.

- Para consumidores próximos aos centros de produção, de locais mais distantes, incluindo mercados de exportação.

Maior qualidade das maçãs após o final do período de armazenamento.

- Manutenção da qualidade durante o armazenamento;
- Manutenção da qualidade durante o transporte;
- Manutenção da qualidade na distribuição ao consumidor;
- Manutenção da qualidade nas mãos do consumidor.

Manutenção da qualidade caso haja mudança nos planos de venda da fruta.

- Preserva a fruta por mais tempo que o planejado inicialmente.

Exportação com confiança.

- Tanto maçãs Gala como Royal Gala;
- SmartFresh™ é eficaz durante o transporte marítimo;
- Aumenta a possibilidade de alcançar mercados mais lucrativos, obtendo melhor preço.

2. Flexibilidade na Comercialização.

Conquista de novos segmentos de mercado.

- Adicionar uma variedade que antes não era oferecida;
- Atingir locais onde se exige melhor qualidade, particularmente na exportação.

Prolongar o período de comercialização.

- Aumentar o período de oferta da fruta, com qualidade adequada.

Responder a oportunidade de mercado e ao preço.

- Manter o armazenamento por um tempo maior que o planejado inicialmente, sem perder a qualidade;
- Vender parte do lote e manter o restante até quando se desejar fazer nova venda. A qualidade será mantida.

Fazer negócio com confiança.

- Você poderá controlar o seu estoque
- Posicionamento fortalecido na hora de negociar.

3. Eficiência no Processo.

A tecnologia de SmartFresh™ é muito simples de ser usada durante o armazenamento, tanto em Atmosfera Controlada como em Frio Convencional, sem o inconveniente de mudar as práticas de armazenamento já usadas.

Sem necessidade de adequar espaço extra no interior das câmaras.

Sem necessidade de redistribuição de equipamentos.

Sem mudanças de temperatura.

Sem o uso de equipamentos complexos.

Sem o uso de eliminadores de etileno.

Sem necessidade de tratamento das frutas por banho (drench).

Baixo investimento.

Alta eficiência no processamento.

Tudo isso com o simples, eficiente, prático e rápido Sistema SmartFresh™, dimensionado para a sua câmara. Simplesmente aperte um botão e o ingrediente ativo será produzido e se espalhará rápida e uniformemente.

Prevenção de Escaldadura Superficial.

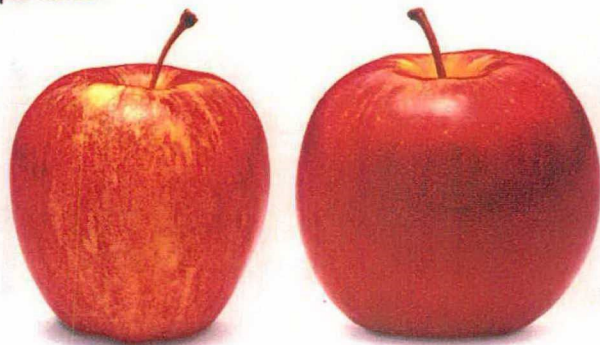
- Excelente prevenção da Escaldadura;
- Método alternativo ao uso de banho da fruta (drench).

Época de colheita.

- Manejar a época de colheita, com possibilidade de armazenamento que não se tinha anteriormente;
- Entregar a fruta com qualidade desejada e quando se desejar.

Vender parte da fruta de uma câmara de Atmosfera Controlada.

- Conseguir vantagens em uma oportunidade de mercado quando esta existir;
- Proteger a fruta remanescente na câmara, sem perder a qualidade.



SmartFresh™

EFICÁCIA EM FRUTAS TROPICAIS

Estende o tempo de armazenagem, de transporte e de distribuição em mamão papaia, manga, banana, abacate, laranja e outras frutas.

Estende a vida verde e amarela da banana, proporcionando potencial para embarque de frutas mais maduras.

Proporciona potencial para embarque de frutas tropicais precoces, com substituição do transporte aéreo por marítimo, levando frutas de qualidade consistente aos consumidores.

Testemunha SmartFresh™



Manga "Tommy Atkins"

Ação de SmartFresh™ 13 dias após o tratamento e armazenamento a 20°C. RHQ, 2001.

Testemunha SmartFresh™



Abacate "Quintal"

Ação de SmartFresh™ 8 dias após o tratamento e armazenamento a 20°C. ESALQ/USP, 2000.

EFICÁCIA EM HORTALIÇAS

Estende o tempo de armazenagem, de transporte e de distribuição em melão, tomates e várias outras hortaliças.

Retarda o amolecimento e mantém a cor verde, a firmeza e o sabor em melões e outras cucurbitáceas.

Proporciona potencial para embarque de melões mais maduros, substituindo o transporte aéreo por marítimo.

Retarda o desenvolvimento da cor vermelha e amolecimento em tomates.



AgroFresh Inc. - Rohm and Haas Química Ltda.
Avenida Roque Petroni Júnior, 999 - 9 andar - São Paulo - SP CEP 04707-000
Tel.: 55 11 5185-9000 - Fax.: 55 11 5182-5110

Testemunha SmartFresh™



Mamão Papaia "Gold"

Ação de SmartFresh™ após 20 dias de armazenamento a 10°C. ENCAPER - SC, 2000.

Testemunha SmartFresh™



Abacate "Hass"

Ação de SmartFresh™ 17 dias após tratamento. Universidade de Michoacan - México, 2001.

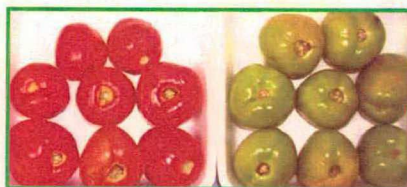
Testemunha SmartFresh™



Banana "Prata"

Ação de SmartFresh™ 7 dias após a aplicação. EMBRAPA, 2001.

Testemunha SmartFresh™



Tomate "Santa Clara"

Ação de SmartFresh™ 7 dias após a aplicação. EMBRAPA, 2000.

Testemunha SmartFresh™



Melão "Hy-Mark"

Ação de SmartFresh™ 14 dias de armazenagem a 5°C mais 9 dias a 25°C. EMBRAPA, 2001.


Atuação Responsável
A Public Commitment