

Tecnologia Pós-colheita e Qualidade da Matéria-prima

**Curso de Tecnologia Pós-Colheita e Processamento
Mínimo de Produtos Hortofrutícolas**

Instituto Superior de Agronomia
Lisboa • 3 a 5 de Dezembro de 2007

Domingos Almeida

Conteúdo programático

- **Matéria-prima de qualidade: um requisito fundamental**
- **Generalizações sobre Pós-colheita Hortofrutícola**
- **Comportamento pós-colheita e causas de depreciação da qualidade da matéria-prima**
- **Tecnologias pós-colheita**

Requisitos-chave no processamento mínimo de hortaliças e frutas

- **Matéria-prima de elevada qualidade**
 - Cultivar
 - Tecnologia de produção
 - **Colheita**
 - **Tecnologia de armazenamento**
- Procedimentos rigorosos de higiene e segurança alimentar (HACCP)
- Temperatura baixa durante o processamento
- Limpeza e lavagem antes (e depois) do corte
- Qualidade da água
- Aditivos ou auxiliares tecnológicos suaves
- Técnica de enxugo pouco agressiva
- Técnicas de corte pouco agressivas
- Embalagem bem concebida e boa técnica de embalamento
- Gestão da temperatura durante a distribuição

Consagrados Princípios da Pós-colheita I

- 1. A qualidade elabora-se no campo**
- 2. A qualidade é máxima no momento da colheita**
- 3. A colheita é uma agressão aos órgãos vegetais**
- 4. As frutas e hortaliças são órgãos vivos sujeitos a condições adversas**
- 5. A qualidade fisiológica de um órgão vegetal degrada-se após a colheita**

Consagrados Princípios da Pós-colheita II

- 6. A longevidade pós-colheita está directamente relacionada com a taxa respiratória e com o estado de desenvolvimento no momento da colheita**
- 7. A refrigeração é o método mais eficaz para minimizar a perda de qualidade**
- 8. Os órgãos vegetais não esquecem aquilo por que passam**
- 9. Os inimigos são poucos e são oportunistas**
- 10. A identidade dos produtos e a segurança alimentar não são negociáveis**

Comportamento pós-colheita

Grupo

Órgão imaturos em crescimento rápido

Características gerais

Altamente perecíveis
Taxa de respiração elevada
Alterações de composição rápidas
Perda de peso é causa importante de deterioração
Crescimento pós-colheita pode ser problema

Frutos maduros

Perecibilidade muito variável
Sofrem alterações fisiológicas e de composição relacionadas com amadurecimento
Problemas patológicos

Comportamento pós-colheita

Grupo

Órgãos de armazenamento e propágulos carnudos

Sementes maduras e frutos secos

Características gerais

Pouco perecíveis
Taxa de respiração baixa
Crescimento pós-colheita

Muito pouco perecíveis
Taxa de respiração muito baixa
Teor de humidade importante na conservação
Germinação

Causas de deterioração pós-colheita

- Alterações metabólicas
- Produção ou exposição ao etileno
- Danos mecânicos
- Perda de água
- Acidentes fisiológicos
- Patologia
- Crescimento pós-colheita (e.g. abrolhamento)

Grupo de produtos

Principais causas de perdas qualitativas e quantitativas

Hortalças de raiz, bolbo e tubérculo

(cenoura, beterraba, cebola, alho, batata, batata-doce)

Danos mecânicos

Cura incompleta

Abrolhamento

Perda de água

Podridões

Danos pelo frio (batata, batata-doce)

Hortalças de folhas

(alface, espinafre, couves)

Perda de água

Amarelecimento

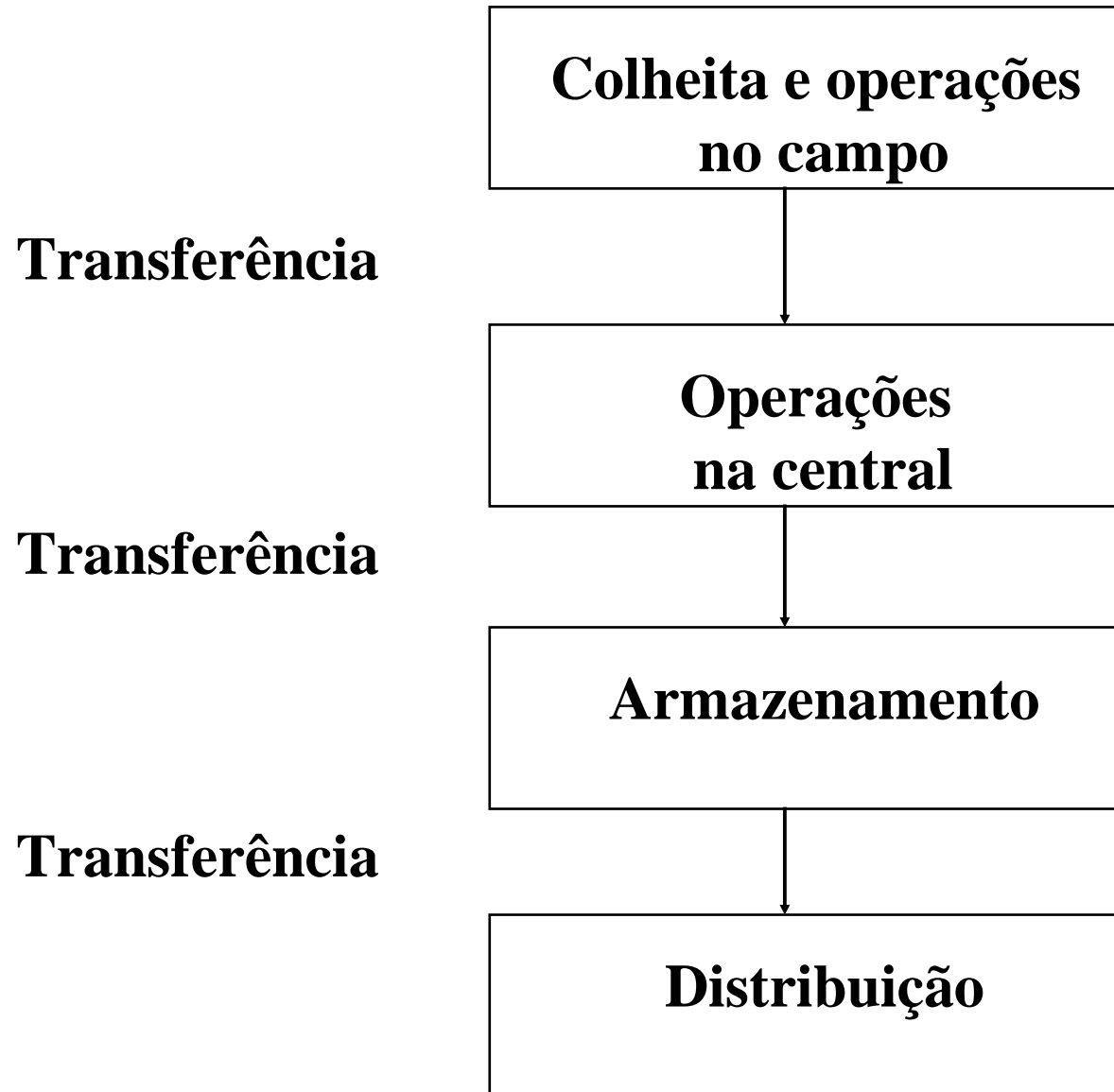
Danos mecânicos

Taxa de respiração elevada

Podridões

Grupo de produtos	Principais causas de perdas qualitativas e quantitativas
Hortalças de inflorescência (alcachofra, couve-flor, brócolo)	Danos mecânicos Descoloração Perda de água Queda de flores
Hortalças de frutos imaturos (pepino, courgette, berinjela, feijão-verde, quiabo)	Podridão Sobrematuração à colheita Perda de água Danos mecânicos Danos pelo frio
Frutos maduros (tomates, melões, bananas, mangas, maçã, uva de mesa, ameixa, pêsego)	Podridão Danos mecânicos Sobrematuração à colheita Perda de água Danos pelo frio (alguns casos) Alterações na composição

Operações



Uma Classificação das Tecnologias Pós-colheita

I. Controlo da temperatura

II. Controlo da humidade relativa

III. Tecnologias suplementares

III.1 Aplicadas ao produto

- Operações de limpeza
- Operações de selecção
- Antioxidantes (e.g. DPA)
- Aplicação de cálcio
- Cura
- Tratamento com etileno
- Inibidores do etileno
- Revestimentos comestíveis
- Tratamentos pelo calor
- Luta contra as doenças pós-colheita

III.2. Aplicadas ao ambiente

- Atmosfera controlada e atmosfera modificada
- Embalagem
- Circulação e velocidade do ar
- Ventilação (renovação do ar)
- Eliminação do etileno
- Desinfecção e sanidade

IV. Biotecnologias

Baixa Temperatura

- **Reduz a actividade metabólica**

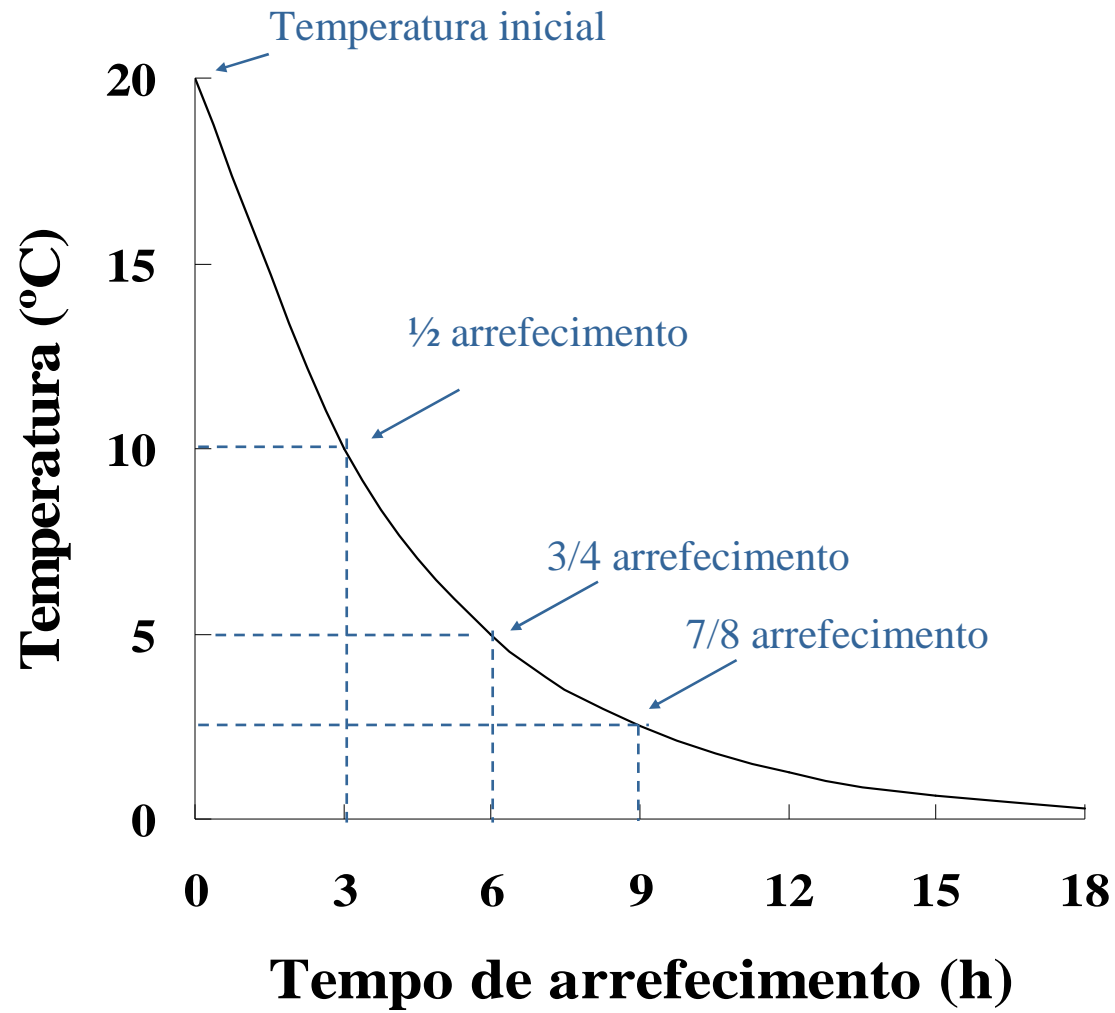
- Respiração, produção de calor
- Síntese de etileno
- Retarda o amadurecimento/senescência e alterações que lhe estão associadas
- Retarda ou impede crescimentos indesejados de órgãos de reserva vegetativa

- **Reduz as perdas de água**

- Turgescência, aspecto fresco e peso

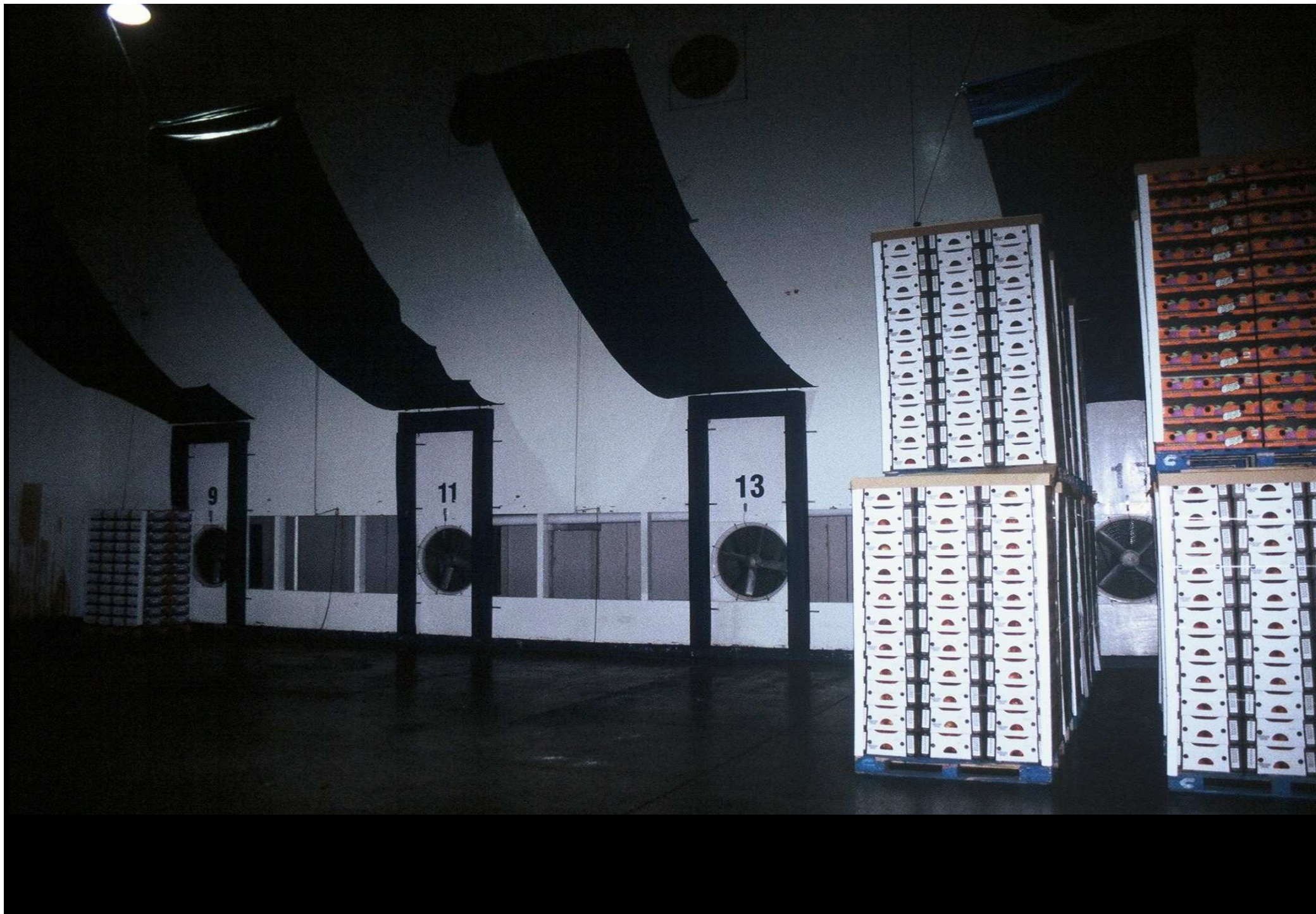
- **Impede ou retarda o desenvolvimento de patogénios**

Arrefecimento



Métodos de arrefecimento rápido

- Em câmara (*room cooling*)
- Por ar forçado (*forced-air cooling*)
- Por água, hidro-arrefecimento (*hydrocooling*)
- Por gelo (*contact icing, package icing, top icing*)
- Por vácuo (*vacuum cooling*)



















Factores a considerar na escolha de uma método de arrefecimento

- **Características do produto**
- **Compatibilidade com outros produtos**
- **Disponibilidade de instalações e equipamento**
- **Custos**
 - Custos de investimento
 - Custos de operação
- **Tipo de embalagem**
- **Proximidade do mercado**

Armazenamento da matéria-prima

- **Produtos insensíveis a danos pelo frio**

- Temperatura óptima próxima do ponto de congelação dos tecidos (-1 a 0 °C)

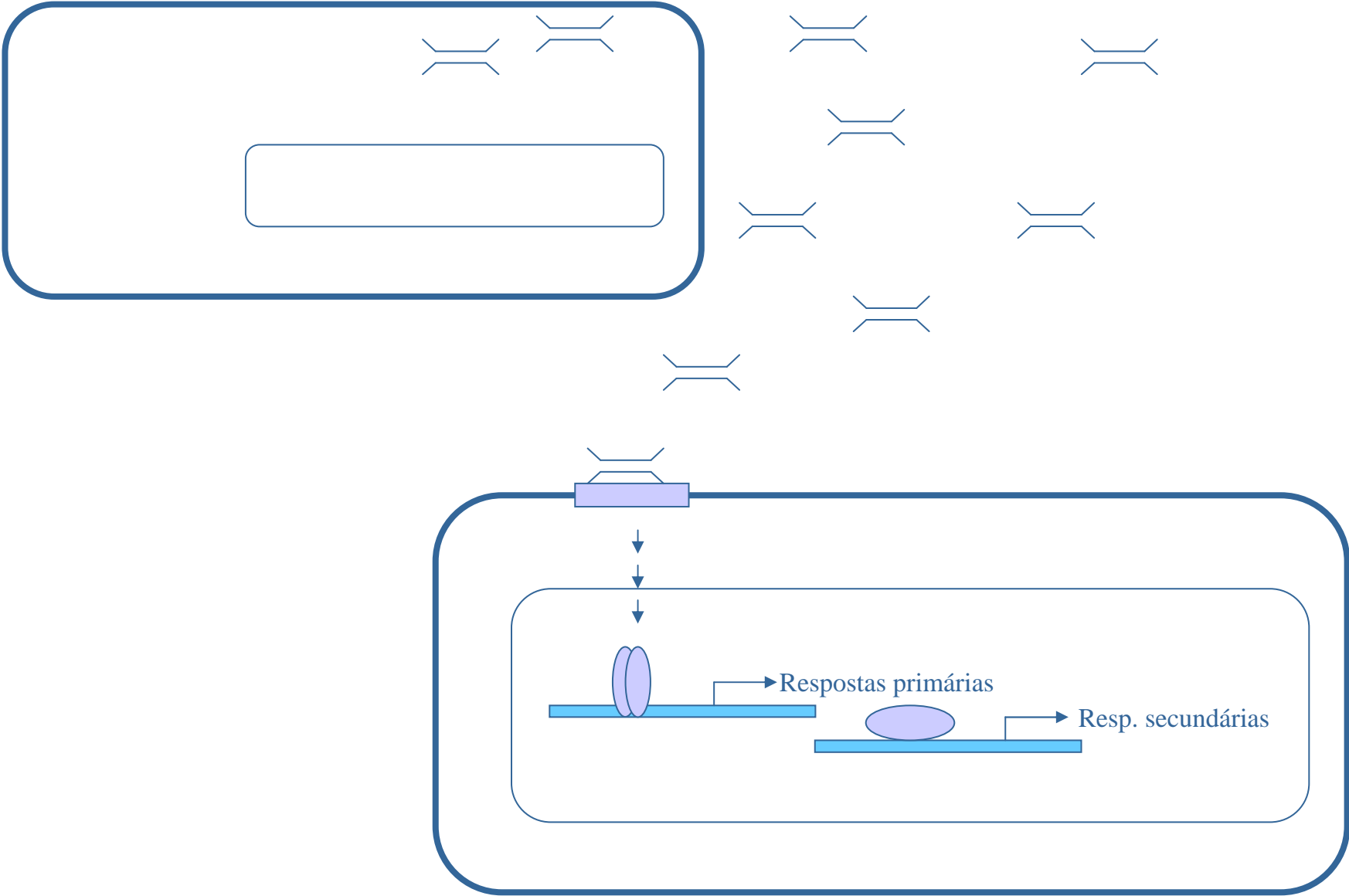
- **Produtos sensíveis a danos pelo frio**

- Armazenamento da matéria-prima acima da temperatura crítica
- Armazenamento do produto fresco cortado (IV gama) entre 0 e 5 °C

Tecnologias complementares relevantes para frutas e hortaliças frescas cortadas (IV gama)

- **Prevenção dos efeitos adversos do etileno**
- **Atmosfera controlada / modificada**
- **Sanidade da água**
- **Tratamentos por calor**

Etileno



Estratégias para evitar os efeitos do etileno

• Remoção do etileno

- Remoção de fontes
- Ventilação
- Permanganato de potássio (KMnO_4)
- Ultravioletas e geradores de ozono
- Oxidação catalítica
- Adsorção em carvão activado ou brominado

• Silenciamento químico

- Inibidores da síntese
 - Ácido aminooxiacético (AOA)
 - Aminoetoxivinilglicina (AVG)
 - Redução do O_2
- Inibidores da acção
 - Prata (ornamentais)
 - 1-Metilciclopropeno (1-MCP)
 - CO_2
 - Vapores de etanol

• Silenciamento genético

- Diferenças entre cultivares
- Mutantes naturais
- Estratégias transgénicas

Efeito do 1-MCP e da temperatura na longevidade pós-colheita de brócolo

Temperatura (°C)	Longevidade (dia)		Variação (%)
	Sem MCP	Com MCP	
20	3	4	33
10	14	22	57
1	82	94	15

Inibição da acção do etileno em brócolos



4 DAC a 20 °C



4 DAC a 20 °C + 1-MCP



4 DAC a 10 °C

Efeito do 1-MCP e da temperatura na longevidade pós-colheita de alface e pepino

Tratamento	Alface		Pepino	
	5 °C	20 °C	10 °C	20 °C
Testemunha	18,3 ^b	5,1 ^a	26,7 ^b	24,3 ^b
1-MCP	22,4 ^a	4,9 ^a	38,5 ^a	28,9 ^a
Etileno	16,0 ^b	4,8 ^a	27,3 ^b	20,6 ^c

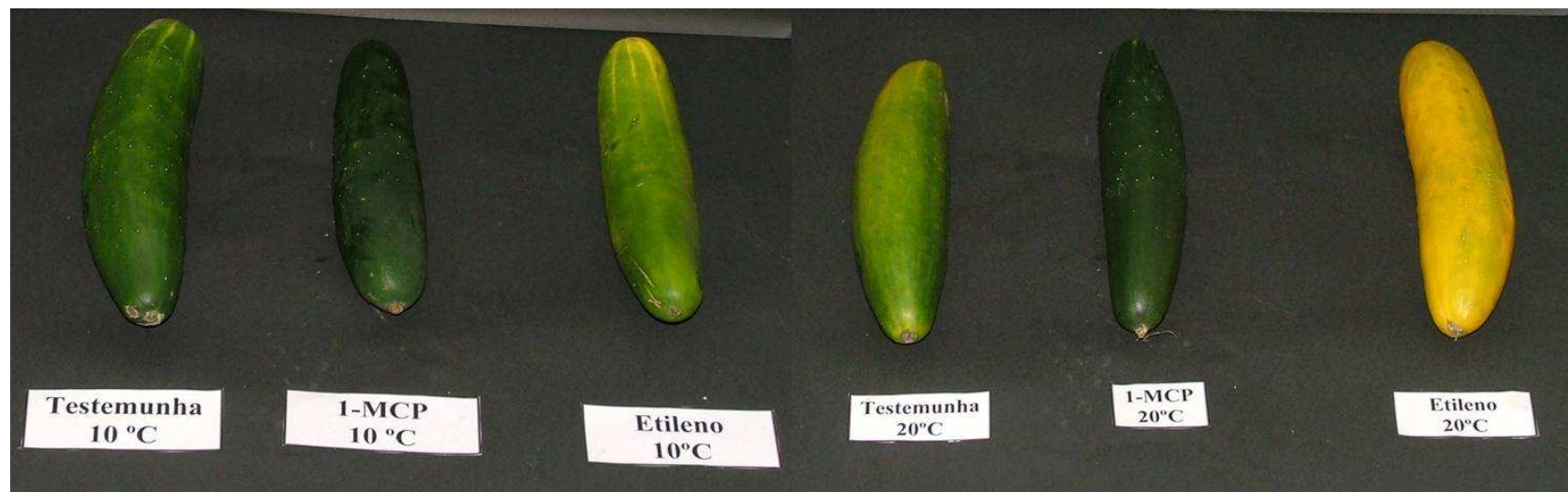


Foto de Daniela Costa



Control

Day 8
Breaker at day 0

1-MCP
(1ppm)

Efeito do 1-MCP no escaldão de pomóideas

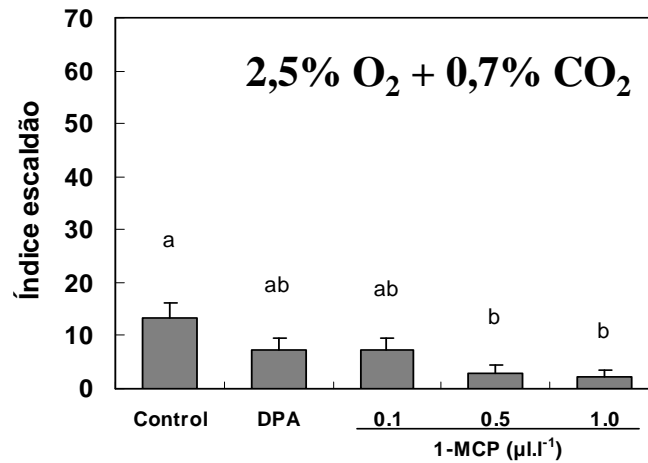
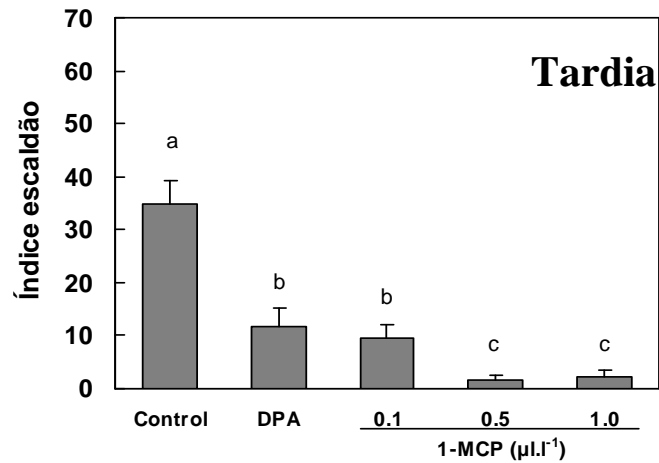
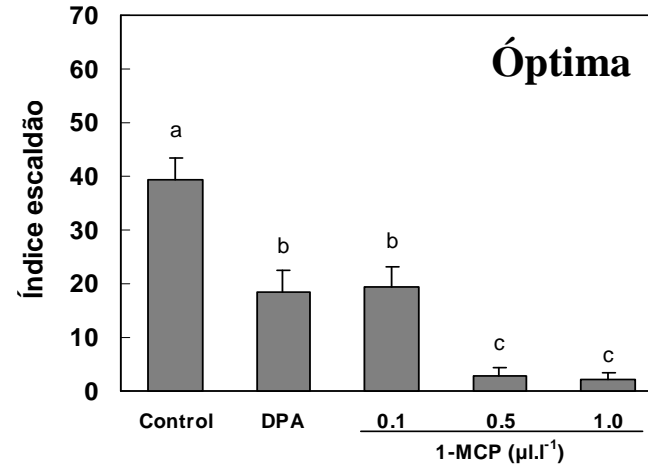
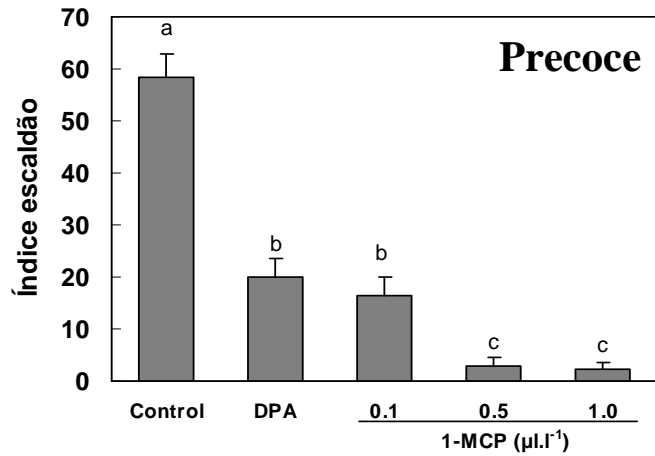
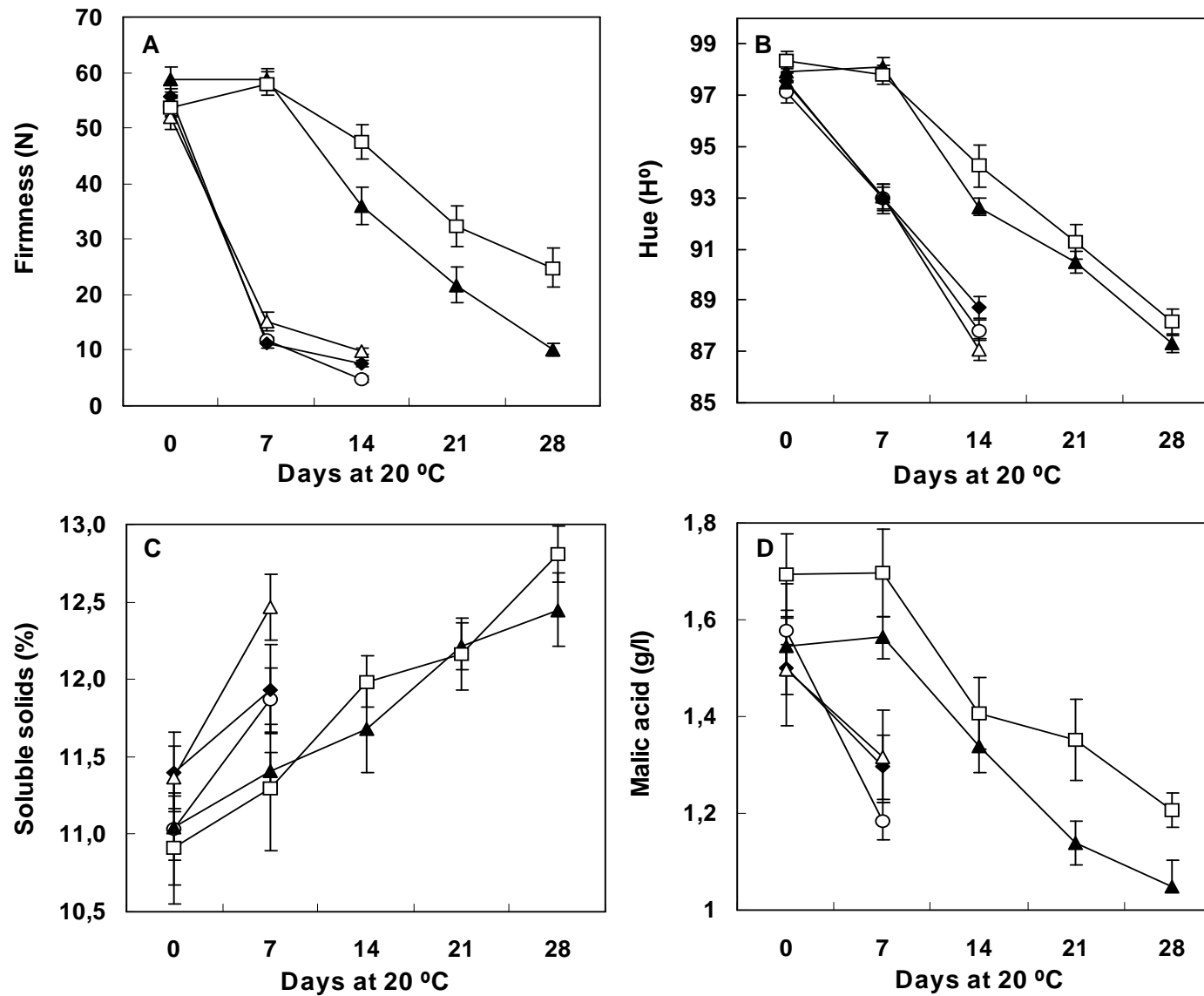


Foto de Nelson Isidoro

Efeito do 1-MCP no amadurecimento de pêra 'Rocha'

Após 120 dias a 0 °C



Composição da atmosfera

Benefício Potencial da AC/AM em Hortaliças

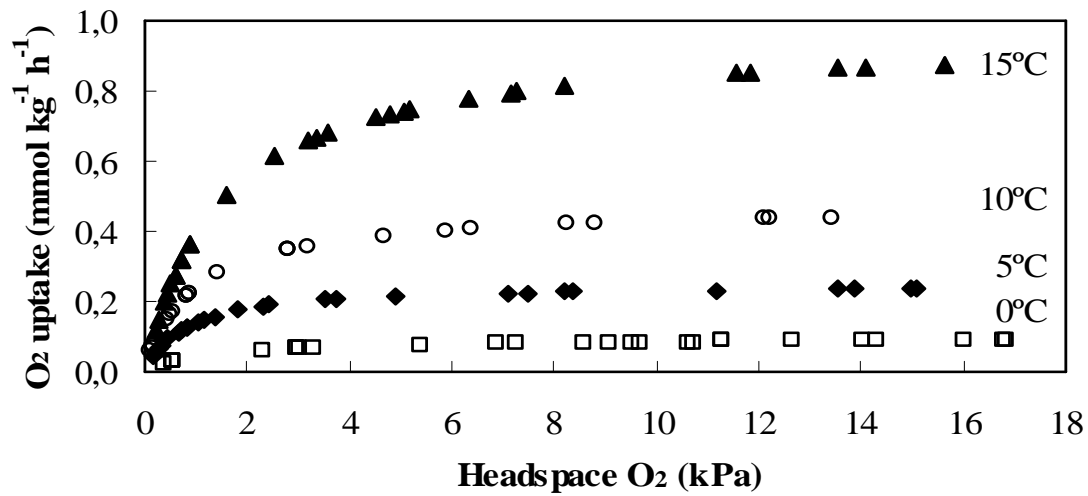
	Elevado	Moderado	Reduzido
Inteiros	Brócolo, couves de repolho, espargo, morango	Agrião, alcachofra, alface, coentro, cogumelos, melões, tomate (maduro)	Aipo, alho-francês, cebola, couve-chinesa, couve-de-bruxelas, couve-flor, endívia (<i>witloof</i>), ervilha de quebrar, espinafre, feijão-verde (indústria), milho-doce, pepino, pimento, quiabo, rabanete, salsa, tomate (maturo-verde)
Cortados	Melancia, brócolo, couve (repolho, galega), cenoura, alface (tipo iceberg, de folha, romana), cogumelos, cebola, batata, abóbora, aboborinha (courgette), morango, melões	Beterraba de mesa, couve chinesa, alho-francês, alface (tipo Bola de manteiga), pimento, rutabaga, tomate	Espinafre

Benefício Potencial da AC/AM em Frutas

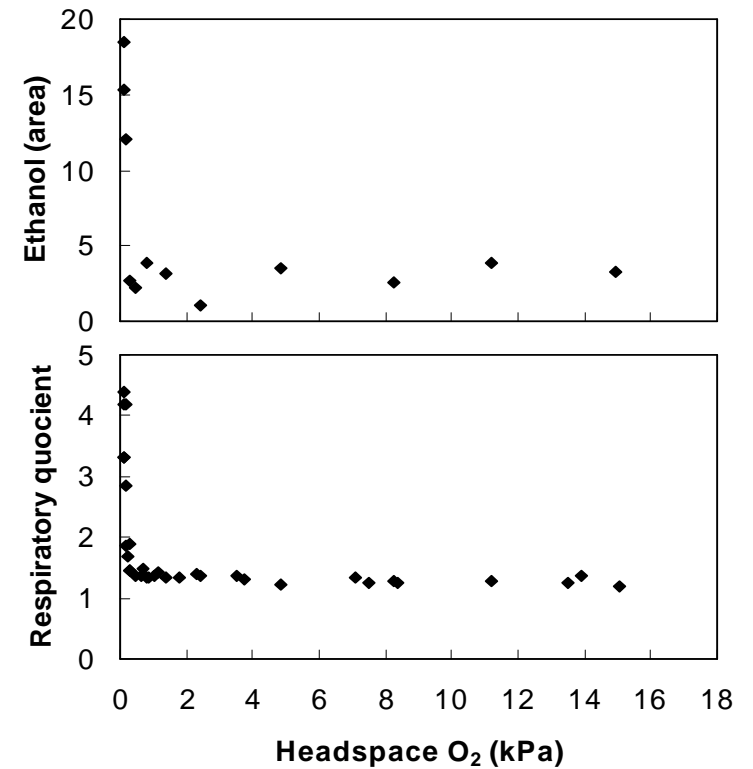
	Elevado	Moderado	Reduzido
Inteiros	Abacate, banana, mirtilo, cereja, figo, kiwi, maçã, pêra, pavia, diospiro, ameixa, romã, framboesa, morango	Damasco, limão, manga, nectarina, azeitona, pêsego (caroço livre), ananás	Laranja, papaia, nashi, uva, toranja, lima,
Cortados	Melão, kiwi, manga, romã, melancia, morango	Maçã, toranja, laranja	Pêsego, pêra, diospiro

Respiração de pãra 'Rocha' minimamente processada

Taxa de respiração a 0, 5, 10 e 15 °C



Produção de etanol e QR a 5 °C



Parâmetros respiratórios de pêsca 'Rocha' cortada (IV gama) a diferentes temperaturas

Temp (°C)	R _{O2max} (mmol kg ⁻¹ h ⁻¹)	QR	K _{1/2} (kPa)	Limiar de fermentação (kPa)	Atmosfera Prática Segurança (kPa)
0	0.108	1.4	0.52	2.9	Não existe
5	0.224	1.3	0.73	0.4	0.33
10	0.464	1.2	1.02	0.7	0.32
15	0.961	1.3	1.43	0.7	0.73

Efeito da concentração do oxigénio em diferentes tipos de oxidases e oxigenases

- **Oxidases de elevado Km**

- Citocromo c oxidase
- $K_{1/2} = 0,25 - 5 \% O_2$

- **Oxidases e oxigenases de baixo Km**

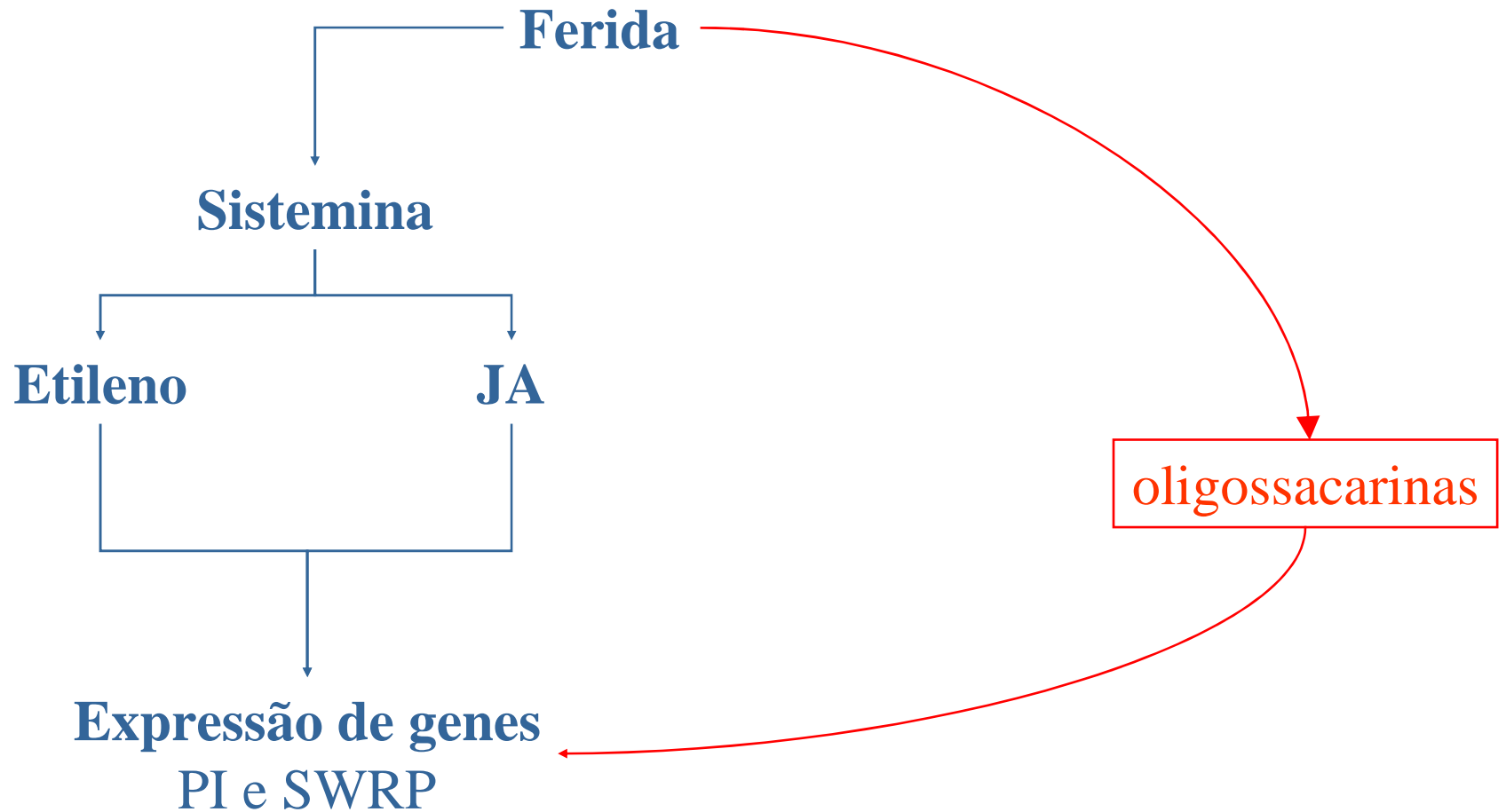
- Polifenol oxidase (PPO)
- Lipoxigenase (LOX)
- ACC oxidase (ACO)
- Oxidase alternativa



Metabolismo dos tecidos feridos

- **Respiração**
- **Síntese de etileno**
 - Isoformas de ACC sintase e de ACC oxidase induzidas por ferimentos
 - ACC sintase e ACC oxidase são inactivadas em células danificadas
 - Ferimento não provoca aumento da síntese de etileno durante o climactérico
- **Síntese de compostos fenólicos**
 - Expressão da PAL
- **Oxidação de compostos fenólicos**
- **Alterações histológicas**
 - Acumulação de calose, suberina, taninos e pectinas
 - Divisão celular

Mecanismo proposto para a transdução de sinal de ferimentos mecânicos (simplificado)



Informação complementar

Kader A. A. (ed.). 2002. *Postharvest technology of horticultural crops*. Third edition University of California, Agriculture and Natural Resources, Publication 3311, Oakland, CA.

Gross, K. C., Wang, C. Y. & Saltveit, M. 2004. *The Commercial Storage of Fruits, Vegetables, and Florist and Nursery Stocks*. U.S. Department of Agriculture, Agricultural Handbook Number 66. Disponível online em <http://usna.usda.gov/hb66/>

Almeida, D. 2005. *Manuseamento de produtos hortofrutícolas*. Sociedade Portuguesa de Inovação, Porto.

Almeida, D.P.F. 2007. Os consagrados princípios da Pós-colheita. *Vida Rural* 1729: 32-35.