

121

Circular Técnica

Bento Gonçalves, RS
Setembro, 2015

Autores

Lucimara R. Antonioli
Pesquisador,

Embrapa Uva e Vinho,
Bento Gonçalves, RS,
Brasil,

lucimara.antonioli@embrapa.br

Keith R. Sharrock
Chris J. Clark

Rod M. McDonald
Cientistas,

Plant and Food Research,
Ruakura, Hamilton, Waikato,
New Zealand,

keith.sharrock@plantandfood.co.nz

chris.clark@plantandfood.co.nz

rod.mcdonald@plantandfood.co.nz

Richard J. Seelye
Yanming M. Wang
Nicholas P. Feisst

Pesquisadores Associados,
Plant and Food Research,
Ruakura, Hamilton, Waikato,
New Zealand,

richard.seelye@plantandfood.co.nz

yanming.wang@plantandfood.co.nz

nick.feisst@plantandfood.co.nz



Amadurecimento e Qualidade Pós-colheita de Kiwis Gold3

Introdução

A produção mundial de kiwis no ano de 2013 foi de aproximadamente 3,3 milhões de toneladas. Os maiores produtores foram China, Itália, Nova Zelândia e Chile, que juntos produziram, nesse ano, 87% do total mundial (FAO, 2015a). A Nova Zelândia foi o principal exportador de kiwis no ano de 2012, enquanto que a principal importadora foi a União Europeia. O Brasil, ainda com pequena participação nesse cenário, importou 26,1 mil toneladas de kiwis no ano de 2012 (FAO, 2015b).

Kiwis são extremamente sensíveis ao etileno (CRISOSTO et al., 2012). Embora seja buscada sua completa eliminação durante o armazenamento prolongado, como forma de retardar o amadurecimento dos frutos, o uso comercial do etileno é importante para acelerar o amadurecimento de frutos recém-colhidos, armazenados por curtos períodos ou após longos períodos de armazenamento sob condições de atmosfera controlada (ANTONIOLLI, 2015). Esse condicionamento pode ser realizado de maneira convencional, por meio da exposição dos frutos ao etileno em câmaras herméticas e, mais recentemente, por métodos não convencionais que dispensam infraestrutura de câmaras e apresentam vantagens quanto à facilidade de manuseio, uma vez que o condicionamento pode ser realizado durante o transporte ou armazenamento (ANTONIOLLI, 2015). Métodos não convencionais para essa finalidade incluem a tecnologia ERC™ (Ethylene Release Canister™) proposta por Sharrock et al. (2010) e Sharrock e Henzell (2010) que baseia-se na liberação gradual de etileno. A tecnologia envolve não somente o condicionamento com etileno, mas também estratégias de manuseio e embalagem, evitando a manipulação excessiva dos frutos e, conseqüentemente, reduzindo as perdas pós-colheita (ANTONIOLLI, 2015). A tecnologia ERC™ de liberação gradual de etileno foi testada com sucesso em peras 'd'Anjou' conferindo melhor textura, sabor e aroma quando comparadas àquelas condicionadas de maneira convencional (SHARROCK et al., 2010).

Não há relatos quanto à utilização de outros compostos voláteis por meio dessa tecnologia, entretanto, supõe-se que a aplicação gradual de metil jasmonato e/ou hexanal possa reduzir as perdas decorrentes de podridões, uma vez que tais compostos estão relacionados à defesa natural dos tecidos vegetais.

Dessa forma, o objetivo do trabalho foi o estabelecimento de tratamentos pós-colheita para a indução do amadurecimento e a manutenção da qualidade de kiwis Gold3 por meio de mecanismo de liberação gradual de etileno, metil jasmonato e hexanal para aplicação direta em embalagens de transporte e/ou comercialização.

Material e Métodos

Kiwis Gold3 ('Zesy002') foram colhidos em pomar comercial em 09 de maio de 2013 e selecionados na Birchwood Packhouse Ltd. Frutos de calibre homogêneo e firmeza de polpa média de 1,93 kgf (1 kgf = 9,8N) foram entregues no Plant and Food Research, NZ, no dia seguinte e mantidos a 0°C até 07 de junho, quando da sua utilização.

Para a instalação do ensaio, os frutos foram acondicionados em contentores de politereftalato de etileno (PET) com capacidade para seis frutos (aproximadamente 800 g), com ventilação limitada por somente dois pequenos orifícios na base da embalagem.

A liberação de etileno, hexanal e metil jasmonato foi realizada por meio de sachês utilizados de maneira individualizada e em todas as combinações possíveis, o que gerou oito diferentes tratamentos: controle (sem liberação dos compostos de interesse), etileno, etileno + metil jasmonato, metil jasmonato, hexanal, metil jasmonato + hexanal, etileno + hexanal e etileno + hexanal + metil jasmonato.

Foram conduzidos dois ensaios. Para a avaliação da proteção contra a incidência de *Botrytis cinerea* foram utilizados 288 frutos, distribuídos em 48 contentores PET. Já, para a avaliação do amadurecimento e dos atributos de qualidade e de consumo foram utilizados 2016 frutos, distribuídos em 336 contentores, cada um contendo seis frutos. Adicionalmente, foi utilizada, em ambos os ensaios, uma bandeja plástica padrão de camada única contendo 18 frutos. Essa bandeja, acondicionada em filme plástico e caixa de papelão ondulado, serviu como controle para detecção de possíveis efeitos do contentor PET. Kiwis denominados controle (bandeja) foram acondicionados somente por 6 dias no primeiro ensaio e 5 dias no segundo ensaio, por serem esses os períodos mais críticos para a possível indução e consequente visualização dos efeitos causados pela embalagem PET.

Proteção contra a incidência de *Botrytis cinerea*

Três lesões (2,5 mm de diâmetro e 1-2 mm de profundidade) foram realizadas na região peduncular de cada fruto, em intervalos de aproximadamente 90°. As lesões foram realizadas com um cilindro de metal afiado e aquecido, que proporcionou o corte da casca e a esterilização do tecido lesionado. Duas lesões, em lados opostos de cada fruto, foram inoculadas com 10 µL de suspensão de esporos de *Botrytis cinerea* (10⁵ mL⁻¹, 1.000 esporos). A terceira lesão foi mantida sem inoculação a fim de indicar se a podridão poderia ser proveniente de contaminantes da superfície do fruto. Os sachês responsáveis pela liberação dos compostos voláteis de interesse foram ativados e imediatamente inseridos no interior dos contentores PET onde permaneceram por 1, 3 ou 6

dias. Todos os tratamentos foram mantidos sob a mesma condição ambiente (14-18°C).

Decorridos os períodos de exposição aos voláteis, os contentores PET foram abertos para retirada do(s) sachê(s) e fechados novamente. A cada período de exposição (1, 3 ou 6 dias) foram abertos 2 contentores de cada tratamento. Ao término de 6 dias (1 dia de exposição aos voláteis + 5 dias; 3 dias de exposição aos voláteis + 3 dias; 6 dias de exposição aos voláteis) os frutos foram avaliados quanto à massa da lesão resultante da inoculação (g). As concentrações de etileno, hexanal e metil jasmonato do headspace dos contentores foram monitoradas durante todo o período por cromatografia gasosa (Agilent Technologies 7890A GC System).

O delineamento estatístico foi o inteiramente casualizado, em arranjo fatorial e com 2 repetições. Os dados foram submetidos a análise de variância, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Amadurecimento, atributos de qualidade e de consumo

Os sachês responsáveis pela liberação dos compostos voláteis de interesse foram ativados e inseridos no interior dos contentores PET, perfazendo os oito tratamentos (controle, etileno, etileno + metil jasmonato, metil jasmonato, hexanal, metil jasmonato + hexanal, etileno + hexanal e etileno + hexanal + metil jasmonato). Os frutos foram expostos por 1, 3 ou 5 dias aos compostos voláteis de interesse, sob a mesma condição ambiente (14-19°C).

Concentrações de etileno, hexanal e metil jasmonato do headspace dos contentores foram monitoradas durante todo o período por cromatografia gasosa (Agilent Technologies 7890A GC System). As concentrações de dióxido de carbono (CO₂) e de oxigênio (O₂) foram quantificadas por meio de um medidor portátil de O₂ e CO₂ (Dansensor Checkpoint).

Decorridos os períodos de exposição aos voláteis, os contentores PET foram abertos para retirada do(s) sachê(s) e fechados novamente. Os frutos foram avaliados quanto à firmeza de polpa (kgf), acidez titulável (% ácido cítrico) e cor da polpa (CIELAB) imediatamente após a remoção dos sachês e nos

5 dias subsequentes ao término dos períodos de exposição.

O delineamento estatístico foi o inteiramente casualizado, em arranjo fatorial e com 2 repetições. Os dados foram submetidos a análise de variância, sendo as médias analisadas por teste de regressão polinomial.

Dentre os tratamentos, oito foram selecionados para avaliação sensorial em testes comparativos de aceitabilidade envolvendo 24 provadores não treinados. O objetivo da avaliação sensorial foi identificar a existência de algum possível efeito desagradável decorrente dos compostos voláteis utilizados nos tratamentos.

Os frutos usados na primeira e na segunda avaliação sensorial foram provenientes dos tratamentos listados abaixo (Tabela 1). Após os períodos descritos, os frutos foram transferidos e mantidos por 6 e 9 dias a 1 °C, para a primeira e a segunda análise, respectivamente. Antes da preparação das amostras sensoriais, os frutos foram transferidos para temperatura ambiente e ordenados quanto à firmeza de polpa e ao teor de sólidos solúveis.

Cada provador recebeu metade de um fruto de cada um dos tratamentos. Foi utilizada escala hedônica de 9 pontos, onde 1 = gostei extremamente e 9 = desgostei extremamente.

Tabela 1. Tratamentos utilizados no primeiro e no segundo teste sensorial (Todos os tratamentos oferecidos no 1º teste sensorial continham etileno em sua composição, ao passo que nenhum dos tratamentos oferecidos no 2º teste continha etileno).

Teste Sensorial	Tratamento
1º	Etileno - 1 dia de exposição seguido por 2 dias em temperatura ambiente
1º	Etileno - 3 dias de exposição
1º	Etileno + hexanal - 3 dias de exposição
1º	Etileno + metil jasmonato - 3 dias de exposição
2º	Metil jasmonato - 5 dias de exposição seguidos por 2 dias em temperatura ambiente
2º	Hexanal - 5 dias de exposição seguidos por 2 dias em temperatura ambiente
2º	Controle (contentores) - mantidos por 7 dias em temperatura ambiente
2º	Controle (bandejas) - mantidos por 7 dias em temperatura ambiente

Resultados e Discussão

Proteção contra a incidência de *Botrytis cinerea*

Concentrações de etileno entre 50 e 90 $\mu\text{L L}^{-1}$ foram observadas nos contentores que receberam sachês liberadores desse composto volátil por até 6 dias. Após a remoção dos sachês, observou-se um declínio acentuado nas concentrações de etileno, entretanto uma súbita detecção do volátil foi observada 4 dias após a remoção do sachê dos contentores cujos frutos foram tratados por 1 dia, indicando a produção de etileno pelo fruto e/ou pelo fungo. A síntese de etileno foi igualmente observada após 5 dias da inoculação nos contentores que não receberam sachê liberador de etileno (dados não apresentados).

As concentrações de hexanal variaram entre 18-20 $\mu\text{L L}^{-1}$ ao final do primeiro dia do tratamento, 2-4 μL

L^{-1} após 3 dias e 1-2 $\mu\text{L L}^{-1}$ após 5 dias (dados não apresentados).

As concentrações de metil jasmonato no headspace dos contentores variaram entre limites abaixo da detecção até 59 nL L^{-1} ao término do primeiro dia, 15-77 nL L^{-1} após 3 dias e 15-32 nL L^{-1} após 5 dias de exposição dos frutos ao composto volátil (dados não apresentados).

Não houve diferença entre a massa média das lesões dos frutos controle mantidos na bandeja e aqueles mantidos nos contentores PET.

Nenhum dos tratamentos controlou a infecção decorrente da inoculação de kiwis Gold3 com *B. cinerea*, entretanto, o tratamento com hexanal por 1, 3 e 6 dias promoveu a redução da massa média

das lesões e o menor crescimento externo dos micélios. A adição de etileno alterou negativamente o efeito protetor do hexanal, o que não ocorreu com a adição de metil jasmonato, exceto para 1 dia de exposição ao tratamento volátil (Figura 1). Song et al. (1996; 2007) e Lanciotti et al. (2004) obtiveram controle do crescimento de vários patógenos pós-colheita por meio da fumigação com vapor de hexanal por períodos variáveis entre 6 e 48 horas.

De acordo com Utto et al. (2008), mesmo baixas concentrações de vapor de hexanal, liberadas de maneira controlada, foram suficientes para o controle do mofo cinzento em tomates inoculados com *B. cinerea*. A utilização de etileno, de maneira isolada ou combinada, pode propiciar o amolecimento da polpa, como consequência do amadurecimento do fruto, e favorecer a colonização do tecido vegetal pelo fungo (Figura 2).

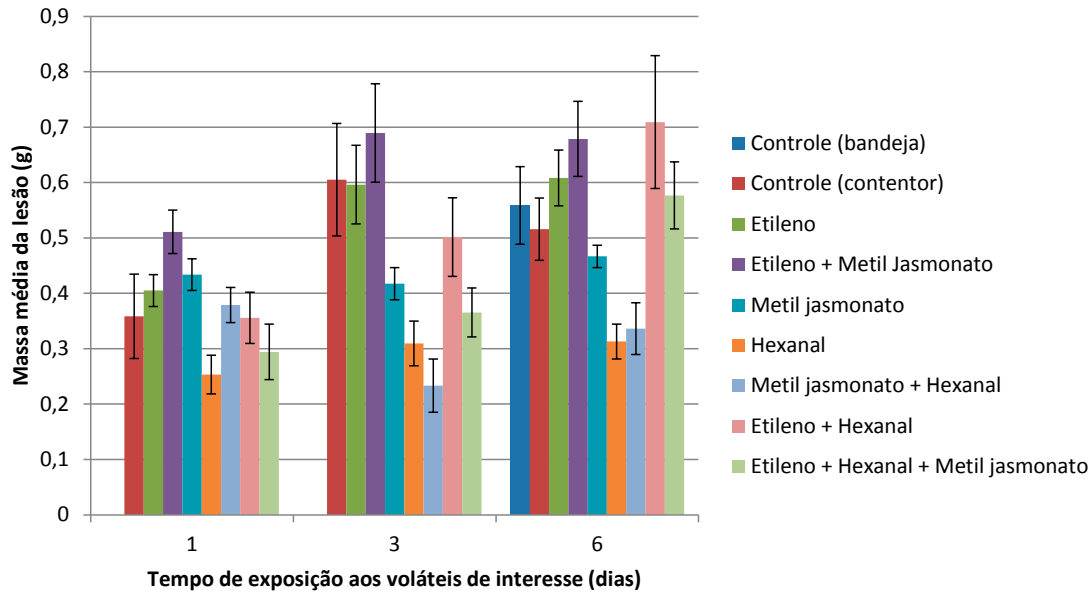


Fig. 1. Efeito dos tratamentos voláteis por 1, 3 ou 6 dias sobre a massa média da lesão (g) decorrente da inoculação de kiwis Gold3 com esporos de *B. cinerea*. As barras representam o erro padrão da média de uma amostra de 12 frutos.

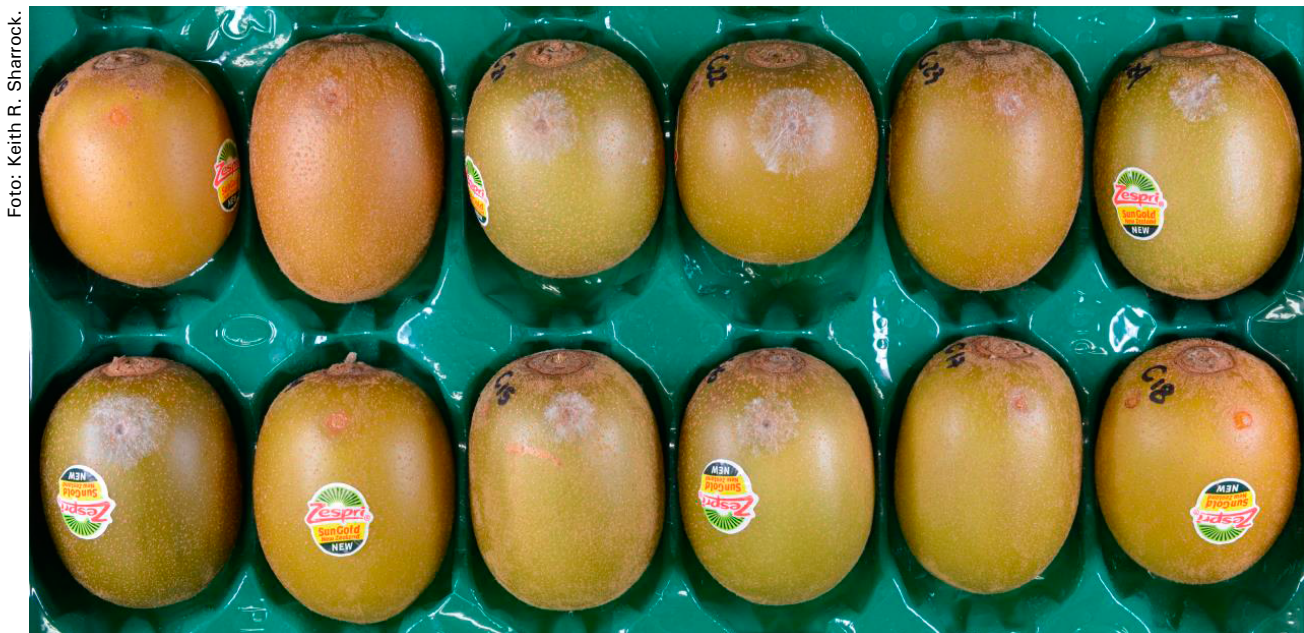


Fig. 2. Lesões decorrentes da inoculação de kiwis Gold3 com esporos de *B. cinerea* e acondicionamento dos frutos em contentores PET por 6 dias. Nesse caso, em cada contentor foi adicionado um sachê liberador de etileno que manteve a concentração do composto no headspace da embalagem na faixa de 50-90 $\mu\text{L L}^{-1}$ durante todo o período de exposição.

Amadurecimento, atributos de qualidade e de consumo

As concentrações de etileno no headspace dos contentores que continham sachês liberadores desse composto variaram entre 90 e 160 $\mu\text{L L}^{-1}$ durante o período em que os sachês foram mantidos ativos (dados não apresentados).

As concentrações de hexanal no headspace dos contentores variaram entre 8 e 14 $\mu\text{L L}^{-1}$ ao término do primeiro dia de exposição dos frutos. Após esse período, foi observada uma drástica redução na concentração de hexanal (2-3 $\mu\text{L L}^{-1}$), mantendo-se sem alterações até o término dos 5 dias de exposição (dados não apresentados). Essas concentrações foram inferiores às observadas preliminarmente em testes com idênticos sachês liberadores de hexanal em contentores vazios (300 $\mu\text{L L}^{-1}$ após 20 h, 60 $\mu\text{L L}^{-1}$ após 2 dias e 40 $\mu\text{L L}^{-1}$ após 3 dias), sugerindo que a adsorção e/ou a metabolização do hexanal pelo fruto foram responsáveis pela redução na concentração do composto volátil em aproximadamente 95%.

As concentrações de metil jasmonato variaram entre 19 e 28 nL L^{-1} ao final do primeiro dia e entre 15 e 25 nL L^{-1} após 5 dias de exposição (dados não apresentados). Essas concentrações foram cerca de 1.000 vezes inferiores às de etileno e de hexanal liberadas por sachês similares. Tal fato é devido à baixa volatilidade do metil jasmonato, cujo ponto de ebulição é 313°C e cuja pressão de vapor de equilíbrio a 20°C é $1,12 \times 10^{-4}$ mmHg (ACEVEDO et al., 2003), o que significa que o ponto de saturação é de somente 148 nL L^{-1} em ar a 20°C. As concentrações de metil jasmonato utilizadas foram associadas a um agradável aroma floral, percebido quando da abertura do contentor PET e ainda observado sobre a superfície dos frutos após algumas horas da remoção dos sachês.

As concentrações de dióxido de carbono e de oxigênio nos contentores PET indicaram que somente os tratamentos com etileno, particularmente 3 e 5 dias de exposição, apresentaram efeito sobre a taxa respiratória. As maiores taxas de produção de CO_2 (1,7%) foram observadas nos contentores que receberam tratamento com etileno por 5 dias (dados não apresentados).

Kiwis tratados com etileno, etileno + metil jasmonato, etileno + hexanal e etileno + hexanal + metil jasmonato apresentaram firmeza de polpa entre 1,97 e 1,65 kgf após 1 dia de exposição aos tratamentos, enquanto que os frutos submetidos aos mesmos tratamentos, porém por períodos de 3 e 5 dias apresentaram firmeza entre 0,93 e 0,81 kgf e entre 0,64 e 0,61 kgf, respectivamente. Após 1 dia de exposição, frutos que não receberam etileno na composição dos tratamentos, inclusive o controle, apresentaram firmeza de polpa entre 2,04 e 1,79 kgf, semelhante à firmeza dos frutos que o receberam, entretanto, a diferença entre os dois grupos tornou-se evidente nos dias subsequentes. Nos demais períodos de exposição (3 e 5 dias), essa diferença entre os grupos foi evidente logo ao término do período de exposição aos voláteis. Frutos que receberam etileno na composição do tratamento apresentaram redução na firmeza de polpa mais acentuada do que os frutos que não o receberam. Aqueles expostos ao volátil por somente 24 horas apresentaram firmeza de polpa de 0,89 kgf após 4 dias da abertura do contentor e retirada do sachê, muito próxima ao valor superior recomendado para consumo (0,8 kgf). Já os kiwis expostos por 3 dias aos tratamentos que continham etileno apresentaram firmeza de polpa de 0,74 kgf após um dia da retirada dos sachês, 0,59 kgf após 2 dias e 0,44 kgf após 3 dias, indicando que os mesmos deveriam ser consumidos em até dois dias do término dos tratamentos, uma vez que a faixa ótima de firmeza recomendada para consumo é entre 0,8 e 0,6 kgf (PATERSON et al., 1991). Os frutos tratados por 5 dias com os sachês liberadores de etileno apresentaram firmeza de 0,6 kgf já ao término do tratamento, o que significa terem atingido firmeza de polpa mínima para consumo imediatamente ao término dos 5 dias de tratamento (Figura 3).

Considerando as regressões obtidas para o grupo dos tratamentos que continham etileno por 1, 3 ou 5 dias de exposição, pode-se observar dois comportamentos ao 5º dia de avaliação. Nesse período, os frutos tratados por somente 24 horas estavam no 5º dia de avaliação (considerando o término das 24 horas como dia 1), os frutos tratados por 3 dias estavam no 3º dia de avaliação e os kiwis tratados por 5 dias estavam no 1º dia de avaliação. Independentemente do período de exposição, todos os frutos tinham o mesmo tempo desde o início do tratamento (Figura 4).

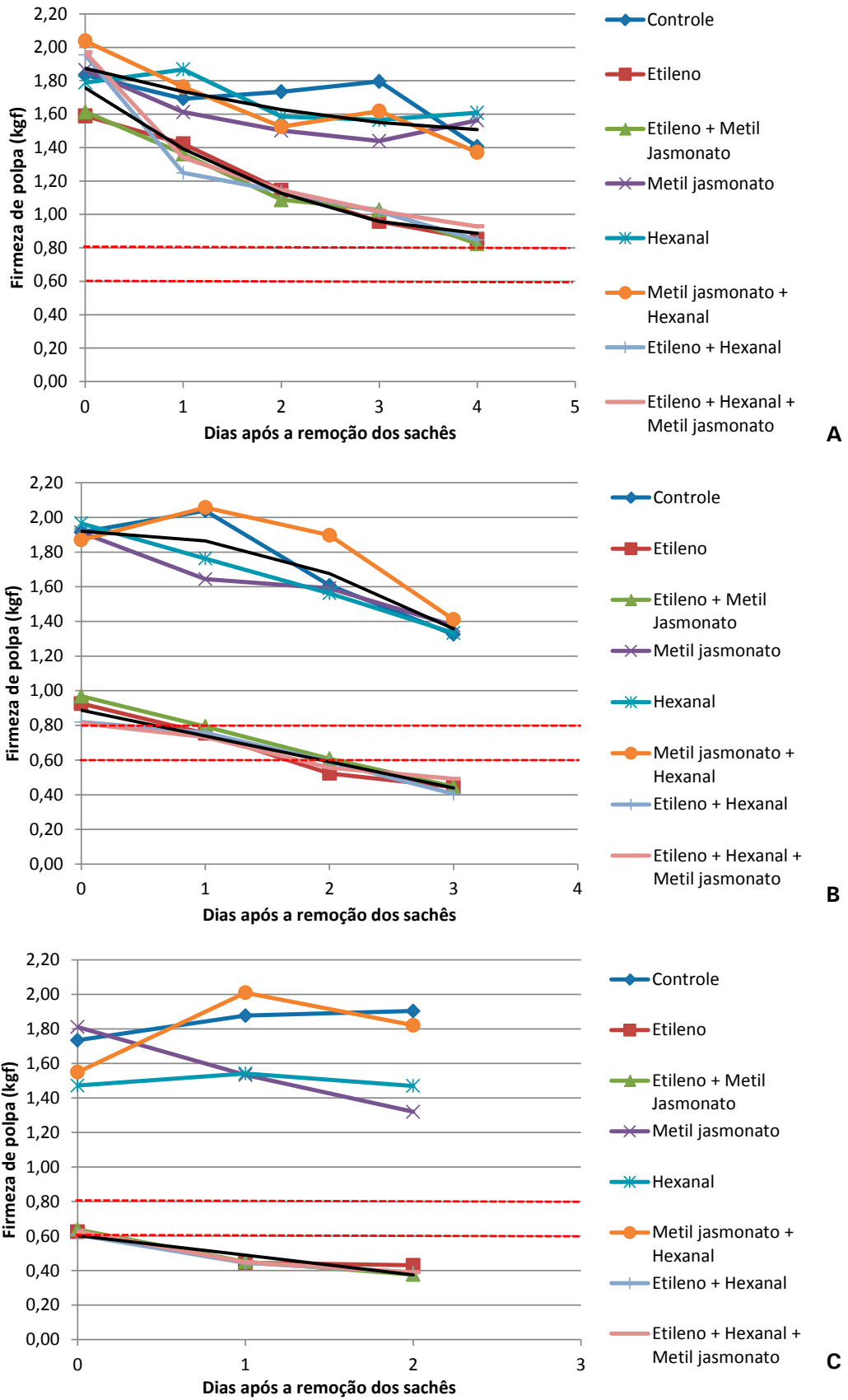


Fig. 3. Firmeza de polpa (kgf) de kiwis Gold3 submetidos a diferentes tratamentos voláteis por períodos de 1 (A), 3 (B) e 5 (C) dias (valores médios). As linhas horizontais tracejadas (vermelhas) indicam a firmeza de polpa ótima para consumo e as linhas pretas sobre os grupos de tratamentos representam a regressão, quadrática ou linear, dos grupos de tratamentos. (Regressões: A = tratamentos com etileno: $y = 0,0488x^2 - 0,4130x + 1,7575 / R^2 = 0,99$; tratamentos sem etileno: $y = 0,0161x^2 - 0,1562x + 1,8747 / R^2 = 0,95$; B = tratamentos com etileno: $y = -0,0003x^2 - 0,1486x + 0,8883 / R^2 = 0,99$; tratamentos sem etileno: $y = -0,0658x^2 + 0,0099x + 0,9199 / R^2 = 0,99$; C = tratamentos com etileno: $y = -0,1138x + 0,6036 / R^2 = 0,91$; tratamentos sem etileno: ns).

Observa-se que os frutos tratados por 3 e 5 dias apresentaram comportamento semelhante e valores similares de firmeza de polpa ao 5º dia, de forma que não se justifica a exposição dos frutos ao etileno por períodos superiores a 3 dias. No entanto, a exposição ao etileno por 3 dias resultou em frutos com firmeza de polpa reduzida e período útil para distribuição e comercialização de somente 2 dias, quando considerada a firmeza de polpa ótima para consumo. Frutos tratados por somente 24 horas apresentaram

firmeza de polpa elevada (aproximadamente 1,8 kgf) ao término do período de exposição, entretanto houve redução gradativa na firmeza de polpa até atingirem, ao 5º dia, firmeza próxima à recomendada para consumo. Dessa forma, a exposição de kiwis por somente 24 horas aos tratamentos que continham etileno mostrou-se como a mais indicada por proporcionar tempo hábil para distribuição dos frutos antes que a firmeza de polpa recomendada para consumo fosse atingida (Figura 4).

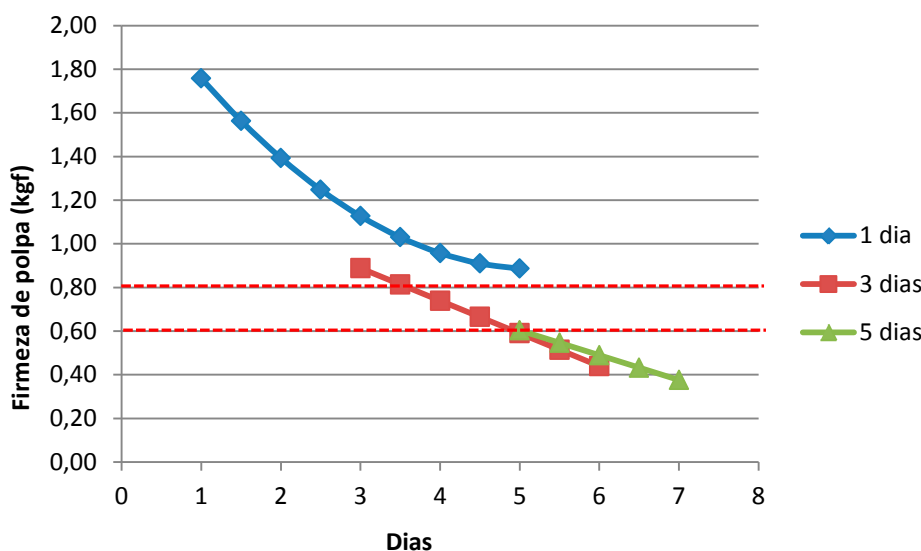


Fig. 4. Regressões quadráticas (1 e 3 dias) e linear (5 dias) obtidas para todos os tratamentos que continham etileno por 1, 3 ou 5 dias de exposição. As linhas horizontais tracejadas (vermelhas) indicam a firmeza de polpa ótima para consumo. (Regressões: 1 dia $y = 0,0488x^2 - 0,4130x + 1,7575$ / $R^2 = 0,99$; 3 dias $y = -0,0003x^2 - 0,1486x + 0,8883$ / $R^2 = 0,99$; 5 dias $y = -0,1138x + 0,6036$ / $R^2 = 0,91$).

Kiwis Gold3 que receberam etileno na composição do tratamento por somente 24 horas não apresentaram comportamento diferenciado quanto à acidez titulável quando comparados aos que não o receberam. De maneira geral, os valores de acidez variaram entre 0,50 e 0,38% ao término do período de exposição e sofreram pequena alteração durante o período posterior à remoção dos sachês.

Com a extensão do período de exposição para 3 e 5 dias houve o agrupamento entre tratamentos, onde aqueles que continham etileno proporcionaram redução na acidez titulável dos frutos ao término do período de exposição. Kiwis que receberam etileno na composição dos tratamentos por 3 e 5 dias apresentaram valores de acidez titulável entre 0,37 e 0,30% e entre 0,31 e 0,19%, respectivamente, imediatamente após o término do período de exposição aos voláteis. Já os kiwis não tratados com etileno, porém expostos aos demais tratamentos por 3 e 5 dias apresentaram valores de acidez titulável entre 0,56 e 0,52% e entre 0,54 e 0,41%,

respectivamente, imediatamente após o término dos tratamentos. A redução na acidez titulável no decorrer do período pós-tratamento foi observada igualmente nos frutos que receberam e que não receberam etileno, com exceção dos frutos expostos por cinco dias aos tratamentos que não continham etileno em sua composição (Figura 5).

Kiwis são classificados como frutos climatéricos que apresentam aumento no teor de sólidos solúveis e redução na acidez titulável e na firmeza de polpa como resultado do amadurecimento (MITCHELL, 1990). Considerando que o etileno estimula todos os aspectos do amadurecimento, é esperado que o condicionamento de kiwis com esse regulador vegetal resulte na redução da acidez titulável dos frutos. No entanto, a acidez titulável exerce um importante papel na aceitação e preferência de kiwis pelo consumidor (CRISOSTO et al., 1997), sendo citados valores mínimos de 0,5% em frutos maduros (MARSH et al., 2004). Considerando as regressões obtidas para o grupo dos tratamentos que receberam etileno por 3

ou 5 dias, pode-se observar que o comportamento da acidez titulável foi muito semelhante nos frutos expostos a ambos os períodos (Figura 6), e que os

valores médios encontrados, inclusive nos kiwis expostos ao etileno por somente 1 dia, foram inferiores ao mencionado por Marsh et al. (2004).

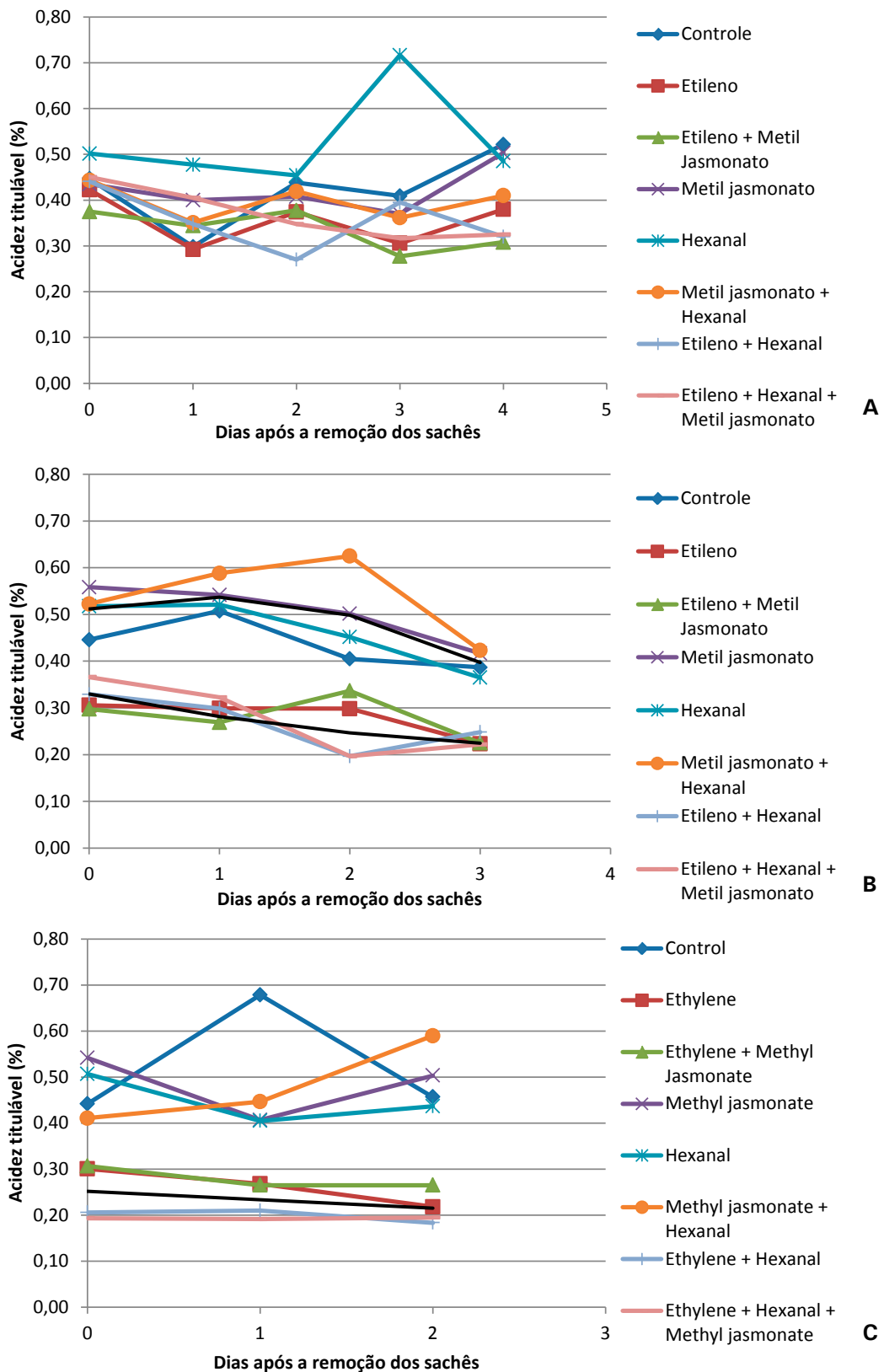


Fig. 5. Acidez titulável (%) de kiwis Gold3 submetidos a diferentes tratamentos voláteis por períodos de 1 (A), 3 (B) e 5 (C) dias (valores médios). As linhas pretas sobre os grupos de tratamentos representam a regressão, quadrática ou linear, dos grupos de tratamentos. (Regressões: B = tratamentos com etileno: $y = 0,0066x^2 - 0,0549x + 0,3298 / R^2 = 0,92$; tratamentos sem etileno: $y = -0,0316x^2 + 0,0565x + 0,5119 / R^2 = 1,00$; C = tratamentos com etileno: $y = -0,0181x + 0,2517 / R^2 = 1,00$; tratamentos sem etileno: ns).

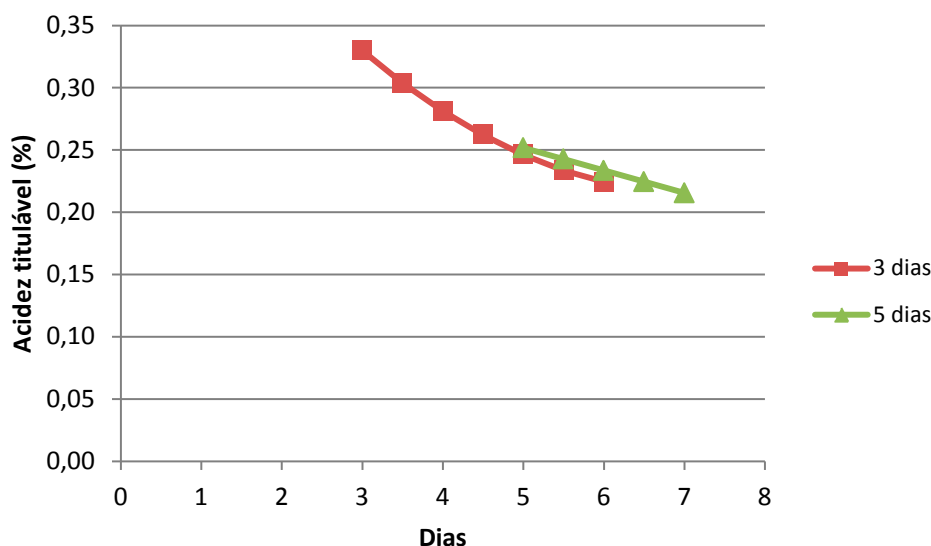


Fig. 6. Regressões quadrática (3 dias) e linear (5 dias) obtidas para todos os tratamentos que continham etileno por 3 ou 5 dias de exposição. (Regressões: 3 dias $y = 0,0066x^2 - 0,0549x + 0,3298$ / $R^2 = 0,92$; 5 dias $y = -0,0181x + 0,2517$ / $R^2 = 1,00$).

Quanto à coloração da polpa, o componente L (luminosidade) sofreu intensa alteração durante o amadurecimento dos frutos. Não houve efeito significativo da interação entre os fatores estudados (tratamento volátil e tempo) sobre os demais componentes C (chroma = saturação) e Hue (tonalidade) da cor.

Independentemente do tratamento, kiwis expostos por somente 24 horas aos voláteis não diferiram quanto a luminosidade da polpa ao término do período de exposição. No entanto, houve um agrupamento entre os tratamentos que receberam etileno e aqueles que não o receberam nos dias posteriores à abertura dos contentores e remoção dos sachês (Figura 7A). Os dois diferentes agrupamentos de tratamentos (tratamentos que receberam etileno e tratamentos que não o receberam) foram igualmente observados nos períodos de 3 e 5 dias de exposição e a separação entre eles tornou-se mais evidente à medida que o tempo de exposição foi prolongado. De maneira geral, houve redução nos valores L da cor, o que indica o escurecimento da amostra (Figura 7).

Considerando as regressões obtidas para o grupo dos tratamentos que continham etileno por 1, 3

e 5 dias de exposição, pode-se observar que o comportamento do componente L da cor foi muito semelhante para todos os frutos, independentemente do período a que foram expostos ao composto volátil (Figura 8). Alterações na coloração da epiderme e/ou da polpa são esperadas durante o amadurecimento de frutos climatéricos, e antecipadas quando da utilização de agentes promotores do amadurecimento, como é o caso do etileno.

Com relação aos testes sensoriais, todos os tratamentos que receberam etileno (Tabela 1) foram aceitos pelos provadores, sem que houvesse diferença entre eles. Não houve efeito benéfico ou prejudicial quanto à adição do hexanal ou do metil jasmonato. De maneira semelhante, não houve diferença entre os tratamentos que não receberam etileno (controle mantido em contentor PET e em bandeja, metil jasmonato e hexanal). No entanto, houve maior número de comentários negativos como “coração duro”, ácido, amargo e adstringente, indicando que tais frutos não apresentavam amadurecimento adequado para consumo. Somente um provador identificou aroma descrito como “estranho” em kiwi tratado com hexanal de forma isolada (dados não apresentados).

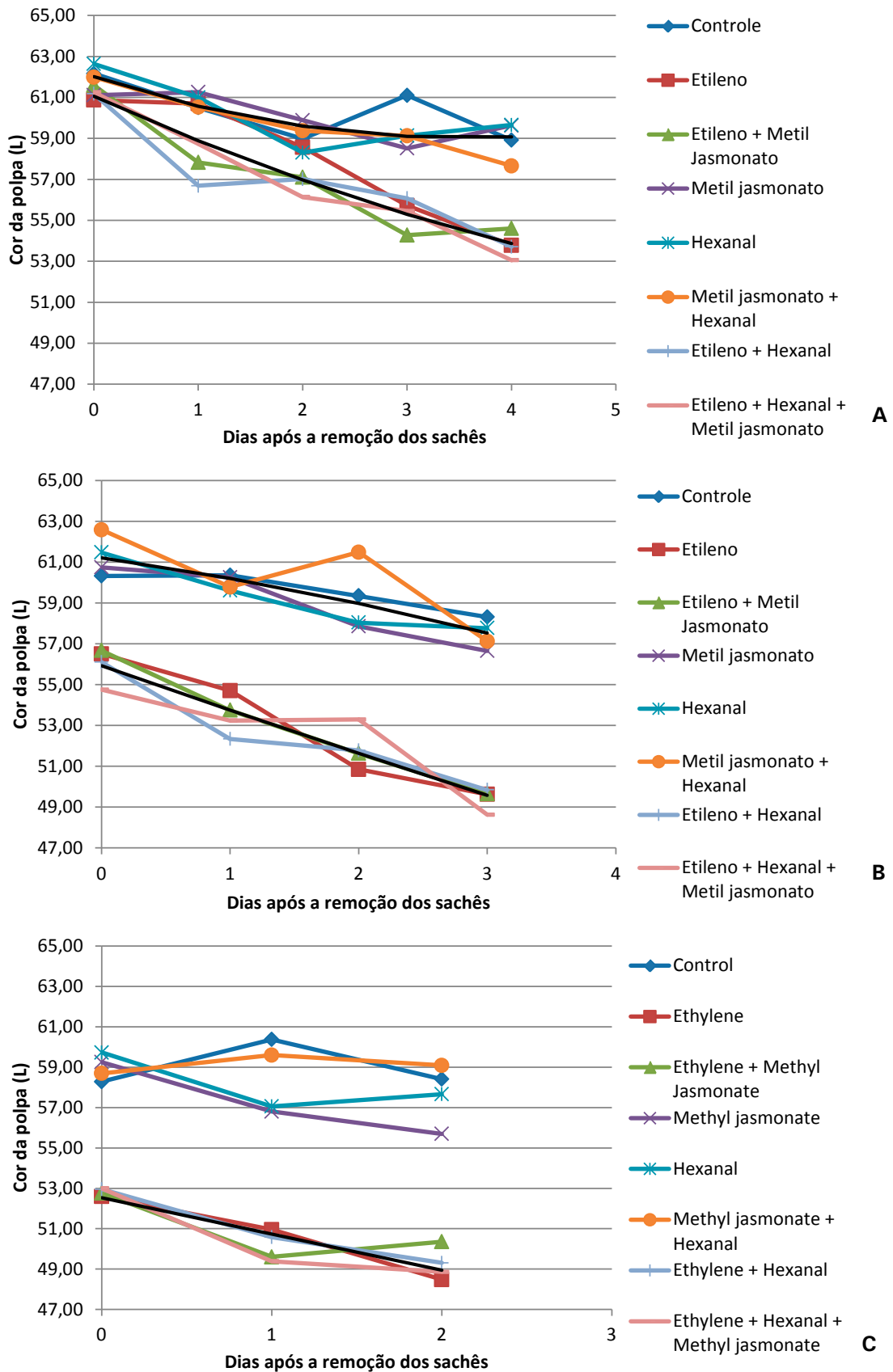


Fig. 7. Cor da polpa (L) de kiwis Gold3 submetidos a diferentes tratamentos voláteis por períodos de 1 (A), 3 (B) e 5 (C) dias (valores médios). As linhas pretas sobre os grupos de tratamentos representam a regressão, quadrática ou linear, dos grupos de tratamentos. (Regressões: A = tratamentos com etileno: $y = 0,1245x^2 - 2,2960x + 61,0613 / R^2 = 0,99$; tratamentos sem etileno: $y = 0,2369x^2 - 1,6841x + 62,0186 / R^2 = 0,94$; B = tratamentos com etileno: $y = 0,0292x^2 - 2,2020x + 55,9268 / R^2 = 0,99$; tratamentos sem etileno: $y = -0,1086x^2 - 0,9016x + 61,2162 / R^2 = 0,99$; C = tratamentos com etileno: $y = -1,7901x + 52,5270 / R^2 = 0,92$; tratamentos sem etileno: ns).

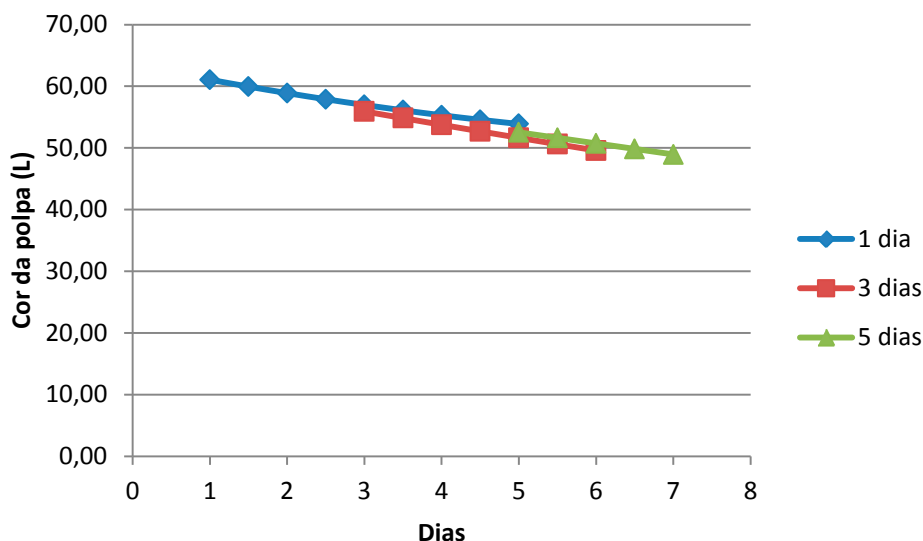


Fig. 8. Regressões quadráticas (1 e 3 dias) e linear (5 dias) obtidas para todos os tratamentos que continham etileno por 1, 3 ou 5 dias de exposição. (Regressões: 1 dia $y = 0,1245x^2 - 2,2960x + 61,0613$ / $R^2 = 0,99$; 3 dias $y = 0,0292x^2 - 2,2020x + 55,9268$ / $R^2 = 0,99$; 5 dias $y = -1,7901x + 52,5270$ / $R^2 = 0,92$).

Conclusão

A liberação gradual de etileno, etileno + metil jasmonato, etileno + hexanal ou etileno + hexanal + metil jasmonato por somente 24 horas é suficiente para a indução do amadurecimento de kiwis Gold3. A exposição ao etileno, de maneira isolada ou combinada, por somente 24 horas proporciona um período de 4 dias antes que o limite superior de firmeza recomendada para consumo dos frutos seja atingido, de forma a favorecer a distribuição e a comercialização dos frutos.

Referências

ANTONIOLLI, L. R. Embalagens Ativas e Inteligentes – Avanços e Perspectivas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PROCESSAMENTO MÍNIMO E PÓS-COLHEITA DE FRUTAS, FLORES E HORTALIÇAS, 1., 2015, Aracaju, SE. *Anais...* Aracaju: Universidade Federal de Sergipe, 2015. p. 1-3.

ACEVEDO, C.; SANCHEZ, E.; YOUNG, M. E.; SIMPSON, R. Prediction correlation of vapor pressure for methyl jasmonate. *Journal of Food Engineering*, v. 59, n. 4, p. 431-433, Oct. 2003. DOI: 10.1016/S0260-8774(03)00004-9.

CRISOSTO, C. H.; GARNER, D.; CRISOSTO, G. M.; KAPRIELIAN, R. Kiwifruit preconditioning protocol. *Acta Horticulturae*, n. 444, p. 555–559, May. 1997. DOI: 10.17660/ActaHortic.1997.444.85.

CRISOSTO, C. H.; MITCHAM, E. J.; KADER, A. A. **Kiwifruit: recommendations for maintaining postharvest quality**. Disponível em: <<http://postharvest.ucdavis.edu/PFfruits/Kiwifruit/>>. Acesso em: 24 set. 2012.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Statistics Division. **FAOSTAT**. Disponível em: <<http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/E>>. Acesso em: 01 set. 2015a.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Statistics Division. **FAOSTAT**. Disponível em: <<http://faostat3.fao.org/browse/T/TP/E>>. Acesso em: 01 set. 2015b.

LANCIOTTI, R.; GIANOTTI, A.; PATRIGNANI, F.; BELLETTI, N.; GUERZONI, M. E.; GARDINI, F. Use of natural aroma compounds to improve shelf-life and safety of minimally processed fruits. *Trends in Food Science & Technology*, v. 15, n. 3-4, p. 201–208, Mar./Apr. 2004. DOI: 10.1016/j.tifs.2003.10.004.

MARSH, K.; ATTANAYAKE, S.; WALKER, S.; GUNSON, A.; BOLDINGH, H.; MACRAE, E. Acidity and taste in kiwifruit. *Postharvest Biology and Technology*, v. 32, n. 2, p. 159–168, May 2004. DOI:10.1016/j.postharvbio.2003.11.001.

MITCHELL, F. G. Postharvest physiology and technology of kiwifruit. *Acta Horticulturae*,

n. 282, p. 291-307, Dec. 1990. DOI: 10.17660/ActaHortic.1990.282.37

PATERSON, V. J.; MACRAE, E. A.; YOUNG, H. Relationships between sensory properties and chemical composition of kiwifruit (*Actinidia deliciosa*). **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 57, n. 2, p. 235-251, 1991. DOI: 10.1002/jsfa.2740570208.

SHARROCK, K. R.; CLARK, C. J.; HENZELL, R. F.; BARKER, D. A. Ethylene ripening of pears by unconventional means: use of an Ethylene Release Canister™ within covered pallets. **Acta Horticulturae**, n. 880, p. 331-338, Nov. 2010. DOI: 10.17660/ActaHortic.2010.880.39

SHARROCK, K. R.; HENZELL, R. F. Ethylene ripening of pears by unconventional means: use of experimental thimble-sized Ethylene Capsules inside cartons and clamshells. **Acta Horticulturae**, n. 880, p. 339-346, Nov. 2010. DOI: 10.17660/ActaHortic.2010.880.40

SONG, J.; LEEPIPATTANAWIT, R.; DENG, W.; BEAUDRY, R. M. Hexanal vapor is a natural, metabolizable fungicide: inhibition of fungal activity and enhancement of aroma biosynthesis in apple slices. **Journal of the American Society for Horticulture Science**, v. 121, n. 5, p. 937-942, Sep. 1996.

SONG, J.; HILDEBRAND, P. D.; FAN, L.; FORNEY, C. F.; RENDEROS, W. E.; CAMPBELL-PALMER, L.; DOUCETTE, C. Effect of hexanal vapor on the growth of postharvest pathogens and fruit decay. **Journal of Food Science**, v. 72, n. 4, p. M108-M112, May 2007. DOI: 10.1111/j.1750-3841.2007.00341.x.

UTTO, W., MAWSON, A. J.; BRONLUND, J. E. Hexanal reduces infection of tomatoes by *Botrytis cinerea* whilst maintaining quality. **Postharvest Biology and Technology**, v. 47, n. 3, p. 434-437, Mar. 2008. DOI:10.1016/j.postharvbio.2007.08.008.

Circular Técnica, 121

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:
Embrapa Uva e Vinho
Rua Livramento, 515 - Caixa Postal 130
95700-000 Bento Gonçalves, RS
Fone: (0xx) 54 3455-8000
Fax: (0xx) 54 3451-2792
<https://www.embrapa.br/uva-e-vinho/>



1ª edição

Comitê de Publicações

Presidente: *César Luis Girardi*
Secretária-Executiva: *Sandra de Souza Sebben*
Membros: *Adeliano Cargnin, Alexandre Hoffmann, Ana Beatriz da Costa Czermainski, Henrique Pessoa dos Santos, João Caetano Fioravanço, João Henrique Ribeiro Figueredo, Jorge Tonietto, Rochelle Martins Alvorcem e Viviane Maria Zanella Bello Fialho*

Expediente

Editoração gráfica: *Alessandra Russi*
Normalização: *Rochelle Martins Alvorcem*