

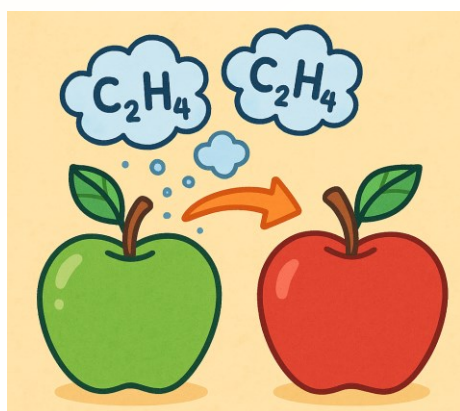
CONTROLE DO ETILENO NA PÓS-COLHEITA DE FRUTAS: IMPLICAÇÕES TECNOLÓGICAS E ESTRATÉGIAS DE CONSERVAÇÃO

Márcia Aparecida Nunes¹, Inara Corrêa Barros¹, Mayra Aparecida Silva Reis¹, Nataly de Almeida Costa¹, Eliane Maurício Furtado Martins¹

¹Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais, Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos (PPGCTA/IF Sudeste MG), Campus Rio Pomba

Contato/e-mail: natalyalmeida20@gmail.com

<https://doi.org/10.5281/zenodo.16785611>



Estratégias para bloquear ou degradar o etileno, como o uso de 1-MCP, ozônio e agentes oxidantes, são fundamentais para reduzir perdas na pós-colheita de frutas frescas.

INTRODUÇÃO

O eteno, mais conhecido como etileno, é um fitormônio de natureza gasosa com papel fundamental na regulação de diversos processos fisiológicos nas plantas. Sua fórmula molecular é C_2H_4 e sua biossíntese ocorre a partir da metionina, um aminoácido essencial. Entre os hormônios vegetais, o etileno destaca-se por ser o único encontrado naturalmente na fase gasosa, o que lhe confere características únicas quanto à difusão e ação celular.

A descoberta do etileno ocorreu no século XIX, durante investigações sobre a queda prematura de folhas em árvores localizadas próximas a postes com iluminação à base de gás combustível. A análise da composição desse gás revelou a presença de etileno, cuja atuação foi associada à abscisão foliar. Esses achados foram decisivos para estabelecer sua relevância como sinalizador bioquímico nas plantas.

Atualmente, sabe-se que o etileno participa de processos cruciais como o amadurecimento de frutos, senescência de folhas e flores, abscisão de órgãos vegetativos e reprodutivos e respostas

adaptativas a estresses bióticos (como ataque de patógenos e pragas) e abióticos (como variações extremas de temperatura, estresse hídrico ou salino, e presença de metais pesados). Sua ação se dá pela modulação da expressão gênica e pela ativação de rotas metabólicas específicas, coordenando o metabolismo vegetal em resposta a sinais internos e ambientais.

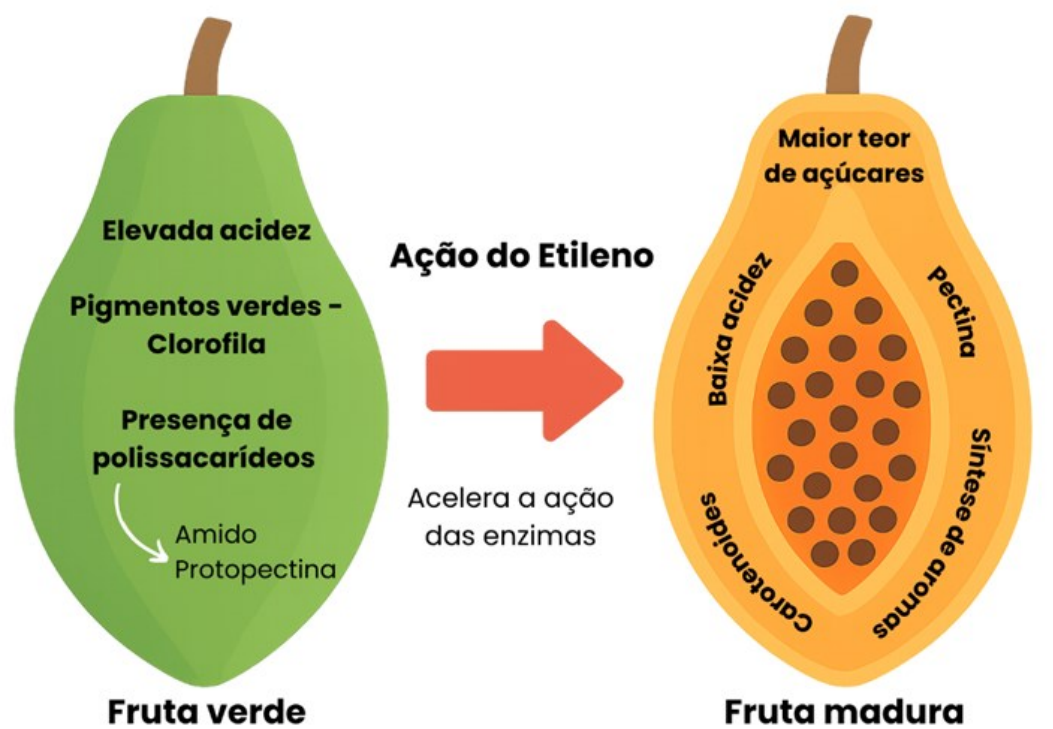
Dessa forma, o etileno é um hormônio essencial não apenas para o desenvolvimento e ciclo de vida das plantas, mas também para estratégias agrícolas que buscam otimizar a qualidade e conservação dos produtos. Compreender suas funções e mecanismos de ação é fundamental para aprimorar o manejo pós-colheita e a sustentabilidade na produção agrícola.

AÇÃO DO ETILENO NA PÓS-COLHEITA

Na agricultura, o etileno é amplamente utilizado no manejo pós-colheita para acelerar o amadurecimento de frutos, especialmente durante o transporte e o armazenamento. Câmaras com aplicação controlada desse gás permitem que os produtos sejam colhidos ainda verdes e amadurecidos artificialmente antes da comercialização, o que garante menor perda e maior controle de qualidade.

Em frutas climatéricas, como banana, goiaba, manga, entre outras, que continuam amadurecendo após a colheita, o aumento da produção de etileno promove alterações na cor, textura e sabor, devido à ativação de enzimas associadas ao amadurecimento (Figura 1). Entre as frutas mais sensíveis ao etileno destacam-se: banana, abacate, pêssigo, kiwi, mamão, melão e tomate. A temperatura ideal para a produção de etileno varia conforme o tipo de fruto, sendo, por exemplo, de 30 °C para maçãs, 32 °C para algumas cultivares de ameixa e 20 °C para pêssigos e peras.

Figura 1. Ação do etileno no amadurecimento de frutas climatéricas.



Fonte: Autores.

INIBIDORES DO ETILENO APLICADOS EM FRUTAS

Para retardar o amadurecimento, utilizam-se inibidores do etileno, como o 1-MCP (1-metilciclopropeno), que bloqueia seus receptores. A refrigeração também é amplamente empregada como estratégia complementar. Pasa (2018) avaliou peras das variedades 'Abate Fetel' e 'Tenra' armazenadas por 120 dias com $300 \mu\text{g L}^{-1}$ de 1-MCP, observando maior firmeza nos frutos tratados, o que indica a eficácia do composto na conservação.

Crizel et al. (2013) avaliaram a eficácia do 1-metilciclopropeno (1-MCP) em kiwis das cultivares 'Monty' e 'Tewi' armazenados à temperatura ambiente por 15 dias. Os autores constataram que o tratamento retardou significativamente o amadurecimento, preservando a firmeza da polpa, o teor de sólidos solúveis, a acidez e a qualidade sensorial dos frutos. Esse efeito está relacionado à capacidade do 1-MCP de se ligar de forma irreversível aos receptores de etileno, bloqueando sua ação fisiológica.

Outros compostos também demonstraram potencial no controle do etileno, embora atuem por mecanismos distintos. O permanganato de potássio (KMnO_4), por exemplo, promove a oxidação direta do etileno, convertendo-o em subprodutos inofensivos como ácido acético, dióxido de carbono e água. Esse processo pode ser facilmente monitorado visualmente, pela mudança de cor do agente oxidante: do roxo intenso (MnO_4^-) para o marrom (MnO_2). Diferentemente do 1-MCP, que atua nos receptores celulares, o KMnO_4 reduz a concentração do gás no ambiente, sendo útil em embalagens e sistemas de atmosfera modificada.

Outra abordagem envolve o uso de íons prata, como o nitrato ou tiosulfato de prata, que também agem diretamente sobre os receptores do etileno, impedindo sua ativação. Embora eficazes, esses compostos apresentam limitações quanto à toxicidade e aos riscos ambientais, restringindo seu uso em escala comercial.

Mais recentemente, o ozônio vem ganhando destaque como agente promissor no controle do etileno. Além de oxidar o gás no ambiente, o ozônio interfere na sua biossíntese ao inibir enzimas-chave como a ACC sintase e a ACC oxidase. Em estudo conduzido por Cao et al. (2021), o tratamento com $200 \mu\text{L/L}$ de ozônio em kiwis da cultivar 'Guichang' foi eficaz em manter a firmeza, reduzir a produção de etileno e deterioração, e preservar os atributos nutricionais durante o armazenamento.

Assim, embora todos os tratamentos tenham como objetivo a mitigação dos efeitos do etileno, suas estratégias e impactos variam consideravelmente. Enquanto o 1-MCP e os íons prata atuam no nível dos receptores celulares, o KMnO_4 e o ozônio reduzem a concentração ou a síntese do etileno, sendo que o ozônio se destaca por seu duplo mecanismo de ação (oxidação e inibição enzimática) e potencial adicional como agente antimicrobiano. Essa diversidade de mecanismos permite maior flexibilidade na escolha da tecnologia, considerando fatores como tipo de fruto, tempo de armazenamento, custo e segurança alimentar.



CONSIDERAÇÕES FINAIS

O etileno é um hormônio vegetal essencial para diversos processos fisiológicos, com destaque para o amadurecimento e a senescência vegetal. Seu uso controlado na agricultura pós-colheita permite otimizar a qualidade, reduzir perdas e atender às exigências do mercado consumidor. No entanto, sua presença em ambientes não controlados pode acelerar o amadurecimento e comprometer a conservação das frutas. Assim, estratégias como a aplicação de 1-metilciclopropeno, o uso de agentes oxidantes como KMnO_4 e ozônio, além da refrigeração, têm se mostrado eficazes no controle da ação do etileno. O domínio dessas técnicas é fundamental para o aprimoramento da cadeia produtiva, contribuindo para a sustentabilidade e a valorização dos alimentos frescos.

REFERÊNCIAS

- BUENO, D. Etileno nas plantas para maior produtividade. **Agrotécnico**, 2024. Disponível em: <https://agrotecnico.com.br/etileno-nas-plantas-para-melhor-produtividade/>. Acesso em: 12 maio 2025.
- CAO, S.; MENG, L.; MA, C.; BA, L.; LEI, J.; JI, N.; WANG, R. Effect of ozone treatment on physicochemical parameters and ethylene biosynthesis inhibition in Guichang Kiwifruit. **Food Science and Technology**, v. 42, e64820, 2022.
- CRIZEL, G.; PEGORARO, C.; FERREIRA, W. A.; BAZZO, P.; GIRARDI, C. L. Efeito do 1-metilciclopropeno no amadurecimento de Kiwi. **Revista da 11ª Jornada de Pós-Graduação e Pesquisa - Congrega Urcamp**, Bagé, 2013.
- MARIAH, M.A.A.; VONNIE, J.M.; ERNA, K.H.; NUR'AQILAH, N.M.; HUDA, N.; ABDUL WAHAB, R.; ROVINA, K. The Emergence and Impact of Ethylene Scavengers Techniques in Delaying the Ripening of Fruits and Vegetables. **Membranes**, v. 12, n. 2, 2022.
- PASA, M. S.; JÚNIOR, H. F. R.; FRANCESCHI, F.; PEREIRA, R. R.; AGUILA, J. S. Del; FACHINELLO, J. C.; SILVA, C. P. A aplicação de 1-metilciclopropeno (1-MCP) aumenta a conservação pós-colheita de peras. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 34, n. 1, p. 252–261, 2012.

