

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**EFEITO DE INIBIDORES DA SÍNTESE E DA AÇÃO
DO ETILENO EM PÊSSEGOS cv. ELDORADO SOB
REFRIGERAÇÃO**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

ANDERSON MACHADO DE MELLO

**Santa Maria, RS, Brasil
2005**

**EFEITO DE INIBIDORES DA SÍNTESE E DA AÇÃO
DO ETILENO
EM PÊSSEGOS cv. ELDORADO SOB REFRIGERAÇÃO**

Por

Anderson Machado de Mello

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração em Produção vegetal, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Agronomia

Orientador: Prof. Dr. Auri Brackmann

Santa Maria, RS, Brasil

2005

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova a Dissertação de Mestrado

**EFEITO DE INIBIDORES DA SÍNTESE E DA AÇÃO
DO ETILENO
EM PÊSSEGOS cv. ELDORADO SOB REFRIGERAÇÃO**

Elaborada por
Anderson Machado de Mello

como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Agronomia

COMISSÃO EXAMINADORA:

**Auri Brackmann
Prof. Dr. – UFSM
(Presidente/Orientador)**

**Rosangela Lunardi
Prof. Dr^a. – UERGS**

**Rogério Antônio Bellé
Prof. Dr. – UFSM**

Santa Maria, 24 de fevereiro de 2005

Agradecimentos

Agradeço a Deus.

Aos meus pais e irmãs, pela presença constante em minha vida, pelo apoio, amor e dedicação.

Ao meu orientador professor Auri Brakcmann, pela orientação.

Ao professor e amigo Rogério Antônio Bellé, pelos valiosos ensinamentos e incentivos.

Aos colegas e amigos do Núcleo de Pesquisa em Pós-colheita, Anderson Weber, Affonso, Ana Cristina, Ana Paula Trevisan Citrus, Cristiano, Ivan, Josuel, Ricardo e Sergio Freitas. pela ajuda e amizade.

A amiga Viviani, pelo companheirismo.

Enfim, a todos, que de alguma forma estiveram presentes e participaram de minha vida.

Obrigado!

"O valor das coisas não está no tempo que elas duram, mas na
intensidade com que acontecem.
Por isso, existem momentos inesquecíveis, coisas inexplicáveis e
pessoas incomparáveis."

(FERNANDO PESSOA)

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	viii
LISTA DE FIGURAS.....	ix
RESUMO.....	x
ABSTRACT.....	xi
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1. Etileno.....	3
2.2. Aminoetoxiviniglicina (AVG).....	5
2.3. 1-metilciclopropeno (1-MCP).....	7
2.4. Atributos de maturação e qualidade em pêssegos.....	10
2.4.1. Firmeza de polpa.....	11
2.4.2. Acidez titulável.....	12
2.4.3. Sólidos solúveis totais.....	13
2.4.4. Cor da epiderme.....	13
2.4.5. Distúrbios fisiológicos.....	14
2.4.6. Podridões pós-colheita.....	15
2.4.7. Respiração.....	16
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	17
3.1. Data e local.....	17
3.2. Colheita, transporte e seleção dos frutos.....	17

3.3. Tratamentos e épocas de avaliação.....	18
3.4. Condição de armazenamento	18
3.5. Parâmetros avaliados.....	19
3.6. Análises estatísticas.....	21
4.- RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	22
4.1. Firmeza de polpa.....	22
4.2. Acidez titulável.....	25
4.3. Sólidos solúveis totais.....	26
4.4. Cor da epiderme.....	26
4.5. Podridões pós-colheita.....	27
4.6. Síntese de etileno.....	28
4.7. Respiração.....	29
4.8. Escurecimento interno e lanosidade.....	29
5. Conclusões.....	32
6. Bibliografia.....	34

LISTA DE TABELAS

1. Qualidade físico-química de pêssegos cv. Eldorado após 3 semanas de armazenamento a 0°C mais 5 dias de exposição a 20°C, em função dos tratamentos com AVG e 1-MCP. Santa Maria, RS, 2004.....24
2. Síntese de etileno e respiração de pêssegos cv. Eldorado no início do armazenamento, em função dos tratamentos com AVG. Santa Maria, RS, 2004.....30
3. Síntese de etileno e respiração de pêssegos cv. Eldorado, após 3 semanas de armazenamento a 0°C mais 5 dias de exposição a 20°C, em função dos tratamentos com AVG e 1-MCP. Santa Maria, RS, 2004.....31
4. Quadro de análise da variância referente às análises de sólidos solúveis totais (SST), firmeza de polpa, cor e podridões de pêssegos cv Eldorado. SantaMaria, RS, 2003.....33

LISTA DE FIGURAS

1. Local de ação do AVG na rota de formação do etileno a partir do aminoácido metionina. Adaptado de Salisbury (1991).....5
2. Ligação da molécula de etileno ao seu respectivo receptor. Adaptado de Blankenship (1991).....8
3. Ligação da molécula de 1-MCP ao receptor de etileno. Adaptado de Blankenship (1991).....8

RESUMO

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-Graduação em Agronomia
Universidade Federal de Santa Maria

EFEITO DE INIBIDORES DA SÍNTESE (AVG) E DA AÇÃO(1-MCP) DO ETILENO EM PÊSSEGOS cv. ELDORADO

Autor: Anderson Machado de Mello
Orientador: Prof. Dr. Auri Brackmann
Santa Maria, 24 de fevereiro de 2005

O objetivo deste trabalho foi o de avaliar o efeito da eficiência da aplicação de aminoetoxivinilglicina (AVG) e 1-metilciclopropeno (1-MCP) na manutenção da qualidade de pêssegos cultivar Eldorado, durante o armazenamento refrigerado. Os tratamentos foram combinações entre pulverizações pré-colheita de soluções com AVG (ácido clórico [S]-trans-2-amino-4-(2-aminoetoxi)-3-butenoico: Aminoetoxivinilglicina) sobre as plantas em diferentes épocas de aplicação (0, 15 e 21 dias) antes da colheita, e a aplicação de 1-MCP em pós-colheita na dose de 1000ppb. As doses de AVG utilizadas foram 0, 125, 187,5 e 249,0 g ha⁻¹. Os frutos foram armazenados em ambiente refrigerado na temperatura de 0°C durante 3 semanas e mais cinco dias de exposição a 20°C. Segundo os resultados não houve diferença nos parâmetros de qualidade com relação às diferentes doses de AVG aplicadas e as diferentes épocas de aplicação. Já aplicação de 1-MCP mostrou-se eficiente no controle do amadurecimento e na manutenção da qualidade pós-colheita com relação aos seguintes parâmetros: firmeza de polpa, acidez titulável, cor de fundo da epiderme, produção de etileno e respiração.

ABSTRACT

Master Thesis
Graduate Program of Agronomy
Federal University of Santa Maria, RS, Brazil

EFFECT OF INHIBITORS OF THE SYNTHESIS (AVG) AND ACTION (1-MCP) OF THE ETHYLENE ON 'ELDORADO' PEACHES

Author: Anderson Machado de Mello

Adviser: Prof. Dr. Auri Brackmann
Santa Maria, February 24, 2005

The objective of this work was to evaluate the effect of the application of aminoethoxyvinylglycine (AVG) and 1-methylcyclopropene (1-MCP) on the quality of 'Eldorado' peaches during cold storage. The treatments were combinations among AVG ([S]-Trans-2-Amino-4-(2-aminoethoxy)-3-butenoic acid hydrochloride) preharvest sprays on the trees in different dates (0, 15 and 21) days before harvest, and 1000ppb of 1-MCP applied in postharvest. The AVG concentrations were 0, 125, 187.5 and 249.0 g ha⁻¹. The fruit were stored during 3 weeks at 0°C plus 5 days at 20°C. According to the results the AVG sprays did not show effect on the quality of fruit considering periods of application and concentrations. However 1-MCP treatment was efficient in the maturation control and maintenance postharvest of qualities: pulp firmness, acidity, background color, ethylene production and respiration.

1. INTRODUÇÃO

O pêssego é considerado um dos frutos mais apreciadas no mundo, devido ao seu sabor e aparência. No Brasil, sua produção ocorre, principalmente nos estados do sul, onde predomina o clima temperado, sendo o Rio Grande do Sul o principal produtor, com cerca de 46% da produção nacional, ocupando uma área superior a 10 mil hectares (Medeiros et al., 1998). Os preços de mercado estão diretamente relacionados com as oscilações de oferta e demanda do produto, portanto o uso de cultivares com duplo propósito, ou seja, comercializados para consumo “in natura” e para fins industriais, são as melhores alternativas. A cultivar Eldorado é uma dessas, e possui as seguintes características: frutos são de tamanho grande, com o peso médio, geralmente, em torno de 120g, e forma redondo-cônica com sutura levemente desenvolvida. A película é amarela, com até 50% de vermelho, polpa amarela, firme e aderente ao caroço com o sabor doce-ácido, sendo ótima opção para o consumo “in natura” e proporcionando compota com alta qualidade em aparência, textura e sabor (Medeiros et al., 1998). Entretanto, a rápida perecibilidade deste fruto é um dos principais fatores responsáveis por grandes perdas pós-colheita. Isso se deve ao fato do pêssego ser um fruto climatérico com um metabolismo acelerado, apresentando durante o processo de amadurecimento um pico de produção desse fitohormônio, acompanhado por um aumento na taxa respiratória (Chitarra & Chitarra, 1990).

O etileno é amplamente considerado o hormônio do amadurecimento, sendo que todos os aspectos relacionados com parâmetros de qualidade podem estar relacionados direta ou indiretamente com o esse fitohormônio (Adams & Yang, 1979), podendo influenciar a vida pós-colheita de frutos climatéricos, afetando os seus atributos de qualidade, e desenvolvendo desordens fisiológicas (Kader, 1985; Abeles et al., 1992). Entretanto, para que ele exerça seus efeitos sobre os frutos tem que ser biossintetizado (Yang, 1985).

A utilização do armazenamento em baixas temperaturas, em pêssegos, pode reduzir o metabolismo e fazer com que a vida pós-colheita alcance em torno de 3 a 4 semanas. Mas, muitas vezes, após este período a qualidade final do produto é prejudicada, sendo portanto, necessárias outras técnicas complementares, como a utilização de substâncias, que diminuem a síntese e a ação do etileno na maturação de frutos destacando-se a AVG (aminoetoxivinilglicina) e o 1-MCP (1-metilciclopropeno), respectivamente. A AVG é um regulador de crescimento e inibidor da biossíntese do etileno (Shafer et al., 1995; Yu & Yang, 1979). Dekazos (1981) e Byers (1997) demonstraram, em alguns estudos, que a aplicação pré-colheita deste produto retardou o florescimento e a colheita de pêssegos. Já o 1-MCP é um inibidor da ação do etileno, que retarda o amadurecimento e estende a vida de prateleira e a qualidade de frutos, vegetais e espécies ornamentais. (Blankenship & Dole, 2003). Assim, a utilização associada ou não destes produtos conjuntamente com o armazenamento em baixa temperatura, são ferramentas potenciais para a conservação de pêssegos. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi o de avaliar o efeito da eficiência da aplicação de AVG e 1-MCP associado ao armazenamento refrigerado na manutenção da qualidade de pêssegos cultivar Eldorado.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Etileno

O etileno é um fitohormônio gasoso responsável por muitos processos fisiológicos durante o crescimento, desenvolvimento e senescência de tecidos vegetais regulando, principalmente, o amadurecimento de frutos (Gray et al., 1992) e a senescência de hortaliças e plantas ornamentais (Lieberman, 1979; Yang & Hoffman, 1984; Abeles et al., 1992; Fluhr & Matto, 1996 e Saltveit, 1999).

Geralmente, os seus múltiplos efeitos, que culminam com a senescência, iniciam com a maturação dos frutos, sendo ele ativo biologicamente em quantidades traços, provocando importantes efeitos em nível comercial (Yang & Hoffman, 1984). Entretanto, a resposta dos frutos, quando expostos a este gás, são variáveis, dependendo da espécie e cultivar. De acordo com Saltveit (1999), a sensibilidade a este fitohormônio varia durante o desenvolvimento da planta e dos frutos, bem como, em função da taxa de síntese e degradação desse gás nos tecidos.

Contudo, o etileno necessita ser biossintetizado ou fornecido por fontes externas para que exerça seus efeitos (Yang, 1985; Abadi et al., 1997). Sua biossíntese ocorre na seguinte seqüência: Metionina converte-se em S- adenosilmetionia (SAM), formando o ácido 1-carboxílico-1-aminociclopropano (ACC), que na presença de oxigênio é oxidado em etileno (C₂H₄) (Yang & Hoffman, 1984). Esta rota requer energia (ATP), oxigênio e a expressão de genes para a síntese de enzimas chaves como a ACC sintase e a ACC oxidase (Thaiz & Zeiger, 1998). Essas enzimas constituem famílias multigênicas nas mais variadas espécies vegetais apresentando diferente regulação em respostas a estímulos ambientais (Cervantes, 2002).

As respostas dos frutos ao etileno podem ser desejáveis, como produção de substâncias voláteis e a redução da adstringência, e indesejáveis, como aumento da atividade de enzimas degradadoras da parede celular, conversão do amido em açúcares, amarelecimento da epiderme, entre outras (Saltveit, 1999).

Segundo Pérez-Vicente et al. (2000), novos estudos têm demonstrado o efeito benéfico de várias substâncias químicas como a Aminoetoxivinilglicina (AVG) e o 1-metilciclopropeno (1-MCP) como agentes retardantes da síntese e da ação do etileno, respectivamente, mantendo os atributos de qualidade dos frutos, durante e após o armazenamento.

2.2. Aminoetoxivinilglicina (AVG)

A AVG (aminoetoxivinilglicina) é um regulador de crescimento, inibidor da biossíntese do etileno a partir da metionina (Owens et al., 1980) e, portanto, pode suprimir a produção de etileno em frutos climatéricos (Bangerth, 1978; Bramlage et al., 1980). A fase inicial da reação de inibição é a ligação da AVG com a ACC sintase (ACCs), impedindo a conversão de SAM (S-adenosilmetionina) para ACC (ácido 1-aminociclopropano-1-carboxílico) (Yang e Hoffman, 1984), conforme pode ser visto na Figura 1.

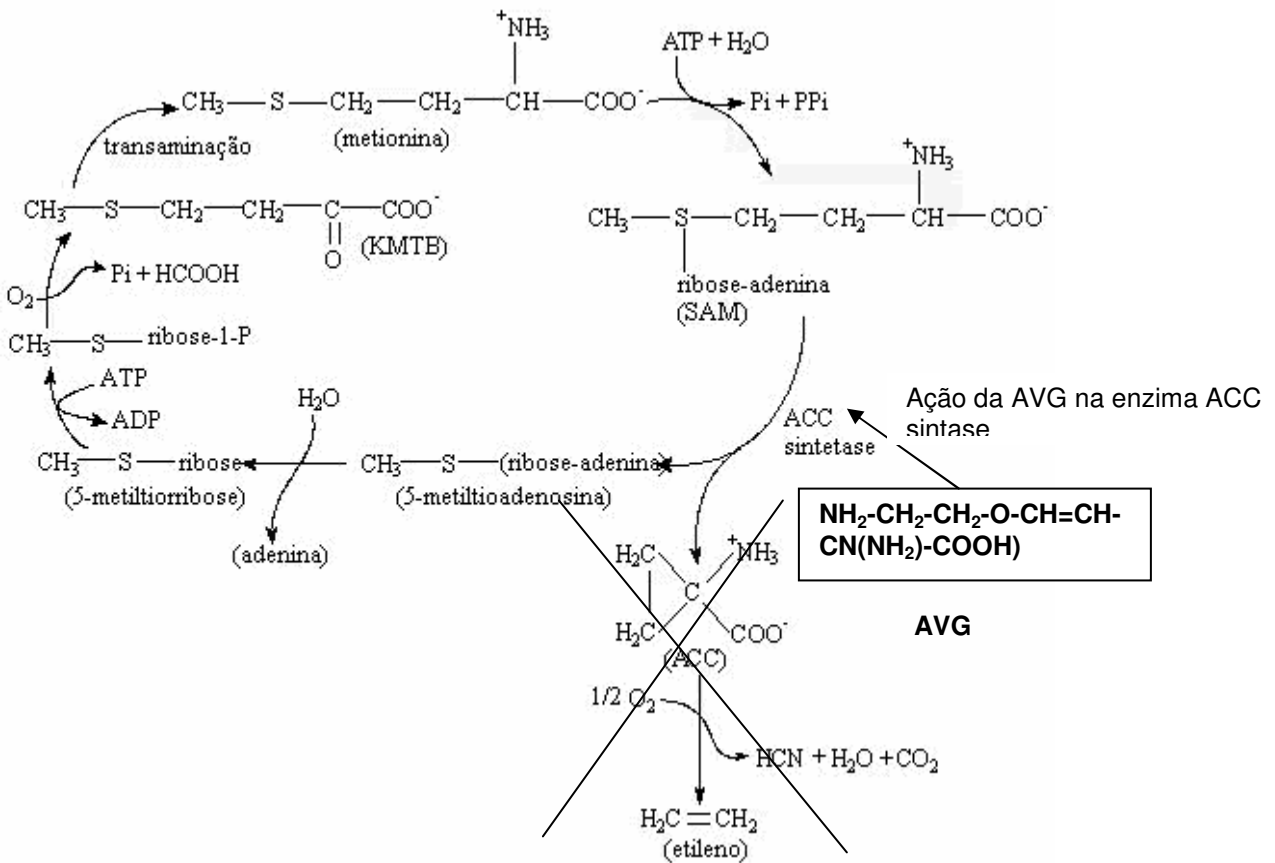


Fig. 1 – Local de ação da AVG na rota de formação do etileno a partir do aminoácido metionina . Adaptado de Yang e Hoffman (1984).

Porém, o efeito inibitório da síntese do etileno que a AVG exerce, não é irreversível (Yang e Hoffman, 1984), sendo que a ligação desse inibidor à enzima ACCs não induz mudanças na conformação da mesma (Huai et al., 2001), ocorrendo também nova síntese de enzimas (Lieberman, 1975).

Portanto, através do efeito de inibição da síntese do etileno, a AVG oferece o potencial para o controle do início da maturação dos frutos, uma vez que o etileno é considerado como sendo responsável pelo início deste processo (Bangerth, 1978).

Com relação a AVG, Ju & Bramlage (2001) observaram que a aplicação pré-colheita desta substância, inibe a produção de etileno e α -farneseno (Ju & Bramlage, 2001), podendo manter a qualidade dos frutos através da inibição da síntese desses compostos (Fan et al., 1998). Entretanto, a eficiência do produto varia conforme a espécie, cultivar, dose e época de aplicação (Wang & Mellenthin, 1977; Bramlage et al., 1980; Autio & Bramlage, 1982; Romani et al., 1982; Walsh & Faust, 1982).

Bangerth (1978), aplicando AVG em macieiras, conseguiu obter uma redução da queda pré-colheita de frutos, sendo que a aplicação pré-colheita de AVG inibiu a produção de etileno e reduziu a queda pré-colheita de maçãs (Masia et al., 1998).

Segundo Waclawovsky (2001), durante o armazenamento em atmosfera controlada, maçãs tratadas com AVG apresentaram uma menor taxa de perda de qualidade, principalmente com relação à diminuição da firmeza de polpa e amarelamento da epiderme.

Foi observado que a produção de três cultivares de maçãs, após a pulverização de AVG na pré-colheita, foi afetada de maneira diferente pelas concentrações do produto (Bramlage, 1980).

Quando a AVG foi aplicada em maçãs um mês antes da colheita, esta reduziu a maturação dos frutos, diminuindo, tanto na pré quanto na pós-colheita, a perda de firmeza de polpa e a incidência de pingo de mel (Autio & Bramlage, 1982; Bangerth, 1978; Williams, 1980).

Em pêssegos, a aplicação de AVG antes do florescimento proporcionou um atraso de 10 dias na floração, porém apresentou pouco efeito em parâmetros como: tamanho, cor, firmeza, acidez e concentração de sólidos solúveis totais (Dekazos,

1981). Byers (1997) mostrou que a firmeza de polpa de pêssegos e nectarinas submergidos durante 60s na pós-colheita em solução de AVG, foi menor quando comparado com a dos frutos do tratamento testemunha. Portanto, a utilização de AVG pode, além de estender o período de colheita, reduzir perdas devido ao processo de maturação, com isso, beneficiar o armazenamento e a comercialização dos frutos (Bangerth, 1978; Child et al., 1984).

2.3. 1-metilciclopropeno (1-MCP)

O 1-metilciclopropeno é um gás inibidor da ação do etileno, retardando o amadurecimento, estendendo a vida de prateleira e conservando a qualidade de frutos, vegetais e espécies ornamentais (Blankenship & Dole, 2003). Este produto atua através da ligação de suas moléculas aos receptores do etileno localizados na membrana plasmática das células, impedindo assim respostas relativas a este gás (Blankenship, 2001), como pode ser visto nas Figuras 2 e 3.

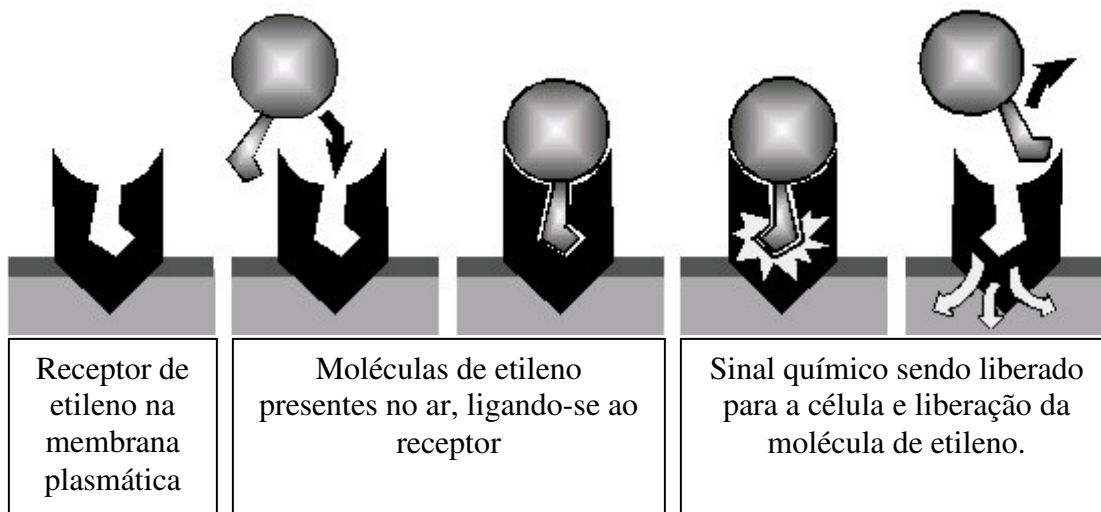


Fig. 2 – Ligação da molécula de etileno ao seu respectivo receptor. Adaptado de Blankenship (2001).

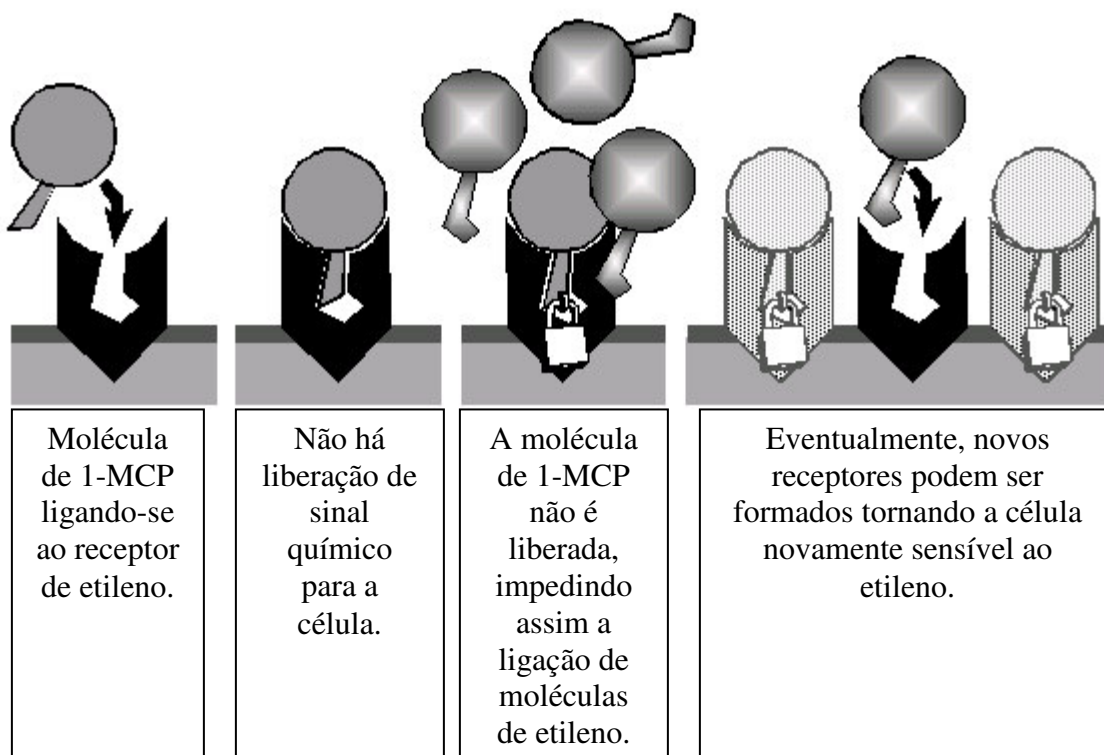


Fig. 3 – Ligação da molécula de 1-MCP ao receptor de etileno. Adaptado de Blankenship (2001).

Atua também no controle da síntese de etileno pois, este fitohormônio, além de acelerar o amadurecimento, estimula a sua própria síntese pelo mecanismo de autocatálise, através da ativação das enzimas ACC oxidase e ACC sintase, que são inibidas pelo 1-MCP (Dong et al., 2001b; Mathooko et al., 2001; Owino et al., 2002; Shiomi et al., 1999). Desta forma, em condições de temperatura e pressão padrão, esse gás é liberado do produto comercial Smartfresh, que apresenta a sua formulação em pó, em aproximadamente 20-30 minutos, podendo este tempo variar de acordo com a temperatura. Quanto mais baixa esta for, maior será o tempo necessário para a completa liberação (Jiang & Joyce, 1999a). Contudo, a ação efetiva do 1-MCP varia em função da concentração utilizada, a qual pode variar de acordo com a espécie ou até mesmo cultivar (Hoffman et al., 2001).

Vários estudos têm demonstrado que o tempo necessário para aplicação do tratamento com 1-MCP varia de 12 a 24h, (Mathooko et al., 2001; Dong et al., 2001a; Fan et al., 2002), sendo que outro fator importante a ser considerado é o tempo entre a colheita e a aplicação do 1-MCP. Geralmente, quanto mais perecível o produto menor deve ser o tempo entre esses dois eventos (Kim et al., 2001; Able et al., 2002a).

O 1-MCP protege produtos vegetais, tanto do etileno exógeno quanto do endógeno, ligando-se permanentemente aos receptores deste fitohormônio no momento da aplicação do tratamento. Entretanto, pode ocorrer um retorno da sensibilidade do produto ao etileno devido à síntese de novos receptores (Blankenship et al., 2003). Respostas parciais em maçã sugerem que esta espécie é capaz de regenerar receptores ou que a ligação do 1-MCP aos receptores é incompleta (Watkins et al., 2000).

Em damascos tratados com 1-MCP houve uma maior manutenção da cor verde, quando comparados com frutos não tratados (Tian et al., 2000), sendo que este resultado também foi observado em pêssegos (Kluge & Jacomino, 2002). Além disso, esta substância também reduziu a perda de firmeza de polpa em damascos (Fan et al., 2000a), nectarinas (Dong et al., 2001a), pêssegos (Kluge & Jacomino 2002), ameixas (Dong et al., 2001b) e caquis (Brackmann et al., 2002).

Em repolhos cv. Wakaba armazenados em ambiente refrigerado, a aplicação de 1-MCP, proporcionou a manutenção da coloração verde das folhas e um maior teor de sólidos solúveis totais (Brackmann et al., 2003).

2.4. Atributos de maturação e qualidade

Segundo Fonfría et al. (1999), a maturação é definida comercialmente como o conjunto de mudanças externas, de textura e sabor que o fruto experimenta quando alcança o seu tamanho máximo e completa o seu desenvolvimento, incluindo alguns processos característicos como: mudança na coloração da epiderme, perda de firmeza de polpa, aumento na concentração de açúcares solúveis e redução da acidez.

A cor de fundo da epiderme, mesmo sendo um índice imperfeito, é considerada o mais prático e confiável método para determinar o ponto de maturação mínimo. Já a firmeza de polpa é um excelente indicador do ponto de maturação máximo. Portanto, a combinação entre a cor de fundo e a firmeza de polpa pode ser mais eficaz do que somente um índice para definir a maturação de frutos de caroço (Crisosto, 1994).

Em relação ao que se refere à qualidade em pêssegos, considerando-se as exigências do consumidor, os principais atributos de qualidade que devem ser avaliados em pêssegos são a aparência (tamanho, cor e forma), o sabor e o odor (flavor), o valor nutritivo, a condição e a ausência de defeitos (Chitarra, 1997).

Segundo Nery & Brigati (1996), algumas características mínimas requeridas para o consumo de pêssegos são: firmeza de polpa menor que 44,15N; cor de fundo da epiderme amarelo creme e teor de SST maior que 12%.

2.4.1. Firmeza de polpa

A firmeza de polpa, segundo Chander & Khajuria (1981), é o melhor parâmetro para indicar o ponto de colheita, pois pode ser usada para determinar o nível de maturação de pêssegos.

Durante o processo de amadurecimento ocorre a perda dessa firmeza, fazendo com que esse processo torne-se um fator limitante para a vida útil dos frutos (Bennett, 2000). O amolecimento da polpa está associado a uma diminuição nas formas insolúveis de substâncias pécticas presentes na lamela média e parede celular das células (Malis-Arad et al., 1983), ou ainda a excessiva perda de água com redução da pressão de turgescência das células (Awad, 1993).

O processo degradativo da parede celular tem como fator causal essencial a presença de etileno (Bangerth et al., 1984), sendo este fitohormônio necessário para a atividade das enzimas responsáveis pela degradação da parede celular (Majumder & Mazumdar, 2002). Portanto, a inibição ou redução de sua biossíntese constitui-se em uma alternativa para diminuir os danos provocados por esse processo. Sendo assim, frutos armazenados com baixa concentração de etileno no ambiente de armazenamento, reduzem a perda da firmeza de polpa (Brackmann, 1989). A utilização de AVG tem colaborado para diminuir a perda da firmeza de polpa em pêssegos, nectarinas (Byers, 1997), maçãs (Brackmann & Waclawovsky, 2000; Brackmann & Waclawovsky, 2001; Steffens, 2003), pêras (Clayton et al., 2000) e caquis (Brackmann et al., 2002; Ferry et al., 2002).

O uso de 1-MCP também se constitui em uma alternativa para a redução do processo de perda de firmeza de polpa, uma vez que este produto inibe a ação do etileno exógeno (Nakano et al., 2001; Nakano et al., 2002). Em maçãs tratadas com 1-MCP ocorreu uma menor redução na firmeza de polpa quando comparadas com frutos não tratados (Baritelle et al., 2001), ocorrendo também preservação da firmeza em nectarinas (Dong et al., 2001a), pêssegos (Kluge & Jacomino, 2002) e ameixas (Dong et al., 2001b; Dong et al., 2002; Skog et al., 2001).

2.4.2. Acidez titulável

Os ácidos orgânicos são produtos intermediários do metabolismo respiratório dos frutos, sendo responsáveis, em grande parte, pelo sabor (Rhodes, 1980; Chitarra & Chitarra, 1990). Os ácidos predominantes na polpa do pêssego são o málico e o cítrico, representando 80 a 95% da acidez total (Liverani & Cangini, 1991), sendo que na colheita predomina o málico e durante o armazenamento em atmosfera controlada o succínico. Os ácidos cítrico e málico são também os mais consumidos durante o período de amadurecimento pelo processo respiratório (Wankier et al., 1970). Segundo Seibert (1997), a acidez titulável representa a soma da acidez real com a acidez potencial. Este autor cita que a acidez real é a concentração de prótons H^+ de uma solução e sua expressão é o pH e a acidez potencial corresponde aos átomos de hidrogênio de moléculas, que poderão ser liberados sob a forma de prótons, quando ocorrer o aumento do pH da solução.

A redução nos níveis de etileno no ambiente de armazenamento diminui o processo respiratório, mantendo assim elevada taxa de ácidos orgânicos depois de prolongados períodos de conservação (Liu, 1978; Truter & Combrink, 1993). Portanto, a utilização de baixas temperaturas, associadas a produtos que reduzam a produção e a ação do etileno, é uma alternativa para a manutenção da acidez de frutos após o armazenamento. Dentre esses produtos, pode-se citar a AVG, com a qual Brackmann & Waclawovsky, (2001), com uma aplicação pré-colheita em maçãs, obtiveram frutos com acidez mais elevada após o armazenamento.

O 1-MCP atua na sensibilidade dos frutos ao etileno, sendo que seu efeito na acidez de produtos vegetais é variável, afetando alguns tipos de produtos, enquanto que outros não (Blankenship & Dole, 2003).

2.4.3. Sólidos solúveis totais

Os sólidos solúveis totais (SST) são constituídos de cerca de 65 a 80% de açúcares (Rhodes, 1980; Chitarra & Chitarra, 1990), sendo que o pêssego apresenta a sacarose como principal tipo de açúcar em sua constituição (Zoffoli, 2000).

Watkins et al. (2000), afirmam que o tipo de armazenamento (refrigerado ou atmosfera controlada) influencia nos teores de sólidos solúveis totais, evidenciando também a influência da cultivar.

Segundo Petri & Leite (1999), o atraso na maturação, provocado por aplicações pré-colheita de AVG, resultou em menor teor de SST em maçãs no momento da colheita. Já em experimentos realizados com maçã (Fan et al., 1999a), mamão (Hoffman et al., 2001) e abacaxi (Selvarajah et al., 2001), as aplicações de 1-MCP elevaram os teores de sólidos solúveis nestes frutos.

2.4.4. Cor da epiderme

A cor da epiderme origina-se de diversos pigmentos no tecido, que sofrem transformações durante o processo de amadurecimento (Monet, 1983). A coloração amarela ou vermelha, que se manifesta após a degradação das clorofilas, depende não só do processo de amadurecimento mas também de exposição dos frutos à luz solar (Mitchell & Kader, 1989).

A relação do etileno com a degradação da clorofila ainda não está bem esclarecida. Lelièvre et al. (1997) afirmam que o etileno exerce influência nos processos de mudança de cor somente no que se refere à síntese de pigmentos antociânicos, não atuando em mudanças que ocorrem no início da perda da clorofila, sendo esta afirmação baseada em experimentos que demonstraram que o conteúdo de clorofila é o mesmo quando os frutos foram acondicionados em diferentes concentrações de etileno. Por outro lado, a degradação da clorofila foi inibida ou retardada em várias outras espécies vegetais (Blankenship & Dole, 2003).

Bananas tratadas com 1-MCP não desenvolveram coloração amarela aceitável comercialmente (Harris et al., 2000).

Dong et al. (2002) e Abdi et al. (1998) concluíram, através da realização de experimentos com damascos e ameixas, que o etileno não é necessário para o desenvolvimento da cor vermelha. Já Chitarra (1998), por sua vez, afirma que o etileno além de atuar na síntese de carotenóides, atua também sobre o processo de desverdecimento de frutos.

A aplicação pré-colheita de AVG retardou o processo de amarelecimento em maçãs (Brackmann & Waclawovsky, 2001; Waclawovsky, 2001, Steffens, 2003).

2.4.5. Distúrbios fisiológicos

Em pêssegos, os distúrbios fisiológicos mais freqüentes são o escurecimento interno da polpa, lanosidade e amadurecimento irregular, sendo eles responsáveis por grandes perdas qualitativas.

Os distúrbios ocorrem devido a vários fatores, começando na pré-colheita, tais como a posição dos frutos na planta, as características de frutificação, a carga de frutos na planta, a nutrição mineral, a disponibilidade de carboidratos, o conteúdo de água e as respostas à baixa temperatura (Ferguson et al., 1999).

O escurecimento interno da polpa é um dano causado pelo frio durante a frigoconservação. Este distúrbio caracteriza-se, nos estágios iniciais, por uma descoloração parda no mesocarpo próximo ao caroço e, em frutos com maturação mais avançada, pelo escurecimento aquoso, que gera também a decomposição dos tecidos (Zoffoli, 2000).

Já a lanosidade, também um distúrbio fisiológico causado pelo frio, caracteriza-se por textura farinhenta, escassez de suco na polpa devido à retenção de água na polpa do fruto em decorrência da geleificação das pectinas, (Taylor et al., 1994).

O amadurecimento irregular é ocasionado depois de prolongados períodos de armazenamento a frio, podendo ainda ser um dos fatores causais da lanosidade (Wills et al., 1981; Luchsinger, 2000).

Distúrbios relacionados ao etileno, como as degenerescências da polpa em maçãs, são ocasionadas pela aceleração do processo de maturação. Em maçãs 'Gala' este distúrbio foi reduzido com a aplicação de AVG (Brackmann & Waclawovsky, 2000; Brackmann & Waclawovsky, 2001; Waclawovsky, 2001).

A aplicação de 1-MCP pode, em alguns casos, reduzir a ocorrência de distúrbios fisiológicos (Blankenship & Dole, 2003), como escaldaduras em maçãs (Fan et al., 1999a). Porém, pêssegos tratados com 1-MCP e armazenados a 5°C apresentaram escurecimento interno mais severo quando comparados a frutos não tratados. Entretanto, o escurecimento interno da polpa não foi associado a aplicações de 1-MCP quando pêssegos foram armazenados em temperaturas de 0 ou 10°C ou quando foram utilizados frutos colhidos tardiamente (Fan et al., 2002).

2.4.6. Podridões

Em frutos de caroço, a podridão parda, causada pelo fungo *Monilinia fruticola*, é a mais importante, sendo uma das causas de grandes perdas na pré e pós-colheita (Coelho, 1994). O processo de infecção é facilitado pela ocorrência de danos mecânicos na epiderme dos frutos (Wills et al., 1981), que aumenta a produção de etileno, o que pode estimular o crescimento de alguns tipos de fungos e aumentar a incidência e a severidade dos danos (El-Kazzaz et al., 1985). Portanto, cuidados no manejo na pós-colheita, como a redução no número e tamanho de lesões causadas por atritos ou impactos irão reduzir a expressão e a atividade da enzima ACC sintase e, conseqüentemente, diminuir a produção de etileno.

A AVG contribui na redução da incidência de podridões por ser hábil em reduzir a síntese de etileno em vários tecidos vegetais diferentes (Lieberman, 1979).

Aplicações pré-colheita de AVG, reduziram a incidência de podridões em maçãs, tanto após 8 meses de armazenamento como após 7 dias de exposição a 20 °C (Steffens, 2003).

Pêssegos tratados com 1-MCP apresentaram uma redução de 74 e 82% na incidência de podridões nas cultivares Fortune e Angeleno respectivamente. (Menniti & Donati, 2004). Entretanto, em algumas espécies, tratadas com 1-MCP, observou-se um aumento na incidência de doenças (Blankenship & Dole, 2003), provavelmente devido à inibição de resposta de um metabólito benéfico, possivelmente relacionada ao mecanismo de defesa dos vegetais (Ku et al., 1999).

2.4.7. Respiração

Todos os produtos vegetais respiram, sendo esse processo regulado pela ação catalítica de enzimas sensíveis à temperatura (Mitchell et al., 1998). Conforme Pratt (1975), a magnitude do aumento na respiração é diretamente dependente da concentração de etileno, pois este estimula a atividade respiratória que vem a ser um processo oxidativo. Através da ação direta do etileno, ocorre uma elevação no fluxo glicolítico bem como um incremento na atividade da fosfofrutoquinase (PFK) e piruvato quinase (PK) (Solomos, 1981). Portanto, o controle da respiração está diretamente relacionado à presença desse fitohormônio no tecido vegetal, podendo o processo ser influenciado pela aplicação de inibidores da biossíntese ou ação desse fitohormônio. A aplicação pré-colheita de AVG reduziu, significativamente, a respiração e atrasou o início do climatério em maçãs (Bangerth, 1978; Halder-Doll, 1982). Essa redução está possivelmente relacionada a menor produção de etileno pelos frutos, pois a respiração é um processo dependente do etileno (Pré-Aymard et al., 2002).

De uma maneira geral, o uso de 1-MCP reduz as taxas de respiração de tecidos vegetais (Blankenship & Dole, 2003), através da ligação de suas moléculas aos receptores do etileno localizados na membrana plasmática das células, impedindo assim respostas relativas a este gás, como o aumento da respiração

(Blankenship, 2001). Em ameixas, o climatério respiratório foi inibido pela utilização deste produto (Abdi et al., 1998; Dong et al., 2002).

Portanto, a AVG e o 1-MCP reduzem o processo respiratório por atuarem no etileno que por sua vez estimula o processo respiratório, a AVG inibindo a sua biossíntese e o 1-MCP inibindo a sua ação.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Data e Local

O experimento foi conduzido com pêssegos *Prunus persica* (L.) Batsch, cultivar Eldorado, no ano agrícola de 2003/2004. Os tratamentos de campo (pré-colheita) com AVG foram feitos em plantas de um pomar comercial do município de Canguçu, RS (longitude: 31°23'42" S; latitude: 52°40'32" O; altitude: 386m. Já a aplicação do 1-MCP, o armazenamento dos frutos e as análises físico-químicas foram realizadas no Núcleo de Pesquisa em Pós-colheita (NPP) do Departamento de Fitotecnia, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM).

3.2. Colheita, transporte, seleção e valores da análise inicial dos frutos

A colheita e a seleção dos frutos foram realizadas manualmente, sendo descartados os frutos com danos mecânicos ou causados por insetos e fungos. No mesmo dia, os frutos foram transportados para a UFSM, em Santa Maria, RS, onde foram submetidos a uma nova seleção para eliminação daqueles danificados durante o transporte. Então, padronizou-se e separou-se as amostras experimentais para a aplicação de 1-MCP, que foram posteriormente armazenados sob refrigeração a 0°C,

apresentando os seguintes valores: 14N de firmeza de polpa, 17,24 meq100mL de acidez titulável e 11,19 °Brix de sólidos solúveis totais.

3.3. Tratamentos e época de aplicação

Os tratamentos constituíram-se da combinação de pulverizações pré-colheita de diferentes concentrações de AVG (ácido clórico [S]-trans-2-amino-4-(2-aminoetoxi)-3-butenóico: Aminoetoxivinilglicina) em diferentes épocas (0, 15 e 21 dias), com a aplicação de 1-MCP em pós-colheita. As concentrações de AVG utilizadas foram 0, 125, 187,5 e 249,0g ha^{-1} antes da colheita. A fonte de AVG foi o produto Retain®, com 15% de ingrediente ativo. A aplicação de AVG sobre as plantas foi realizada com pulverizador costal com capacidade para 20L. O espalhante adesivo utilizado juntamente com o produto foi o Silwet L77® do grupo organossilicone, na concentração de 0,05%v/v.

Como fonte de 1-MCP (1-metilciclopropeno) foi utilizado o produto comercial Agrofresh® com 0,14% de princípio ativo na concentração de 1000ppb. A aplicação do 1-MCP foi realizada no início do armazenamento. Em um recipiente hermeticamente fechado, o produto foi solubilizado em 25ml de água aquecida a 60°C sendo que logo após a solubilização, a solução foi transferida para uma placa de petri, previamente colocada no interior de minicâmaras experimentais de 232L, as quais, após a transferência, foram imediatamente fechadas hermeticamente na temperatura de armazenamento (0°C). Os frutos foram expostos ao produto durante 24h, quando após o ar das minicâmaras foi succionado com bomba de sucção com vazão de 14 m h^{-3} , para proporcionar a ventilação da minicâmara.

3.4. Condição de armazenamento

Os frutos foram armazenados em ambiente refrigerado na temperatura de 0°C, a qual foi monitorada por termômetros de mercúrio introduzidos no interior da polpa de alguns frutos, havendo uma oscilação de $\pm 0,2^\circ\text{C}$. A umidade relativa, determinada com auxílio de psicrômetro, foi de $\pm 97\%$.

3.5. Parâmetros avaliados

A determinação da maturação e qualidade dos frutos foi realizada através de análises laboratoriais. As avaliações foram conduzidas após 3 semanas de armazenamento a 0°C + 5 dias de exposição dos frutos à temperatura de 20°C. Os parâmetros avaliados foram:

a- Síntese de etileno: determinada através do acondicionamento dos frutos em recipientes de 5 litros que, posteriormente, foram fechados hermeticamente, durante 2h a 20°C. Após este período, utilizando uma seringa plástica de 1ml, foram coletadas duas amostras da atmosfera do espaço livre destes recipientes, que logo foram injetadas em um cromatógrafo a gás, marca Varian, modelo 3400, equipado com uma coluna de aço inox 1/8" de 0,70m e comprimento, preparada com Porapak N80/100 e um detector de ionização de chama. Utilizou-se N_2 como gás de arraste. As temperaturas da Câmara de injeção, coluna e detector foram de 90°C, 140°C e 200°C, respectivamente. O cromatógrafo foi acoplado a um microcomputador com software com curva de calibração, que fornecia os resultados em $\mu\text{L C}_2\text{H}_4\text{kg}^{-1} \text{h}^{-1}$.

b- Respiração: determinada pela produção de CO_2 . O ar do espaço livre do mesmo recipiente utilizado para a determinação da síntese de etileno foi circulado através de um analisador eletrônico de CO_2 , marca Agri-Datalog, e através da concentração de CO_2 determinada no espaço livre do recipiente juntamente com a determinação do

volume do espaço livre, do peso dos frutos e do tempo de fechamento, foi calculada a respiração expresso em $\text{mlCO}_2 \text{ Kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$.

c- Firmeza de polpa: determinada na região equatorial dos frutos, em dois lados opostos, com a epiderme previamente removida, através de um penetrômetro equipado com ponteira de 7,9mm de diâmetro, sendo os valores expressos em N.

d- Acidez titulável: determinada através da titulação de 10ml de suco de cada amostra diluída em 100ml de água destilada. A titulação foi realizada com o uso de NaOH 0,01N até pH 8,1%. O suco de cada amostra foi extraído de fatias transversais dos frutos trituradas em uma centrífuga elétrica. Os valores foram expressos em meq.100ml.

e- Sólidos solúveis totais: foram determinados por refratometria com correção do efeito da temperatura (20°C), utilizando-se o suco extraído conforme descrito no item d, sendo os valores expressos em °Brix.

f- Cor de fundo da epiderme: determinada com o auxílio de um colorímetro, marca Minolta, pelo sistema **CIE L* a* b***, onde o valor a* representa a variação da intensidade de cor de fundo do vermelho ao verde e o valor b*, a variação da intensidade de cor de fundo do amarelo ao azul. O índice de cor foi expresso pelo somatório dos valores de a* e b*.

g- Degenerescência interna: foram realizados vários cortes na secção transversal dos frutos, sendo feita a contagem dos frutos que apresentavam regiões internas da polpa com qualquer tipo de escurecimento. Os valores foram expressos em porcentagem de frutos afetados.

h- Incidência de lanosidade: determinada de forma subjetiva através do pressionamento dos frutos entre os dedos e pela visualização direta da presença ou ausência de suco e/ou polpa farinácea. Os valores foram expressos em porcentagem de frutos afetados.

i- Podridões: foram avaliados através da contagem de frutos afetados interna e externamente, com lesões maiores do que 5mm de diâmetro e causadas por patógenos.

3.6. Análises estatísticas

A análise da variância seguiu o modelo de delineamento blocos ao acaso, com três repetições de 3 plantas por unidade experimental, sendo que dessas plantas foram coletadas as amostras para o armazenamento, as quais foram constituídas de 40 frutos por unidade experimental. Os dados em porcentagem foram transformados para $\arcsen\sqrt{x}$, antes de proceder a análise da variância.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Firmeza de polpa

A aplicação pré-colheita de AVG não apresentou efeito na manutenção da firmeza de polpa, independente da dose e época de aplicação (Tabela 1), provavelmente devido à falta de efeito da AVG sobre a inibição da síntese do etileno nesta espécie ou cultivar ou ainda, devido ao avançado estágio de maturação dos frutos após três semanas de armazenamento a 0°C mais a exposição dos frutos durante cinco dias à temperatura de 20°C (Lieberman, 1979).

Por outro lado, diversos autores (Byers, 1997; Clayton et al., 2000; Waclawovsky, 2001; Steffens, 2003), verificaram que aplicações de AVG na pré-colheita exerceram efeito sob a manutenção da firmeza de polpa em pêssegos, nectarinas, pêras e maçãs, respectivamente, estando essas respostas relacionadas à redução na produção de etileno pelos frutos.

Entretanto, os frutos, que receberam conjuntamente aplicações pré-colheita de AVG e pós-colheita de 1-MCP, apresentaram valores mais elevados de firmeza de polpa, quando comparados aos frutos do tratamento testemunha e aos frutos que receberam somente aplicações de AVG, apresentando uma diferença média de 9N. Também (Kluge & Jacomino, 2002), verificaram que pêssegos que receberam aplicação de 1-MCP e mantidos a temperatura ambiente durante seis dias, tiveram uma maior manutenção da firmeza de polpa quando comparados a frutos não tratados.

Segundo Mir et al. (2001), maçãs armazenadas em atmosfera refrigerada e tratadas com 1-MCP também mantiveram firmeza de polpa mais elevada, quando comparadas com maçãs apenas armazenadas em atmosfera

controlada. Da mesma forma, Dong et al. (2002), através da aplicação de 1-MCP, obtiveram redução na perda da firmeza de polpa em ameixas, bem como Watkins et al. (2000), em experimentos utilizando o mesmo produto, conduzidos com diferentes cultivares de maçãs armazenadas sob refrigeração.

Kim et al. (2001) afirmam que a perda da firmeza de polpa dos frutos é um dos processos do amadurecimento mais sensíveis ao etileno, devido à degradação da protopectina da lamela média e parede celular primária com o aumento no conteúdo de pectinas solúveis, ocasionado pela presença desse fitohormônio durante a conservação em pós-colheita (Rombaldi et al., 2001; Coelho, 1994). Este fato explica porque os tratamentos em que ocorreram aplicações de 1-MCP associadas a aplicações de AVG, apresentaram firmeza de polpa superior aos frutos tratados apenas com AVG. Esse resultado é devido, provavelmente, ao efeito na redução da ação, bem como da produção autocatalítica de etileno, pois a sua autocatálise é dependente da presença desse fitohormônio, que causa um incremento na atividade enzimática (ACC sintase e ACC oxidase) (Johnston et al., 2002; Majumder & Mazumdar, 2002).

Tabela 1. Qualidade físico-química de pêssegos cv. Eldorado após três semanas de armazenamento a 0°C mais cinco dias de exposição a 20°C, em função de 1-MCP e doses e épocas de aplicação de AVG. Santa Maria, RS, 2004.

Tratamentos							
Épocas de aplicação de AVG (DAC)*	Doses de AVG (gha ⁻¹)	Aplicação de 1-MCP (1000ppb)	Firmeza de polpa (N)	Acidez titulável (meq100mL)	SST (°Brix)	Cor (a*+b*)	Podridões (%)
0	0	Sem	50,9 bc**	12,4 b	11,6 a	23,4 c	35,4a
15	125,0	Sem	53,7 abc	12,6 b	11,5 a	22,7 c	22,6a
15	187,5	Sem	52,1 bc	12,6 b	11,5 a	23,5 bc	25,0a
15	249,0	Sem	46,7 c	12,5 b	11,8 a	24,0 bc	21,9 a
21	125,0	Sem	52,6 bc	12,4 b	11,7 a	23,8 bc	23,7a
21	187,5	Sem	46,5 c	12,4 b	11,8 a	26,9 abc	29,4 a
21	249,0	Sem	65,6 ab	12,0 b	11,6 a	26,1 abc	31,5 a
15	125,0	Com	63,2 ab	15,4 a	11,0 a	25,3 abc	19,1a
15	187,5	Com	68,6 a	15,2 a	11,4 a	24,9 abc	18,3a
15	249,0	Com	58,3 ab	15,4 a	11,3 a	24,2 abc	23,6a
21	125,0	Com	65,3 ab	15,1 a	11,5 a	28,6 a	17,9a
21	187,5	Com	60,6 ab	15,2 a	11,5 a	26,7 abc	18,7a
21	249,0	Com	57,2 abc	15,2 a	11,2 a	28,1 ab	22,4a
C.V. (%)			9,34	1,63	2,60	6,18	28,21

*DAC – Dias Antes da Colheita.

**Médias não seguidas pela mesma letra diferem pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade de erro.

4.2. Acidez titulável

A acidez titulável não sofreu efeito das aplicações pré-colheita de AVG, apresentando-se mais elevada somente nos tratamentos que receberam aplicações de 1-MCP associadas a aplicações de AVG (Tabela 1), chegando estes tratamentos a apresentarem uma diferença média de 4,5meq 100ml em relação aos que receberam somente aplicações de AVG.

Liguori et al. (2004), realizando aplicações de 1-MCP em pêssegos e ameixas, também conseguiu retardar a perda de acidez. Resultados semelhantes, também foram obtidos em cenouras (Fan e Mattheis, 200b), maçãs (Watkins et al., 2000) e ameixas (Dong et al., 2002).

Resultados obtidos com maçãs cultivares Gala, Fuji e Puritam, demonstraram que aplicações de AVG na pré-colheita, não exerceram influência sobre a acidez titulável (Autio & Bramlage, 1982; Waclawovsky, 2001; Steffens, 2003). Entretanto, Ju et al. (1999), através de aplicações pré-colheita de AVG em pêssegos obtiveram redução da acidez, mas somente no período de 2 a 3 semanas, o qual correspondeu ao período de prolongamento da colheita, ou seja, enquanto os frutos ainda estavam nas plantas. A inibição da degradação da acidez também foi observada por Garner et al. (2001), com a utilização de AVG em pós-colheita, através de imersões de pêssegos nesse produto.

Provavelmente, os tratamentos que receberam aplicações de AVG e 1-MCP, mantiveram a acidez dos frutos mais elevada devido a uma maior redução da atividade metabólica, ocasionada pelo 1-MCP, no que diz respeito à ação e à produção autocatalítica do etileno, ocorrendo assim menor degradação dos ácidos orgânicos, o que causou redução da respiração medida através da produção de CO₂ (Tabela 3).

4.3. Sólidos solúveis totais

Não houve diferença estatística entre os tratamentos com relação ao teor de sólidos solúveis totais (SST) (Tabela 1), evidenciando que a AVG e o 1-MCP não têm efeito neste parâmetro de qualidade. Resultados semelhantes foram obtidos por Autio & Bramlage (1982), os quais não verificaram efeito da aplicação de AVG sobre os teores de SST em maçãs cv. Puritan. Já Waclawovsky (2001) e Steffens (2003), observaram que frutos tratados com AVG apresentaram teores de SST inferiores ao tratamento testemunha, mas somente no momento da colheita, não observando diferenças após o armazenamento.

Liguori et al. (2004), através das aplicações de 1-MCP em pêssegos e nectarinas, também afirmam que os teores de sólidos solúveis totais não foram afetados pelo produto.

Outros autores, como Porat et al. (1999); Dong et al. (2002), Hoffman et al., (2001) e DeEll et al. (2002), confirmam a ausência de efeito do 1-MCP com relação aos teores de sólidos solúveis totais em experimentos realizados com laranjas, ameixas, manga e maçãs, respectivamente.

4.4. Cor da epiderme

Frutos que receberam aplicações em pré-colheita de AVG e 1-MCP na pós-colheita mantiveram, de uma maneira geral, cor de fundo da epiderme mais verde (Tabela 1). Este fato deve-se ao efeito conjunto da inibição da síntese e da ação do etileno, promovido pelo 1-MCP, pois este produto, agindo sobre o etileno, diminui a síntese e a ação das enzimas clorofilases que quebram a molécula da clorofila (Bangerth, 1978), diminuindo também a

síntese de carotenóides, que são pigmentos responsáveis pela formação da cor de fundo da epiderme, onde o etileno atua estimulando a síntese dos mesmos (Chitarra, 1998).

Em experimentos realizados com laranjas, a perda da coloração verde também foi bloqueada com a aplicação de 1-MCP e foi estimulada por etileno exógeno (Porat et al., 1999).

Maçãs que receberam aplicações em pré-colheita de AVG, (Waclawovsky, 2001; Awad & de Jager 2002a; Steffens, 2003) mantiveram uma cor de fundo da epiderme mais verde. Entretanto, Autio & Bramlage (1982) mostraram em maçãs, que o tratamento com AVG não influenciou a taxa de degradação da clorofila.

4.5. Podridões

Não houve diferença estatística com relação ao número de frutos podres, entre os tratamentos (Tabela 1). O etileno apresenta uma relação direta e também indireta com a incidência de podridões em frutos armazenados, podendo exibir um efeito estimulatório sobre o crescimento de alguns fungos, e conseqüentemente, aumentar a incidência e a severidade dos danos, ou acelerando a maturação dos frutos, tornando-os mais sensíveis ao ataque de patógenos (El-Kazzaz et al., 1985). Entretanto, Waclawovsky (2001) e Steffens (2003) obtiveram em maçãs cv. Gala através de aplicações em pré-colheita de AVG, menores índices de podridão, após oito meses de armazenamento e mais sete dias de exposição dos frutos a 20 °C.

Blankenship & Dole, (2003) afirmam que o efeito do 1-MCP, com relação à incidência de doenças na pós-colheita, tem sido inconsistente, com resultados específicos para cada espécie.

4.6. Síntese de etileno

Na colheita, antes do armazenamento, não houve diferença estatística significativa com relação à síntese de etileno, considerando-se as diferentes doses e épocas de aplicação de AVG. Entretanto, em maçãs cv. Gala, Waclawovsky (2001) e Steffens (2003) obtiveram, no início do armazenamento, reduções na produção de etileno através da aplicação de AVG. Provavelmente, o efeito dos tratamentos não foi observado no início do armazenamento, devido à baixa produção de etileno dos frutos, que é característico em pêssegos.

Com relação ao 1-MCP, após 3 semanas de armazenamento a 0°C mais cinco dias de exposição a 20°C, frutos tratados apresentaram menor produção de etileno, quando comparados aos que receberam somente aplicações de AVG, estando de acordo com resultados obtidos em pêssegos por Abdi et al. (2002). Esse resultado deve-se, provavelmente, à inibição da síntese das enzimas ACC sintetase e ACC oxidase pela ação do 1-MCP.

Fica evidente que a aplicação de AVG em pré-colheita juntamente com a de 1-MCP na pós-colheita oferece maior proteção aos frutos tanto do etileno exógeno quanto endógeno, principalmente devido à complementação desses produtos no que se refere às ligações permanentes aos receptores, pois mesmo ocorrendo essas ligações do 1-MCP aos receptores, podem ocorrer um retorno da sensibilidade do produto ao etileno devido à síntese de novos receptores havendo, a partir deste ponto, a complementação de efeitos dos produtos (Blankenship & Dole, 2003).

4.7. Respiração

No início do armazenamento, o tratamento que recebeu a dose de 125 gha⁻¹ de AVG aos 21 dias antes da colheita, foi o único que apresentou taxa respiratória mais baixa. Não houve diferença estatística significativa nos demais tratamentos com diferentes doses de AVG e diferentes épocas de aplicação com relação à respiração dos frutos no início do armazenamento, apresentando esses tratamentos, taxas respiratórias semelhantes ao tratamento testemunha. Resultados semelhantes foram obtidos por Mir et al. (1999), em maçãs. Entretanto, após 3 semanas de armazenamento a 0°C mais 5 dias de exposição a 20°C, os frutos tratados com 1-MCP apresentaram menor taxa respiratória, quando comparados aos frutos que receberam apenas aplicações de AVG. Resultados semelhantes foram obtidos em ameixas e cerejas por Abdi et al. (1998) e Gong et al. (2002), respectivamente. Já Dong et al. (2001a), em nectarinas, concluiu que o uso de 1-MCP não exerce efeito sobre a respiração desse fruto.

4.8. Escurecimento interno e lanosidade

Não houve incidência desses distúrbios nos frutos armazenados, provavelmente devido a cultivar utilizada e estágio de maturação final dos frutos. Segundo Guelfat-Reich & Ben-Arie (1966), a incidência de lanosidade é altamente dependente desses dois fatores, bem como o escurecimento interno que ocorre em estádios de amadurecimento mais avançados (Zoffoli, 2000).

Tabela 2. Síntese de etileno e respiração de pêssegos cv. Eldorado no início do armazenamento, em função de doses e épocas de aplicação de AVG. Santa Maria, RS, 2004.

Tratamentos				
Épocas de aplicação de AVG (DAC)*	Concentrações de AVG (gha⁻¹)	Aplicação de 1-MCP (1000ppb)	Etileno (μlkg⁻¹h⁻¹)	Respiração (mlCO₂kg⁻¹h⁻¹)
0	0	Sem	0,20 a**	10,1 a
15	125,0	Sem	0,16 a b	9,02 a b
15	187,5	Sem	0,10 b	8,91 a b
15	249,0	Sem	0,10 b	8,26 a b
21	125,0	Sem	0,16 a b	7,23 b
21	187,5	Sem	0,17 a b	8,06 a b
21	249,0	Sem	0,17 a b	7,00 b
15	125,0	Com	-	-
15	187,5	Com	-	-
15	249,0	Com	-	-
21	125,0	Com	-	-
21	187,5	Com	-	-
21	249,0	Com	-	-
C.V. (%)			32,0	20,81

*DAC – Dias Antes da Colheita.

**Médias não seguidas pela mesma letra diferem pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade de erro.

Tabela 3. Síntese de etileno e respiração de pêssegos cv. Eldorado, após três semanas de armazenamento a 0°C mais cinco dias de exposição a 20 °C, em função de 1-MCP e doses e épocas de aplicação de AVG. Santa Maria, RS, 2004.

Tratamentos				
Épocas de aplicação de AVG (DAC)*	Concentrações de AVG (gha⁻¹)	Aplicação de 1-MCP (1000ppb)	Etileno (μlkg⁻¹h⁻¹)	Respiração (mlCO₂kg⁻¹h⁻¹)
0	0	Sem	2,61 a**	16,9 a
15	125,0	Sem	3,16 a	17,4 a
15	187,5	Sem	2,72 a	16,3 a
15	249,0	Sem	2,48 a	14,7 a
21	125,0	Sem	2,26 a	15,5 a
21	187,5	Sem	2,13 a	14,1 a
21	249,0	Sem	2,54 a	17,8 a
15	125,0	Com	0,74 b	1,54 b
15	187,5	Com	0,65 b	1,36 b
15	249,0	Com	0,77 b	1,97 b
21	125,0	Com	0,92 b	1,13 b
21	187,5	Com	0,43 b	1,32 b
21	249,0	Com	0,87 b	1,56 b
C.V. (%)			30,0	32,8

*DAC – Dias Antes da Colheita.

**Médias não seguidas pela mesma letra diferem pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade de erro.

5.CONCLUSÕES

Segundo os resultados obtidos neste experimento, conclui-se que a aplicação pré-colheita de AVG não tem efeito no controle da maturação e conservação da qualidade de pêssegos cv. Eldorado durante o armazenamento refrigerado. Já a aplicação de 1-MCP (1000ppb) é eficiente no controle do amadurecimento e na manutenção da qualidade pós-colheita influenciando os seguintes parâmetros: firmeza de polpa, acidez titulável, cor de fundo da epiderme, produção de etileno e respiração, após o armazenamento a 0°C e exposição dos frutos à temperatura de 20°C.

Tabela 4. Quadro de análise da variância referente às análises de sólidos solúveis totais (SST), firmeza de polpa, cor e podridão em pêssegos cv. Eldorado após três semanas de armazenamento a 0°C mais cinco dias de exposição a 20°C, em função de 1-MCP e doses e épocas de aplicação de AVG. Santa Maria, RS. 2003.

FV	GL	Acidez	SST	Firmeza de	GL	Cor	Podridões
		titulável (meq100mL)	(°Brix)	polpa (N)		(a*+b*)	(%)
		QM	QM	QM		QM	QM
Bloco	2	0,01 ^{ns}	0,03 ^{ns}	17,68 ^{ns}	2	3,93 ^{ns}	6,18 ^{ns}
Tratamento	12	6,61*	0,24*	167,33*	11	11,24*	9,86*
Resíduo	24	0,05	0,09	27,95	22	2,42	0,13
Média		13,74	11,50	56,61		25,15	23,80
CV(%)		1,63	2,60	9,34		6,18	28,21

ns= não significativo; *:significativo em nível de 5% de probabilidade de erro, pelo teste de T.

6.BIBLIOGRAFIA

- ABADI, N.; HOLFORD, P.; McGLASSON, W. B.; MIZRAHI, Y. Ripening and responses to propylene in four cultivars of Japanese type plums. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 12, p. 21-34, 1997.
- ABDI, N.; McGLASSON, W. B.; HOLFORD, P.; WILLIAMS, M.; MIZRAHI, Y. Responses of climacteric and suppressed-climacteric plums to treatment with propylene and 1-methylcyclopropene. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 14, p. 29-39, 1998.
- ABELES, F. B.; MORGAN, P. W.; SALTVEIT Jr, M. E. **Ethylene in plant biology**, 2nd edition. New York: Academic Press, 1992. 240p.
- ABLE, A. J.; WONG, L. S.; PRASAD, A.; O'HARE, T. J. 1-MCP is more effective on a floral brassica (*Brassica oleracea var. italica L.*) than a leafy brassica (*Brassica rapa var. chinensis*). **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 26 p. 147-155, 2002a.
- ADAMS, D. O.; YANG, S. F. Ethylene biosynthesis: identification of 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid as an intermediate in the conversion of methionine to ethylene. **Proceedings of the National Academy of Science of USA**, Washington, v. 76, p. 170-174, 1979.
- AUTIO, W. R.; BRAMLAGE, W. J. Effects of AVG on maturation, ripening and storage of apples. **Journal of the American Society of Horticultural Science**, Alexandria, v. 107, n. 6, p. 1074-1077, 1982.

- AWAD, M. **Fisiologia Pós-Colheita de Frutos**. São Paulo: Nobel, 1993, 114p.
- AWAD, M. D.; de JAGER, A. Formation of flavonoids, especially anthocyanin and chlorogenic acid in 'Jonagold' apple skin: influences of growth regulators and fruit maturity. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 93, n. 3-4, p. 257-266, 2002a.
- BANGERTH, F. The effect of substituted amino acid on ethylene biosynthesis; respiration, ripening and preharvest drop of apple fruit. **Journal of the American Society of Horticultural Science**, Alexandria, v. 103, n. 3, p. 401-404, 1978.
- BANGERTH, F.; BUFLER, G.; HALDER-DOLL, H. Experiments to prevent ethylene biosynthesis and/or action and effects of exogenous ethylene on ripening and storage of apple fruits. In: FUCHS, Y. & CHALUTS, E. (eds.). **Ethylene: biochemical, physiological and applied aspects**. Amsterdam, p. 291-301, 1984.
- BARITELLE, A. L.; HYDE, G. M.; FELLMAN, J. K.; VARITH, J. Using 1-MCP to inhibit the influence of ripening on impact properties of pear and apple tissue. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 23, p. 153-160, 2001.
- BENNET, A. B. Genetic Determinants and control of Fruit Softening. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON POSTHARVEST SCIENCE, 4., 2000, Jerusalem. **Abstracts...** Tel Aviv, 2000. p. 09.
- BLANKENSHIP, S. M. Ethylene effects and the benefits of 1-MCP. **Perishables Handling Quarterly**, North Carolina, n.108, 4p, 2001.

- BLANKENSHIP, S. M.; DOLE, J.M. 1-Methylcyclopropene: a review. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 28, n. 1, p. 1-25, 2003.
- BRACKMANN, A. Effect of different CA conditions and ethylene levels on the aroma production of apples. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n. 258, p. 207-214, 1989.
- BRACKMANN, A.; WACLAWOVSKY, A. J. Efeitos do Retain em Pós-Colheita. In ENCONTRO NACIONAL DE FRUTICULTURA DE CLIMA TEMPERADO – ENFRUTE, 3., 2000, Fraiburgo. **Anais...** Caçador: EPAGRI, 2000. p. 93-98.
- BRACKMANN, A.; WACLAWOVSKY, A. J. Responses of 'gala' apples to preharvest treatment with AVG and low ethylene CA storage. **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 553, p. 155-157, 2001.
- BRACKMANN, A.; MELLO, A. M. de.; FREITAS S. T. de. Qualidade pós-colheita de caqui 'Kioto' tratados com ácido giberélico e aminoetoxivinilglicina em pré-colheita. **Revista da Faculdade de Zootecnia Veterinária e Agronomia**, Uruguaiana, v. 9, n. 3, p. 147-150, 2002.
- BRACKMANN, A.; TREVISAN, J. N.; MARTINS. G. A. K.; FREITAS, S. T.; MELLO, A. M. de. Etileno, 1-Metilciclopropeno e qualidade de repolho cv. wacaba armazenado em ambiente refrigerado. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas. v. 9, n. 4, p. 403-405, 2003.
- BRAMLAGE, E. J. et al. Effects of aminoethoxyvinylglycine on internal ethylene concentrations and storage of apples. **Journal of the American Society of Horticultural Science**, Alexandria, v. 105, n. 6, p. 847-851, 1980.

- BYERS, R. E. Peach and nectarine fruit softening following aminoethoxyvinylglycine sprays and dips. **HortScience**, Alexandria, v. 32, n. 1, p. 86-88, 1997.
- CERVANTES, E. Ethylene: new interactions still ripening. **Trends in Plant Science**, London, v. 7, n. 2, p. 1-2, 2002.
- CHANDER, S.; KHAJURIA, H. N. Determination of maturity indices for subtropical peach cultivar Flordared. **Haryana Journal Horticultural Science**, Haryana, v. 10, n. 3-4, p. 119-131, 1981.
- CHILD, R. D.; WILLIAMS, A.A.; HOAD, G. V.; BAINES, C. R. The effect of aminoethoxyvinylglycine on maturity a post harvest changes in Cox's Orange Pippin apples. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 35, n. 7, p. 773-781, 1984.
- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: ESAL/FAEPE, 1990. 320p.
- CHITARRA, A. B. Qualidade, Colheita e Manuseio Pós-Colheita de frutos do Pessegueiro e da Ameixeira. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 18, n. 189, p. 69-74, 1997.
- CHITARRA, M. I. F. Fisiologia e qualidade de produtos vegetais. In: BORÉN, F. M. (ed). **Armazenamento e Processamento de produtos Agrícolas**. Lavras: UFLA/SBEA, 1998. p. 1-57.
- CLAYTON, M.; BIASI, W.V.; SOUTHWICK, S.M.; MITCHAM, E. J. ReTainTM effects maturity an ripening of 'Bartlett' pear. **HortScience**, Alexandria, v. 35, n. 7, p. 1294-1299, 2000.

- COELHO, A. H. R. Qualidade pós-colheita de pêssegos. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 17, n. 180, p. 31-39, 1997.
- CRISOSTO, C.H. Stone fruit maturity índices: a descriptive review. **Postharvest News and Information**, London, v. 5,n. 6, p. 65N-68N, 1994.
- CRISOSTO, C.H.; GARNER, D.; CID, L. Predicting market life 'OHenry' and 'Elegant Lady' peaches under controlled atmosphere conditions. In: INTERNATIONAL CONTROLLED ATMOSPHERE RESEARCH CONFERENCE, 7., 1997, California. **Proceedings...** California, 1997. v. 3, p. 121-131.
- DEELL, J. R.; MUR, D. P.; PORTEOUS, M. D.; RUPASINGHE, H. P. V.; influence of temperature and duration of 1-methylcyclopropene (1-MCP) treatment on apple quality. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 24, p. 349-353, 2002.
- DEKAZOS, E. D. Effect of aminoethoxyvinylglycine on bloom delay, fruit maturity, and quality of 'Loring' and 'Rio Oso Gem' peaches. **HortScience**, Alexandria, n. 16, p. 520-522, 1981.
- DONG, L.; LURIE, S.; ZHOU, H.; Effect of 1-methylcyclopropene on ripening of 'Canino' apricots and 'Royal Zee' plums. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 24, p. 135-145, 2002.
- DONG, L.; ZHOU, H. W.; SONEGO, L.; LERS, A.; LURIE, S. Ripening of 'Red Rosa' plums: effect of ethylene and 1-methylcyclopropene. **Plant Physiology**, Rockville, v. 28, p. 10439-1045, 2001b.

- DONG, L.; ZHOU, H.; SONEGO, L.; LERS, A.; LURIE, S. Ethylene involvement in the cold storage disorder of 'Flavortop' nectarine. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 23, p. 105-115, 2001a.
- EL-KAZZAZ, M.D.; SOMMER, N.F.; KADER, A. A. Ethylene effects on postharvest fruit diseases. In: BLANKENSHIP, S. M. (ed.). **Controlled atmospheres for storage and transport of perishable agricultural commodities**, Raleigh, p. 348-351, 1985.
- FAN, X.; BLANKENSHIP, S. M.; MATTHEIS, J. P. 1-Methylcyclopropene inhibits apple ripening. **Journal of the American Society of Horticultural Science**, Alexandria, v. 124, p. 690-695, 1999a.
- FAN, X.; MATTHEIS, J.P.; ROBERTS, R.G. Biosynthesis of phytoalexin in carrot root requires ethylene action. **Plant Physiology**, Palo Alto, v. 110, p. 450-454, 2000b.
- FAN, X. T.; MATTHEIS, J.P.; BUCHANAN, D. Continuous requirement of ethylene for apple fruit volatile synthesis. **Journal of Agricultural and Food chemistry**, Washington, v. 46, n. 5, p.1959-1963, 1998.
- FAN, X.; ARGENTA, L.; MATHEIS, J. P. Inhibition of ethylene action by 1-methylcyclopropene prolongs storage life of apricots. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 20, p. 135-142, 2000a.
- FAN, X.; ARGENTA, L.; MATTHEIS, J. P. 2002. Interactive affects os 1-MCP and temperatures on 'Elberta' peache quality. **HortScience**, Alexandria, v. 37, p. 134-138, 2002.

- FERRY, V.C.; RINALDI, M. M.; DANIELI, R.; LUCHETTA, L. ROMBALDI, C. V. Controle da maturação de aqúis 'Fuyu' com uso de aminoetoxivinilglicina e ácido giberélico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24 n. 2, p. 344-347, 2002.
- FERGUSON, I.; VOLZ, R.; WOOLF, A. Preharvest factors affecting physiological disorders of fruit. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 15, p. 225-262, 1999.
- FLUHR, R.; MATTO, A. K. Ethylene – Biosynthesis and perception. **Critical Reviews in Plant Sciences**, Boca Raton, v. 15, n. 5-6, p. 479-523, 1996.
- FONFRÍA, M. A.; FERRER, M.J.; ORENGA, V. A.; CARLOS, I.A.; BRUNETTI, C.S. NOME. **Ameixa, cereja, damasco e pêssego – técnicas de desbaste, anelamento e fitorreguladores na produção de frutos de primeira qualidade**. Porto Alegre, RS, 1999, 91p.
- GARNER, D.; CRISOSTO, C. H.; OTIEZA, L. Controlled atmosphere storage and aminoethoxyvinilglycine postharvest dip delay cold storage softening of 'Snow Kin' peaches. **HortScience**, Alexandria, v. 11, p. 598-601, 2001.
- GONG, Y.; FAN, X.; MATTHEIS, J. P. Responses of 'Bing' and 'Rainer' sweet cherries to ethylene and 1- methylcyclopropene. **Journal of Americam Society of Horticultural Science**, Alexandria, n. 127, p. 831-835, 2002.
- GRAY, J., PICTON, S., SHABBEER, J., SCHUCH, W., GRIERSON, D. Molecular biology of fruit ripening and its manipulation with antisense genes. **Plant Molecular Biology**, Dordrecht, n. 19, p. 69-87, 1992.

- GUELFAT-REICH, S.; BEN-ARIE, R. Effect of delayed storage and the stage of maturity at harvest on the keeping quality of peaches in Israel. **Israel J. Agric. Res**, v.16, p.163-170, 1966.
- HALDER-DOLL, H. **Auswirkungen des Ethylensynteinhibitors aminoethoxyvinylglycin auf verschiedene praktische und physiologische Parameter der Reife von Apfelfrüchten**. 1982. 165 f. (tese de doutorado) – Universität Hohenheim, Germany, 1982.
- HARRIS, D. R.; SEBERRY, J. A.; WILLS, R. B. H.; SPOHR, L. J. Effect of fruit maturity on efficiency of 1-methylcyclopropene to delay the ripening of banana. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 20 p. 303-308, 2000.
- HOFFMAN, P. J.; JOBIN-DÉCOR, M.; MEIBURG, G. F.; MACNISH, A. J.; JOYCE, D. C. 2001. Ripening and quality responses of avocado, custard apple, mango and papaya fruit to methylcyclopropene. **Journal of Experimental Agriculture**, Australia, v. 41, p. 567-572, 2001.
- HUAI, Q.; XIA, Y.; CHEN, Y.; CALLAHAN, B.; LI, N.; KE, H. Crystal structures of 1-aminocyclopropane-1-carboxylate (ACC) synthase in complex with aminoethoxyvinylglycine and pyridoxal-5'-phosphate provide new insight into catalytic mechanisms. **The Journal of Biological Chemistry**, Maryland, v. 276, n.41, p.38210-38216, 2001.
- JIANG, Y.; JOYCE, D. C. Extension of the shelf life of banana fruit by 1-methylcyclopropene in combination with polyethylene bags. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 6, p. 187-193, 1999a.

- JOHNSTON, J. W.; HEWETT, E. W.; HERTOOG, M. L. A. T.; HARKER, F. R. Temperature and ethylene affect induction of rapid softening in 'Granny Smith' and 'Pacific Rose'TM, apple cultivars. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 25, n. 3, p. 257-267, 2002.
- JU, Z.; BRAMLAGE, W.J. Desenvolvimental changes of cuticular constituents and their association with ethylene during fruit ripening in 'Delicious' apples **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 21, n. 3, p. 257-263, 2001.
- KADER, A.A. An overview of the physiological and biochemical basis of CA effects on fresh horticultural crops. In: BLANKENSHIP, S.M. (ed.). **Controlled atmospheres for storage and transport of perishable agricultural commodities**. Raleigh, p. 1-9, 1985.
- KIM, H. O.; HEWETT, E. W.; LALLU, N. Softening and ethylene production of kiwifruit reduced with 1-methylcyclopropene. **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 553, p. 167-170, 2001.
- KLUGE, R. A.; JACOMINO, A. P. Shelf life of peaches treated with 1-methylcyclopropene. **Scientia- Agricola**, Piracicaba v. 59, p. 69-72, 2002.
- KU, V. V. V.; WILLS, R. B. H.; BEN-YECHOSHUA, S. 1-Methylcyclopropene can differentially affect the postharvest life of strawberries exposed to ethylene. **HortScience**, Alexandria, v. 34, p. 119-120, 1999.
- LELIÈVRE, J. et al., Ethylene and fruit ripening. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 101, p. 727-739, 1997.
- LIEBERMAN, M. Biosynthesis and action of ethylene. **Annual Review of Plant Physiology**, Palo Alto, v. 30, p. 533-591, 1979.

- LIGUORI, G.; WESKLER, A.; ZUTAHY, Y.; SUSAN. L.; ITZHAK, K. Effect of 1-methylcyclopropene on ripening of melting flesh peaches and nectarines. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 31, p. 263-268, 2004.
- LIU, F. W. Effects of harvest date and ethylene concentration in controlled atmosphere storage on the quality of 'McIntosh' apples. **Journal of the American Society of Horticultural Science**, Alexandria, v. 103, n. 3, p. 388-392, 1978.
- LIVERINI, A., CANGINI, A. Ethylene evolution and changes in carbohydrates and organic acid during maturation of two white and yellow-fleshed peaches cultivars. **Advances in Horticultural Science**, Firenze, v. 5, n. 2, p. 59-63, 1991.
- LUCHSINGER, L. **Avanços na conservação de frutas de caroço**. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE FRUTAS DE CAROÇO – PÊSSEGOS, NECTARINAS E AMEIXAS, 1., 2000, Porto Alegre. **Anais...**Porto Alegre, 2000. p. 95-104.
- MAJUMDER, K.; MAZUMDAR, B.C. Changes of pectic substances in developing fruits of cape-gooseberry (*Physalis peruviana* L.) in relation to the enzyme activity and evolution of ethylene. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 96, n. 1-4, p. 91-101, 2002.
- MALIS-ARAD, S.; DIDI, S.; MIZRAHI, Y.; KOPELIVITCH, E. Pectic substances: changes in soft and firm tomato cultivars. **Journal of Horticultural Science**, Ashford, v. 58, n. 1, p. 111-116, 1983.

- MASIA, A.; VENTURA, M.; GEMMA, H.; SANSAVINI, S. Effect of some plant growth regulator treatments on apple fruit ripening. **Plant Growth Regulator**, Dordrecht, v. 25, n. 2, p. 127-134, 1998.
- MATOHOOKO, F. M.; TSUNASHIMA, Y.; OWINO, W. Z. O.; KUBO, Y.; INABA, A. Regulation of genes encoding ethylene biosynthetic enzymes in peach (*Prunus persica L.*) fruit by carbon dioxide and 1-methylcyclopropene. **Postharvest Biology and Technology**. Amsterdam, v. 21 p. 265-281, 2001.
- MEDEIROS, C. A. B.; ROSEIRA, M.C. **A Cultura do Pessegueiro**. Brasília: Embrapa – SPI; Pelotas: Embrapa – CPACT, 1998, 351p.
- MENNITI, A. M.; DONATI, G. L. 1-Methylcyclopropene retards postharvest softening of plums. **Postharvest Biology and Technology**. Amsterdam, v. 31 p. 269-275, 2004.
- MIR, N. A.; CURELL, E.; KHAN, N.; WHITAKER, M.; BEAUDRY, R. M. Harvest maturity, storage temperature, and 1-MCP application frequency alter firmness retention and chlorophyll fluorescence of 'Redchief Delicious' apples. **Journal of the American Society of Horticultural Science**, Alexandria, v. 126, p. 618-624, 2001.
- MITCHELL, F.G.; MAYER, G.; MAXIE, E.C.; COARES, W.W. Cold storage effects on fresh market peaches, nectarines e plums. **California Agriculture**, v. 28, n. 10, p. 12-13, 1974.
- MITCHELL, F.G. & KADER, A.A. Factors affecting deterioration rate. In: **Peaches, plums and nectarines-growing and handling for fresh market**. Oakland, Unid of Califórnia, p. 65-178, 1989.

- MITCHELL, F.G.; THOMPSON, J. F.; CRISOSTO, C.H.; KASMIRE, R. F. The commodity. In: **Comercial cooling of fruits, vegetables and flowers**. University of California – Division of Agriculture and Natural Resources, p. 1-7, 1998 (Publication 21567).
- MONET, R. **le Pêcher**. Paris: Masson, 1983.
- NAKANO, R.; HARIMA, S.; OGURA, E.; INOUE, S.; KUBO, Y.; INABA, A. Involvement os stress-induced ethylene biosynthesis in fruit softening of 'Saijo' persimmon. **Journal of Horticultural Science**, Japan, v. 70, p. 581-585, 2001.
- NAKANO, R.; INOUE, S.; KUBO, Y.; INABA, A. Water stress induced ethylene in the calyx triggers auto catalytic ethylene production and fruit softening in 'Tonewase' persimmon grow in a heated plastic-house. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 25, p. 293-300, 2002.
- NERI, F.; BRIGATI, S. Sensory and objective evaluation of peaches. In: **POSTHARVEST NEWS AND INFORMATION**, 1996, London. **Abstracts...** London, 1996.v. 7, n. 5, p.266.
- OWENS, K.W.; TOLLA, G.E.; PETERSON, C.E. Introduction of staminate flowers on gynoecious cucumber by aminoetoxyvinylglycine. **HortScience**, Alexandria, v. 15, n. 3, p. 256-257, 1980.
- OWINO, W. O.; NAKANO, R.; KUBO, Y.; INABA, A. Deferential regulation of genes encoding ethylene biosynthesis enzymes and ethylene response sensor ortholog during ripening and in response to wounding in avocado. **Journal of Horticultural Science**, Ashford, v. 127, p. 520-527, 2002.

- PEREZ, A.; MARTINEZ-ROMERO, D.; SERRANO, M.; ZUZUNAGA, M.; CARBONELL, A., BURLÓ, F.; RIQUELME, T.; VALERO, D. Role of exogenous putrescine on the metabolism of conjugated polyamines in mechanically damaged plum during storage. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON POSTHARVEST SCIENCE, 4., 2000, Jerusalem. **Abstracts...** Tel Aviv, 2000. p.59.
- PETRI, J. L.; LEITE, G. B. Efeito do AVG sobre o comportamento de frutos da macieira. In: ENCONTRO NACIONAL DE FRUTICULTURA DE CLIMA TEMPERADO – ENFRUTE, 2., 1999, Fraiburgo. **Anais...** Caçador: EPAGRI, 1999. p. 57-63.
- PORAT, R.; WEISS, B.; COHEN, L.; DAUS, A.; GOREN, R.; DROBBY, S. Effects of ethylene and 1-methylcyclopropene on the postharvest qualities of ‘Shamouti’ oranges. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 15, p. 155-163, 1999.
- PRATT, H. K. The role of ethylene in fruit ripening. In: **FACTEURS ET RÉGULATION DE LA MATURATION DES FRUITS**, 1974, Paris: Colloques internationaux du center National de la Recherche Scientifique, n. 238, p. 153-160, 1975.
- PRÉ-AYMARD, C.; WEKSLER, A.; LURIE, S. Responses of ‘Ana”, a rapidly ripining Summer apple, to 1-methylcyclopropene. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, 2002.
- RHODES, M. J. C. Biochemistry of maturation and ripening: the climateric and ripening of fruits. In: HULME, A. C. (ed). **Biochemistry of Fruits and their Products**. London Academic Press, 1980, p. 521-532.

- ROMANY, R. et al. Effects of preharvest applications of AVG on ripening of 'Bartlett' pears with and without cold storage. **HortScience**, Alexandria, v. 17, n. 2, p. 214-215, 1982.
- ROMBALDI, C. V.; GIRARDI, C. L.; SILVA, J. A.; CANTILHANO, R. F. F.; PARUSSOLO, A. Ponto de colheita na qualidade de pêsegos cv. Chiripá. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 1, p. 74-79, 2001.
- SALISBURY, F. B. & ROSS, C. W. **Plant Physiology Wadsworth Publishing Company**. Belmont/California, 1991, 326p.
- SALTVEIT, M.E. Effect of ethylene on quality of fresh fruits and vegetables. **Postharvest Biology and technology**, Amsterdam, v.15, n.3, p.279-292, 1999.
- SEIBERT, E. **Efeitos de pulverizações de ethephon na maturação e frigoconservação de pêras cv. Packham's Triumph**. 1997. 100 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1997.
- SEIBERT, M.C. External control of anthocyanin formation in apple. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 42, n. 3, p. 181-218, 1990.
- SELVARAJAH, S.; BAUCHOT, A. D. JOHN, P. Internal browning in cold-storage pineapples is suppressed by a post harvest application of 1-methylcyclopropene. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 23, p. 167-170, 2001.
- SHAFER, W. E.; CLAKE, G.; HANSON, J. WOOLARD, B. N. Practical applications of aminoethoxyvinylglycine. In: **22nd Annual Meeting of Plant Growth Regulation American Society**. New York, 1995. p. 11-15.

- SHIOMI, S.; YAMAMOTO, M.; NAKAMURE, R.; INABA, A. Expression of ACC synthase and ACC oxidases genes in melons harvested at different stages of maturity. **Journal of Horticultural Science**, Japan, v. 68, p. 10-17, 1999.
- SKOG, L. J.; SHAEFER, B. H.; SMITH, P. G. 1-Methylcyclopropene preserves the firmness of plums during post-harvest storage and ripening. **Acta Horticulturae**, Leuven, v. 553, p. 171-172, 2001.
- SOLOMOS, T. Respiration and energy metabolism in senescing plant tissues. In: LIEBERMAN, M. (Ed). **Post-Harvest Physiology and Crop Improvement**. New York: Plenum, 1981. p. 61-98
- STEFFENS, C. A. **Maturação e qualidade pós-colheita de maçãs, 'Gala e 'Fuji', com aplicação pré-colheita de aminoetoxivinilglicina e ethephon**. 2003, 88 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2003.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant Physiology**. 2nd Ed. Redwood City: Benjamin/Cummings, 1998. 565 p.
- TAYLOR, M. A.; RABE, E.; DODD, M. C.; JACOBS, G. Effects of storage regimes on pectolytic enzymes, pectic substances, internal conductivity and gel breakdown in cold stored 'Songold' plums. **Journal American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 69, n. 3, p. 527-5234, 1994.
- TIAN, M. S.; PRAKASH, S.; ELGAR, H. J.; YOUNG, H.; BURMEISTER, D. M.; ROSS, G. S. Responses of strawberry fruit to 1-methylcyclopropene (1-MCP) and ethylene. **Plant Growth Regulator**, Dordrecht, v. 32, p. 83-90, 2000.

- TRUTER, A. B.; COMBRINK, J.C. Ethylene levels in commercial CA and low ethylene CA storage of Golden Delicious, Sarking and Granny Smith apples and Packham-s Triumph pears. **Tree Fruit Post harvest Journal**, Washington, v. 4, n. 3, p. 14-18, 1993.
- WACLAWOVSKY, A. J. **Controle da maturação de maçãs (*Malus domestica* Borkh.) cv. Gala, com aplicação pré-colheita de aminoetoxivinilglicina (AVG)**. 2001, 134 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2001.
- WANKIER, B. N.; SALUNKHE, D. K.; CAMPBELL, W. F. Effects of controlled atmosphere storage on biochemical changes in apricot and peach fruit. **Journal of the American Society of Horticultural Science.**, Alexandria, v. 95, n. 5, p. 604-609, 1970.
- WALSH, C. S. & FAUST, M. AVG increases the yield young 'Delicious' apple trees, **HortScience**, Alexandria, v.17, n.3, p. 370-372, 1982.
- WANG, C. Y.; MELLENTHIN, W. M. Effect of aminoethoxy analog of rhizobitoxine on ripening of pears. **Plant Physiology**, Palo Alto, v. 59, p. 546-549, 1977.
- WATKINS, C. B.; NOCK, J. F.; WHITAKER, B. D. Responses of early, mid and late season apple cultivars to post harvest application of 1-methylcyclopropene (1-MCP) under air and controlled atmosphere storage conditions. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 19, n. 1, p. 17-32, 2000.

- WILLIAMS, M. W. Retention of fruit firmness and increase in vegetative growth and fruit set of apple with aminoethoxyvinylglycine. **HortScience**, Alexandria, v. 15, n. 1, p. 76-77, 1980.
- WILLS, R.H; LEE, T. H.; GRAHAM, D.; MCGLASSON, W.B.; HALL, E.G. **Postharvest- an introduction to the physiology and handling of fruit and vegetables**. Granada, London, 1981, 161p.
- YANG, S. F.; HOFFMAN, N. E. ethylene biosynthesis and its regulation in higher plants. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, Palo Alto, v. 35, p. 155-189, 1984.
- YANG, S.F. Biosynthesis and action of ethylene. **HortScience**, Alexandria, v. 20, n. 1, p. 41-45, 1985.
- YU, Y. B.; YANG, S. F. Auxin-induced ethylene production and its inhibitors by aminoethoxyvinylglycine and cobalt ion. **Plant Physiology**, Rockville, v. 64, p. 1074-1077, 1979.
- ZOFFOLI, J. P. Manejo de postcosecha e duraznos y nectarines com enfasis en el uso de atmosfera modificada. In: ENCONTRO NACIONAL DE FRUTICULTURA DE CLIMA TEMPERADO, 1, 2000, Fraiburgo, 2000. p. 26-35.