

Introdução – Fisiologia Pós-colheita de Frutas e Hortaliças

**Profa. Marta H. Fillet Spoto
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”
Universidade de São Paulo
Piracicaba - SP**

PORQUÊ CONSERVAR?

✍ Para manter a qualidade

Pós - colheita: grande interesse devido ao aumento na produção, no consumo, exportações e necessidades de abastecimento regular no mercado, *in natura* e industrial.

COMO CONSERVAR?

ATENÇÃO

Produto vegetal colhido é produto VIVO!

Pós-colheita não aumenta a QUALIDADE

**O que acontece na produção e na colheita,
reflete na pós-colheita**

DEFINIÇÕES

- **Desenvolvimento:** série de eventos desde o início do crescimento de um fruto até a morte do mesmo.
- **Crescimento:** multiplicação das células e aumento do seu volume, os quais determinam o tamanho final do fruto.
- **O fruto ainda depende da planta para continuar seu desenvolvimento – fotossíntese (folhas), absorção e transporte de minerais (raízes, sistema vascular), fitohormônios (regulam o desenvolvimento e maturação).**
- **Maturação:** se inicia antes que o crescimento termine e inclui diferentes fases:
 - - **pré maturação:** antecede a maturação; extensivo aumento do volume; o fruto ainda não está apto para o consumo.
 - - **maturação:** o desenvolvimento completo é atingido, os frutos são colhidos nesse estágio, após o qual vivem utilizando dos substratos acumulados (reações anabólicas e catabólicas).

Amadurecimento: etapa na qual o fruto completamente maduro torna-se mais palatável, sabores e odores específicos se desenvolvem em conjunto com o aumento da doçura e da acidez.

Maturidade fisiológica: fruto continuará sua ontogenia mesmo que isolado da planta.

Maturidade horticultural: o vegetal possui os pré-requisitos para utilização pelo consumidor para um determinado propósito. Este ponto é relativo, pois pode se referir a qualquer estágio do desenvolvimento

Senescência: série processos que ocorrem após a maturidade fisiológica ou horticultural e levam à morte dos tecidos.

ALTERAÇÕES QUE OCORREM DURANTE O AMADURECIMENTO DE FRUTOS

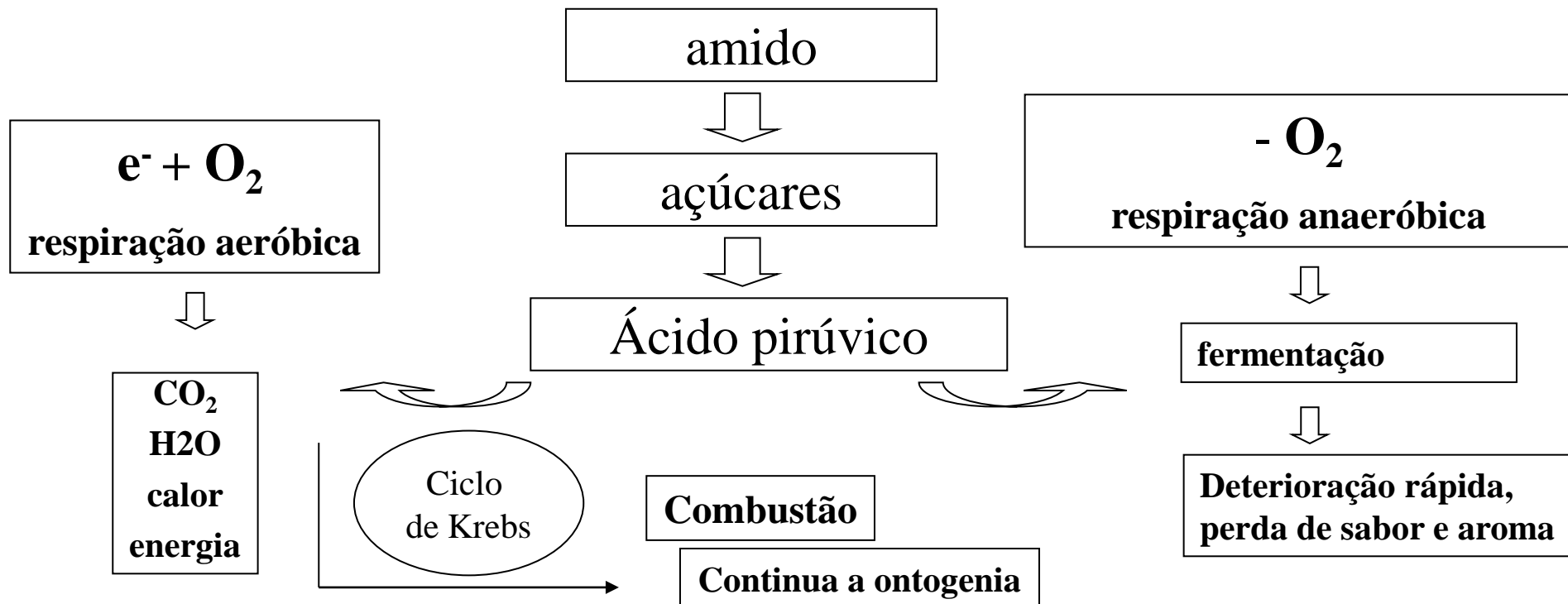
PRINCÍPIOS BÁSICOS DA COLHEITA CONSERVAÇÃO DE FRUTAS E HORTALIÇAS NA PÓS COLHEITA

Após a colheita o fruto continua sua ontogenia, ou seja, respirando, transpirando e produzindo etileno. Com isso ele sofre alterações na composição em água, açúcares, ácidos, sais minerais, amadurecendo e se tornando um ambiente ideal para o desenvolvimento de microrganismos.

RESPIRAÇÃO

Série de reações bioquímicas que produzem energia para as células. É a decomposição oxidativa de substâncias complexas (amido, açúcares, ácidos orgânicos), em moléculas mais simples (CO_2 e H_2O), com produção de energia.

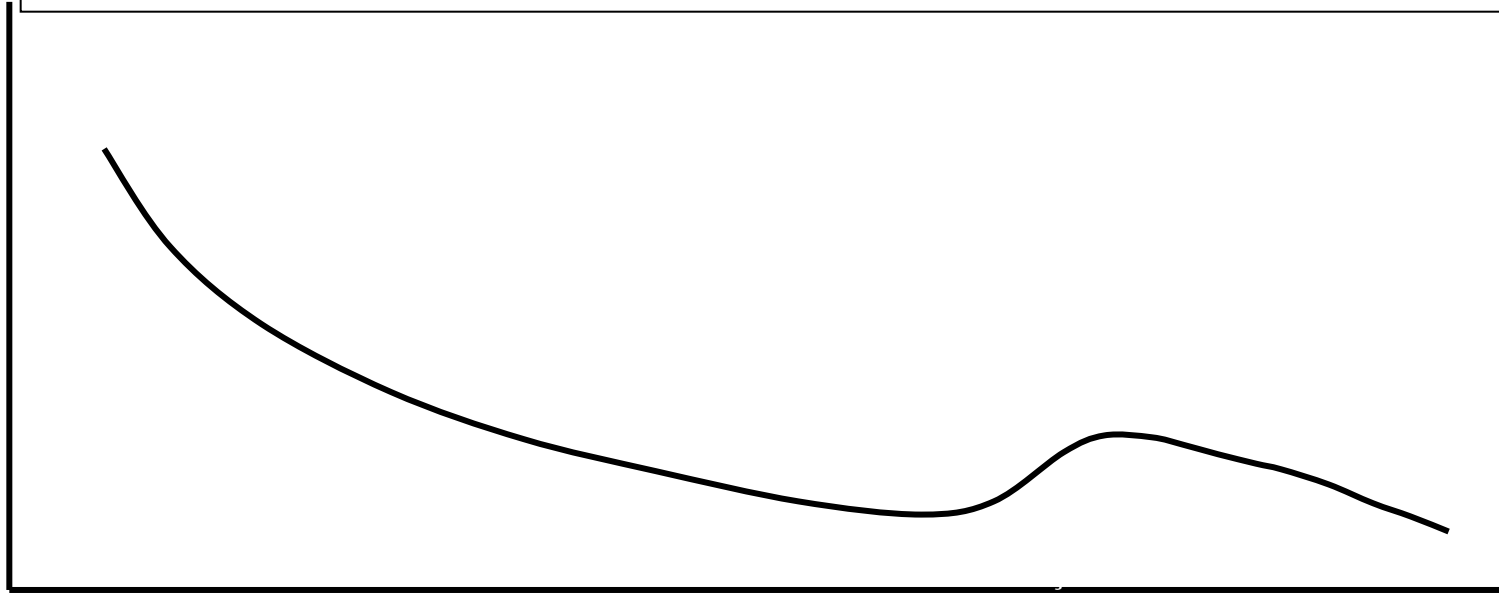
Fórmula geral da respiração: $(\text{CH}_2\text{O})_n + n\text{O}_2 \rightarrow n\text{CO}_2 + n\text{H}_2\text{O} + \text{Energia}$



RESPIRAÇÃO E MATURAÇÃO

- **FRUTOS CLIMATÉRICOS:** apresentam um rápido e significativo aumento na respiração durante a maturação.
- Os frutos atingem estágio adequado de desenvolvimento, mas ainda não estão prontos para o consumo, podem ser colhidos e deixados amadurecer fora da planta.
- Os mais conhecidos: manga, mamão, abacate, banana, maracujá, pêra, ameixa.

VARIAÇÕES NAS TAXAS RESPIRATÓRIAS DURANTE O DESENVOLVIMENTO DOS FRUTOS



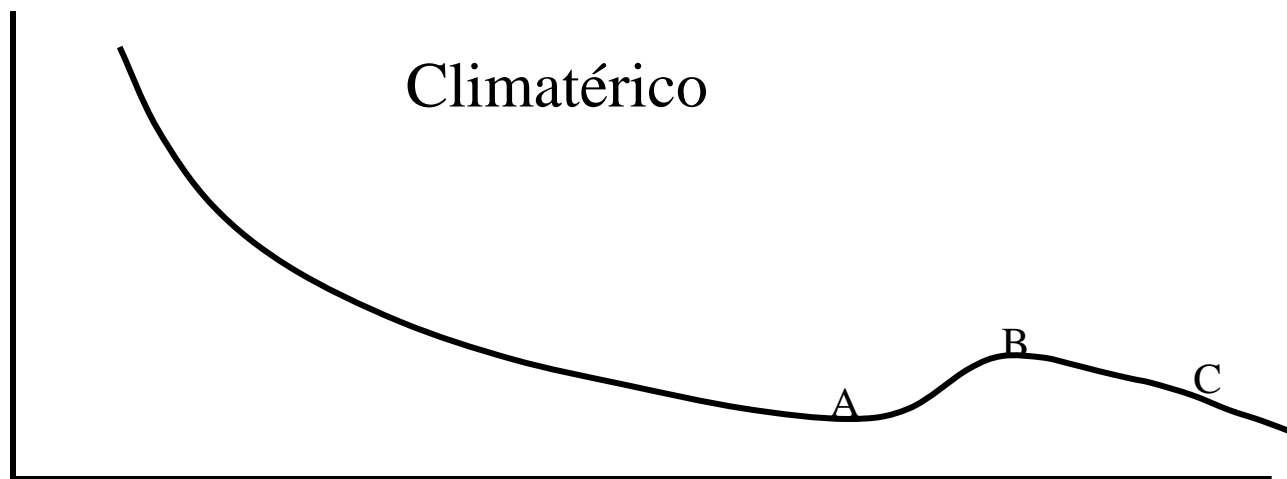
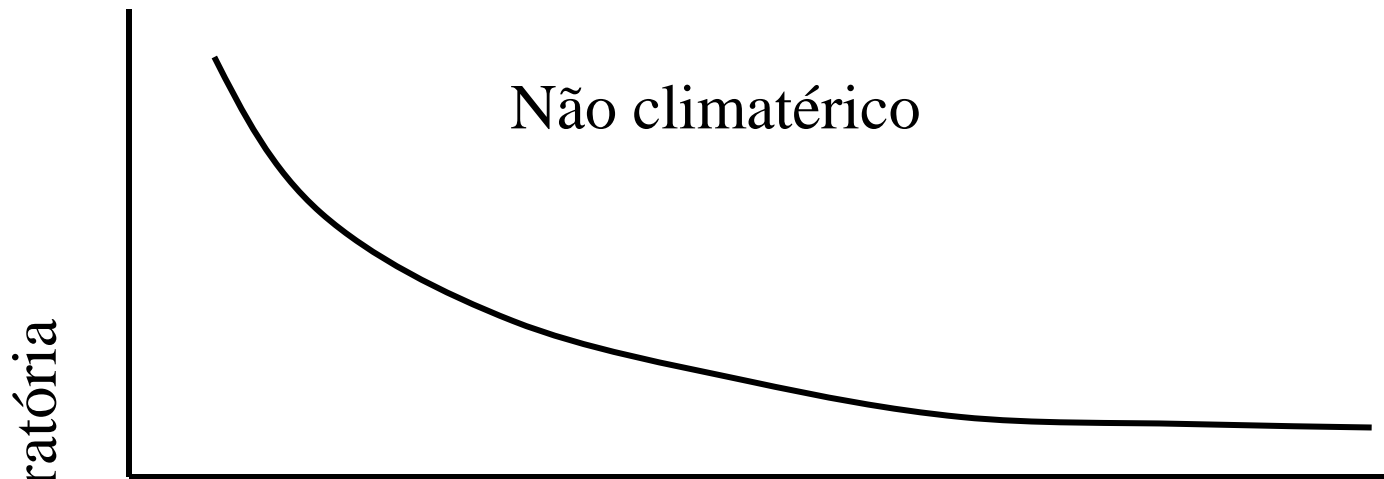
Pré-climatérico: maturidade fisiológica - momento em que a fruta pode ser colhida

Pico climatérico: ponto ótimo de consumo.

Pós climatérico: decréscimo da atividade respiratória. Senescência e morte dos tecidos.

RESPIRAÇÃO E MATURAÇÃO

- **FRUTOS NÃO CLIMATÉRICOS:** apresentam um contínuo decréscimo nas taxas de respiração durante o crescimento e maturação, independente do estágio de desenvolvimento em que foram colhidos. Somente amadurecem enquanto estiverem ligados à planta.
- **Os mais conhecidos:** laranja, tangerina, limão, abacaxi, uva, morango, cereja, romã, caju, nêspera, carambola, melancia, pepino e cacau.



A = pré-climatérico
B = pico climatérico
C = pós-climatérico

Amadurecimento

FATORES QUE AFETAM A RESPIRAÇÃO

- Espécie e cultivar
- Temperatura
- Composição atmosférica (CO_2 e O_2)
- Etileno
- Injúrias mecânicas

1. Espécie e cultivar

- As frutas e hortaliças são divididas em classes conforme sua taxa respiratória, ou seja, desde as muito baixas, como as nozes e tâmaras, por exemplo, as quais podem ser armazenadas por meses a temperatura ambiente sem entrar em senescência, até as mais elevadas, como aspargos, brócolis e espinafre, que entram em senescência após o primeiro dia da colheita, quando armazenadas à temperatura ambiente e portanto, devem ser necessariamente refrigeradas.

2. Temperatura

- A intensidade respiratória das frutas tropicais está intimamente relacionada com a temperatura. A temperatura pode interferir: na velocidade de reação dos processos metabólicos; no tempo de armazenamento e nos distúrbios fisiológicos dos frutos.
- A baixa temperatura diminui a atividade respiratória do vegetal, diminuindo conseqüentemente o seu metabolismo e aumentando o seu período de vida útil.

3. Concentração de gases na atmosfera

- Ar atmosférico, composição: 21% O₂; 0,03%CO₂; restante N₂.
- ↓ O₂ e ↑ CO₂ → reduz a taxa de respiração. Técnica utilizada no armazenamento em *atmosfera modificada* para produtos perecíveis.
- Teor muito baixo de O₂ (abaixo do mínimo) e muito alto de CO₂:
 - respiração anaeróbica → fermentação → álcool etílico e acetaldeído.
 - injúria nos tecidos, danos na aparência, textura, sabor, suscetibilidade ao ataque de microrganismos.

4. Síntese de etileno

- O etileno é um hormônio vegetal gasoso, cuja concentração muito baixa em seu conteúdo pode torná-lo ativo.
- É considerado o hormônio do amadurecimento e também está envolvido com o stress da fruta ou hortaliça.

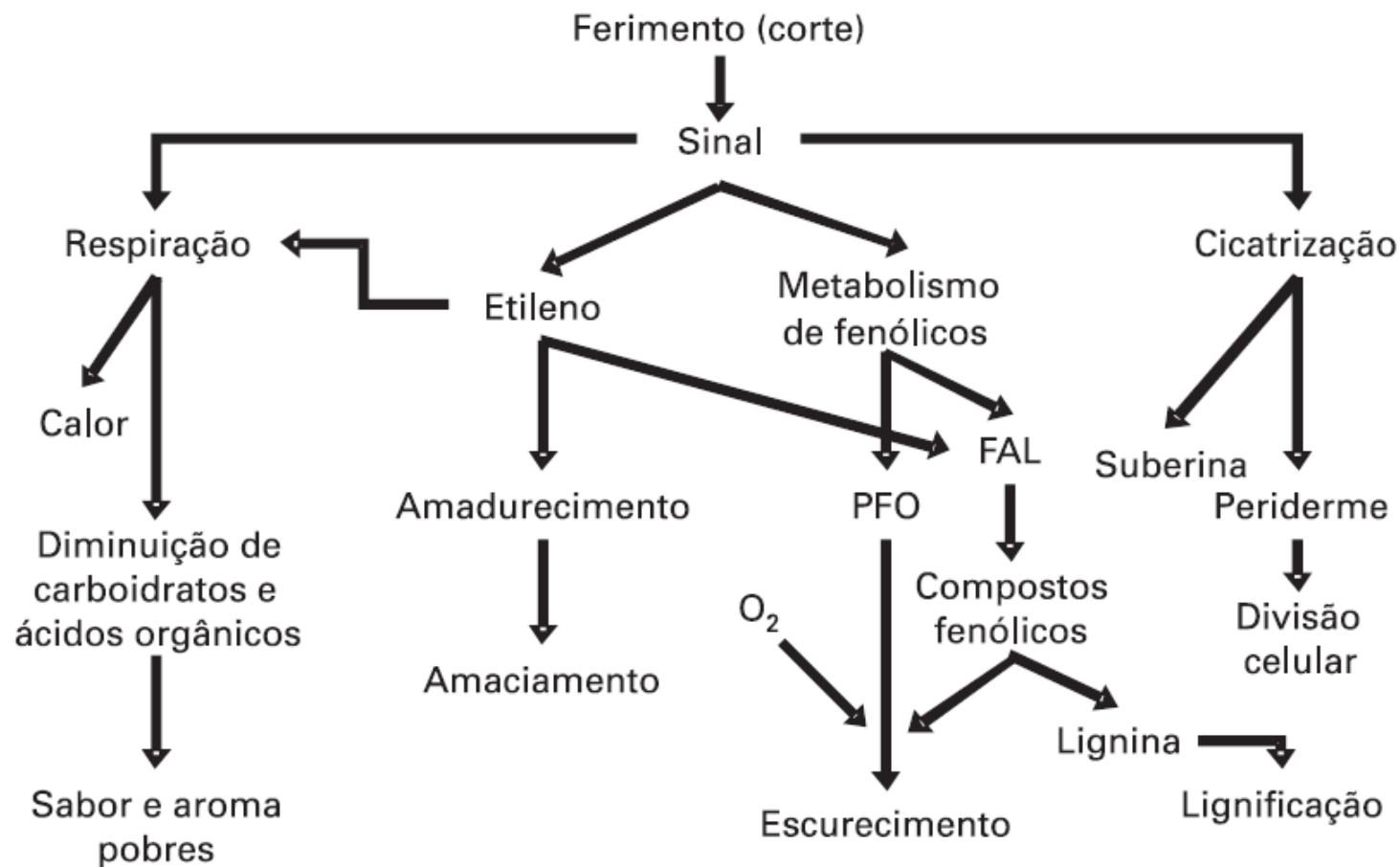


Figura 1. Inter-relação entre os efeitos fisiológicos dos ferimentos causados aos tecidos em frutas e hortaliças minimamente processadas (SALTVEIT, 1997).

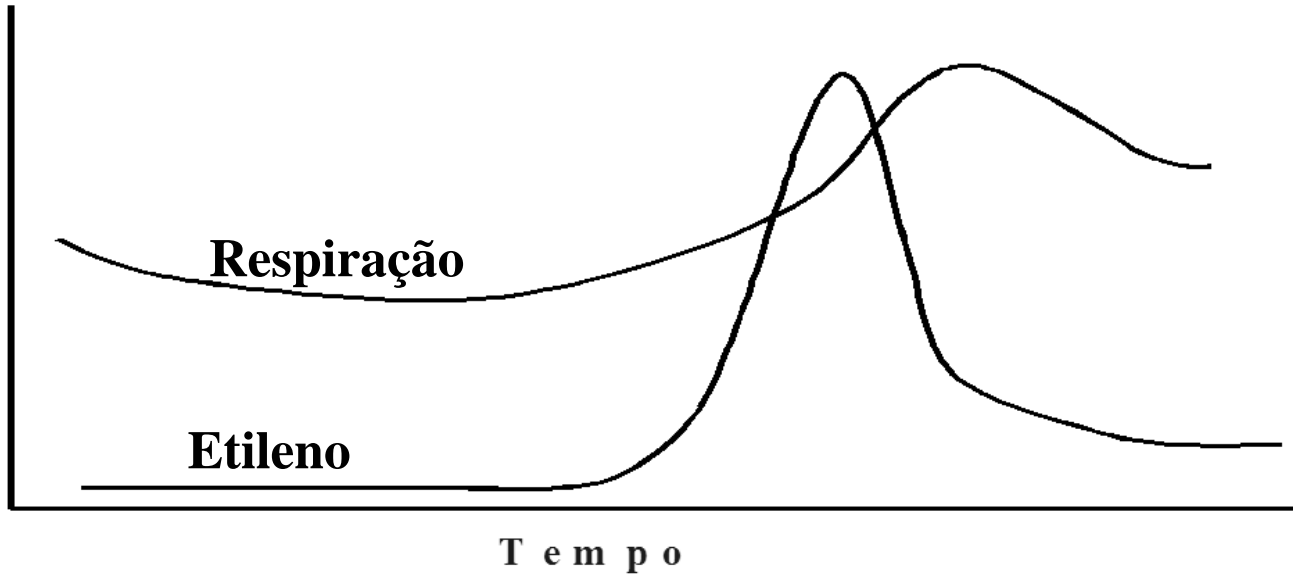
BIOSSÍNTESE DO ETILENO

- A biossíntese de etileno se inicia com o precursor primário, que é a Metionina, sendo transformado em S-adenosilmetionina (SAM) pela ação da S-adenosilmetionina sintase.
- O SAM sofre então, a ação da ACCsintase e se transforma em ácido aminociclopropoanocarboxílico (ACC).
- Por fim, mediante a ação da ACCoxidase e na presença do oxigênio, o ACC se transforma no etileno, produto final da cadeia, o qual vai agir na célula promovendo o processo de amadurecimento.

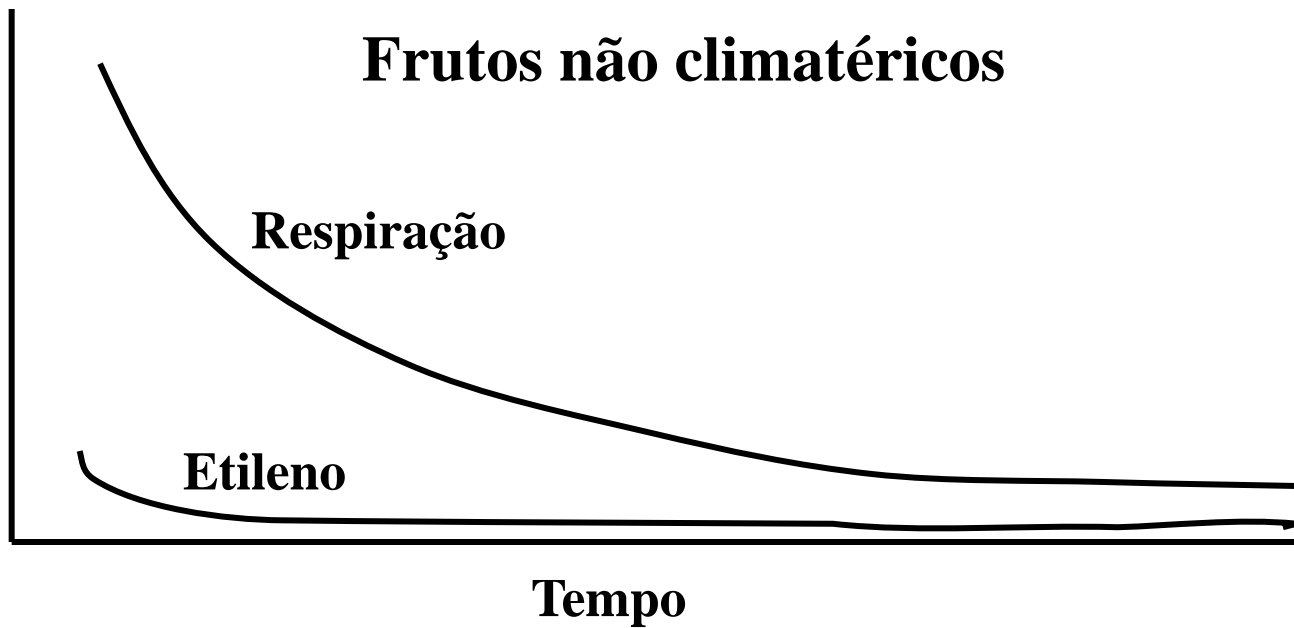
BIOSSÍNTESE DO ETILENO

- Mas, durante esse processo de biossíntese, o etileno pode se reciclar, mediante o Ciclo de Yang, onde o SAM se converte em Metiltioadenosina (MTA) e Metiltiorribose (MTR), originando novamente a Metionina, através do processo de transaminação.
- Outro modo de reciclagem é através da enzima maloniltransferase, a qual transforma o ACC em MalonilACC e por fim em ACC, completando o ciclo de reciclagem do ACC.

Frutos climatéricos



Frutos não climatéricos



SÍNTESE DE ETILENO

O etileno nos frutos climatéricos:

É esse hormônio que impulsiona o aumento da respiração em frutos climatéricos.

- Fase pré-climatérica: a produção do etileno é reduzida ou inexistente.**
- Início do climatério: início da produção de etileno, responsável pelo começo da respiração.**
- Aumento do climatério: aceleração da produção de etileno e uniformização de todos os aspectos da maturação → pico climatérico**

O etileno nos frutos não climatéricos: produzido em baixa concentração, não interfere no processo de amadurecimento do fruto.

MATURAÇÃO DE FRUTOS NÃO CLIMATÉRICOS

- A – frutos que não mostram nenhuma resposta ao etileno: morango e pimentão
- B – frutos que não apresentam o climatério e aumento na evolução do etileno, mas respondem quando o etileno é aplicado exogenamente: citros, uva, cereja.

EFEITOS DO ETILENO NOS VEGETAIS

- Do ponto de vista de pós-colheita, os efeitos do etileno podem ser desejáveis ou indesejáveis. Enquanto a aceleração do desenvolvimento de alguns frutos induzidos pelo etileno é considerada benéfica, como no caso de frutos como banana e abacate, inquestionavelmente é maléfica quando resulta na senescência precoce de tecidos vegetativos.
- Para a maioria das hortaliças, como alface e demais hortaliças folhosas, brócolos, couve-de-bruxelas, couve-flor, pepino, cenoura, aspargos, seu efeito é quase sempre prejudicial.

PRODUÇÃO DE ETILENO POR PRODUTOS HORTIFRUTÍCOLAS

Da mesma maneira que a taxa respiratória, a produção de etileno é dividida em classes conforme sua taxa de produção, ou seja, desde a muito baixa, como a cereja, citros, uva, morango, folhosas, raízes, etc., até a muito elevada, como é o caso dos frutos climatéricos: mamão, banana, kiwi, etc. e outros, como o maracujá,

MECANISMO DE AÇÃO DO ETILENO

O etileno, na célula, se liga a um complexo proteico enzimático receptor e ativa o mensageiro secundário que é a calmodulina, a qual por um processo de transdução, já no núcleo, modifica a expressão gênica, originando um novo RNA mensageiro (transcrição).

Esse, por sua vez, nos ribossomos, ativa novas enzimas, responsáveis pelas quebras de amido, celulose, pectina, dando origem ao processo de amadurecimento do fruto.

Para que esse processo ocorra, é preciso a soma de alguns fatores, como a presença do oxigênio, e ausência de CO₂, caso contrário, o etileno não se liga ao sítio receptor do complexo proteico e o processo de amadurecimento não ocorre.

CONTROLE HORMONAL DO AMADURECIMENTO

