

UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA – UDESC
CENTRO DE CIÊNCIAS AGROVETERINÁRIAS – CAV
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE MESTRADO EM PRODUÇÃO VEGETAL

MARCELO JOSÉ VIEIRA
Engenheiro Agrônomo

AUMENTO DA CONSERVAÇÃO DE KIWI PELO USO DE
ATMOSFERA CONTROLADA E 1-METILCICLOPROPENO

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do Grau de Mestre no Curso de Mestrado em Produção Vegetal da Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC.

Orientador: Cassandro V.T. do Amarante, Ph.D.

Co-Orientadores: Luiz Carlos Argenta, Dr.

Cristiano André Steffens, Dr.

LAGES – SC

2008

Ficha catalográfica elaborada pela Bibliotecária

Renata Weingärtner Rosa – CRB 228/14ª Região
(Biblioteca Setorial do CAV/UDESC)

Vieira, Marcelo José.

Aumento da conservação de kiwi pelo uso de atmosfera controlada e 1-metilciclopropeno. / Marcelo José Vieira. – Lages, 2008.

47p.

Dissertação (mestrado) – Centro de Ciências Agroveterinárias / UDESC.

1.Kiwi. 2. Fisiologia pós-colheita.3.Refrigeração. 4.Etileno.
5.Plantas-Respiração. I.Título.

CDD – 634.6

MARCELO JOSÉ VIEIRA
Engenheiro Agrônomo

**AUMENTO DA CONSERVAÇÃO DE KIWI PELO USO DE
ATMOSFERA CONTROLADA E 1-METILCICLOPROPENO**

Dissertação apresentada como requisito parcial para a obtenção do Grau de Mestre no Curso de Mestrado em Produção Vegetal da Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC.

Aprovado em: 19/12/2008

Homologado em:

Pela banca examinadora:

Por:

CASSANDRO VIDAL TALAMINI
do AMARANTE, Ph.D.
Orientador – CAV/UDESC

RICARDO TREZZI CASA, Dr.
Coordenador Técnico do Curso de
Mestrado em Produção Vegetal

LUIZ CARLOS ARGENTA, Dr.
Orientador – EPAGRI

RICARDO TREZZI CASA, Dr.
Coordenador do Programa de Pós-
Graduação em Ciências Agrárias

CRISTIANO ANDRÉ STEFFENS, Dr.
Co-Orientador - CAV/UDESC

ADIL KNACKFUSS VAZ, Ph.D.
Diretor Geral do Centro de Ciências
Agroveterinárias - UDESC

AGRADECIMENTOS

A Universidade do Estado de Santa Catarina e a comissão do Programa de Pós Graduação em Agronomia pela oportunidade de realizar o curso.

Ao meu pai Zamilton (*in memoriam*), minha querida mãe Maria e meu irmão Marcos que com carinho, simplicidade e sabedoria ensinaram-me as lições da vida e da honestidade.

A minha esposa Amanda pelo constante carinho e incentivo na realização do curso. Ao meu filho Henrique que apesar de pequenininho já ocupa um grande espaço na nossa família.

Ao Professor Cassandro Vidal Talamini do Amarante pela orientação, paciência e sabedoria.

Ao Professor Cristiano André Steffens pela amizade e grande contribuição na revisão do trabalho.

Ao pesquisador e amigo Luiz Carlos Argenta pela oportunidade, incentivo e confiança durante o desenvolvimento dos trabalhos e pela contribuição na minha formação profissional.

A todos os professores dedicados ao Curso de Pós Graduação em Agronomia, em especial o Professor Jefferson Meireles Coimbra.

Aos amigos do Laboratório de Fisiologia e Tecnologia Pós-Colheita da Epagri
– Estação Experimental de Caçador, pela convivência, paciência e dedicação na
execução dos trabalhos.

RESUMO

O presente estudo teve por objetivo determinar os efeitos da atmosfera controlada (AC) com catalisador de etileno e do inibidor da ação do etileno 1-MCP, sobre a conservação da qualidade pós-colheita de kiwi (*Actinidia deliciosa*), cultivares Bruno, Monty e Hayward. Kiwis 'Bruno', 'Monty' e 'Hayward' foram colhidos em abril de 2003 e 2004 em Fraiburgo, SC. Após a colheita, parte dos frutos foi tratada com $1,0 \mu\text{L.L}^{-1}$ de 1-MCP e, então, armazenados em condições de atmosfera do ar (AA; $0,0 \pm 0,5^\circ\text{C}$ e UR $90 \pm 3\%$) ou atmosfera controlada (AC; 2,0kPa de O_2 + 4,5kPa de CO_2 / $0^\circ\text{C} \pm 0,5^\circ\text{C}$ e UR $92 \pm 3\%$, com a presença de catalisador de etileno). Frutos foram analisados na colheita e periodicamente durante armazenagem. As avaliações foram realizadas após 30, 60, 90 e 120 dias de armazenagem sob AA e 60, 90, 120 e 150 dias de armazenagem sob AC, com catalisador de etileno, mais um e sete dias a 23°C . Os frutos foram analisados quanto à firmeza da polpa, teor de sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), taxa de produção de etileno, taxa respiratória e incidência de distúrbios fisiológicos. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado. Os dados foram submetidos à análise da variância e as diferenças entre tratamentos determinadas por teste de separação de médias de Fischer ($p < 0,05$). Os benefícios do tratamento com 1-MCP sobre a conservação da qualidade foram observados tanto para frutos armazenados sob AA quanto sob AC (na presença de catalisador de etileno). De maneira geral, as respostas do 1-MCP foram influenciadas pela cultivar e período de armazenagem. O tratamento com 1-MCP retardou o aumento acentuado da taxa de produção de etileno e da taxa respiratória de kiwi após remoção de câmara fria em todas as cultivares. A redução da taxa de produção de etileno e da taxa respiratória pelo tratamento 1-MCP foi associada ao aumento da conservação da firmeza da polpa e da AT, e redução do desenvolvimento de distúrbios fisiológicos. O tratamento com 1-MCP não apresentou efeito significativo sobre o conteúdo de SS. Frutos armazenados sob AA apresentaram alto metabolismo resultando em baixo potencial de armazenagem, mesmo quando tratados com 1-MCP. Houve efeito aditivo do tratamento 1-MCP mais armazenagem sob AC com eliminação do etileno sobre a conservação dos frutos.

Palavras-chave: *Actinidia deliciosa*. Fisiologia pós-colheita. 1-MCP. Atmosfera controlada. Etileno. Respiração.

ABSTRACT

This research was carried out to study the effects of controlled atmosphere storage (CA, with ethylene scrubber) and the treatment with the inhibitor of ethylene action, 1-metilciclopropeno (1-MCP) on postharvest quality preservation of 'Bruno', 'Monty' and 'Hayward' kiwifruits (*Actinidia deliciosa*). Hayward, Bruno and Monty kiwifruits were harvested in April of 2003 and 2004, in Fraiburgo, SC. After harvest, fruits were treated with $1.0 \mu\text{L.L}^{-1}$ of 1-MCP or left untreated (control), and then stored under air (AA; $0.0 \pm 0.5^\circ\text{C}$ / $90 \pm 3\%$ RH) or CA ($2.0\text{kPa} + 4.5\text{kPa CO}_2$ / $0^\circ\text{C} \pm 0.5^\circ\text{C}$ and $92 \pm 3\%$ RH, with ethylene scrubber) conditions. Fruit were assessed at harvest and periodically during cold storage. Fruit left under AA were assessed after 30, 60, 90 and 120 days, while fruit left under CA were assessed after 60, 90, 120 and 150 days in cold storage, followed by seven days at 23°C . Fruits were analyzed in terms of flesh firmness, soluble solids content (SSC), titratable acidity (TA), ethylene production, respiration, and incidence of physiological disorders. The experiment followed a completely randomized design. The data were subjected to analysis of variance, and the least significant difference (LSD) between treatment means was assessed by Fischer's least significant difference test ($p < 0.05$). The benefits of treatment with 1-MCP on fruit postharvest quality preservation were observed on both, AA and AC (with ethylene scrubber) storage. The response to 1-MCP treatment was affected by cultivar and storage duration. The treatment with 1-MCP delayed the increase in ethylene production and respiration after removal from cold storage in all cultivars. The reduction of ethylene and respiration by 1-MCP delayed flesh firmness and TA loss, and reduced the development physiological disorders. The treatment with 1-MCP had no effect on SSC. Fruits stored in air showed a high metabolism, resulting in low storage potential, even when treated with 1-MCP. There was an additive effect of treatment with 1-MCP and CA storage with ethylene scrubbing on fruit postharvest preservation.

Keywords: *Actinidia deliciosa*. Postharvest physiology. 1-MCP. Controlled atmosphere. Ethylene. Respiration.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 – Taxa de produção de etileno em kiwi cv. Bruno durante sete dias a 23°C, após 60, 90 e 120 dias de armazenagem sob atmosfera do ar (AA) e atmosfera controlada (AC).....22
- Figura 2 – Taxa de produção de etileno em kiwi cv. Monty durante sete dias a 23°C, após 60, 90 e 120 dias de armazenagem sob atmosfera do ar (AA) e atmosfera controlada (AC).....23
- Figura 3 - Taxa de produção de etileno em kiwi cv. Hayward durante sete dias a 23°C, após 60, 90 e 120 dias de armazenagem sob atmosfera do ar (AA) e atmosfera controlada (AC).....24
- Figura 4 – Taxa respiratória em kiwi cv. Bruno durante sete dias a 23°C, após 60, 90 e 120 dias de armazenagem sob atmosfera do ar (AA) e atmosfera controlada (AC).....25
- Figura 5 – Taxa respiratória em kiwi cv. Monty durante sete dias a 23°C, após 60, 90 e 120 dias de armazenagem sob atmosfera do ar (AA) e atmosfera controlada (AC).....26
- Figura 6 - Taxa respiratória em kiwi cv. Hayward durante sete dias a 23°C, após 60, 90 e 120 dias de armazenagem sob atmosfera do ar (AA) e atmosfera controlada (AC).....27
- Figura 7 - Firmeza da polpa (lb) em kiwis cvs. Bruno, Monty e Hayward na colheita e após 30, 60, 90, 120 e 150 dias de armazenagem sob atmosfera do ar (AA) e atmosfera controlada (AC), mais um e sete dias de prateleira a 23°C.....31
- Figura 8 - Acidez titulável (%) em kiwis cvs. Bruno, Monty e Hayward na colheita e após 30, 60, 90, 120 e 150 dias de armazenagem sob atmosfera do ar

(AA) e atmosfera controlada (AC), mais um e sete dias de prateleira a 23°C.....	34
Figura 9 - Sólidos Solúveis (%) em kiwis cvs. Bruno, Monty e Hayward na colheita e após 30, 60, 90, 120 e 150 dias de armazenagem sob atmosfera do ar (AA) e atmosfera controlada (AC), mais um e sete dias de prateleira a 23°C.....	35
Figura 10 - Distúrbio fisiológico pericarpo translúcido	36
Figura 11 - Distúrbio fisiológico pericarpo senescente	38

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 - Incidência (1 – ausência; 2 – presença) de pericarpo translúcido em kiwis cvs. Bruno, Monty e Hayward após 30, 60, 90, 120 e 150 dias de armazenagem sob atmosfera do ar (AA) e atmosfera controlada (AC), mais um e sete dias de prateleira a 23°C..... 38
- Tabela 2 - Incidência (1 – ausência; 2 – presença) de senescência em kiwis cvs. Bruno, Monty e Hayward após 30, 60, 90, 120 e 150 dias de armazenagem sob atmosfera do ar (AA) e atmosfera controlada (AC), mais um e sete dias de prateleira a 23°C..... 39

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 MATERIAL E MÉTODOS	16
2.1 COLHEITA DOS FRUTOS	16
2.2 GERAÇÃO, APLICAÇÃO E MEDIDAS DA CONCENTRAÇÃO DE 1-MCP	16
2.3 CONDIÇÕES DE ARMAZENAGEM.....	17
2.4 ANÁLISE DOS FRUTOS.....	17
2.5 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E ANÁLISE ESTATÍSTICA	18
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
4 CONCLUSÕES	41
5 REFERÊNCIAS	42

1 INTRODUÇÃO

O kiwi ou quivi é uma espécie pertencente à ordem Theales, família Actinidiaceae, cujo gênero *Actinidia* possui mais de 53 espécies. *Actinidia deliciosa* [(A. Chev.) C.F.Liang et A.R.Ferguson var. *deliciosa*] é a espécie de maior importância (LARUE, 1994).

O kiwi é originário do sudeste da Ásia, das regiões montanhosas do sul da China (entre 300 e 1.400m de altitude), onde a planta crescia em estado selvagem e era explorada extrativamente até 1900 (FERGUSON e BOLLARD, 1990). Em 1900, o kiwi foi coletado na forma silvestre e levado para a Nova Zelândia, onde foram selecionadas as melhores plantas para formação do primeiro cultivo comercial. Estudos desenvolvidos por vários anos mostraram que as cultivares Abbot, Allison, Bruno, Monty e Hayward apresentaram melhores atributos e possibilidades para produção em escala comercial (MANOLOPOULOU e PAPADOPOULOU, 1998). A produção de kiwi em escala comercial na Nova Zelândia começou em 1930, quando os frutos produzidos foram vendidos no mercado local (FERGUSON e BOLLARD, 1990).

Apesar do kiwi ter sido introduzido na Nova Zelândia no início do século passado, apenas 50 anos após a sua introdução iniciaram-se os primeiros trabalhos de armazenagem, realizados por PADFIELD e BAILEY (1952). Durante os anos 70, houve intenso estudo referente às condições ideais de temperatura, umidade relativa e concentração de etileno durante a armazenagem (HARRIS e McDONALD 1975; REID e HARRIS 1977; McDONALD e SNOWBALL, 1982).

A primeira exportação de frutos a partir da Nova Zelândia ocorreu em 1953, sendo realizada para a Austrália e o Reino Unido. O sucesso na comercialização local e exportação difundiram o fruto para Europa, América do Norte, e, mais recentemente, para América do Sul, proporcionando o aumento da área plantada (EMBRAPA, 1991). Em 1965, a área mundial cultivada era de aproximadamente 100 ha (SCHROEDER e FLETCHER, 1967) aumentando para 1.000 ha em 1975 e 19.629 ha em 1985 (McKENDREY e SALE 1985). Atualmente, os principais

produtores mundiais de kiwi são em ordem decrescente a Itália, Nova Zelândia e Chile (SCHUCK, 2008).

No Brasil, as primeiras plantas de kiwi foram introduzidas no ano de 1970, mas, só a partir de 1985, começou a ser comercializado (KASTER, 1994). O crescente interesse dos produtores ocorreu em função dos bons preços alcançados pelo fruto, alto potencial produtivo, baixo custo de produção (SCHUCK, 1992) e boa aceitação no mercado consumidor devido o sabor agradável e altos teores de vitamina C, potássio, cálcio, ferro, fósforo e aminoácidos (BRACKMANN et al., 1995; SOUZA et al., 1996).

No Brasil, os plantios de kiwi concentram-se nos estados do Rio Grande do Sul, Paraná e Santa Catarina, com destaque para as cultivares Bruno e Monty (SOUZA et al., 1996; SCHUCK, 2008). Em Santa Catarina, na safra 2006/07, havia cerca de 80 produtores de kiwi, com uma área cultivada de 152 ha e produção de 1.789 toneladas, sendo estimado para a safra 2007/08 aumento para 84 produtores, em uma área cultivada de 155,3 ha e produção de 2.100 toneladas (SCHUCK, comunicação pessoal).

Na produção brasileira predominam basicamente as cultivares Abbot, Allison, Bruno, Monty e Hayward. A cultivar de maior interesse e mais difundida mundialmente é a cultivar Hayward, por apresentar frutos com melhor qualidade e maior potencial de armazenamento em relação às cultivares Abbot, Allison, Monty e Bruno (COTTER et al., 1991; MANOLOPOULOU e PAPADOPOULOU, 1998; SCHUCK, 2008).

As cultivares Abbot e Allison apresentam frutos de tamanho médio e formato oblongo, revestidos por uma densa camada de pêlos longos; a cultivar Bruno apresenta frutos de tamanho médio, formato cilíndrico e alongado coberto por pêlos denso, curtos e cheios de cerdas; a cultivar Monty apresenta frutos de tamanho médio a grande, formato oblongo e cobertos por uma densa camada de pêlos longos; a cultivar Hayward apresenta frutos grandes, de formato oval e densamente cobertos por pêlos finos e sedosos (BLISS et al., 1994; SCHUCK, 2008).

Independente da cultivar, kiwis são frutos climatéricos (ARPAIA et al., 1994; CRISOSTO et al., 1999), caracterizando-se por apresentar aumento na produção de etileno, seguido de aumento na taxa respiratória (PARK et al., 2006). De maneira geral, frutos climatéricos caracterizam-se pelo gradual aumento da sensibilidade ao etileno durante o seu desenvolvimento, e pelo aumento da produção de etileno

durante a maturação (YANG, 1985). O hormônio etileno regula vários aspectos fisiológicos nos vegetais dentre eles a maturação e senescência de frutos (TAIZ e ZEIGER, 2006).

A via de síntese do etileno foi determinada em 1979 por Adams e Yang. O precursor primário do etileno é o aminoácido metionina, tendo como intermediário o S-adenosilmetionina (SAM) e como precursor imediato o ácido 1-carboxílico-1-aminociclopropano (ACC). A enzima ACC sintase catalisa a reação de formação do ACC a partir do SAM, e a enzima ACC oxidase catalisa a conversão de ACC em etileno (TAIZ e ZAIGER, 2006).

Como no caso de outros hormônios, o etileno parece se ligar a um receptor (proteína) ocasionando uma série de sinais químicos que levam a mudança do padrão de expressão gênica. Ocorre a transcrição de novos mRNAs, que retornam ao citoplasma onde são traduzidos em proteínas (enzimas), as quais provocam grande variedade de respostas fisiológicas, que no conjunto promovem o amadurecimento dos frutos (BLEECKER, 1999 revisado por ARGENTA et al., 2000).

A sensibilidade de frutos a ação do etileno varia com a espécie, concentração e o tempo de exposição. O kiwi tem sido considerado umas das espécies cujos frutos apresentam a maior sensibilidade ao etileno (ARPAIA et al., 1994; CRISOSTO et al., 2000). A presença de etileno em baixas concentrações na atmosfera de armazenagem é suficiente para induzir o amadurecimento dos frutos (ARPAIA et al., 1994). Diversos trabalhos desenvolvidos por ARPAIA e colaboradores na década de 80 demonstraram que concentrações de etileno em torno de 20 nL.L^{-1} seriam suficientes para acelerar a maturação de kiwi armazenado sob baixa temperatura e em atmosfera controlada. Contudo, pesquisas mais recentes sugerem que concentrações menores de 10 nL.L^{-1} de etileno no ambiente de armazenagem são suficientes para rápido amolecimento dos frutos (ARPAIA et al., 1994; MITCHELL, 1990). As principais conseqüências do etileno no ambiente de armazenamento estão relacionadas a perda de firmeza de polpa e a rápida senescência dos frutos (ARPAIA et al., 1994), reduzindo assim o período de conservação.

A firmeza da polpa é o atributo mais usado para definir a qualidade pós-colheita de kiwi (BONGHI, 1996). Fatores como temperatura de armazenagem, concentração de etileno, composição da atmosfera e índice de maturação afetam a conservação de kiwi (ARPAIA et al., 1987). O amolecimento da polpa ocorre rapidamente durante os primeiros meses de armazenagem (CRISOSTO e GARNER,

2001), coincidindo com a conversão do amido em açúcares solúveis (McRAE et al., 1992; ARPAIA, 1994) e aumento na atividade de enzimas que causam mudanças nos componentes da parede celular (ARPAIA et al., 1987; BONGHI et al., 1996).

No armazenamento refrigerado convencional (atmosfera do ar; AA), onde são controladas temperatura e a umidade relativa das câmaras, o elevado metabolismo dos frutos conduz a um rápido amadurecimento (MAZARO et al., 2000) limitando o período de conservação dos frutos em três meses, dependendo da cultivar (BONGHI, 1996).

Considerando que o etileno tem papel crítico sobre o amadurecimento e a conservação pós-colheita de kiwi, várias estratégias têm sido adotadas visando inibir a síntese e/ou ação deste hormônio. Isto pode ser obtido aliando o uso de baixas temperaturas ao controle dos gases da atmosfera de armazenagem. A atmosfera controlada (AC) envolve o monitoramento e o controle das concentrações de oxigênio (O_2) e gás carbônico (CO_2), além da temperatura e umidade relativa (ARGENTA, 2002). A diminuição da concentração de O_2 na atmosfera de armazenagem reduz a síntese de etileno assim como o metabolismo respiratório, enquanto o aumento da concentração de CO_2 reduz a atividade respiratória e inibe a ação do etileno por competição ao sítio receptor do etileno (WILLS et al., 1998).

A armazenagem em AC constitui-se em uma alternativa para prolongar o período de conservação sem perdas excessivas da qualidade, como ocorrem quando frutos são armazenados em frio convencional (MAZARO, 2000). A condição de AC tem sido utilizada com sucesso para aumentar a conservação pós-colheita de frutos climatéricos como maçã (ARGENTA et al., 1994; BRACKMANN et al., 2001) e kiwi (McDONALD & HARMAN., 1982; ARPAIA et al., 1986; BRACKMANN et al., 1995). O uso de AC com 2,0kPa de O_2 e 5,0kPa CO_2 pode estender o período de conservação de kiwi em mais de seis meses (ARPAIA et al., 1986).

Para o sucesso durante a armazenagem de kiwi em AA ou AC deve-se evitar expor os frutos ao etileno, mesmo que a exposição ocorra por poucos minutos (ARPAIA, 1994). A remoção do etileno é altamente recomendada para armazenagem de kiwi por longo período (CRISOSTO e GARNER, 2001), podendo ser obtida com a utilização de agentes oxidantes do etileno, como o permanganato de potássio ($KMnO_4$) (WILLS et al., 1998).

Vários inibidores da ação do etileno, como tiosulfato de prata (CAMERON e REID, 1981), 2,5-norbadieno (SISLER e PIAN, 1973) e diazociclopentadieno (DACP)

são antagonistas efetivos no controle das respostas ao etileno. Entretanto, os riscos de contaminação do meio ambiente e/ou toxidez têm restringido o uso desses compostos (SISLER e BLANKENSHIP, 1993).

Recentemente foi descoberto que o 1-metilciclopropeno (1-MCP) interfere na habilidade dos frutos em responderem ao etileno por ligar-se de forma irreversível ao sítio receptor do etileno (BLANKENSHIP e DOLE, 2003). Atualmente o 1-MCP é amplamente usado comercialmente em câmaras de armazenagem de maçã, especialmente para melhorar a conservação da firmeza da polpa e retardar o desenvolvimento de distúrbios fisiológicos associados à ação do etileno (ARGENTA, 2007).

O presente estudo teve por objetivo determinar o efeito da atmosfera controlada e do inibidor da ação do etileno 1-MCP sobre a conservação pós-colheita de kiwis cultivares Bruno, Monty e Hayward.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 COLHEITA E SELEÇÃO DOS FRUTOS

Dois experimentos foram conduzidos com kiwis (*Actinidia deliciosa*), cultivares Bruno, Monty e Hayward. Os frutos foram colhidos em pomar comercial pertencente à Empresa Fischer Fraiburgo Agrícola LTDA, localizada no município de Fraiburgo, SC, em abril de 2003 e 2004. Após a colheita, para cada cultivar e ano de produção, foram selecionados frutos de tamanho médio e sem defeitos os quais foram, posteriormente, homogeneizados e separados aleatoriamente em quatro grupos para formação das amostras experimentais. No Experimento 1, frutos tratados com 1-MCP e frutos controle foram armazenados sob atmosfera do ar (AA), enquanto no Experimento 2, frutos tratados com 1-MCP e frutos controle foram armazenados sob atmosfera controlada (AC) na presença de catalisador de etileno.

2.2 GERAÇÃO, APLICAÇÃO E MEDIDAS DA CONCENTRAÇÃO DE 1-MCP

Os frutos de cada cultivar e ano de produção foram resfriados a 2°C logo após a colheita. Parte dos frutos foi tratado com 1,0 $\mu\text{L.L}^{-1}$ de 1-MCP, em câmara hermética de 1 m³, durante 24h, enquanto outra parte dos frutos permaneceu sem receber o produto, sob as mesmas condições, correspondendo ao tratamento controle. O tratamento com 1-MCP ocorreu sete dias após a colheita, exceto para cultivar Monty na safra 2003, quando os frutos foram tratados com 1-MCP um dia após a colheita. O gás 1-MCP foi gerado misturando-se SmartFresh™ (3,3% de 1-MCP, Rohm and Haas Química Ltda.) e água a 25°C, num frasco de 500 mL, conectado a câmara de tratamento. O gás 1-MCP foi bombeado para a câmara de tratamento num sistema fechado, durante 15min (tempo necessário para atingir a concentração de interesse). A concentração de 1-MCP durante o tratamento foi

determinada por cromatografia gasosa (ARGENTA et al., 2003), usando-se gás 1-MCP (AgroFresh Inc., PA, EUA) como padrão.

2.3 CONDIÇÕES DE ARMAZENAGEM

Para cada cultivar e ano de produção, os frutos de cada um dos tratamentos foram armazenados em câmaras comerciais pertencentes à Empresa Fischer Fraiburgo Agrícola LTDA, localizada no município de Fraiburgo, SC, em condições de AA ($0,0 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e UR $90 \pm 3\%$) e AC ($2,0\text{kPa}$ de O_2 + $4,5\text{kPa}$ de CO_2 / $0^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ e UR $92 \pm 3\%$, com a presença de catalisador de etileno). O estabelecimento da AC ocorreu um dia após a aplicação do 1-MCP. Em ambas as condições de armazenagem (AA e AC), a temperatura do ambiente de armazenamento foi monitorada em intervalo de seis horas com auxílio de um termômetro de mercúrio, enquanto a umidade relativa foi analisada semanalmente com auxílio de psicrômetro. O monitoramento e controle da concentração de gases durante armazenagem em AC foram realizados diariamente com auxílio de analisadores eletrônicos de fluxo contínuo. A manutenção da concentração de O_2 durante armazenagem foi realizada automaticamente pela injeção de ar atmosférico enquanto a concentração de CO_2 foi mantida por meio da absorção com carvão ativado. Periodicamente amostras de ar foram coletadas para determinar a concentração de etileno no ambiente de armazenagem, a qual variou de 20 a 50 nL.L^{-1} quando os frutos foram armazenado sob AC na presença de catalisador de etileno, e de 100 a 200 nL.L^{-1} durante armazenagem sob AA.

2.4 ANÁLISE DOS FRUTOS

As avaliações da qualidade dos frutos foram determinadas na colheita e, periodicamente, durante o período de armazenamento. Para frutos armazenados sob AA, as avaliações foram realizadas após 30, 60, 90 e 120 dias de armazenamento refrigerado, mais um e sete dias a 23°C . No caso dos tratamentos armazenados sob AC, na presença de catalisador de etileno, as avaliações foram realizadas após 60, 90, 120 e 150 dias de armazenamento refrigerado, mais um e sete dias a 23°C . Durante o período de prateleira (sete dias a 23°C) os frutos ficaram expostos a $1,0 \mu\text{L.L}^{-1}$ de etileno.

Os frutos dos diferentes tratamentos foram analisados quanto à firmeza da polpa, teor de sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), taxa respiratória, taxa de produção de etileno e distúrbios fisiológicos.

A análise da firmeza da polpa foi realizada em um lado da superfície de cada fruto, onde previamente foi removida a epiderme, pela utilização de um penetrômetro com ponteira de 8 mm de diâmetro (Guss, África do Sul). O conteúdo de SS foi determinado com auxílio de um refratômetro digital com compensação automática da temperatura (Atago, Tóquio). A AT foi determinada com auxílio de um titulador automático (Radiometer, Lyon, França) por meio da titulação de 2 ml de suco, diluídos em 20 ml de água, utilizando-se solução de hidróxido de sódio 0,1N até pH 8,1. Para análise de incidência de pericarpo translúcido e pericarpo senescente, foram realizados cortes na secção transversal de cada fruto atribuindo-se notas (1 – ausência; 2 – presença). As avaliações da taxa de produção de etileno e taxa respiratória foram realizadas diariamente, após a armazenagem, apenas durante a safra 2003. Amostras de frutos foram colocados em jarras de 4L, supridas com ar comprimido, livre de etileno, com fluxo de $100 \text{ mL} \cdot \text{min}^{-1}$, e mantidas a 23°C . As concentrações de etileno e CO_2 no ar efluente foram determinadas por cromatografia gasosa conforme descrito por ARGENTA et al. (2003).

2.5 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E ANÁLISE ESTATÍSTICA

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado. Para as análises de firmeza da polpa e distúrbios fisiológicos foram utilizadas 40 repetições (cada repetição correspondendo a um fruto), sendo 20 repetições analisadas após a remoção do armazenamento refrigerado e 20 repetições analisadas após sete dias de prateleira a 23°C . Para determinação de AT e SS foram utilizadas quatro repetições de cinco frutos, sendo o suco extraído da secção equatorial dos frutos. Para determinação da taxa de produção de etileno e taxa respiratória foram utilizadas três repetições, constituídas de 6 a 7 frutos.

Os dados foram analisados utilizando o programa SAS (SAS Institute, Inc., 2002). Os efeitos de tratamento e período de armazenagem foram analisados pelo procedimento ANOVA, e a separação das médias dos tratamentos pelo teste de Fisher ($p < 0,05$).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na safra 2003, no momento do tratamento com 1-MCP, kiwis 'Bruno', 'Monty' e 'Hayward' apresentaram, respectivamente, firmeza da polpa de 15,0; 12,6 e 15,9 lb e conteúdo de SS de 8,3; 7,1 e 9,0°Brix. Na safra 2004, para essa mesmas cultivares, os valores de firmeza da polpa foram de 14,2; 11,9 e 14,5 lb, e conteúdo de SS de 8,7; 8,3 e 9,0°Brix.

De maneira geral, o tratamento com 1-MCP retardou o aumento acentuado da taxa de produção de etileno (Figuras 1, 2 e 3) e da taxa respiratória de kiwis durante o período de prateleira após remoção de câmara fria (Figuras 4, 5 e 6). Esses resultados evidenciam o efeito do tratamento 1-MCP sobre o controle do amadurecimento de kiwis. No entanto, os efeitos do 1-MCP sobre a inibição da taxa de produção de etileno e da taxa respiratória foram influenciadas pela cultivar, atmosfera e período de armazenagem.

Para a cultivar Bruno, o aumento da taxa de produção de etileno após armazenagem sob AC na presença de catalisador de etileno foi menor em frutos tratados com 1-MCP em relação aos frutos controle. O aumento significativo da taxa de produção de etileno em frutos controle ocorreu após 90 e 120 dias de armazenagem a 0°C mais quatro dias a 23°C. A máxima taxa de produção de etileno foi observada em frutos controle após 90 dias de armazenagem a 0°C mais cinco dias a 23°C, e 120 dias de armazenagem a 0°C mais seis dias a 23°C (Figura 1).

Durante armazenagem sob AA, frutos controle apresentaram após 60, 90 e 120 dias a 0°C, baixa taxa de produção de etileno durante os sete dias a 23°C, enquanto frutos tratados com 1-MCP apresentaram aumento da taxa de produção de etileno após 90 dias de armazenagem a 0°C mais quatro dias a 23°C, e após 120 dias de armazenagem a 0°C mais cinco dias a 23°C. Contudo, não houve diferença significativa dos frutos tratados com 1-MCP em relação ao controle. A máxima taxa de produção de etileno foi observada em frutos tratados com 1-MCP, após 90 e 120 dias de armazenagem 0°C mais sete dias a 23°C (Figura 1).

Frutos da cultivar Monty, tratados com 1-MCP e armazenado sob AC na presença de catalisador de etileno, apresentaram taxa de produção de etileno inferior a frutos controle após 60 dias de armazenagem a 0°C mais seis dias a 23°C e superior ao frutos controle após 90 dias de armazenagem mais seis dias a 23°C. Contudo, não houve diferença significativa entre os tratamentos. Entretanto, após 120 dias de armazenagem sob AC na presença de catalisador de etileno mais cinco dias a 23°C, frutos tratados com 1-MCP exibiram taxa de produção de etileno significativamente inferior a observada em frutos controle (Figura 2). Durante armazenagem sob AA, frutos controle apresentaram baixa taxa de produção de etileno durante todo o período experimental. Entretanto, frutos tratado com 1-MCP apresentaram aumento significativo da taxa de produção de etileno após 90 e 120 dias de armazenagem a 0°C mais quatro dias a 23°C. A máxima taxa de produção de etileno foi observada em frutos tratados com 1-MCP, após 90 e 120 dias de armazenagem 0°C mais sete dias a 23°C (Figura 2).

A baixa capacidade de produção de etileno de frutos controle após curto período de armazenagem sob AA para as cultivares Bruno e Monty (Figuras 1 e 2) pode ser atribuído ao estágio avançado de amadurecimento dos frutos, indicado pelos baixos valores de firmeza da polpa (Figura 7), alto índice de frutos com pericarpo translúcido (Tabela 1) e, especialmente, pelo desenvolvimento de pericarpo senescente (Tabela 2). Segundo BRECHT e KADER (1984), o desenvolvimento de senescência em razão da ação do etileno pode danificar o sistema enzimático responsável pela conversão do ACC em etileno. A redução da capacidade de produção de etileno durante armazenagem sob baixas temperatura também pode estar associada ao desenvolvimento de dano de frio ou a interação dano de frio e desenvolvimento de senescência (BRECHT e KADER, 1984; DONG et al., 2002). Como não foi observado sintoma visual de dano de frio, a baixa produção de etileno deve ser resultado do estágio avançado de amadurecimento.

O efeito do 1-MCP sobre a redução da taxa de produção de etileno em frutos da cultivar Hayward foi observado durante armazenagem sob AC, na presença de catalisador de etileno, após 90 dias a 0°C mais seis dias a 23°C, e após 120 dias a 0°C mais seis dias a 23°C. A máxima taxa de produção de etileno foi observada em frutos controle após 90 e 120 dias de armazenagem a 0°C mais sete dias a 23°C (Figura 3).

Houve redução da taxa de produção de etileno em frutos tratados com 1-MCP e armazenados sob AA. Os benefícios do 1-MCP foram observados após 60 e 90 dias de armazenagem a 0°C mais seis dias a 23°C, e após 120 dias de armazenagem mais cinco dias a 23°C. A máxima taxa de produção de etileno foi observada em frutos controle após 120 dias de armazenagem a 0°C mais sete dias a 23°C (Figura 3).

Frutos controle das cultivares Bruno e Monty exibiram taxa respiratória significativamente superior quando comparado com frutos tratados com 1-MCP, durante armazenagem sob AA, após 90 dias a 0°C mais quatro dias a 23°C, e durante todo período de prateleira após 120 dias a 0°C. Para a cultivar Bruno não houve efeito consistente do tratamento com 1-MCP sobre a redução da taxa respiratória para frutos armazenados sob AC, na presença de catalisador de etileno. No entanto, frutos da cultivar Monty apresentaram taxa respiratória inferior a frutos controle após 120 dias de armazenagem a 0°C mais cinco dias a 23°C (Figuras 4 e 5).

A baixa taxa de produção de etileno em frutos controle armazenados sob AA, em associação ao desenvolvimento de senescência, sugere que o aumento acentuado da taxa respiratória de frutos da cultivar Bruno após 90 e 120 dias de armazenagem a 0°C, e da cultivar Monty após 120 dias a 0°C, ocorreu devido à ativação do metabolismo fermentativo, resultando em frutos com aroma desagradável (Figuras 4 e 5).

Não houve benefício do tratamento 1-MCP em frutos da cultivar Hayward frutos armazenados sob AC, na presença de catalisador de etileno, durante todo período experimental. Quando armazenados sob AA, o tratamento 1-MCP não diferiu de frutos controle após 60 e 90 dias de armazenagem a 0°C. Entretanto, após 120 dias de armazenagem a 0°C, frutos tratados com 1-MCP exibiram taxa respiratória significativamente menor em relação a frutos controle (Figura 6).

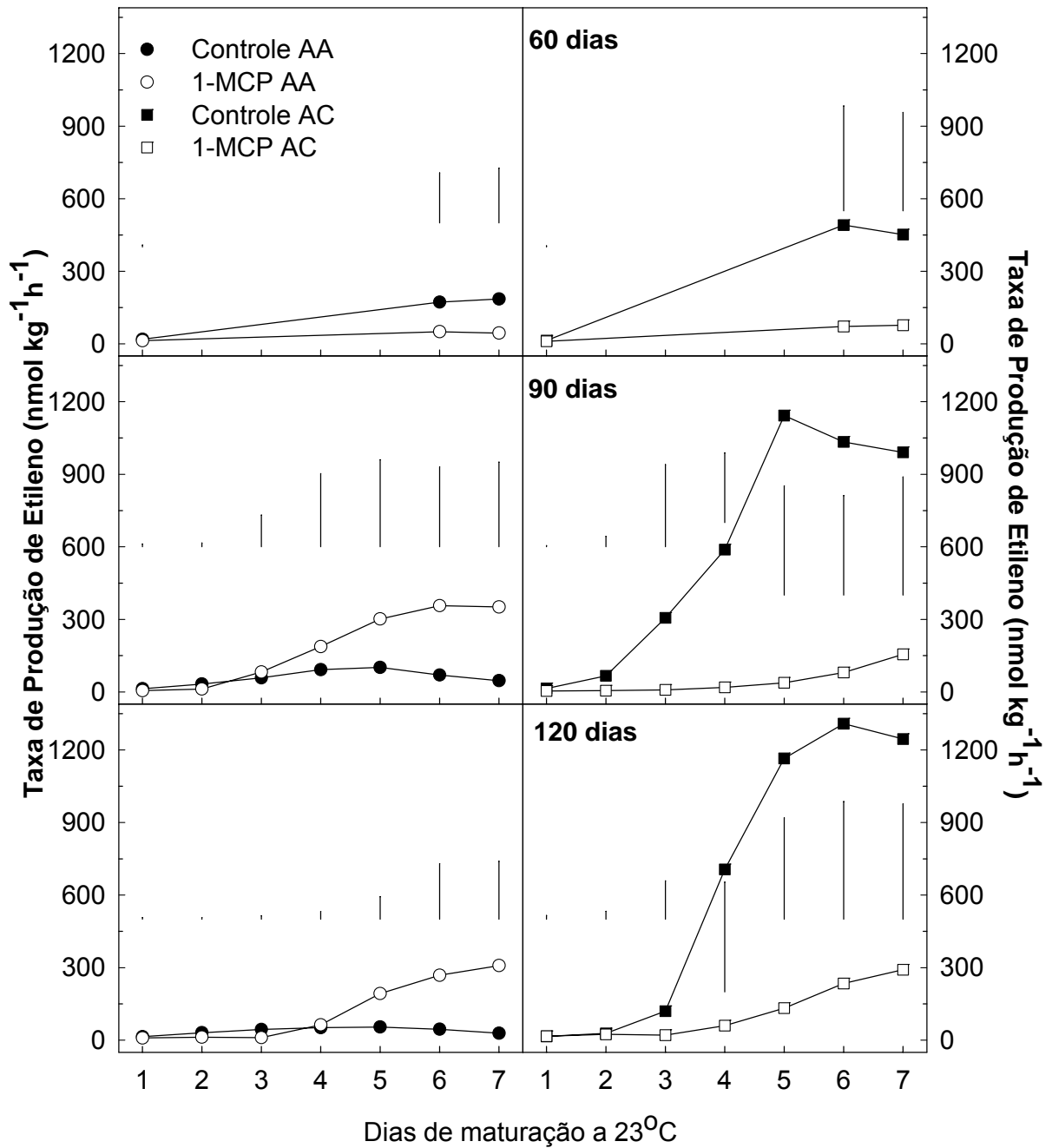


Figura 1 - Taxas de produção de etileno em kiwis cv. Bruno durante sete dias a 23°C, após 60, 90 e 120 dias de armazenagem sob atmosfera do ar (AA) e atmosfera controlada (AC). As barras verticais no interior de cada gráfico representam as diferenças mínimas significativas entre tratamentos, calculadas pelo teste de Fischer ($p < 0,05$). Ano de 2003.

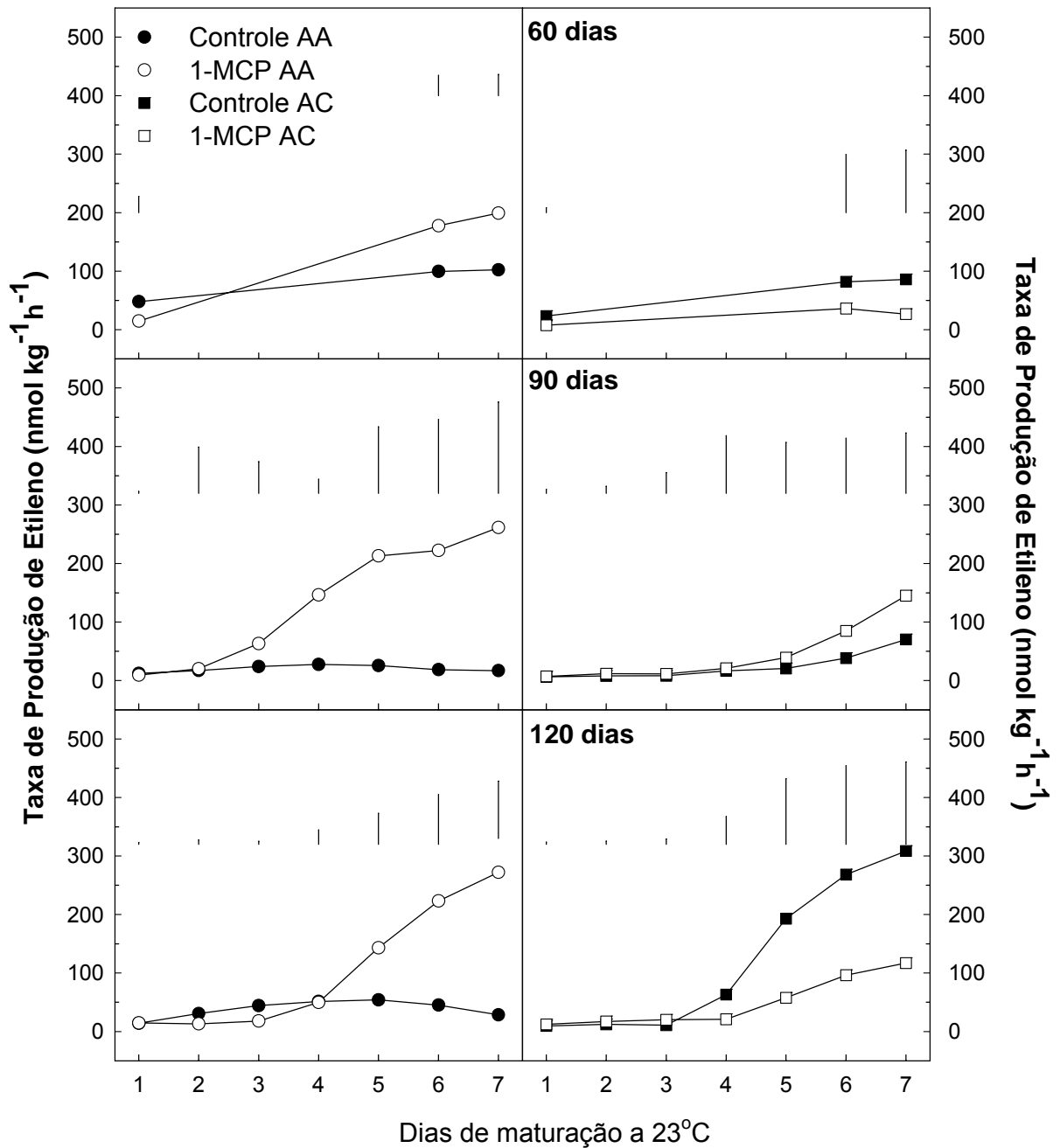


Figura 2 - Taxas de produção de etileno em kiwis cv. Monty durante sete dias a 23°C, após 60, 90 e 120 dias de armazenagem sob atmosfera do ar (AA) e atmosfera controlada (AC). As barras verticais no interior de cada gráfico representam as diferenças mínimas significativas entre tratamentos, calculadas pelo teste de Fischer ($p < 0,05$). Ano de 2003.

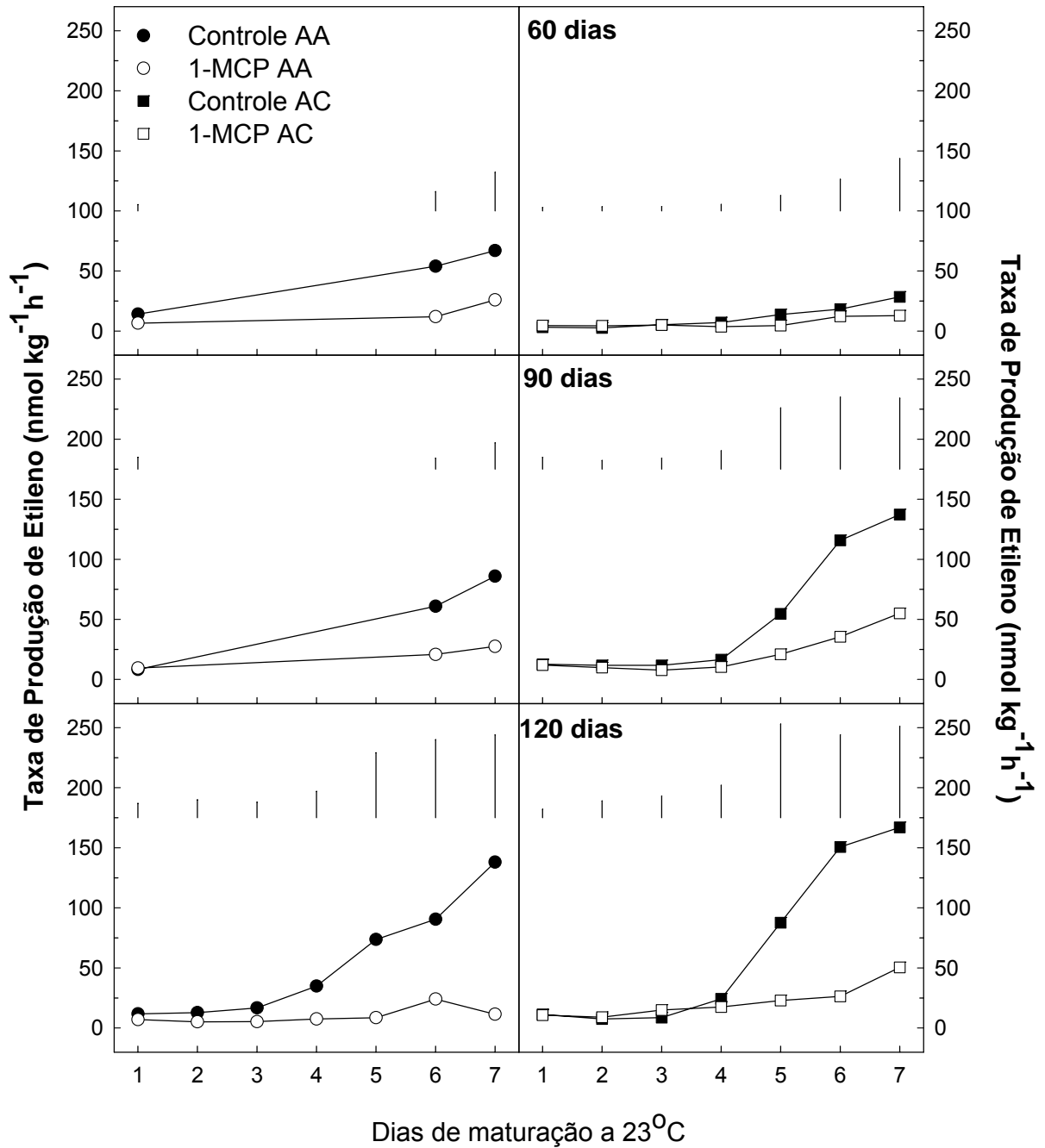


Figura 3 - Taxas de produção de etileno em kiwis cv. Hayward durante sete dias a 23°C, após 60, 90 e 120 dias de armazenagem sob atmosfera do ar (AA) e atmosfera controlada (AC). As barras verticais no interior de cada gráfico representam as diferenças mínimas significativas entre tratamentos, calculadas pelo teste de Fischer ($p < 0,05$). Ano de 2003.

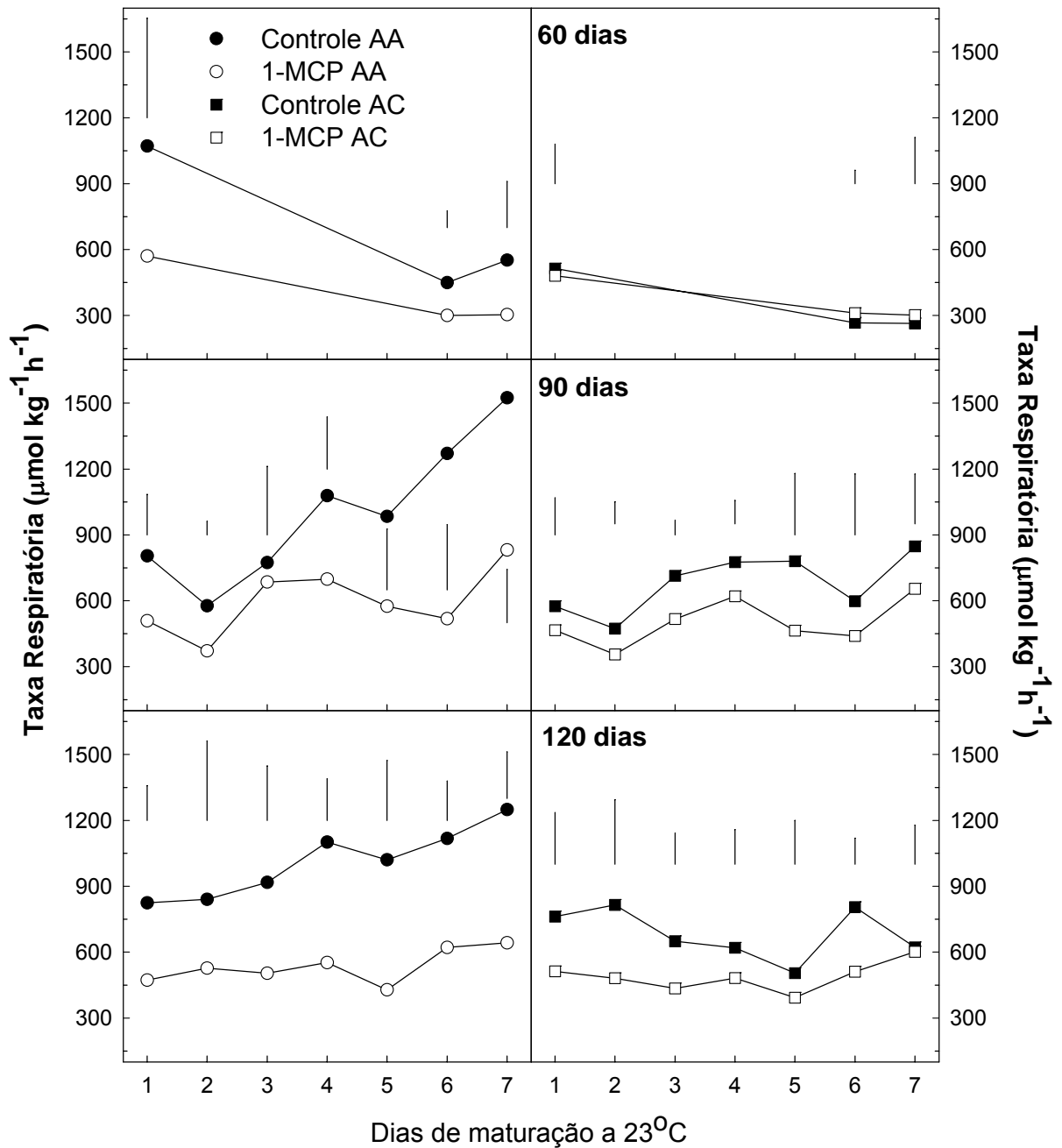


Figura 4 - Taxas respiratórias em kiwis cv. Bruno durante sete dias a 23°C, após 60, 90 e 120 dias de armazenagem sob atmosfera do ar (AA) e atmosfera controlada (AC). As barras verticais no interior de cada gráfico representam as diferenças mínimas significativas entre tratamentos, calculadas pelo teste de Fischer ($p < 0,05$). Ano de 2003.

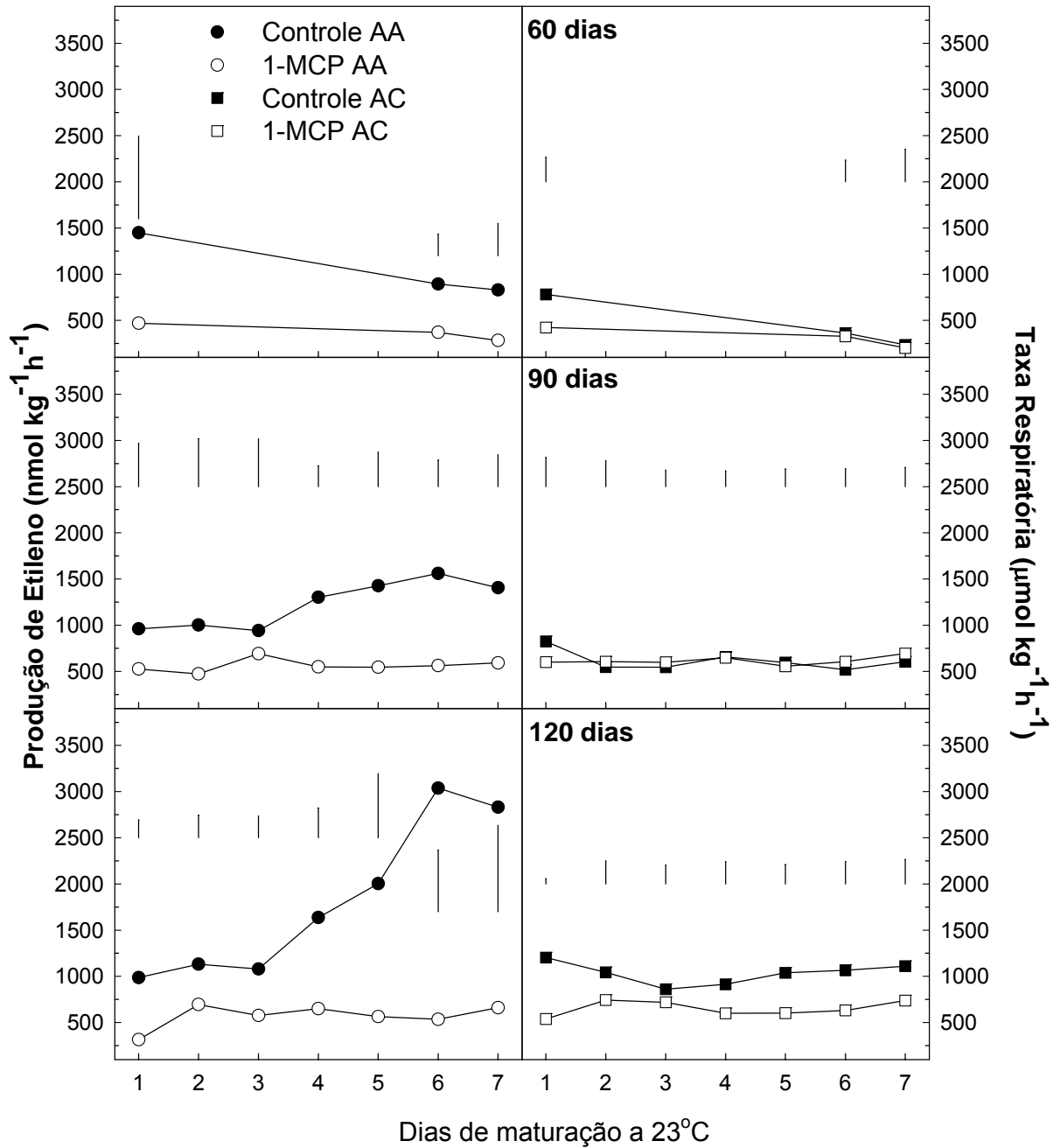


Figura 5 - Taxas respiratórias em kiwis cv. Monty durante sete dias a 23°C, após 60, 90 e 120 dias de armazenagem sob atmosfera do ar (AA) e atmosfera controlada (AC). As barras verticais no interior de cada gráfico representam as diferenças mínimas significativas entre tratamentos, calculadas pelo teste de Fischer ($p < 0,05$). Ano de 2003.

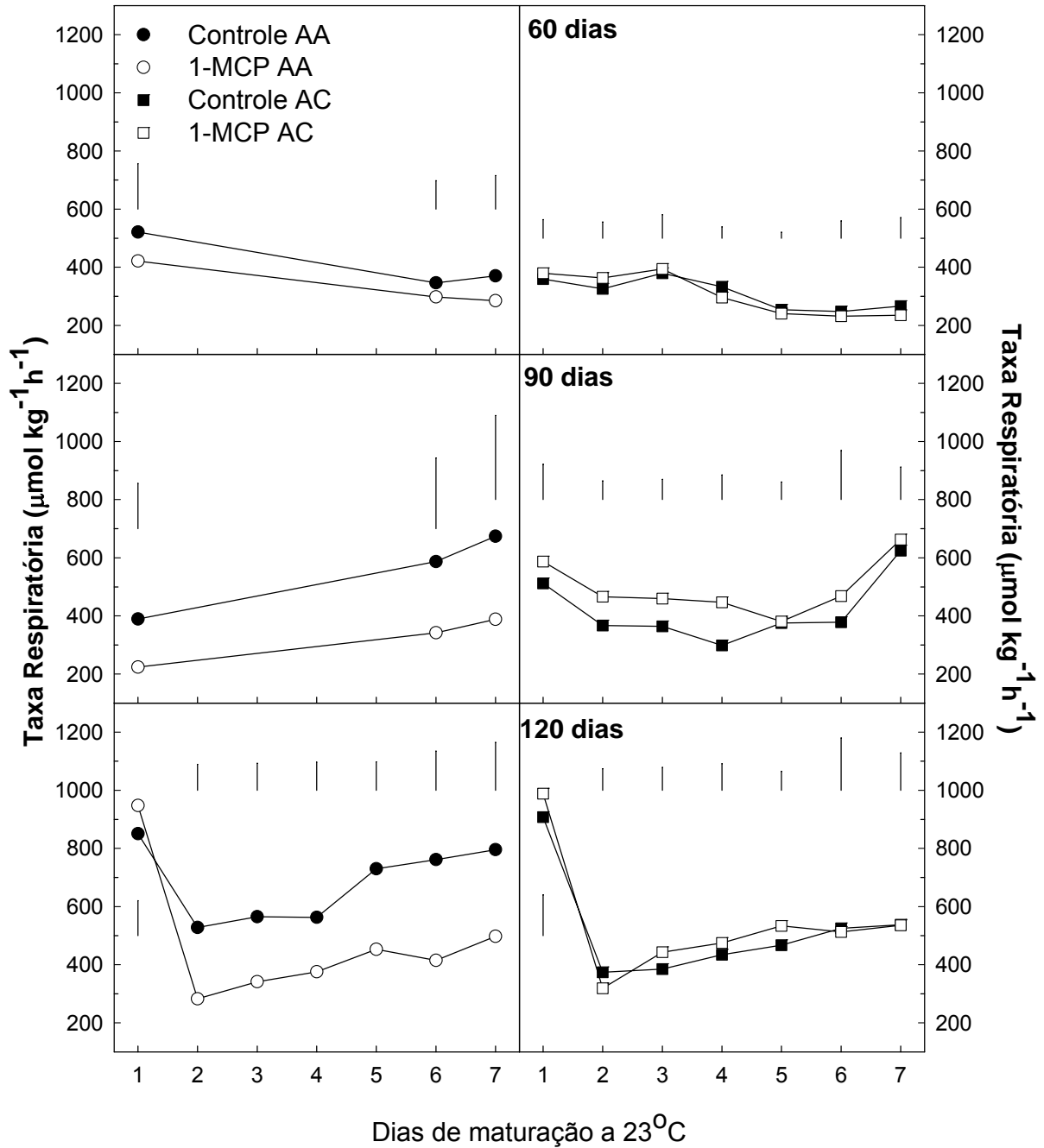


Figura 6 - Taxas respiratórias em kiwis cv. Hayward durante sete dias a 23°C, após 60, 90 e 120 dias de armazenagem sob atmosfera do ar (AA) e atmosfera controlada (AC). As barras verticais no interior de cada gráfico representam as diferenças mínimas significativas entre tratamentos, calculadas pelo teste de Fischer ($p < 0,05$). Ano de 2003.

Os principais indicadores do fim da vida pós-colheita de kiwis estão ligados ao amolecimento da polpa a níveis críticos inferiores a 4 lb, e ao desenvolvimento de podridões e/ou distúrbios fisiológicos durante armazenagem. No entanto, para o consumo, os frutos devem apresentar firmeza da polpa entre 1,5 e 2,0 lb (ARPAIA et al., 1994, CRISOSTO et al., 1999).

De maneira geral, a redução da produção de etileno e respiração pelo tratamento 1-MCP foi associada ao aumento da conservação da firmeza da polpa e AT (Figuras 7 e 8). Entretanto, não houve efeito significativo do tratamento 1-MCP sobre o conteúdo de SS (Figura 8).

Independente do ano de produção, cultivar e do tratamento com 1-MCP, a redução da firmeza de polpa ocorreu rapidamente após 30 e 60 dias de armazenagem, em frutos sob AA e AC, respectivamente, especialmente durante os sete dias a 23°C (Figura 7). Resultado semelhante de perda da firmeza da polpa foi observado por MANOLOPOULOU e PAPADOPOULOU (1997), nas cultivares Bruno, Monty e Hayward, após seis semanas de armazenagem sob AC.

As taxas de perda da firmeza de kiwis 'Bruno', 'Monty' e 'Hayward' armazenados em AC foram de 66, 47 e 31% após sete dias a 23°C, respectivamente, para o tratamento controle, e 46, 28 e 25%, respectivamente, para o tratamento com 1-MCP. Esses resultados evidenciam o efeito aditivo do tratamento com 1-MCP sobre o retardamento do amolecimento dos frutos durante armazenagem sob AC com catalisador de etileno. Após 30 dias de armazenagem sob AA a 0°C mais sete dias a 23°C, a taxa de perda da firmeza da polpa em kiwis 'Bruno', 'Monty' e 'Hayward' foram de 98,0, 96,6 e 92,6% em frutos não tratados com 1-MCP e 82, 82 e 73% quando tratados com 1-MCP, respectivamente. Esses resultados evidenciam a rápida perda da firmeza da polpa de kiwis armazenados sob AA em relação aquela de frutos armazenados sob AC, mesmo quando tratados com 1-MCP. Isto está relacionado em parte a alta taxa respiratória dos frutos armazenados sob AA, em relação a frutos armazenados sob AC (Figuras 4, 5 e 6). Isto também decorre da presença de etileno em concentrações acima de 200 nL.L⁻¹ sob AA, enquanto, sob AC, com catalisador de etileno, a concentração de etileno no ambiente de armazenagem manteve-se inferior a 50 nL.L⁻¹ durante todo o período experimental. Resultados semelhantes foram observados por BRACKMANN et al. (1995), quando kiwis 'Monty', 'Abbot', 'Bruno' e 'Hayward', mantidos sob AA, amadureceram rapidamente após 72 dias de armazenagem na presença de etileno.

As taxas de redução da firmeza da polpa de frutos tratados com 1-MCP foram semelhantes à de frutos controle a partir de 60 dias de armazenagem sob AC e 30 dias de armazenagem sob AA, mais sete dias a 23°C. No entanto, frutos tratados com 1-MCP e armazenados sob AA e AC mantiveram-se com firmeza da polpa significativamente superior aquela de frutos controle durante todo o período de armazenagem e prateleira a 23°C. Exceção ocorreu para frutos da cultivar Monty após 120 dias de armazenagem sob AA ou AC, quando não foi observado diferença entre os tratamentos, possivelmente devido ao estado avançado de amadurecimento dos frutos e/ou do prolongamento do período de armazenagem (Figura 7). Estes resultados coincidem com os observados por CRISOSTO e GARNER (2001), quando kiwis 'Hayward' tratados com 1-MCP e armazenados sob AA exibiram firmeza da polpa semelhante a frutos controle após quatro semanas de armazenagem. O fato do 1-MCP efetivamente retardar a perda de firmeza apenas nas primeiras semanas de armazenagem sugere que a possível inibição da ação do etileno pelo 1-MCP em kiwis é brevemente superada pela síntese de novos receptores para o etileno. Após este período, as diferenças entre frutos tratados com 1-MCP e frutos controle, refletem a manutenção de firmeza da polpa durante o período em que o produto esteve ativo.

Neste estudo, observou-se que frutos controle das cultivares Bruno e Monty já apresentavam firmeza próxima a 2 lb (firmeza dos frutos destinada ao consumo) após 30 dias de armazenagem sob AA mais um dia a 23°C e, após sete dias a 23°C, os frutos apresentavam firmeza próximo do limite crítico de 1,5 lb, indicando tempo extremamente reduzido de armazenagem, processamento e comercialização dos frutos. Para cultivar Hayward, após um dia à 23°C, os frutos apresentavam firmeza ideal para processamento, e firmeza da polpa adequada ao consumo após sete dias a 23°C (Figura 7).

Durante armazenagem sob AC, kiwis 'Bruno', 'Monty' e 'Hayward' apresentaram firmeza superior a 1,5 lb após 120 dias de armazenagem a 0°C, mais sete dias a 23°C. Contudo, não foi observado efeito significativo do tratamento com 1-MCP em frutos da cultivar Monty, após 120 e 150 dias de armazenagem a 0°C ou 23°C, embora mantiveram firmeza da polpa sensivelmente superior a frutos controle (Figura 7). A taxa de redução linear da firmeza da polpa observada neste estudo em frutos da cultivar Monty difere do comportamento observado por ARPAIA et al. (1994) e MITCHELL et al. (2000). Segundo estes autores, kiwis apresentam queda

acentuada da firmeza da polpa durante os primeiros dois meses de armazenagem sob AC, e retorno da queda da firmeza da polpa após longo período de armazenagem, coincidindo com os resultados observados neste estudo para cultivar Bruno e Hayward (Figura 7).

Considerando o limite crítico de 1,5lb para consumo, o tratamento 1-MCP aumentou o potencial de armazenamento sob AA em 30, 60 e 90 dias para frutos da cultivares Monty, Bruno e Hayward, respectivamente. Quando armazenados sob AC, o tratamento com 1-MCP aumentou o potencial de armazenagem dos frutos em 60 dias para as cultivares Bruno, Monty e Hayward. Independente da cultivar, a máxima conservação da firmeza ocorreu em frutos armazenados sob AC com catalisador de etileno, em combinação com o tratamento 1-MCP (Figura 7).

Entre os eventos relacionados à perda da firmeza da polpa em kiwis, destacam-se a degradação do amido em SS (ARPAIA et al, 1987), degradação de componentes da parede celular (REDGWELL et al., 1992) e decréscimo no potencial osmótico (HARKER e HALLET, 1994). Entretanto, a relação entre firmeza da polpa, potencial osmótico e turgor celular ainda precisa ser elucidada (BONGUI et al., 1996).

Segundo (FAN et al., 1995), a maturação é marcada pelo decréscimo na quantidade de amido e aumento no conteúdo de açúcares solúveis. Neste estudo, observou-se que a redução da firmeza da polpa ocorreu nos primeiros meses de armazenagem sob AA ou AC, coincidindo com o aumento acentuado da conversão do amido em açúcares solúveis (Figura 9) confirmando resultados verificados por CRISOSTO e GARNER (2001). Segundo ARPAIA et al. (1987), frutos armazenados em AC mantém o conteúdo de amido de 2 a 4 vezes superior em relação àqueles armazenados em AA. Esses autores sugerem que a conversão do amido em SS é a principal via para amolecimento de frutos nos estágios iniciais de redução da firmeza. BONGUI et al. (1996) observaram que a atividade da enzima α -amilase em kiwis é maior logo após a colheita, declinando simultaneamente com o aumento na perda de firmeza dos frutos, e que o aumento na atividade de enzimas de degradação de componentes da parede celular só é considerado o principal evento no amolecimento dos frutos nos estágios avançado de armazenamento.

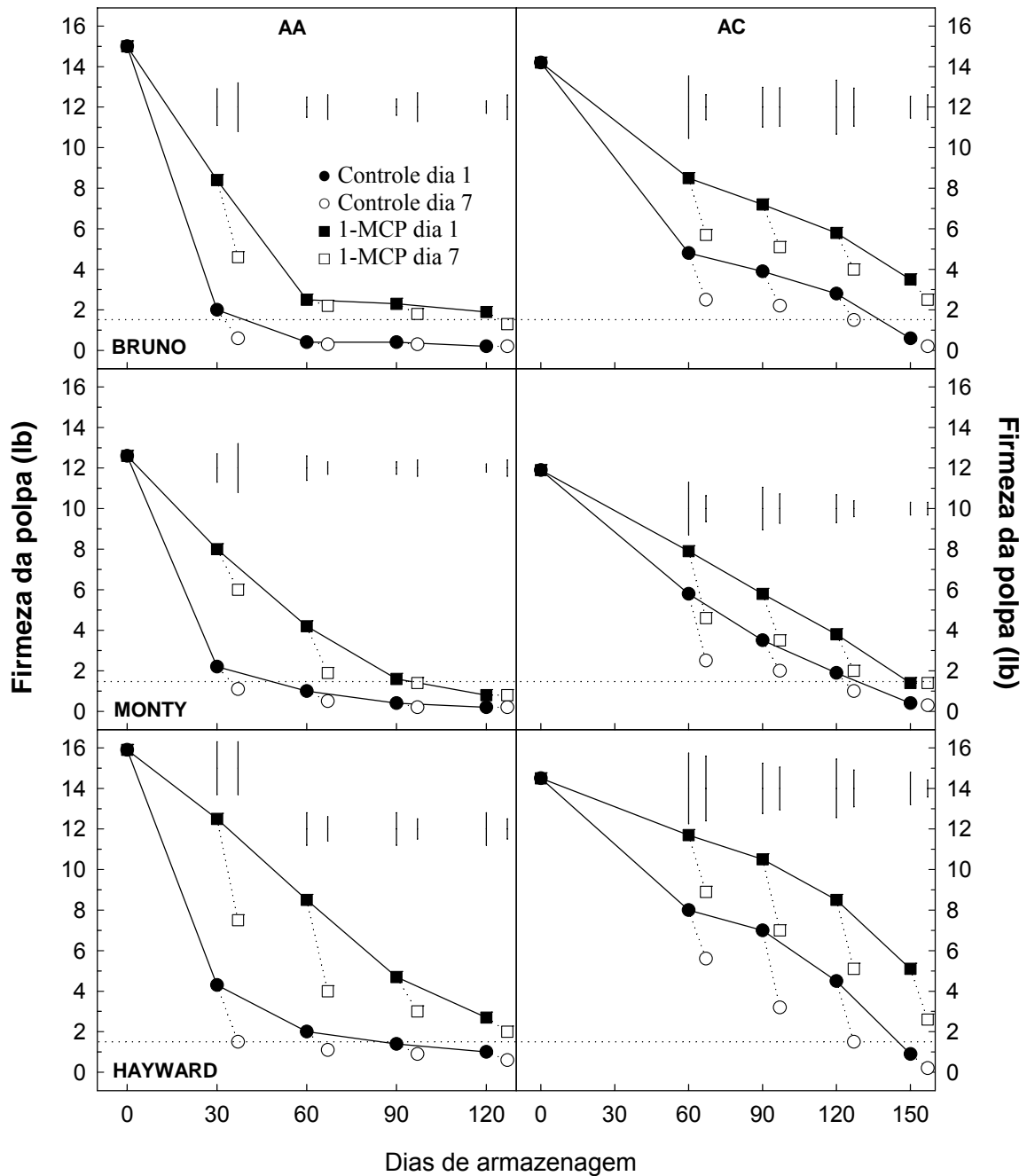


Figura 7 - Firmeza da polpa (lb) em kiwis cvs. Bruno, Monty e Hayward, após 0, 30, 60, 90, 120 e 150 dias de armazenagem sob atmosfera do ar (AA) e atmosfera controlada (AC), mais um e sete dias de prateleira a 23°C. As barras verticais no interior de cada gráfico representam as diferenças mínimas significativas entre tratamentos, calculadas pelo teste de Fischer ($p < 0,05$). Linha pontilhada indica limite crítico de firmeza de polpa para o consumo de kiwi. Dados médios de 2003 e 2004.

Para consumo, frutos de kiwi devem apresentar AT inferior a 1,25% e conteúdo de SS superior a 14°Brix (ARPAIA et al., 1994). Frutos de kiwi apresentam um elevado conteúdo de ácidos. Os valores são próximos a 2% da massa fresca da polpa até os frutos atingirem a maturação, declinando lentamente após a colheita (MITCHELL, 1994).

De maneira geral, a maior manutenção da AT ocorreu em frutos tratados com 1-MCP e submetidos à armazenagem sob AC, para todas as cultivares. A exposição dos frutos sob condições de baixa temperatura, aliado ao uso de AC, com baixa pressão parcial de O₂ e alta pressão parcial de CO₂, reduziu a atividade respiratória dos frutos. O efeito adicional do tratamento 1-MCP resultou em frutos com maior conteúdo de ácidos (Figura 8). Vários estudos têm demonstrado o efeito positivo da aplicação de 1-MCP sobre a conservação da AT em kiwis 'Bruno' e 'Hayward' armazenados sob AA ou AC (WACLAWOVSKY et al., 2001; NEVES et al., 2003; BOQUETE et al., 2004).

Neste estudo, observou-se redução da AT durante armazenagem refrigerada e vida de prateleira para frutos de todas as cultivares, em ambos os experimentos (Figura 8). Para as cultivares Bruno e Monty, a máxima conservação da AT foi observada em frutos armazenados sob AC com catalisador de etileno após 60 e 90 dias, mais um ou sete dias a 23°C. Diferentemente dos resultados obtidos por WACLAWOVSKY et al. (2001), NEVES et al. (2003) e BOQUETE et al. (2004), neste estudo não houve efeito significativo do tratamento 1-MCP, quando associado à armazenagem sob AC com catalisador de etileno, na conservação da AT, assim como não houve benefício do 1-MCP sobre a redução da atividade respiratória (Figuras 4 e 5). Para a cultivar Hayward, durante armazenagem sob AC com catalisador de etileno, frutos tratados com 1-MCP mantiveram AT sensivelmente superior a frutos controle, após 90 e 120 dias de armazenagem a 0°C mais um e sete dias a 23°C. Contudo, não houve diferença significativa entre frutos tratados com 1-MCP e frutos controle. Exceção ocorreu após 150 dias armazenagem a 0°C mais um e sete dias a 23°C, quando frutos tratados com 1-MCP apresentaram AT significativamente superior a frutos controle (Figura 8).

Durante armazenagem sob AA, observou-se decréscimo linear da AT durante todo o período de armazenagem e prateleira em frutos da cultivar Bruno, ocorrendo benefício do tratamento 1-MCP sobre a manutenção da AT após 30 e 60 dias de armazenagem, mais sete dias a 23°C (Figura 8). NEVES et al. (2003) observaram

maior conteúdo de ácidos em kiwis 'Bruno' tratados com 1-MCP e armazenados sob AA. Após 90 e 120 dias de armazenagem mais um e sete dias a 23°C, as diferenças entre o conteúdo de ácidos de frutos controle e tratados com 1-MCP foram mínimas (Figura 8).

Considerando a AT próxima de 1,25% como ponto ideal para consumo de kiwis, frutos controle das cultivares Bruno, Monty e Hayward atingiram este percentual após 30 dias de armazenados sob AA mais sete dias a 23°C. Por outro lado, frutos tratados com 1-MCP, mantidos sob AA, atingiram este nível de acidez após 90, 60 e 30 dias para as cultivares Bruno, Monty e Hayward, respectivamente. Para frutos controle e tratados com 1-MCP armazenados sob AC, este nível de acidez foi alcançado após 150 dias a 0°C, mais sete dias a 23°C, para as cultivares Bruno e Hayward, e após 120 dias 0°C, mais sete dias a 23°C, para a cultivar Monty (Figura 8). Exceção ocorreu para frutos da cultivar Hayward, tratados com 1-MCP, os quais não atingiram o limite de AT para o consumo, mesmo após 150 dias de armazenagem a 0°C mais um ou sete dias a 23°C (Figura 8). Esses resultados indicam que frutos da cultivar Hayward tratados com 1-MCP e armazenados sob AC podem apresentar conteúdo de ácidos acima do adequado para o consumo, após 150 dias de armazenagem mais sete dias a 23°C. Neste caso, se faz necessário um maior período de armazenagem refrigerada ou de vida de prateleira.

O conteúdo de SS aumentou durante armazenagem sob AA e AC, não sendo observada diferença significativa entre frutos controle e tratados com 1-MCP (Figura 9). Os resultados obtidos neste estudo diferem dos observados por NEVES et al. (2003), os quais verificaram menor conteúdo de SS em kiwis 'Bruno' armazenados sob AA e tratados com 1-MCP. No entanto, os resultados coincidem com os observados por WACLAWOVSKY et al. (2001), os quais não observaram estes efeitos em kiwis 'Bruno' e 'Hayward'.

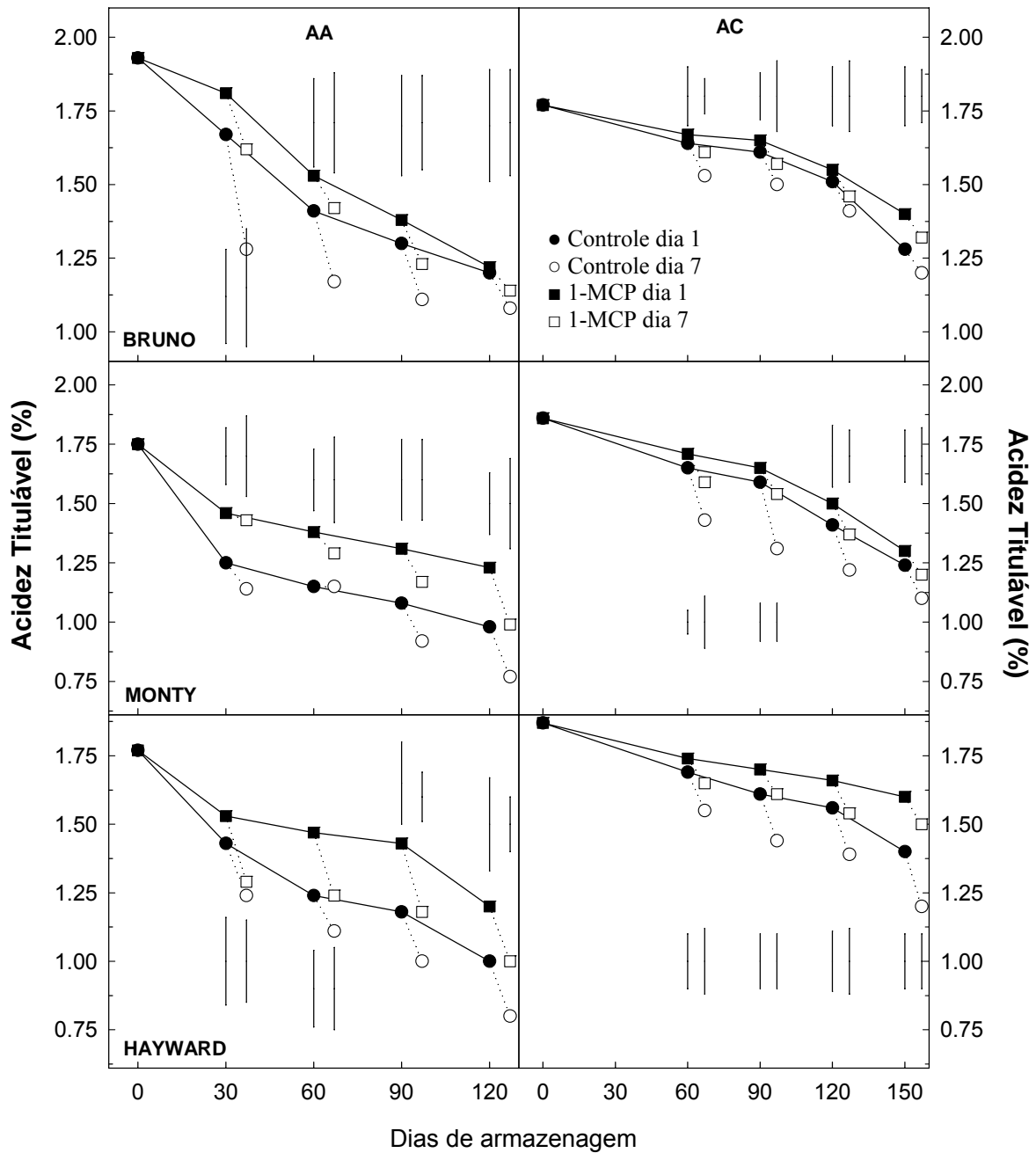


Figura 8 - Acidez titulável (%) em kiwis cvs. Bruno, Monty e Hayward, após 30, 60, 90 e 120 dias de armazenagem sob atmosfera do ar (AA), e após 60, 90, 120 e 150 dias de armazenagem sob atmosfera controlada (AC), mais sete dias de prateleira a 23°C. As barras verticais no interior de cada gráfico representam as diferenças mínimas significativas entre tratamentos, calculadas pelo teste de Fischer ($p < 0,05$). Dados médios de 2003 e 2004.

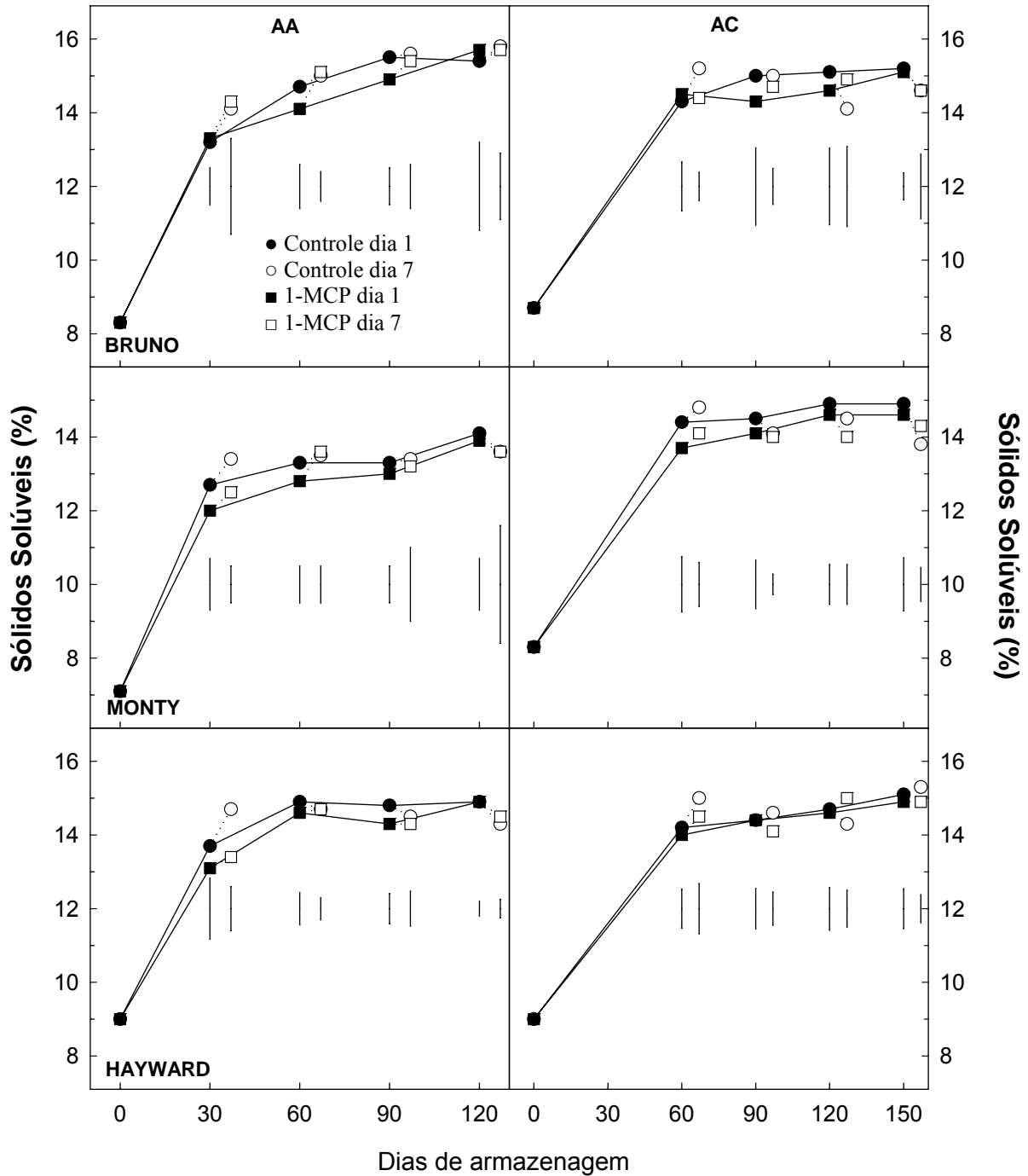


Figura 9 - Sólidos Solúveis (%) em kiwis cv. Bruno, Monty e Hayward, após 30, 60, 90 e 120 dias de armazenagem sob atmosfera do ar (AA), e após 60, 90, 120 e 150 dias de armazenagem sob atmosfera controlada (AC), mais sete dias de prateleira a 23°C. As barras verticais no interior de cada gráfico representam as diferenças mínimas significativas entre tratamentos, calculadas pelo teste de Fischer ($p < 0,05$). Dados médios de 2003 e 2004.

A aceleração do amolecimento de frutos durante armazenagem na presença de etileno pode levar ao desenvolvimento de distúrbios fisiológicos (ARPAIA et al., 1985). O desenvolvimento e a severidade de frutos com pericarpo translúcido ou senescente aumentam com a duração da armazenagem (ARPAIA et al., 1994).

Pericarpo translúcido é um distúrbio fisiológico caracterizado pelo desenvolvimento de áreas aquosas, com coloração verde escuro intenso, iniciando na parte mais externa do pericarpo do fruto, podendo, no entanto, estender-se por todo pericarpo nos estágios avançados (Figura 10).

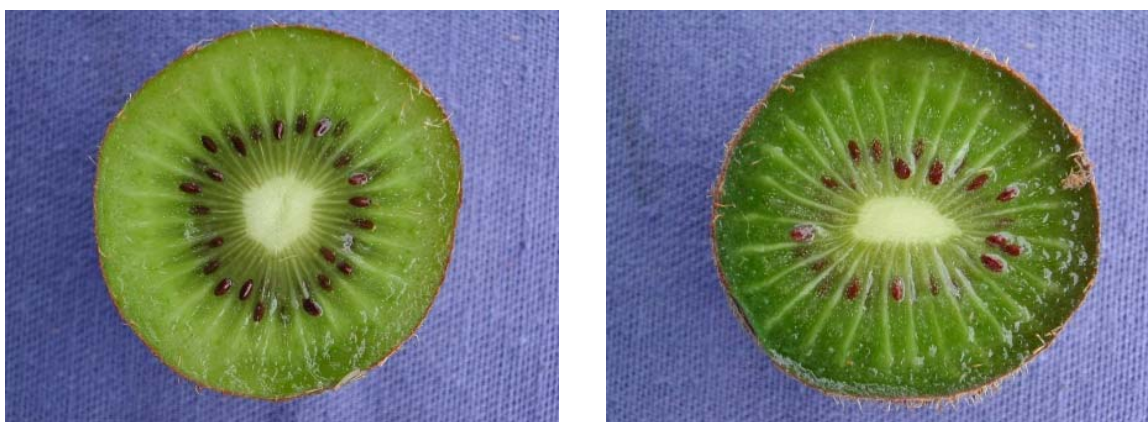


Figura 10 - Distúrbio fisiológico pericarpo translúcido. À esquerda fruto sem distúrbio e à direita fruto com avançado estágio de desenvolvimento do distúrbio.

O tratamento 1-MCP resultou em menor desenvolvimento de pericarpo translúcido em frutos armazenados sob AA e AC com catalisador de etileno. Contudo, o efeito do 1-MCP sobre a redução do distúrbio dependeu da cultivar, período de armazenagem e período de prateleira (Tabela 1).

Frutos das cultivares Bruno e Monty desenvolveram o distúrbio após 90 e 120 dias de armazenagem a 0°C, independente do tratamento com 1-MCP. A manifestação do distúrbio em frutos controle ocorreu após 30 dias de armazenagem sob AA mais sete dias a 23°C, sendo que após 60, 90 e 120 dias de armazenagem mais sete dias a 23°C, a totalidade dos frutos apresentaram o desenvolvimento do distúrbio. O tratamento 1-MCP preveniu o desenvolvimento do distúrbio nos dois primeiros meses de armazenagem sob AA para a cultivar Bruno, e no primeiro mês de armazenagem para a cultivar Monty, e apresentou incidência significativamente inferior a frutos controle sob as mesmas condições de armazenagem após 90 e 120

dias de armazenagem. Durante armazenagem sob AC, só foi observado o desenvolvimento do distúrbio após 150 dias de armazenagem, mais um ou sete dias a 23°C, para a cultivar Bruno, sendo que frutos tratados com 1-MCP apresentaram incidência do dano significativamente inferior quando comparado com frutos controle (Tabela 1). Para a cultivar Monty observou-se incidência de dano em frutos controle quanto em frutos tratados com 1-MCP, após 120 e 150 dias de armazenagem a 0°C mais um dia a 23°C, e após 60 dias de armazenagem a 0°C mais sete dias a 23°C (Tabela 1). Máximos benefícios sobre a redução do desenvolvimento de pericarpo translúcido para as cultivares Bruno e Monty foram observados em frutos tratados com 1-MCP e armazenados sob AC, com catalisador de etileno (Tabela 1). Estes resultados coincidem com os observados por ARPAIA et al. (1985), os quais atribuíram o desenvolvimento do distúrbio a presença de etileno durante armazenagem, especialmente quando armazenados sob AA. Desta forma, tratamentos que reduzam a síntese e a ação do etileno, como é o caso do tratamento com 1-MCP, o armazenamento em condições de AC e a remoção do etileno do ambiente de armazenagem, retardam o desenvolvimento do distúrbio.

Kiwis 'Hayward' não tratados com 1-MCP e armazenado sob AA apresentaram desenvolvimento de pericarpo translúcido após 90 e 120 dias de armazenagem, mais um e sete dias a 23°C. Frutos tratados com 1-MCP não desenvolveram o distúrbio em ambas as condições de armazenagem (Tabela 1). Máximos benefícios sobre a redução do desenvolvimento de pericarpo translúcido para cultivar Hayward foram observados em frutos tratados com 1-MCP e armazenados em AC com catalisador de etileno (Tabela 1).

A manifestação do pericarpo translúcido ocorre em uma etapa intermediária entre o amadurecimento (caracterizado por mudanças do sabor, aroma e textura, que tornam os frutos aceitáveis para o consumo) e o desenvolvimento de senescência. A senescência caracteriza-se pelo aumento da permeabilidade das membranas celulares, desidratação celular, amolecimento avançado dos tecidos e aumento da susceptibilidade dos tecidos a invasão por microrganismos (WILLS et al., 1998), culminando com a desorganização completa dos tecidos (Figura 11).

Independente do tratamento com 1-MCP, cultivar e atmosfera de armazenagem, kiwis não desenvolveram pericarpo senescente logo após remoção da câmara fria (um dia a 23°C) (Tabela 2). Durante armazenagem sob AA, observou-se aumento crescente no desenvolvimento de senescência em frutos controle, após

60 e 90 dias de armazenagem a 0°C mais sete dias a 23°C, para as cultivares Bruno e Monty, respectivamente.

Tabela 1 - Incidência de pericarpo translúcido (1 – ausência; 2 – presença) em kiwis, cvs. Bruno, Monty e Hayward, após 30, 60, 90, 120 e 150 dias de armazenagem a 0°C sob atmosfera do ar (AA) e atmosfera controlada (AC), mais sete dias de prateleira a 23°C. Os frutos foram tratados com 0,0 (controle) e 1,0 $\mu\text{L.L}^{-1}$ de 1-MCP.

Dias a 0°C	Atmosfera do ar (AA)				Atmosfera controlada (AC)			
	1 dia a 23°C		7 dias a 23°C		1 dia a 23°C		7 dias a 23°C	
	Controle	1-MCP	Controle	1-MCP	Controle	1-MCP	Controle	1-MCP
cultivar Bruno								
30	1,00 a	1,00 a	1,45 a	1,00 b	.	.	.	.
60	1,00 a	1,00 a	2,00 a	1,00 b	1,00 a	1,00 a	1,00 a	1,00 a
90	1,95 a	1,12 b	2,00 a	1,30 b	1,00 a	1,00 a	1,00 a	1,00 a
120	1,96 a	1,20 b	2,00 a	1,40 b	1,00 a	1,00 a	1,00 a	1,00 a
150	.	.	.	.	1,64 a	1,08 b	1,80 a	1,25 b
cultivar Monty								
30	1,00 a	1,00 a	1,00 a	1,00 a	.	.	.	.
60	1,00 a	1,00 a	1,35 a	1,15 b	1,00 a	1,00 a	1,30 a	1,05 b
90	2,00 a	1,60 b	1,90 a	1,55 b	1,00 a	1,00 a	1,35 a	1,10 b
120	2,00 a	1,80 b	2,00 a	1,71 b	1,19 a	1,20 a	1,32 a	1,11 b
150	.	.	.	.	1,22 a	1,18 a	1,46 a	1,24 b
cultivar Hayward								
30	1,00 a	1,00 a	1,00 a	1,00 a	.	.	.	.
60	1,00 a	1,00 a	1,05 a	1,00 a	1,00 a	1,00 a	1,00 a	1,00 a
90	1,26 a	1,05 b	1,20 a	1,00 a	1,00 a	1,00 a	1,05 a	1,00 a
120	1,31 a	1,12 b	1,37 a	1,00 a	1,00 a	1,00 a	1,00 a	1,00 a
150	.	.	.	.	1,11 a	1,00 a	1,00 a	1,07 a

Médias seguidas pela mesma letra, na horizontal, não diferem significativamente pelo teste de Fischer ($p < 0,05$). Dados médios 2003 e 2004.

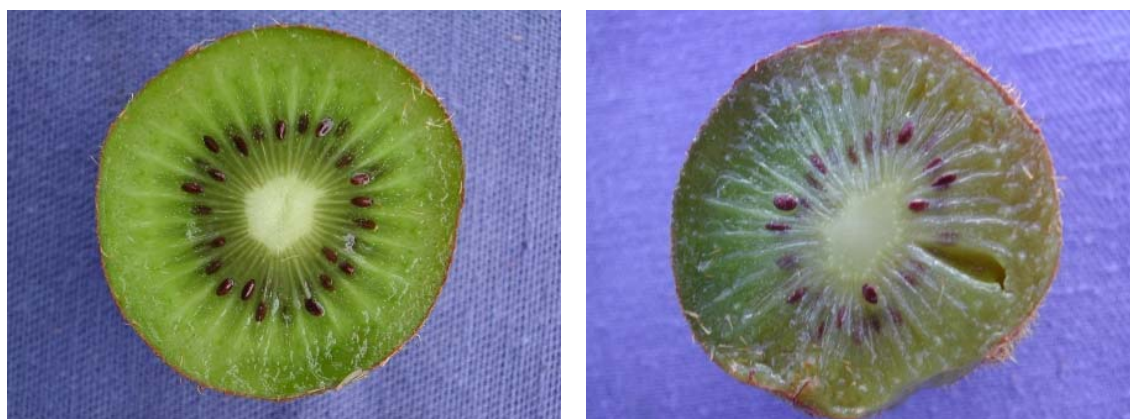


Figura 11 - Distúrbio fisiológico pericarpo senescente. À esquerda fruto sem distúrbio e à direita fruto com avançado estágio de desenvolvimento do distúrbio.

Frutos tratados com 1-MCP e armazenados sob AA ou sob AC, não manifestaram sintoma de senescência durante todo o período experimental. Contudo, frutos controle das cultivares Bruno e Monty armazenados em AC com catalisador de etileno, desenvolveram senescência após 150 dias de armazenagem a 0°C, mais sete dias a 23°C (Tabela 2).

Para a cultivar Hayward, apenas frutos controle armazenado em AA apresentaram desenvolvimento de pericarpo senescente nas análises realizadas com 90 e 120 dias de armazenagem, mais sete dias a 23°C. Porém, a incidência do distúrbio não diferiu significativamente de frutos tratados com 1-MCP (Tabela 2).

Tabela 2 - Incidência de senescência (1 – ausência; 2 – presença) em kiwis, cvs. Bruno, Monty e Hayward, após 30, 60, 90, 120 e 150 dias de armazenagem a 0°C sob atmosfera do ar (AA) e atmosfera controlada (AC), mais sete dias de prateleira a 23°C. Os frutos foram tratados com 0,0 (controle) e 1,0 $\mu\text{L.L}^{-1}$ de 1-MCP.

Dias a 0°C	Atmosfera do ar (AA)				Atmosfera controlada (AC)			
	1 dia a 23°C		7 dias a 23°C		1 dia a 23°C		7 dias a 23°C	
	Controle	1-MCP	Controle	1-MCP	Controle	1-MCP	Controle	1-MCP
cultivar Bruno								
30	1,00 a	1,00 a	1,00 a	1,00 a	.	.	.	.
60	1,00 a	1,00 a	1,20 a	1,00 a	1,00 a	1,00 a	1,00 a	1,00 a
90	1,00 a	1,00 a	1,42 a	1,00 b	1,00 a	1,00 a	1,00 a	1,00 a
120	1,00 a	1,00 a	1,70 a	1,00 b	1,00 a	1,00 a	1,00 a	1,00 a
150	.	.	.	.	1,00 a	1,00 a	1,30 a	1,00 b
cultivar Monty								
30	1,00 a	1,00 a	1,00 a	1,00 a	.	.	.	.
60	1,00 a	1,00 a	1,00 a	1,00 a	1,00 a	1,00 a	1,00 a	1,00 a
90	1,00 a	1,00 a	1,55 a	1,00 b	1,00 a	1,00 a	1,00 a	1,00 a
120	1,00 a	1,00 a	2,00 a	1,00 b	1,00 a	1,00 a	1,00 a	1,00 a
150	.	.	.	.	1,00 a	1,00 a	1,55 a	1,00 b
cultivar Hayward								
30	1,00 a	1,00 a	1,00 a	1,00 a	.	.	.	.
60	1,00 a	1,00 a	1,00 a	1,00 a	1,00 a	1,00 a	1,00 a	1,00 a
90	1,00 a	1,00 a	1,10 a	1,00 a	1,00 a	1,00 a	1,00 a	1,00 a
120	1,00 a	1,00 a	1,10 a	1,00 a	1,00 a	1,00 a	1,00 a	1,00 a
150	.	.	.	.	1,00 a	1,00 a	1,00 a	1,00 a

Médias seguidas pela mesma letra, na horizontal, não diferem significativamente pelo teste de Fischer ($p < 0,05$). Dados médios 200 e 2004.

Outro distúrbio fisiológico com importância relevante durante armazenagem de kiwis é denominado “white core inclusion”. Segundo ARPAIA et al. (1985, 1994), este distúrbio está ligado à presença de alta concentração de etileno durante o armazenamento de kiwis sob AC com níveis de CO_2 superiores a 3kPa. Neste estudo não foi observado, durante armazenagem em AC, sinergismo entre concentração de CO_2 (4,5KPa) e presença de etileno ($0,5 \mu\text{L.L}^{-1}$) na manifestação

deste distúrbio fisiológico, conforme observado por ARPAIA et al. (1985, 1994). MAZARO et al. (2000) também não observaram desenvolvimento deste distúrbio em kiwis 'Hayward' e 'Bruno' armazenados em AC com 2kPa de O₂ e 7kPa de CO₂. Esses resultados sugerem que kiwis produzidos no Brasil apresentam comportamento diferente quanto à tolerância ao nível de CO₂ durante armazenagem sob AC, quando comparados com frutos produzidos em outras regiões do mundo.

4 CONCLUSÕES

1. Os benefícios do tratamento 1-MCP sobre a conservação da qualidade foram observados tanto para frutos armazenados sob atmosfera do ar (AA) quanto sob atmosfera controlada (AC, com catalisador de etileno).

2. Em frutos armazenados sob AC com catalisador de etileno, o tratamento com 1-MCP reduziu a taxa de produção de etileno, aumentou a conservação da firmeza da polpa e reduziu o desenvolvimento de pericarpo translúcido e senescente.

3. O tratamento com 1-MCP aumentou o potencial de armazenagem em aproximadamente 30, 60 e 90 dias sob AA para as cultivares Monty, Bruno e Hayward, respectivamente e em 60 dias para todas as cultivares quando armazenados sob AC com catalisador de etileno.

4. Não houve influência da atmosfera de armazenagem nem do tratamento 1-MCP sobre o conteúdo de sólidos solúveis.

5 REFERÊNCIAS

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**, Jaboticabal, v. 16, n.3, p.111-118, 1994.

ARGENTA, L.C.; MATTHEIS, J.P.; FAN, X. Controle do amadurecimento de frutas - manipulação da ação do etileno com 1-metilciclopropeno para preservação pós-colheita de maçãs e peras. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 16., 2000, Fortaleza. **Resumos...** Fortaleza: Sociedade Brasileira de Fruticultura, v.1, p. 236-241. 2000.

ARGENTA, L.C. **Fisiologia pós-colheita: Maturação, colheita e armazenagem dos frutos**. In: Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina - EPAGRI. A cultura da macieira. 2ª ed. Florianópolis: EPAGRI, p.691-732, 2002.

ARGENTA, L.C.; VIEIRA, M.J.; KRAMES, J.G.; Benefícios da AC e do 1-MCP para conservação de maçãs são igualmente reduzidos quando aplicados tardiamente após a colheita. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 18, 2004, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2004. 1, CD Room,.

ARGENTA, L.C. Efeitos fisiológicos e usos tecnológicos do 1-metilciclopropeno (1-MCP): O caso de espécies de clima temperado cultivadas no Sul do Brasil In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PÓS-COLHEITA DE FRUTAS, HORTALIÇAS E FLORES, 2, 2007, Viçosa. **Palestras e Resumos...** Viçosa: UFV, 2007. v.1., p.101-104.

ARPAIA, M.L.; MITCHELL, F.G.; MAYER, G.; KADER, A.A. Effects of delays in establishing controlled atmosphere on kiwifruit softening during and following storage. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.109, n.6, p.768-770, 1984.

ARPAIA, M.L.; MITCHELL, F.G.; KADER, A.A.; MAYER, G. Effect of 2% O₂ and varying concentration of CO₂ with or without C₂H₄ on the storage performance of kiwifruit. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.110, n.2, p.200-203, 1985.

ARPAIA, M.L.; MITCHELL, F.G.; KADER, A.A.; MAYER, G. Ethylene and temperature effects on softening and white core inclusions of kiwifruit stored in air or controlled atmospheres. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.111, n.1, p.140-153, 1986.

ARPAIA, M.L.; LABAVITCH, J.M.; GREVE, C.; KADER, A.A. Changes in the cell wall components of kiwifruit during storage in air or controlled atmospheres. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.112, n. 3, p.417-481, 1987.

ARPAIA, M.L.; MITCHELL, F.G.; KADER, A.A. Postharvest physiology and causes of deterioration. In: HASEY, J.K.H.; JOHNSON, R.S.; GRANT, J.A.; REIL, W.O. **Kiwifruit: growing and handling**. 1st ed. Califórnia: University of California, p.88-93, 1994.

BRACKMANN, A.; ARRIEL, A.; OSTER, A.H. Armazenamento refrigerado de kiwi em atmosfera normal e controlada. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.1, n.2, 107-111, 1995.

BRACKMANN, A.; WACLAWOVSKY, J.; DONAZZOLO, J. Resposta de maçãs cv. Fuji ao etileno no armazenamento em atmosfera controlada. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.31, n.6, p.953-956, 2001.

BLANKENSHIP, S.M.; DOLE, J.M. 1-Methylcyclopropene: a review. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 28, n. 28, p.1-25, 2003.

BLEECKER, A.B. Ethylene perception and signaling: an evolutionary perspective. **Trends in Plant Science**, London, v. 4, n. 7, 1999.

BLISS, F.A. The genus *Actinidia*. In: HASEY, J.K.H.; JOHNSON, R.S.; GRANT, J.A.; REIL, W.O. **Kiwifruit: growing and handling**. 1st ed. California: University of California, p.9, 1994.

BOQUETE, E.J.; TRINCHERO, G.D.; FRASCHINA, A.A.; VILELLA, F.; SOZZI, G.O. Ripening of 'Hayward' kiwifruit treated with 1-Methylcyclopropene after cold storage. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.32, n.1, p.57-65, 2004.

BONGHI, C.; PAGNI, S.; VIDRIH, R.; RAMINA, A.; TONUTTI, P. Cell wall hydrolases and amylase in kiwifruit softening. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.9, n.1, p.19-29, 1996.

BRECHT, J.K.; KADER, A.A. Regulation of ethylene production by ripening nectarine fruit as influenced by ethylene and low temperature. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.109, n.6, p.869-872, 1984.

BROOK, P.J. Botrytis stem-end rot and other storage diseases of kiwifruit. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v.297, n.2, p.545-550, 1992.

CAMERON, A.C.; REID, M.S. The use of thiosulfate anionic complex as a foliar spray to prevent flower abscission of zigocactus. **Hortscience**, Alexandria, v.16, n.6, p.761-762, 1981.

COTTER, R.L.; MacRAE, E.A.; FERGUSON, A.R.; McMATH, K.L.; BRENNAN, C.J. A comparison of the ripening, storage and sensory qualities of seven cultivars of kiwifruit. **Journal of Horticultural Science**, Ashford, v. 66, n. 3, p. 291-300, 1991.

CRISOSTO, C.H.; MITCHAM, E.J.; KADER, A.A. Produce facts: kiwifruit recommendations for maintaining postharvest quality. **Perishables Handling Quarterly**, Davis, v. 85, n.1, p19a-19b, 1999.

CRISOSTO, C.H.; MITCHAM, E.J.; KADER, A.A. **Kiwifruit: Recommendations for maintaining postharvest**, 2000. Disponível em: <http://www.ethylenecontrol.com/technical/uc304.htm>. Acesso em: 20/04/2008.

CRISOSTO, C.H.; GARNER, D. 1-MCP inhibits kiwifruit softening during storage. **Perishables Handling Quarterly**, Davis, v.108, n.1, p.19-20, 2001.

DONG, L.; LURIE, S.; ZHOU, H. Effect of 1-methylcyclopropene on ripening of 'Conino' apricots and 'Royal Zee' plums. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.24, n.2, p.135-145, 2002.

EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Fruteiras de Clima Temperado. **Kiwi**. In: Relatório Técnico, 1980/90, Pelotas, Embrapa, 1991. p. 41-44.

FAN, X.; MATTHEIS, J.P.; PATTERSON, M.E.; FELLMAN, J.K. Changes in amylose and total starch content in 'Fuji' apples during maturation. **HortScience**, Alexandria, v.30, n.1, p.104-105, 1995.

FERGUSON, A.R.; BOLLARD, E.G., Domestication of the kiwifruit. In: WARRINGTON, I.J.; WESTON, G.C. **Kiwifruit: science and management**. Auckland : Ray Richards, p. 165-232, 1990.

HARKER, F.R.; HALLETT, L.C. Physiological and mechanical proprieties of kiwifruit tissues associated with texture change during cool storage. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.119, n.5, p.987-993, 1994.

HARRIS, S.; McDONALD, B. Physical data for kiwifruit (*Actinidia chinensis*). **New Zealand Journal of Crops and Horticultural Science**, Wellington, v.18, n.3, p.307-312, 1975.

KASTER, L.C. A situação da cultura do kiwi no Brasil. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DA CULTURA DO KIWI, 1., 1994, Farroupilha, **Anais...** Bento Gonçalves: EMBRAPA-CNPV, v.1, p.25-29, 1994.

LARUE, J.H. History and commercial development. In: HASEY, J.K.H.; JOHNSON, R.S.; GRANT, J.A.; REIL, W.O. **Kiwifruit: growing and handling**. 1st ed. California: University of California, p.1, 1994.

MANOLOPOULOU, H.; PAPADOPOULOU, P. A study of respiratory and physico-chemical changes of four kiwi fruit cultivars during cool storage. **Food Chemistry**, Great Britain, London, v.63, n.4, p.529-534, 1998.

MAZARO, S.M.; BRACKMANN, A.; STORCK, L. Qualidade de kiwi armazenado em duas temperaturas sob atmosfera controlada e com eliminação do etileno. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.30, n.6, p.947-952, 2000.

McDONALD, B.; HARMAN, J.F. Controlled atmosphere storage of kiwifruit. In:?? Effect on fruit firmness and storage life. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.17, n.2, p.113-123, 1982.

McDONALD, B.; SNOWBALL, D. **Coolstorage of kiwifruit**. Publication G143, Auckland Industrial Development Division. DSIR, Auckland, New Zealand, 1982. 9p.

McKENDREY, E; SALE, P.R. **The New Zealand kiwifruit industry**, Technical report 5/84, Ministry of agriculture and Fisheries, Wellington, New Zealand, 1985. 39p.

McRAE, E.; QUICK, W.P.; BENKER, C.; STITT, M. Carbohydrate metabolism during postharvest ripening in kiwifruit. **Planta**, Berlin, v.188, n.3, p.314-323, 1992.

MITCHELL, F.G. Postharvest physiology and technology of kiwifruit. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n. 282, p.291-307, 1990.

MITCHELL, F.G. Composition, maturity, and quality. In: HASEY, J.K.H.; JOHNSON, R.S.; GRANT, J.A.; REIL, W.O. **Kiwifruit: growing and handling**. 1 ed. California: University of California, p.94-107, 1994.

NEVES, L.C.; CORRENT, A.; MARINI, L.; LUCCHETA, L.; ZANUZZO, M.R.; GONÇALVES, E.D.; ZANATTA, J.; CANTILLANO, F.R.; ROMBALDI, C.V. Atmosfera modificada e 1-metilciclopropeno na conservação pós-colheita de kiwis. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.25, n.3, p.390-393, 2003.

PADFIELD, C.A.S.; BAILEY, F.L. Chinese goosberries (*Actinidea chinensis*): a survey of they behaviour in cool storage at all stages of harvest maturity from may and june. **New Zealand Journal of Science and Technology**, Wellington, v.33, n.5, p.113-116, 1952.

PARK, Y.S.; JUNG, S.T.; GORINSTEIN, S. Ethylene treatment of 'Hayward' kiwifruits (*Actinidia deliciosa*) during ripening and its influence on ethylene biosynthesis and antioxidant activity. **Scientia Horticulturae**, New York, v.108, n.?, p.22-28, 2006.

REDGWELL, R.J.; MELTON, L.D.; BRASCH, D.J. Cell wall dissolution in ripening kiwifruit (*Actinidea deliciosa*): solubilisation of the pectin polymers. **Plant Physiology**, Rockville, v.98, n.1, p.71-81, 1992.

RIED, M.S.; HARRIS, S. Factors affecting the storage life of kiwifruit. **The orchardist of New Zealand**, Wellington, v.50, p.76-77, 1977:

SCHROEDER, C.A.; FLETCHER, W.A. The Chinese gooseberry (*Actinidea chinensis*) in New Zealand. **Economic Botany**, New York, v.21, n.1, p.81-92, 1967.

SCHUCK, E., Propagação de kiwi. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v.5, n.4, p. 138, 1992.

SCHUCK, E., Perspectivas da cultura do quivi no planalto catarinense. In: Seminário Nacional sobre Fruticultura de Clima Temperado, 8, 2008, São Joaquim. **Resumos...**, Florianópolis: EPAGRI, p.100-105, 2008.

SISLER, E.C.; PIAN, A. Effect of ethylene and cyclic olefins on tobacco leaves. **Tobacco Science**, New York, v.17, n.1, p.68-72, 1973.

SISLER, E.C.; BLANKENSHIP, S.M., Diazocyclopentadiene (DACP), a light sensitive reagent for the ethylene receptor on plants. **Plant Growth Regulators**, Dordrecht, v.12, n.2, p.125-132, 1993.

SOUZA, P.V.D. de; MARODIN, A.B.; NOGUEIRA, B. **Cultura do quiwi**. Porto Alegre: Cinco Continentes, 1996. 104p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant physiology**. 4^a edição. Sunderland: Sinauer Associates, 2006. 705p.

YANG, S.F. Biosynthesis and action of ethylene. **Hortscience**, Alexandria, v.20, n.1, p.41-45, 1985.

WACLAWOVSKY, A.J.; DONAZZOLO, J.; NEUWALD, D.A.; BRACKMANN, A. Qualidade pós-colheita de kiwis (*Actinidia deliciosa*) cv. Bruno, tratados com 1-metilciclopropeno (1-MCP). In: Congresso Brasileiro de Fisiologia Vegetal, 8., 2001, Ilhéus. **Anais...** Ilhéus: SBFV, 1, CD Rom.

WILLS, R.H.; McGLASSON, W.B.; GRAHAM, D.; JOYCE, D. **Postharvest: an introduction to the physiology and handling of fruit, vegetables and ornamentals**. 4^a ed. New York: CAB International, 1998. 262 p.