

EFEITO DO 1-METILCICLOPROPENO NO AMADURECIMENTO DE QUIVI EFFECT OF 1-METHYLCYCLOPROPENE DURING FRUIT RIPENING IN KIWIFRUIT

Giseli Crizel¹, Camila Pegoraro², Wanderson Araújo Ferreira³, Patrícia Bazzo⁴, César Luis Girardi⁵

¹ Doutoranda em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Pelotas –
giseli.crizel@gmail.com

² Pós-doutoranda em Pós-colheita da Embrapa Uva e Vinho – camila.pegoraro@colaborador.embrapa.br

³ Assistente em Pós-colheita da Embrapa Uva e Vinho – wanderson.ferreira@embrapa.br

⁴ Graduanda em Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia da Universidade Estadual do Rio Grande do Sul,
estagiária na Embrapa Uva e Vinho – paty_bazzo@hotmail.com

⁵ Pesquisador em Pós-colheita da Embrapa Uva e Vinho - cesar.girardi@embrapa.br

RESUMO

O quivi é um fruto extremamente sensível ao etileno. Pequenas concentrações desse fitohormônio causam amadurecimento e amolecimento precoces nesse fruto. O 1-MCP, um inibidor da ação do etileno, vem sendo utilizado para retardar o processo de amadurecimento em diferentes frutos. Esse inibidor bloqueia temporariamente o acesso do etileno aos receptores, inibindo sua ação nos tecidos vegetais. A resposta ao tratamento com 1-MCP depende da dose, espécie, cultivar e do estágio de desenvolvimento em que o produto é aplicado. Diferentes estudos têm sido realizados visando elucidar a ação do 1-MCP em quivis, entretanto, a maioria dos estudos relata o efeito desse inibidor em quivis após o armazenamento em atmosfera refrigerada e controlada, não elucidando o papel do 1-MCP em temperatura ambiente, além disso, os autores não relatam o efeito do gás sobre a qualidade sensorial de quivis. Nesse sentido, este trabalho teve por objetivo avaliar o efeito do 1-MCP durante a evolução da maturação de quivis em temperatura ambiente. Nesse estudo foram utilizadas duas cultivares de quivi, Monty, a qual é mais bem estudada durante o período pós-colheita, e Tewi, que apresenta poucas informações do manejo pós-colheita. Frutos de ambas as cultivares, tratados e não tratados com 1-MCP após a colheita foram mantidos em temperatura ambiente durante 15 dias. A evolução da maturação foi monitorada a cada três dias através da medida da firmeza de polpa, teor de sólidos solúveis, acidez total titulável e avaliação da qualidade sensorial. Conforme esperado, a firmeza de polpa foi menor nos frutos não tratados com 1-MCP e maior nos frutos que receberam o tratamento em ambas as cultivares estudadas e em todos os períodos avaliados. O teor de SS e de ácido cítrico foi influenciado significativamente pela aplicação de 1-MCP nos frutos de ambas as cultivares e em todos os períodos de avaliação, verificando-se maior teor de SS e menor de ácido cítrico em frutos não tratados. O 1-MCP foi eficiente no atraso do processo de amadurecimento de quivis das cultivares Monty e Tewi, onde se verificou a manutenção da firmeza de polpa dos frutos. No entanto, frutos que receberam o tratamento apresentaram qualidade sensorial inferior no período analisado.

Palavras-chave: *Actinidia deliciosa*, qualidade, firmeza.

ABSTRACT

The kiwi fruit is extremely ethylene sensitive. Small concentrations of phytohormone cause early ripening and softening in fruit. The 1-MCP, an inhibitor of ethylene action, has been used to slow the ripening process in different fruits. This inhibitor temporarily blocks access to the ethylene receptor, inhibiting its action in plant tissues. The response to treatment with 1-MCP is dependent of dose, species, cultivar and the stage of development in which the product is applied. Different studies have been conducted to elucidate the action of 1-MCP on Kiwis, however, most studies report the effect of this inhibitor in kiwifruit after cold storage and controlled atmosphere, not elucidating the role of 1-MCP at room temperature, furthermore, the authors did not report the effect of gas on the sensory quality of kiwifruit. Thus, this study aimed to evaluate the effect of 1-MCP during the maturation of kiwis at room temperature. In this study we used two cultivars of kiwi, Monty, which is best studied during the postharvest and Tawi which presents little information shelf life. Fruits of both cultivars treated and not treated with 1-MCP after harvest was kept at room temperature for 15 days. The evolution of maturity was monitored every three days by measuring the flesh firmness, soluble solids, titratable acidity and analysis of sensory quality of kiwifruit. As expected, the firmness was lower in fruit not treated with 1-MCP and higher in fruits treated with 1-MCP in both cultivars and in all periods. The SS content and citric acid was significantly influenced by the application of 1-MCP on the fruit of both cultivars and in all periods of evaluation, checking for higher and lower SS content of citric acid in untreated fruits. The 1-MCP was effective in delaying the ripening process of kiwifruit cultivars and Monty Tawi, where there was the maintenance of flesh firmness of fruits. However, fruits that received treatment had lower sensory quality during the period.

Keywords: *Actinidia deliciosa*, quality, firmness.

INTRODUÇÃO

O quivi é um fruto popular e com alta importância econômica. Frutos de quivi consistem de duas espécies extensamente conhecidas, *Actinidia deliciosa* e *Actinidia chinensis*. Frutos *A. deliciosa* caracterizam-se por apresentar frutos de tamanho grande, polpa verde, vida pós-colheita mais longa, baixo conteúdo de sólidos solúveis e alto teor de ácidos orgânicos. Quivis *A. chinensis* produzem frutos com polpa amarela, alto teor de sólidos solúveis e baixo teor de ácidos orgânicos, entretanto apresentam curta vida de prateleira (MWORIA et al., 2010).

O quivi é uma alternativa para a diversificação da produção gaúcha, uma vez que é colhido na entressafra de outras frutíferas de clima temperado. Além disso, a maior parte do quivi comercializado no Brasil é importada, demonstrando o potencial de mercado desse fruto (SILVEIRA et al., 2012). Porém um aspecto que deve ser levado em consideração para a maior rentabilidade desse fruto é o manejo pós-colheita, visando diminuir as perdas.

“Abott”, “Allison”, “Bruno”, “Hayward”, “Monty”, “Kramer”, “Greensil”, “Vicent”, “Tawi”, “Gracie”, “Jones” e “Elmwood” são as principais cultivares femininas de *A. deliciosa* cultivadas no Brasil, e “Golden King”, “Yellow Queen”, “MG06” e “Farroupilha” estão entre as principais cultivares de *A. chinensis*. A cultivar Monty, por ser pouco exigente em frio, e por apresentar informações técnicas disponíveis, está entre as cultivares de *A. deliciosa* mais

plantada na região Sul. Outras cultivares menos expressivas vem sendo implantadas, como é o caso da Tawi, a qual não dispõe de muitos conhecimentos técnicos.

Considerado fruto climatérico, quivis de ambas as espécies são altamente sensíveis ao etileno. Pequenas quantidades desse fitohormônio induzem a maturação precoce de quivis, reduzindo assim a sua vida pós-colheita (MAO et al., 2007) devido à aceleração da senescência. O 1-metilciclopropeno (1-MCP – SmartFresh™) bloqueia temporariamente o acesso do etileno aos receptores, inibindo a sua ação nos tecidos vegetais (BOQUETE et al., 2004). Desde 2002 o 1-MCP vem sendo utilizado em quivis para aumentar o período pós-colheita desse fruto, prevenindo o amadurecimento e amolecimento precoces (ILINA et al., 2010).

O tratamento de tomates, peras e melões com 1-MCP suprimiu a produção de etileno através da inibição da expressão de ácido 1-carboxílico-1-aminociclopropano sintase (ACS) e ácido 1-carboxílico-1-aminociclopropano oxidase (ACO), indicando que nestes frutos a produção de etileno é regulada a nível transcricional, por um sistema autocatalítico. A aplicação de 1-MCP em bananas e pêssegos não foi eficaz na supressão da produção de etileno, indicando que a regulação deste fitohormônio pode ser dependente do estágio de desenvolvimento do fruto e nem sempre é regulada pelo sistema autocatalítico (WATKINS, 2006; MWORIA et al., 2010; YOKOTANI *et al*, 2009).

A síntese de etileno em quivis não é bem elucidada e é um tema de constantes debates. Além disso, a duração da insensibilidade ao etileno em frutos tratados com 1-MCP varia consideravelmente entre espécies, cultivares e entre estádios de desenvolvimento (MWORIA et al., 2010). A maioria dos estudos em quivi reporta o efeito do 1-MCP na maturação de frutos após a refrigeração, dessa forma, poucas informações estão disponíveis no que concerne ao efeito do 1-MCP na insensibilidade do etileno em quivis que não passaram por períodos de frio. Assim, torna-se necessário o desenvolvimento de novos estudos avaliando o efeito do 1-MCP durante a maturação normal desses frutos. Nesse sentido, este trabalho teve por objetivo avaliar o efeito do 1-MCP na insensibilidade ao etileno durante a maturação de duas cultivares de quivis mantidas em temperatura ambiente.

MATERIAL E MÉTODOS

A colheita foi realizada de acordo com índices descritos por Silveira et al. (2012), que correspondem à maturação fisiológica dos frutos. Na colheita, os frutos das cultivares Monty e Tewi apresentavam firmeza de polpa de 47,1 e 55.9 newtons (N), e teor de sólidos solúveis (°Brix) de 8.9 e 8.8, respectivamente.

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado. Após a colheita, 50% dos frutos de cada cultivar foram tratados com 1-MCP (1ppm) durante 24 horas. Frutos tratados e não tratados com 1-MCP foram mantidos em temperatura ambiente ($25^{\circ}\text{C} \pm 2$) durante 15 dias, com análises físico-químicas realizadas a cada três dias. O monitoramento da evolução da maturação foi feito através da medida da firmeza de polpa, do teor de sólidos solúveis (SS), do teor da acidez titulável (AT) e da relação SS/AT.

A firmeza de polpa foi feita utilizando penetrômetro automatizado (*Fruit Texture Analyser*), com ponteira cilíndrica de 8mm. As medidas foram feitas na parte equatorial dos frutos, em regiões opostas, após a retirada da epiderme. O teor de SS foi determinado utilizando-se refratômetro digital com compensação automática da temperatura. A determinação da AT foi feita através da titulação de 10 mL de suco diluídos em 90 mL de água, até pH 8,1 com NaOH 0,1N.

A qualidade sensorial foi avaliada através do método sensorial afetivo com Escala Hedônica variando de “desgostei muitíssimo” (1) a “gostei muitíssimo” (7) para o atributo de avaliação global dos frutos. As amostras foram avaliadas por cinco julgadores treinados durante todos os períodos de avaliação. As amostras foram codificadas com números de três dígitos e apresentadas aos julgadores de forma monádica em pratos plásticos.

Os dados foram submetidos à análise de variância ($p \leq 0,05$). Os efeitos de cultivar, tempo e tratamento foram avaliados utilizando o teste de Tukey ($p \leq 0,05$), com auxílio do programa WinStat versão 2.0 (MACHADO, et al., 2003).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como esperado, a firmeza de polpa foi menor nos frutos não tratados com 1-MCP e maior nos frutos que receberam esse gás em ambas cultivares estudadas e em todos os períodos avaliados. Na cultivar Monty verificou-se uma queda significativa da firmeza de

polpa até 6 dias de armazenamento em temperatura ambiente (TA), permanecendo constante após esse período. Quando os frutos foram tratados com 1-MCP houve a manutenção da firmeza até 6 dias em TA, e após esse período observou-se uma leve queda, a qual se manteve até 15 dias em TA. Resultados similares já haviam sido encontrados por Blum e Ayub (2009). Comportamento idêntico foi observado para a cultivar Tewi, em ambos tratamentos, com e sem 1-MCP. Nenhuma diferença significativa na firmeza de polpa foi verificada entre as cultivares Monty e Tewi nos períodos avaliados dentro de cada tratamento (Tabela 1). A perda de firmeza é um evento coordenado pelo etileno e ocorre em função da degradação do amido em SS, degradação dos componentes da parede celular e do decréscimo no potencial osmótico (VIEIRA et al., 2010). Assim, nesse estudo verificou-se que o 1-MCP foi eficiente na inibição da ação do etileno, além disso, de acordo com os resultados obtidos, acredita-se que não ocorreu síntese de novos receptores de etileno durante todo período de avaliação.

O teor de SS foi influenciado significativamente pela aplicação de 1-MCP nos frutos de ambas as cultivares e em todos os períodos de avaliação. Resultados similares foram encontrados por Mao et al. (2007), que verificaram a influência do 1-MCP no acúmulo de sólidos solúveis, ocasionando um menor acúmulo destes em frutos tratados. Na cultivar Monty observou-se um aumento no teor de SS com o avanço da maturação em ambos os tratamentos. É interessante ressaltar que, dentro do mesmo período de avaliação os frutos que receberam 1-MCP apresentaram menor teor de SS do que frutos não tratados. Para a cultivar Tewi o teor de SS aumentou com o passar do tempo para os frutos sem o 1-MCP, entretanto nos frutos tratados o acúmulo foi variável durante o armazenamento, tendo maiores teores nos últimos períodos de avaliação. Na maioria dos períodos avaliados verificaram-se diferenças significativas para o teor de SS entre as cultivares estudadas (Tabela 1). Os resultados para SS obtidos nesse trabalho discordam dos estudos desenvolvidos por Neves et al. (2003) e Brackmann et al. (2012), os quais reportam a não influência do 1-MCP sobre o teor de SS. Essa discordância pode ser explicada pelo fato de que esses autores estudaram o efeito do 1-MCP em frutos após o armazenamento refrigerado.

Em ambas cultivares estudadas, para a maioria dos períodos de avaliação, o teor de ácido cítrico diferiu significativamente entre frutos tratados e não tratados com 1-MCP,

verificando-se teores mais elevados nos frutos que receberam o inibidor do etileno. Esses resultados estão de acordo com estudos realizados em diferentes cultivares de quivi após refrigeração (NEVES, 2003; VIEIRA et al., 2010; BRACKMANN et al., 2012), indicando que o 1-MCP tem efeito similar na AT em frutos submetidos ou não ao armazenamento refrigerado. Na cultivar Monty, frutos tratados e não tratados com 1-MCP apresentaram teores variados de ácido cítrico durante a evolução da maturação, indicando que essa cultivar apresenta AT desuniforme durante o processo de amadurecimento. Comportamento similar foi observado nos frutos tratados com 1-MCP na cultivar Tewi. Conforme esperado, frutos “Tewi” não tratados apresentaram uma redução da acidez com a evolução da maturação (Tabela 1), sugerindo que a aplicação de 1-MCP causa desuniformidade da AT durante o amadurecimento nesta cultivar.

A relação SS/AT foi influenciada significativamente pela ação do 1-MCP nas duas cultivares estudadas e em todos os períodos de avaliação. Na cultivar Monty observou-se um aumento na relação SS/AT com a evolução da maturação, tanto em frutos tratados quanto em frutos não tratados com 1-MCP. O mesmo comportamento foi observado para frutos “Tewi” não tratados. Frutos “Tewi” que receberam 1-MCP apresentaram relação SS/AT variável durante o armazenamento em TA (Tabela 1).

A qualidade sensorial dos frutos foi afetada significativamente entre os tratamentos, para ambas as cultivares estudadas. Frutos que receberam 1-MCP apresentaram qualidade sensorial inferior, sendo esse resultado atribuído ao retardo da maturação, o que justifica o seu uso. Neste estudo verificou-se que frutos da cultivar Monty tratados com 1-MCP tiveram avaliação global inferior aos frutos da cultivar Tewi com o mesmo tratamento. A nota da avaliação global em frutos não tratados da cultivar Monty foi superior em relação as notas da cultivar Tewi, sugerindo que a cultivar Monty apresentou sensorialmente a melhor avaliação global (Tabela1).

TABELA 1 – Firmeza de polpa, SS, AT e relação SS/AT em quivis das cultivares Monty e Tewi tratados e não tratados com 1-MCP durante evolução da maturação.

Cultivar	Sem MCP						Com MCP					
	0 dia	3 dias	6 dias	9 dias	12 dias	15 dias	0 dia	3 dias	6 dias	9 dias	12 dias	15 dias
Firmeza de polpa (libras)												
Monty	47.14Aa ^{ns}	21.79Ab*	13.25Abc*	6.93Ac*	7.28Ac*	5.02Ac*	47.14Aab	52.04Aa	49.41Aa	47.10Aab	40.83Aab	34.73Ab
Tewi	55.95Aa ^{ns}	28.95Ab*	11.60Ac*	4.58Ac*	3.60Ac*	1.33Ac*	55.95Aa	55.6Aa	54.71Aa	43.41Aab	41.05Ab	34.38Ab
°Brix - SS												
Monty	8.90Ae ^{ns}	10.43Ad*	13.13Bc*	14.06Ab*	14.66Aa*	14.26Aab*	8.90Ae	6.60Bf	9.6Ad	10.90Bc	11.9Ab	13.80Aa
Tewi	8.86Ae ^{ns}	10.00Bd*	13.80Ab*	12.5Bc*	14.3Ba*	14.36Aa*	8.86Ac	8.23Ad	8.36Bd	11.23Ab	10.83Bb	12.00Ba
Acidez - AT (% ácido cítrico)												
Monty	1.90Bb ^{ns}	1.78Bc*	1.97Aa*	1.88Ab*	1.89Ab ^{ns}	1.64Ad*	1.90Ba	1.78Bb	1.92Ba	1.93Aa	1.91Ba	1.81Bb
Tewi	2.06Aa ^{ns}	1.91Ab*	1.82Bc ^{ns}	1.73Bd*	1.40Be*	1.40Be*	2.06Ab	1.89Ad	2.04Ab	1.89Bd	1.97Ac	2.17Aa
Relação SS/TA												
Monty	4.68Ae ^{ns}	5.85Ad*	6.64Bc*	7.47Ab*	7.73Bb*	8.68Ba*	4.68Ae	3.69Bf	5.0Ad	5.64Bc	6.22Ab	7.59Aa
Tewi	4.29Be ^{ns}	5.24Bd*	7.57Ac*	7.23Bb*	10.19Aa*	10.25Aa*	4.29Bc	4.34Ac	4.09Bc	5.94Aa	5.47Bb	5.52Bb
Avaliação global da qualidade sensorial												
Monty	-	4.8Aa*	5.0Aa*	6.0Aa*	4.8Aa*	5.0Aa*	-	1.8Aa	1.6Aa	1.8Aa	1.2Aa	3.0Aa
Tewi	-	3.4Bb*	5.4Aa*	3.8Bab*	5.0Aab*	1.0Bc*	-	1.6Aa	1.8Aa	1.8Aa	2.0Aa	2.6Aa

^{1/} Médias acompanhadas por mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$) comparando as cultivares dentro de cada dia para cada tratamento (com e sem 1-MCP). Médias acompanhadas por mesma letra minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$)



11ª Jornada de Pós-Graduação e Pesquisa -ISSN 1982-2960

comparando os dias dentro de cada cultivar para cada tratamento. * e ^{ns} significativo e não significativo, respectivamente, pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$) em função de tratamento (com e sem 1-MCP) dentro de cada cultivar para cada dia.

^{2/} O período de avaliação 0 dia em frutos tratados e não tratados com MCP corresponde a colheita dos frutos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O 1-MCP foi eficiente no atraso do processo de amadurecimento de quivis das cultivares Monty e Tewi, onde se verificou a manutenção da firmeza de polpa dos frutos. No entanto, os parâmetros SS e AT foram desuniformes durante a evolução da maturação de frutos tratados com 1-MCP na cultivar Tewi. Além disso, frutos que receberam o tratamento apresentaram qualidade sensorial inferior no período analisado.

REFERÊNCIAS

BOQUETE, E.J., TRINCHERO, G.D., FRASCHINA, A.A., et al. Ripening of 'Hayward' kiwifruit treated with 1-methylcyclopropene after cold storage. **Postharvest Biology and Technology**. v. 32, p. 57-65. 2004.

BRACKMANN, A., WEBER, A., BOTH, V., et al. Armazenamento de kiwi cv. Elmwood em atmosfera controlada e manejo do etileno. **Revista de Ciências Agroveterinárias**. v.11, n.2, p. 99-105. 2012.

BLUM, J., AYUB, R.A. Controle do amadurecimento do kiwi cv. Monty com 1-metilciclopropeno. **Revista Brasileira de Fruticultura**. v. 31, n. 1, p. 039-043. 2009.

ILINA, N., ALEM, H.J., PAGANO, E.A., et al. Suppression of ethylene perception after exposure to cooling conditions delays the progress of softening in 'Hayward' kiwifruit. **Postharvest Biology and Technology**. v. 55, p. 160-168.2010.

MACHADO, A.A.; CONCEIÇÃO, A.R. Sistema de análise estatística para windows. WinStat. Versão 2.0. Pelotas: UFPel, 2003. 42 p

MAO, L., WANG, G., QUE, F. Application of 1-methylcyclopropene prior to cutting reduces wound responses and maintains quality in cut kiwifruit - **I of Food Engineering**. v. 78, p. 361-365. 2007.

MWORIA, E.G., YOSHIKAWA, T., YOKOTANI, N., et al. Characterization of ethylene biosynthesis and its regulation during fruit ripening in kiwifruit, *Actinidia chinensis* 'Sanuki Gold' - Eric G. **Postharvest Biology and Technology**. v. 55, p. 108-113. 2010.

NEVES, L.C.; CORRENT, A.; MARINI, L., et al. Atmosferamodificada e 1-metilciclopropeno na conservação póscolheita de kiwis. **Revista Brasileira de Fruticultura**. v.25, p.390-393. 2003.

SILVEIRA, S.V. da, ANZANELLO, R., SIMONETTO, P.R., et al. Aspectos Técnicos da Produção de Quivi - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Uva e Vinho, **Documentos 79**. 2012.

WATKINS C. B. O uso do 1-metilciclopropeno (1-MCP), em frutos e vegetais Avanços biotecnológicos. **Stewart Postharvest**. v. 24, p.389-409, 2006.

VIEIRA, M.J., ARGENTA, L.C., AMARANTE, C.V.T., et al. Preservação da qualidade pós-colheita de kiwi 'bruno' pelo controle do etileno. **Revista Brasileira de Fruticultura**. v. 32, n. 2, p. 397-406. 2010.

YOKOTANI, N.; Nakano, R.; Imanishi S.; Nagata, M.; Inaba, A.; Kubo, Y. Amadurecimento associada à biossíntese de etileno em tomate: o amadurecimento biossíntese de etileno associado em frutos de tomate é autocataliticamente e developmentally regulamentado. **Journal of Experimental Botany**, v. 60, p. 3433-344, 2009.