

*Metodologia*

# Classificação de frutos por “climatério” é conceito em extinção?

Ilana Urbano Bron e Angelo Pedro Jacomino\*



ACERVO CEAQ/ISF

Melão amarelo: frutos não-climatéricos devem ser colhidos após completarem o amadurecimento

Historicamente, os estudos sobre fisiologia pós-colheita tiveram início com a publicação dos estudos de Franklin Kidd e Charles West, na década de 20 (Laties, 1995), quando, pesquisando condições ideais para armazenamento de maçãs, identificaram um aumento

brusco na respiração dos frutos durante o amadurecimento, que denominaram climatério. Algum tempo depois, entretanto, foi constatado que nem todos os frutos apresentavam essa elevação na respiração durante o amadurecimento, casos, por exemplo, da laranja e do limão.

A partir daí, os frutos começaram a ser classificados de acordo com suas atividades respiratórias, após a colheita, como sendo climatéricos e não-climatéricos.

Nessa classificação tradicional, frutos climatéricos são aqueles cujo amadurecimento é acompanhado por um distinto

aumento na atividade respiratória. O menor valor observado na atividade respiratória é chamado de “mínimo pré-climatérico” e o pico respiratório é designado “máximo climatérico”, ao qual segue uma fase de declínio na atividade respiratória, chamada “pós-climatérico”. São exemplos de frutos climatéricos o abacate, a banana, a manga, o mamão, a pêra e o maracujá. Quando o etileno passou a ser identificado como o hormônio do amadurecimento, não mais se discutiu o amadurecimento e o climatérico sem se referir a ele; ou seja, o comportamento do etileno durante a pós-colheita foi incorporado ao conceito inicial de frutos climatéricos. Dessa forma, os frutos climatéricos passaram a ser aqueles em que ocorre também um pico de produção de etileno, podendo esse pico coincidir ou ocorrer antes da máxima atividade respiratória.

Geralmente os frutos climatéricos são colhidos ainda verdes, para facilitar o manuseio e ampliar o tempo de conservação, uma vez que normalmente apresentam taxas respiratórias mais elevadas. Nesse caso, o processo de amadurecimento ocorre com o fruto separado da planta mãe. Mais uma complementação foi então acrescentada ao conceito inicial de frutos climatéricos: são frutos que amadurecem mesmo depois de colhidos. Os frutos não-climatéricos são os que não apresentam aumentos na taxa respiratória e na produção de etileno. Portanto, a respiração desses frutos geralmente apresenta decréscimo gradual durante o amadurecimento. Ou seja, eles só podem ser colhidos quando reúnem características adequadas ao consumo. São exemplos de frutos não-climatéricos o limão, a laranja, o morango e o figo.

Ainda nos anos que se seguiram ao trabalho de Kidd e West, ficou evidente que, durante o aumento da respiração e da produção de etileno, aconteciam também outras transformações fisiológicas e bioquímicas nos frutos, o que levou à redefinição de climatérico como um período no desenvolvimento de certos frutos no



ACERVO CENESP

*Uva fina de mesa, fruto não-climatérico: sabor advém da colheita na fase ideal*

qual uma série de mudanças bioquímicas inicia-se pela produção autocatalítica de etileno, marcando o limite entre o crescimento e a senescência, envolvendo o aumento da respiração e conduzindo ao amadurecimento.

Apesar dos frutos ainda serem classificados por essas duas tradicionais classes, a fisiologia do amadurecimento compõe-se de uma série de processos complexos e interligados. Por esse motivo, muitas vezes o comportamento de um determinado fruto durante a pós-colheita pode não corresponder aos padrões previamente estabelecidos. A variedade de goiaba Pedro Sato, por exemplo, não pode ser classificada como climatérica, nem tampouco como não-climatérica. Apesar de apresentar as alterações típicas dos frutos climatéricos (como mudanças na cor da casca e firmeza da polpa após a colheita), exibe aumento gradual na atividade respiratória e na produção de etileno. Abdi et al. (1998) verificaram que ameixas também produziam etileno até o final do amadurecimento e propuseram

o termo *suppressed climacteric* para definir esse tipo de comportamento.

O fato é que, além do comportamento específico de cada fruto, o climatérico depende de alguns fatores, como as condições de cultivo, o ponto de colheita e mesmo a variedade considerada. No caso das mangas, somente as colhidas nos estádios mais precoces de maturação apresentam picos na produção de etileno e aumentos significativos da atividade respiratória. O tempo de permanência do fruto na planta também influencia a respiração, durante a pós-colheita.

Além de constatar que o aparecimento do climatérico pode depender de muitos fatores, com a ajuda da biologia molecular foi possível ainda reavaliar a significância do etileno no amadurecimento dos frutos ditos não-climatéricos. Para os conceitos tradicionais, nos frutos em que ocorre o climatérico, o etileno tem papel fundamental nas mudanças bioquímicas e fisiológicas, durante o amadurecimento. No entanto, em alguns frutos não-climatéricos há um aumento na síntese de



ACERVO CEAGESP

Laranja Pêra: presença de etileno interfere na cor da casca

receptores do etileno, similarmente ao que ocorre com os climatéricos.

O amadurecimento envolve uma série de mudanças fisiológicas e bioquímicas que alteram a composição dos frutos. Com o progresso das pesquisas, verificou-se que alguns desses processos de amadurecimento não estavam relacionados ao aumento da respiração e que outros independiam do aumento da produção de etileno ou apresentavam dependência parcial, contrariando antigos conceitos. O desenvolvimento da cor da casca de mamões, por exemplo, tem menor dependência do etileno, quando comparado ao processo de amolecimento da polpa. Na verdade, o aumento da produção de etileno em mamões ocorre quando os frutos já atingiram firmeza para consumo e coloração da casca amarela. Apesar da máxima respiração climatérica ser observada em mamões, nenhuma mudança expressiva nos constituintes do fruto é observada após esse evento.

O processo do amadurecimento, incluindo a perda da firmeza, pode ser resultado do aumento da sensibilidade dos tecidos ao etileno, e não necessariamente dependente apenas do aumento do etileno, que pode apenas acelerar e/ou coordenar as mudanças. Então, qual seria a explicação para os casos em que se observa o climatérico? Estaria o etileno totalmente relacionado ao aumento da respiração? O aumento do etileno seria uma resposta ao estresse decorrente do

amadurecimento? Há mesmo necessidade de um pico de respiração e produção de etileno para o amadurecimento? Algumas explicações para a ocorrência do climatérico foram propostas, como: processo resultante do aumento de demanda energética necessária à continuidade do amadurecimento; resultado da mudança na organização celular resultante do início da senescência; reação ao estresse da colheita.

Baseado em experimentos que comprovam que a energia gerada pelo metabolismo basal já seria suficiente para as transformações bioquímicas durante o amadurecimento e que algumas dessas transformações ocorrem sem qualquer aumento da respiração, Romani (1984) propôs que o climatérico seja entendido como a máxima resposta homeostática da mitocôndria para compensar os efeitos degradantes da senescência celular, e que o aumento na produção de etileno também seria uma resposta a esse estresse. O climatérico e o aumento da produção de etileno sempre foram bastante relacionados, em pesquisas de pós-colheita, e são bases para a classificação dos frutos em climatéricos e não-climatéricos. No entanto, na época em que esses conceitos foram propostos, as pesquisas com pós-colheita limitavam-se à avaliação de alguns frutos que atendiam aos requisitos para tais classificações.

A ampliação dos estudos para uma infinidade de espécies e variedades de

frutos, aliada a novos métodos de pesquisa e a maiores conhecimentos sobre a fisiologia vegetal, permitiu observar que muitos frutos não atendem aos requisitos para a classificação em um ou outro grupo. A diversidade e a complexidade dos processos que envolvem o amadurecimento parecem sugerir uma reavaliação dessa forma de classificação. Enfim, muito foi discutido sobre os processos envolvidos na iniciação e no controle do amadurecimento, mas ainda são necessárias muitas pesquisas para se esclarecer sua natureza e suas funções. Enquanto isso não acontece, a classificação de uma ampla diversidade de frutos nessas tradicionais classes continua a ser praticada, ainda que pareça ser uma forma simplificada de entendimento do processo do amadurecimento. 

**\*Ilana Urbano Bron** é pesquisadora científica do IAC ([ilana@iac.sp.gov.br](mailto:ilana@iac.sp.gov.br)) e **Angelo Pedro** é professor da ESALQ/USP ([jacomino@esalq.usp.br](mailto:jacomino@esalq.usp.br)).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDI, N. et al. Responses of climacteric and suppressed-climacteric plums to treatment with propylene and 1-methylcyclopropene. *Postharvest Biology and Technology*, v. 14, p. 29-39, 1998.
- LATIES, G. G. Franklin Kidd, Charles West and F. F. Blackmann: the start of modern postharvest physiology. *Postharvest Biology and Technology*, v. 5, n. 1, p. 1-10, Jan. 1995.
- ROMANI, R. J. Respiration, ethylene, senescence, and homeostasis in an integrated view of postharvest life. *Canadian Journal of Botany*, v. 62, p. 2.950-2.955, 1984.