

***“Tecnologia de barreiras” para a
manutenção da cor e da textura de
produtos minimamente processados.***

Margarida Moldão Martins

UTL/ISA/DAIAT

Produtos frescos cortados

- ❑ Mais perecíveis do que as respectivas matérias primas.
 - **Degradação de cor**
 - **Degradação de textura**
 - **Alteração de sabor**
 - **Gosto**
 - **Aroma**
 - **Perda de valor nutricional**
 - **Aspectos microbiológicos**

Característica	Causas	Efeitos negativos
Cor	Actividade enzimática [O₂] Desidratação	Acastanhamento “Esbranquiçamento”
Textura	Degradação enzimática, > Taxa de transpiração	Amolecimento Perda de turgescência Endurecimento
Aroma	Formação e acumulação de aromas desagradáveis Perda de aromas naturais	Aroma desagradável Aroma menos característico
Sabor/valor nutricional	Lixiviação, Aumento da TR	Sabores estranhos < Valor nutricional
Aspectos microbiológicos	Ausência de protecção natural Maior superfície exposta Eliminação do efeito competitivo Maior disponibilidade de substrato	Aumento de actividade microbiana

Factores com influência na resposta ao PM

- ❑ Variedade
- ❑ Práticas culturais
- ❑ Data de colheita
- ❑ Processamento
- ❑ Distribuição

Formas de minimizar os efeitos do PM

Tecnologia de barreiras

- ❑ Matérias primas adequadas
- ❑ “Tecnologia de barreiras”
 - Utilizar múltiplas “barreiras” a níveis que não impliquem alteração das características do vegetal fresco e que contrariem a degradação



Efeito final $\geq \sum$ efeitos

- ❑ Com implicação global
- ❑ Com implicação sobretudo ao nível da cor
- ❑ Com implicação sobretudo ao nível da textura

Barreiras com implicação global

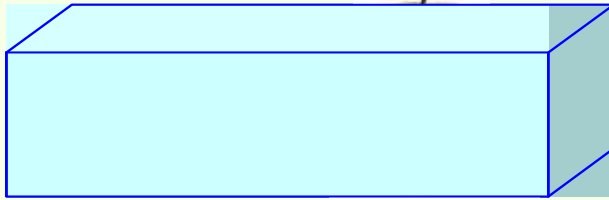
- ❑ **Temperatura** – o mais baixa possível (> p.c)
 - **Frio precoce**
 - **Frio contínuo**
- ❑ **Corte e não esmagamento**
- ❑ **Atmosfera adequada**
- ❑ **Pré tratamentos aplicados à matéria prima**
 - **Tratamentos térmicos moderados**
 - **Elevadas pressões de O₂**

Pré tratamentos aplicados à matéria prima

Tratamentos térmicos moderados

Elevadas pressões de O₂

Pré Tratamentos



- ❑ 35-55°C / sec – horas
 - Meio de transferência térmica
 - Água
 - Ar



- ❑ $O_2 > 80$ kPa
- ❑ 10-30 dias

O stress imposto às matérias primas antes do processamento mínimo



Desencadear mecanismos de resistência



Manutenção da qualidade

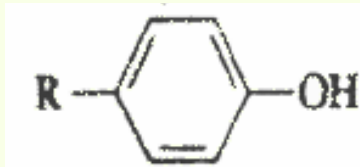
Induzem?

- Alteração do metabolismo das proteínas. Síntese de proteínas de baixa massa molecular (HSP) (22,25 kDa) (Pavoncello et al., 2001)
- Rápida produção de materiais tipo lenhina seguida de fitoalexinas (Nafussi et al., 2001)
- “Fusão” e recristalização de ceras da parede que colmata orifícios (Fallik et al., 2004)
- Alteração da actividade enzimática
 - Alteração do metabolismo dos compostos fenólicos (Saltveit, 2000).
 - Alteração da estrutura péctica
 - Alteração das vias metabólicas dos compostos do aroma
- Alteração da taxa respiratória e de produção de etileno

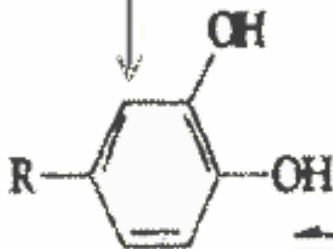
A cor dos PM

Esquema simplificado do escurecimento enzimático dos compostos fenólicos

Substratos fenólicos (incolores)



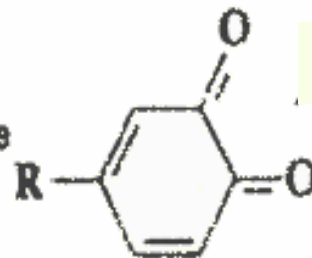
PPQ-1



Orto-quinonas
(Incolores/corados)

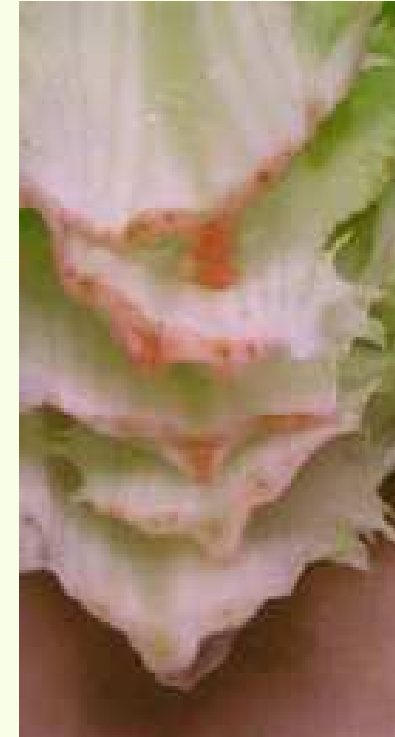
ascorbate

PPQ-2

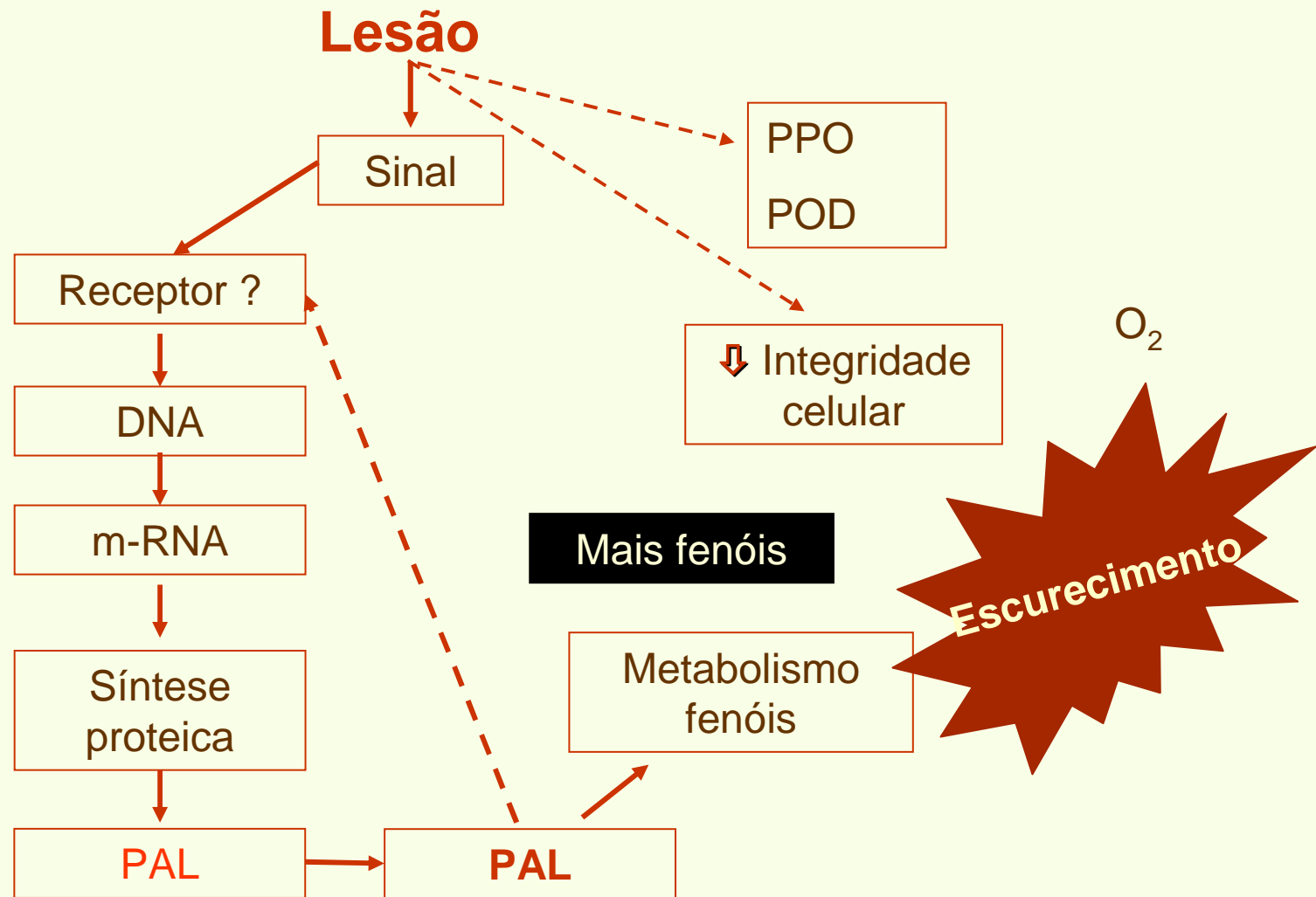


Polímeros
(Castanhos)

O-difenóis (Incolores)



Esquema simplificado do metabolismo dos compostos fenólicos em material vegetal danificado



(Ad. Saltveit, 2000)

Barreiras de inibição do escurecimento

- ❑ Agentes químicos
- ❑ Inibidores enzimáticos
- ❑ Revestimentos comestíveis
- ❑ Atmosfera modificada (Supressão dos reagentes - O₂)
- ❑ Pré tratamentos aplicados à matéria prima

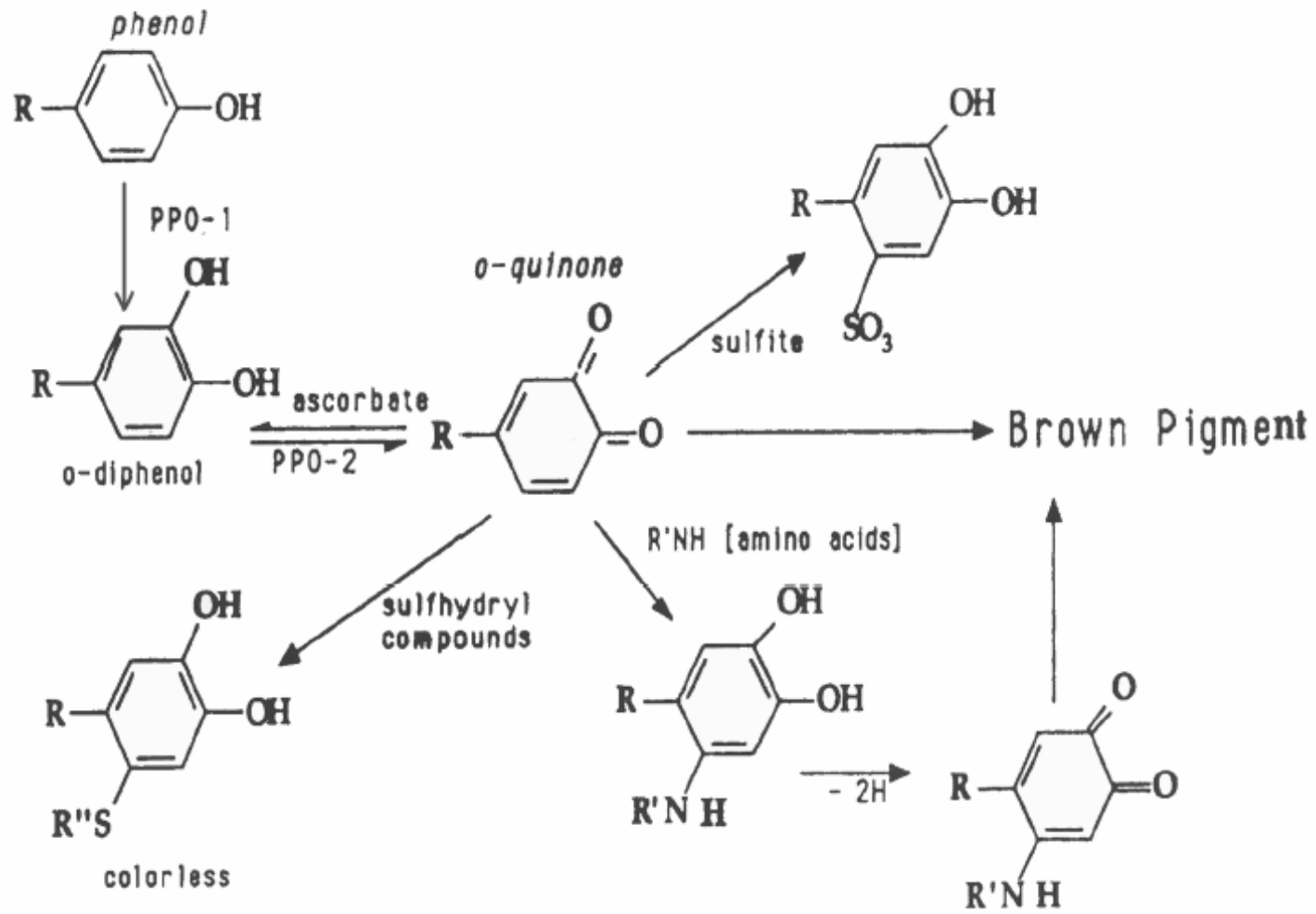
Agentes químicos

- ❑ Compostos que contêm enxofre
 - Dióxido de enxofre
 - Metabissulfito de sódio
 - Metabissulfito de potássio
 - Sulfito de sódio
 - Bissulfito de sódio
 - Bissulfito de potássio
- ❑ Acidulantes
 - Ácido cítrico
 - Ácido málico
 - Ácido tartárico
 - Ácido fosfórico
- ❑ Quelatantes
 - EDTA
 - Polifosfatos

Agentes químicos e enzimáticos

- Antioxidantes
 - **Ácido ascórbico**
 - **Sais de ácido ascórbico**
 - **Glutathiona**
 - **Tocoferol**
 - **L-aminoácidos**
 - Cisteína
 - Lisina
 - Glicina
 - Histidina
 - **OEs**
- Proteases sulfidrílicas \Rightarrow quebra de ligações $S-S \rightarrow 2SH$
 - **Ficina**
 - **Papaina**
 - **Bromeleína**
- Inibidores da PPO
 - **4-Hexilresorcinol**
 - **Ácidos carboxílicos aromáticos**
 - **Sais**
 - Cloreto de sódio
 - Cloreto de cálcio

Esquema simplificado de actuação de alguns agentes inibidores do escurecimento



Revestimentos comestíveis

- Barreira semipermeável que implica redução de:
 - **Tocas gasosas (CO_2 , O_2 , C_2H_4 , compostos voláteis)**
 - **Migração de solutos e vapor de água**
- Veículo para o transporte de aditivos alimentares
- Protecção mecânica aos produtos

Controlo da actividade fisiológica, bioquímica e microbiológica

Revestimentos comestíveis mais utilizados

Hidrocoloidais

□ Glucídicos (Exemplos)

- Quirosano
- Carboximetilcelulose
- Alginato
- Carragenina
- Pectinas de baixo metoxilo
- Goma-arábica
- Ciclodextrinas

□ Proteicos (Exemplos)

- Gelatina
- Caseína
- Glúten
- Proteína do soro de leite

Lipídicos

□ Ceras

- Cera de abelha
- Cera de carnaúba

□ Acilgliceróis

□ Ácidos gordos

Compostos

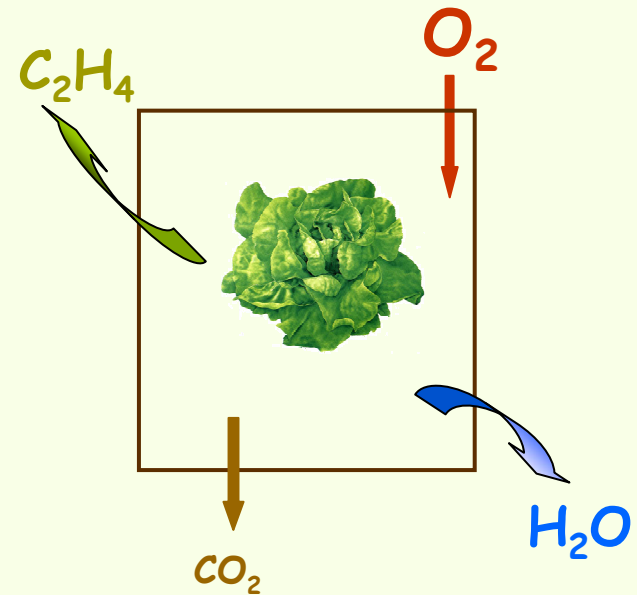
Atmosfera modificada

□ Normalmente:

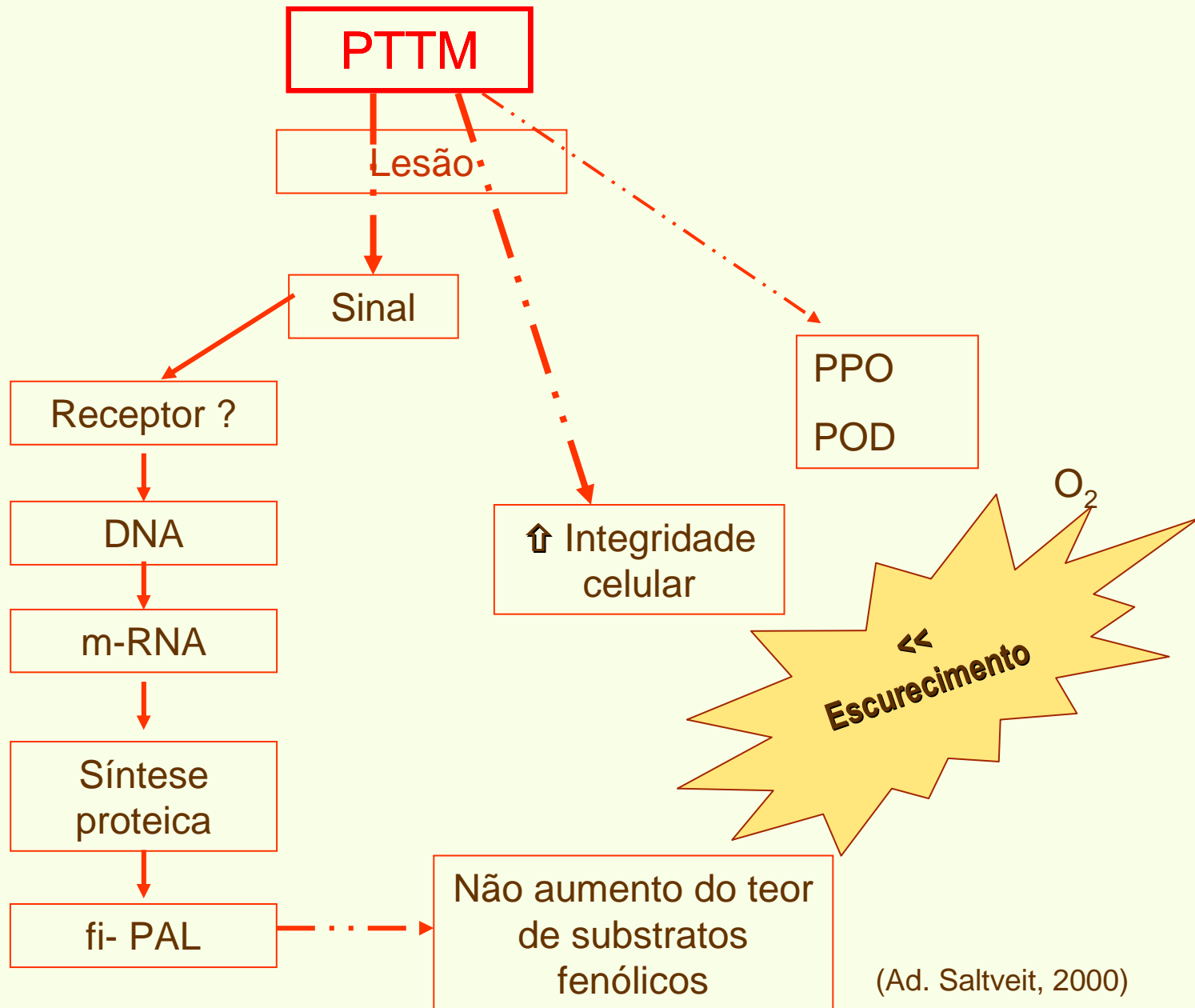
- O_2 ↓
- CO_2 ↑

□ Activa

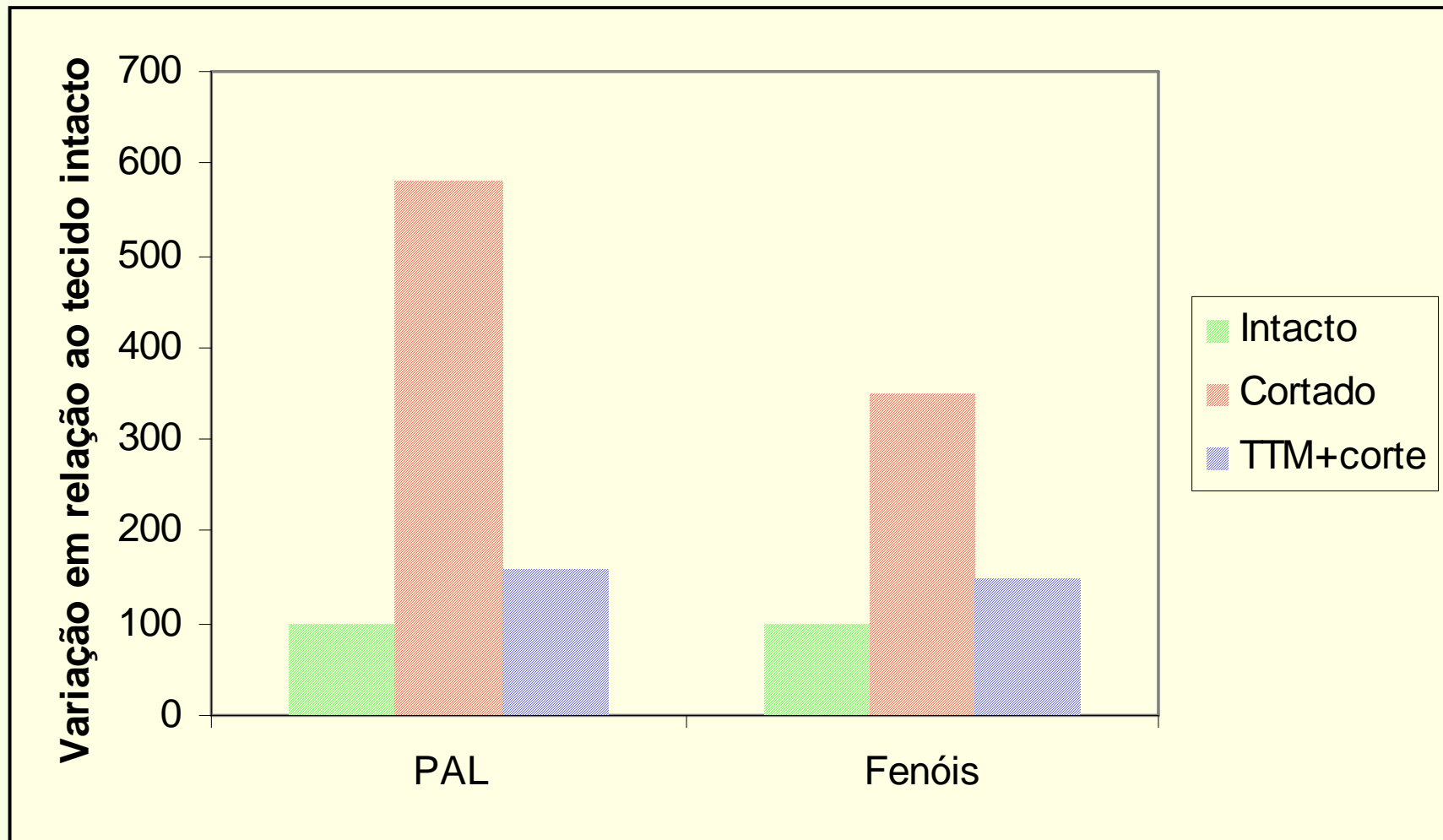
□ Passiva



Influência dos TTM no metabolismo dos fenóis

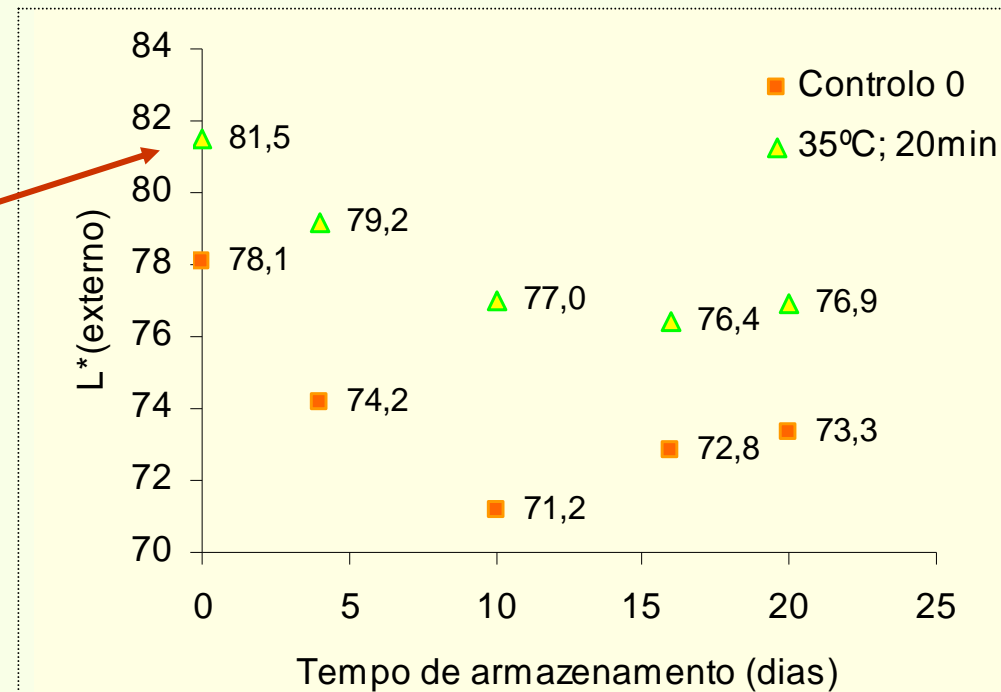
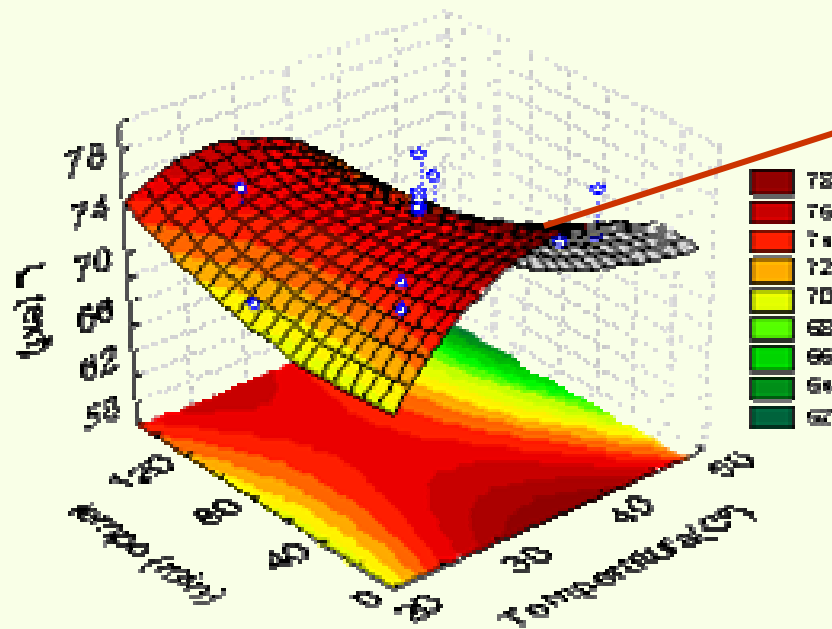


TTM vs actividade da PAL e teor de fenóis em Alface iceberg



(Ad. Saltveit, 2000)

TTM vs parâmetro L^* da cor de pêra Rocha MP

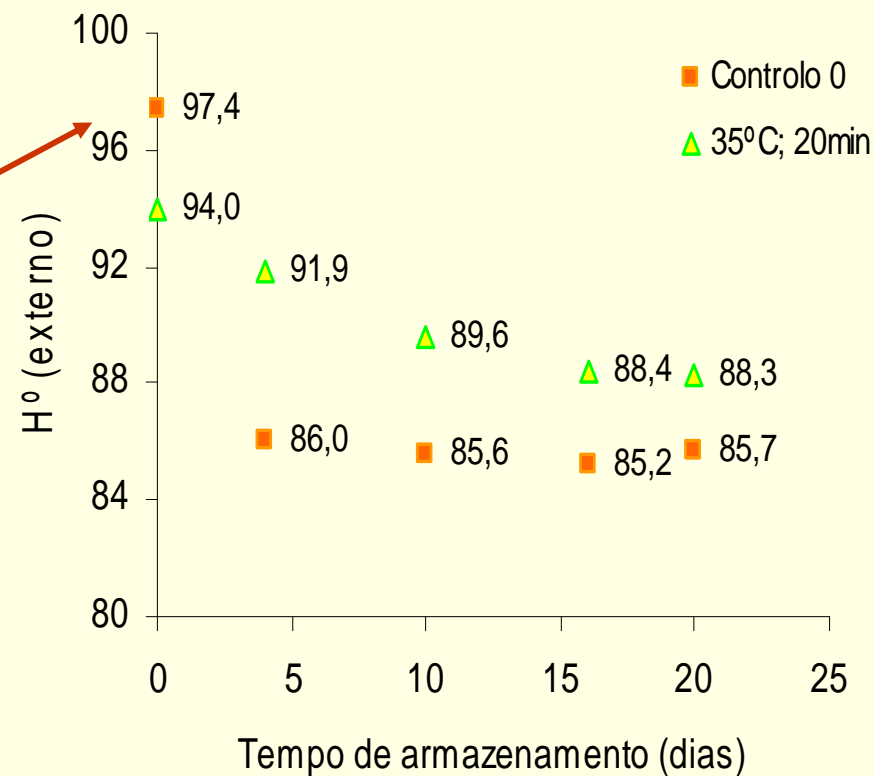
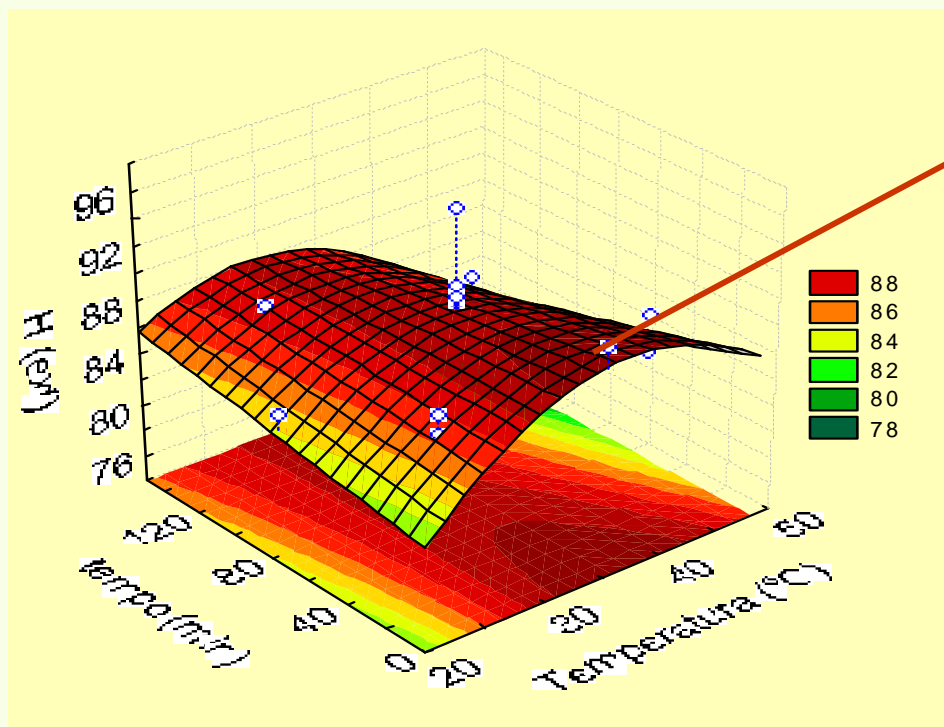


$$L^*_{\text{ext}} = 35,580 + 2,450T - 0,033T^2 + 0,044t + 0,0004t^2 - 0,450ta + 0,020ta^2 - 0,004Tt - 0,006Tta$$

$$R^2 = 0,92; R^2_{\text{ajust}} = 0,86$$

(Abreu *et al*, 2004)

TTM vs parâmetro h^o da cor de pêssego Rocha MP

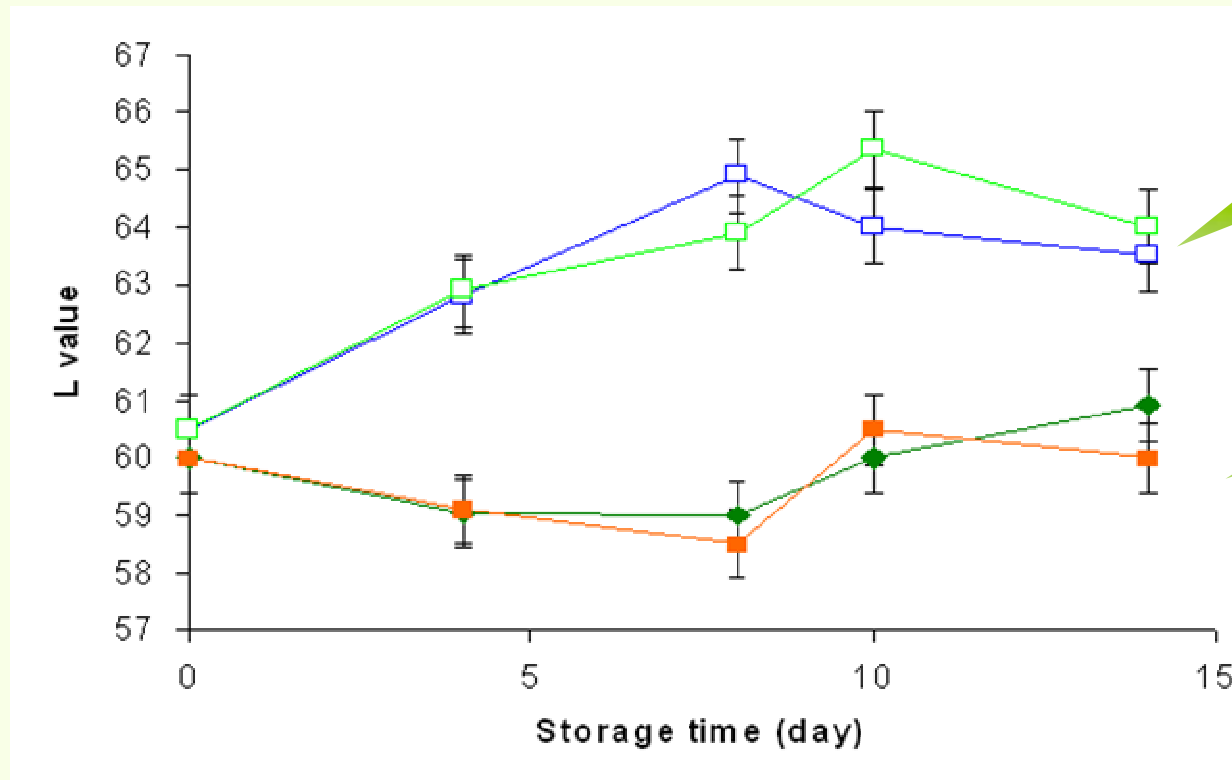


$$h^o \text{ ext} = 56,03 + 2,08T - 0,03T^2 + 0,08t - 0,60ta + 0,02ta^2 - 0,003Tt$$

$R^2 = 0,79768$ $R^2_{\text{ajust}} = 0,7043$

(Abreu *et al*, 2004)

Influência de revestimentos comestíveis no parâmetro L da cor em Cenoura MP



Sem revestimento ⇒
“esbranquiçamento”

Revestimento ⇒
Preservação da cor

(Vieira *et al*, 2003)

Mistura de vegetais para sopa (10 dias a 4°C)

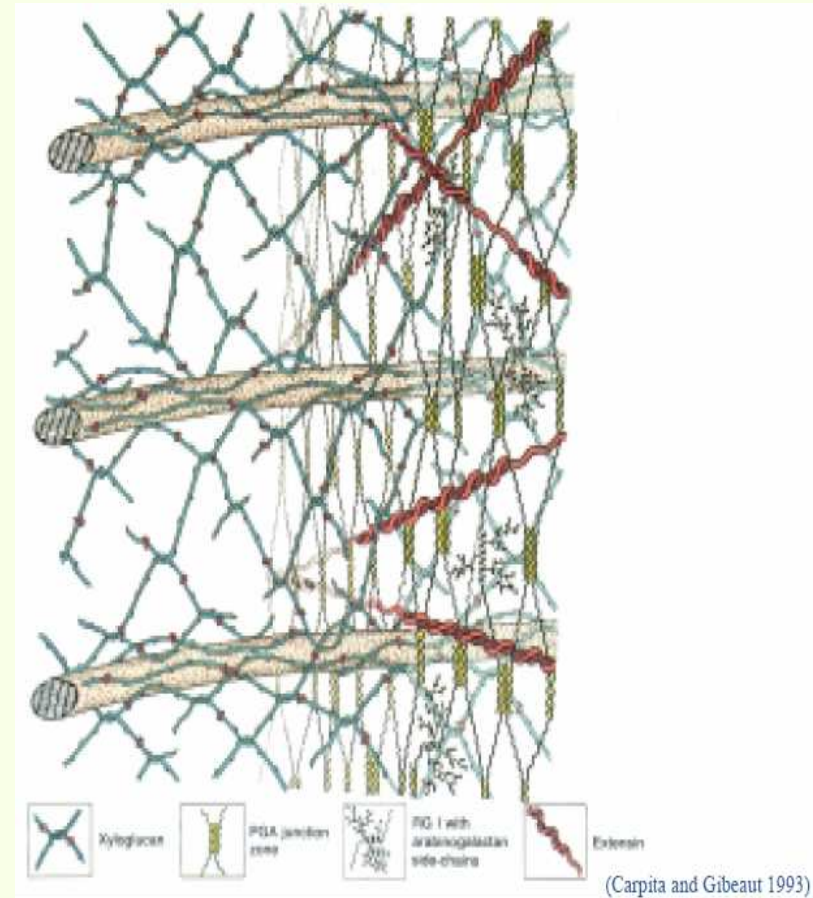


- Cenoura - 0,8% CMC + 0,7% CA + 3,5% (w/w) GLI
- Cebola - Revestimento comestível. 2% pectina de baixo metoxilo
- Batata e nabo - 0,5% L-cisteína + 2% ácido cítrico
- Atmosfera inicial: 3% CO₂, 2% O₂

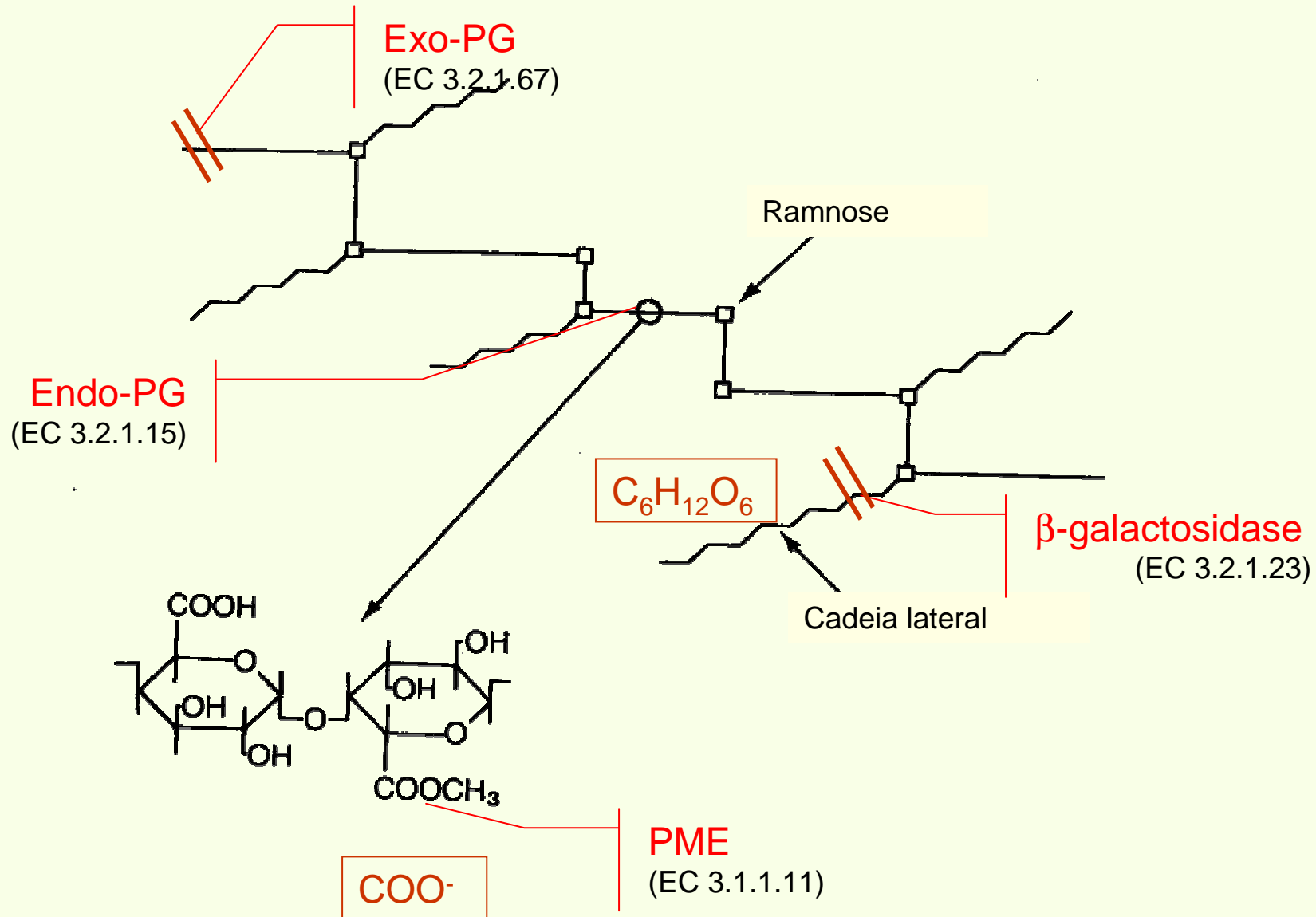
A textura dos PM

Textura. Parede celular

Componente estrutural	Proporção (%)
Pectinas	40
Celulose	35
Hemiceluloses	15
Proteína	5
Fenóis	5



Esquema simplificado da degradação enzimática das pectinas

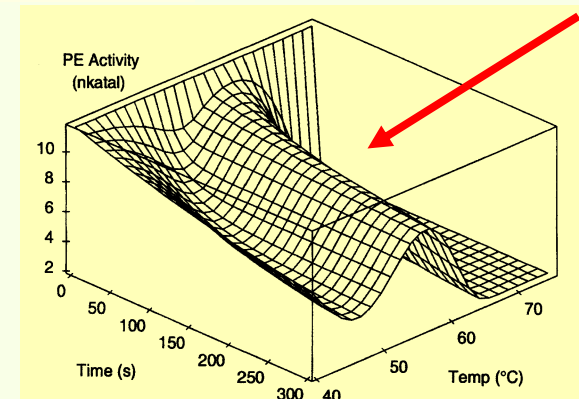
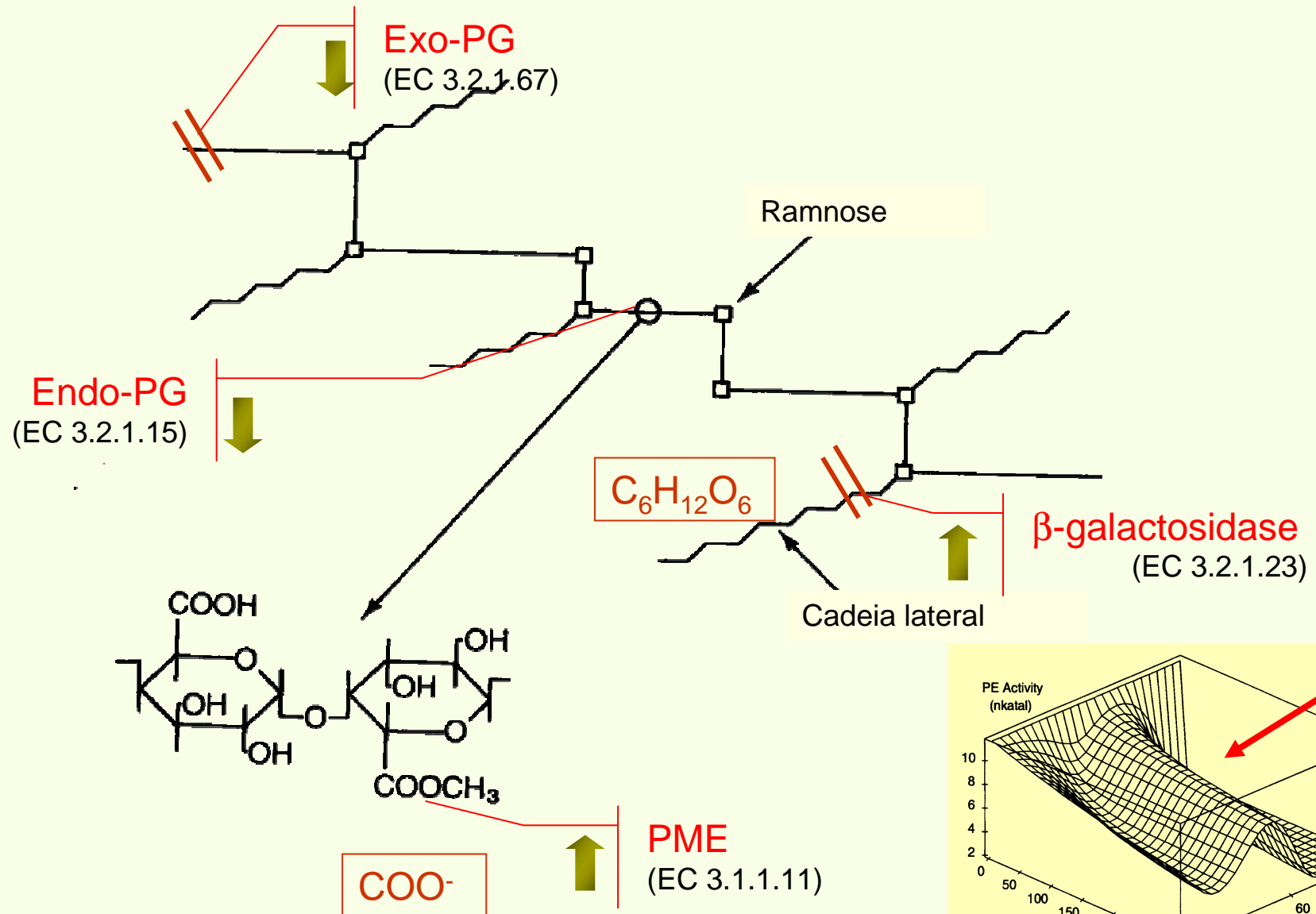


Barreiras de preservação de textura

Pré tratamentos

Suplementação de cálcio

Alterações enzimáticas induzidas pelos TTM



TTM + suplementação de cálcio na preservação da textura

- Menor despolimerização
- Diminuição do teor de açúcares neutros



Favorecimento interações

- Aumento de grupos carboxilo livres

+

Ca²⁺

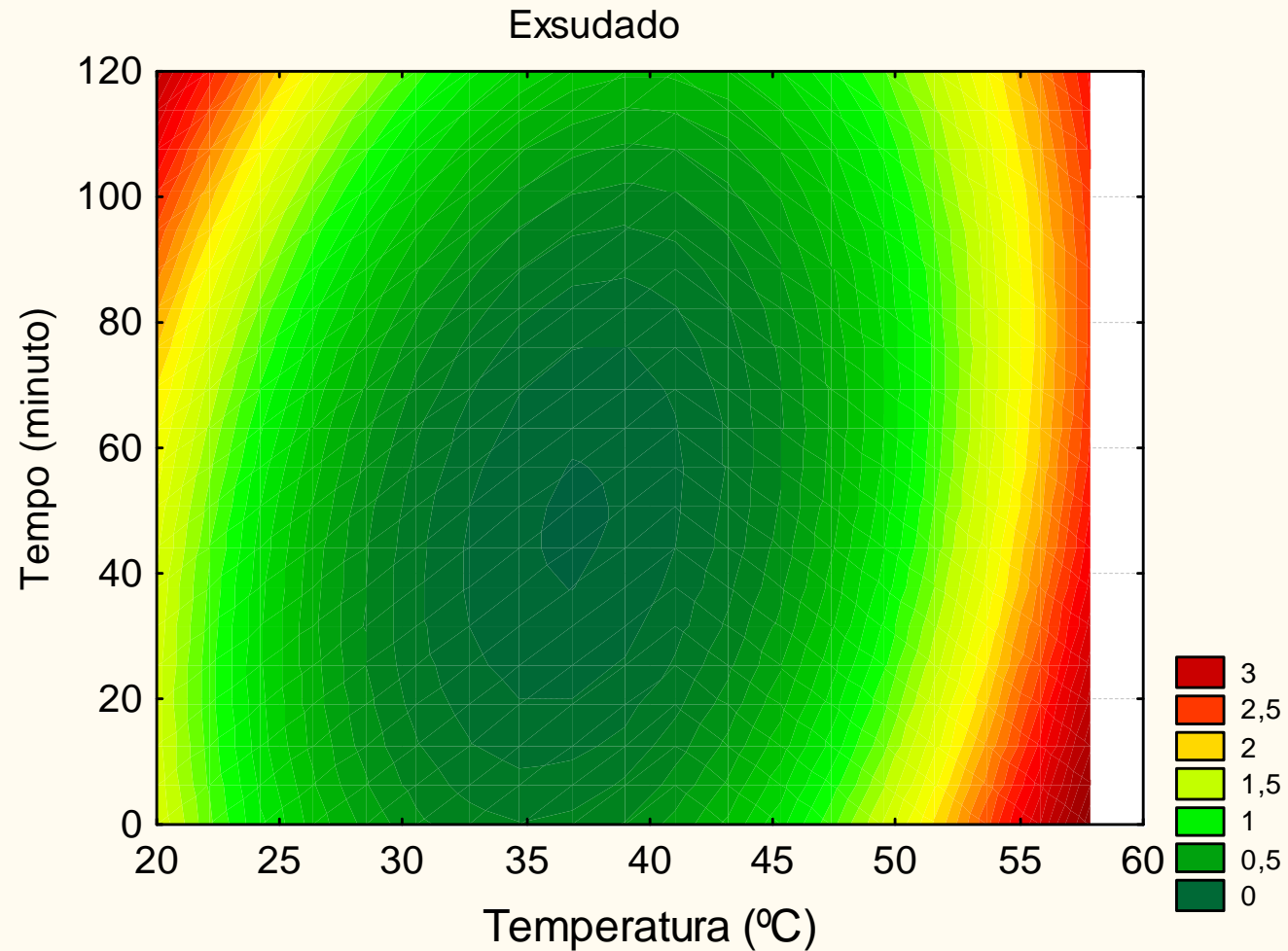


Pectatos de cálcio

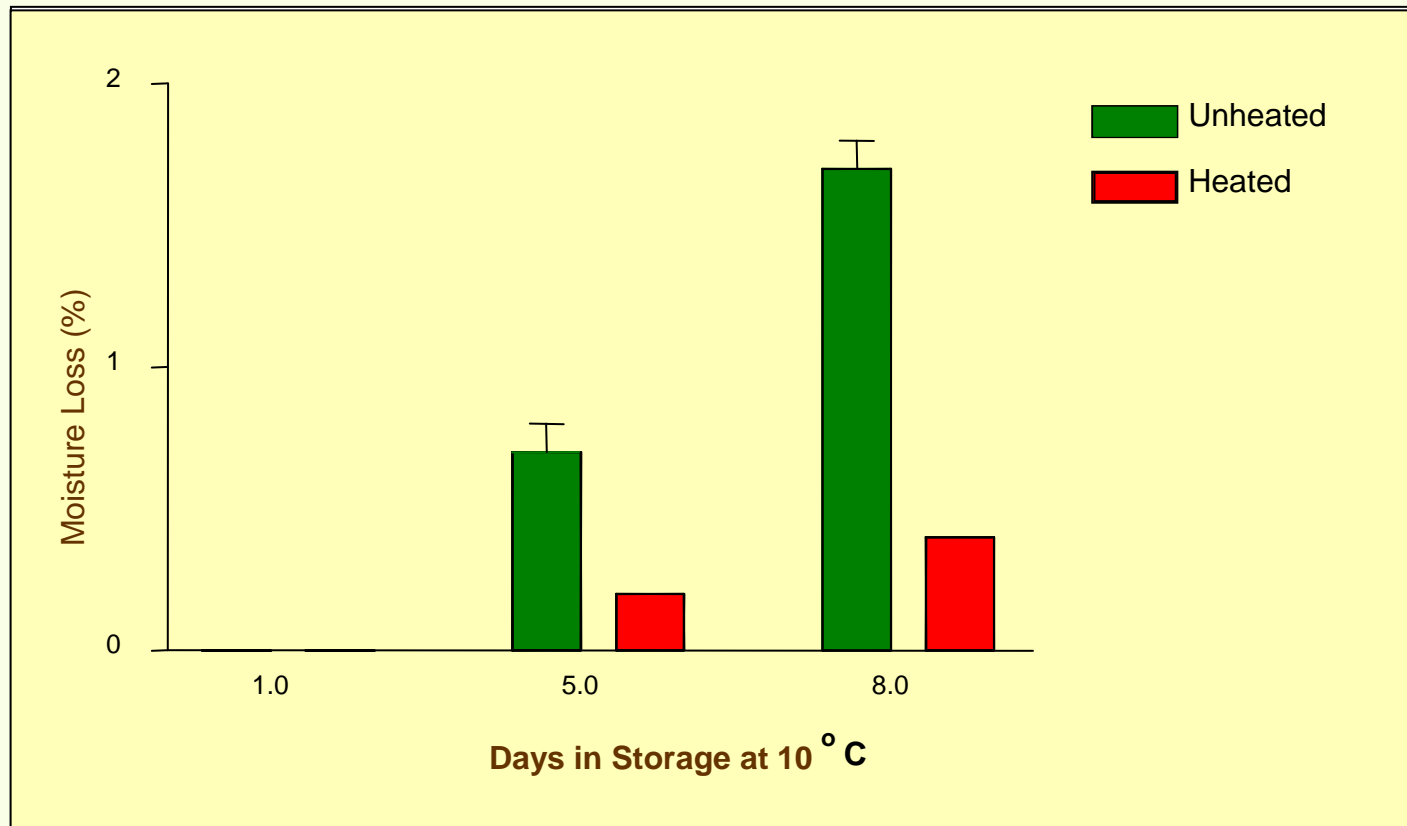
Preservação de:

- Integridade celular
- Dureza
- Turgescência

Influência de TTM na perda de H₂O em Cenoura MP

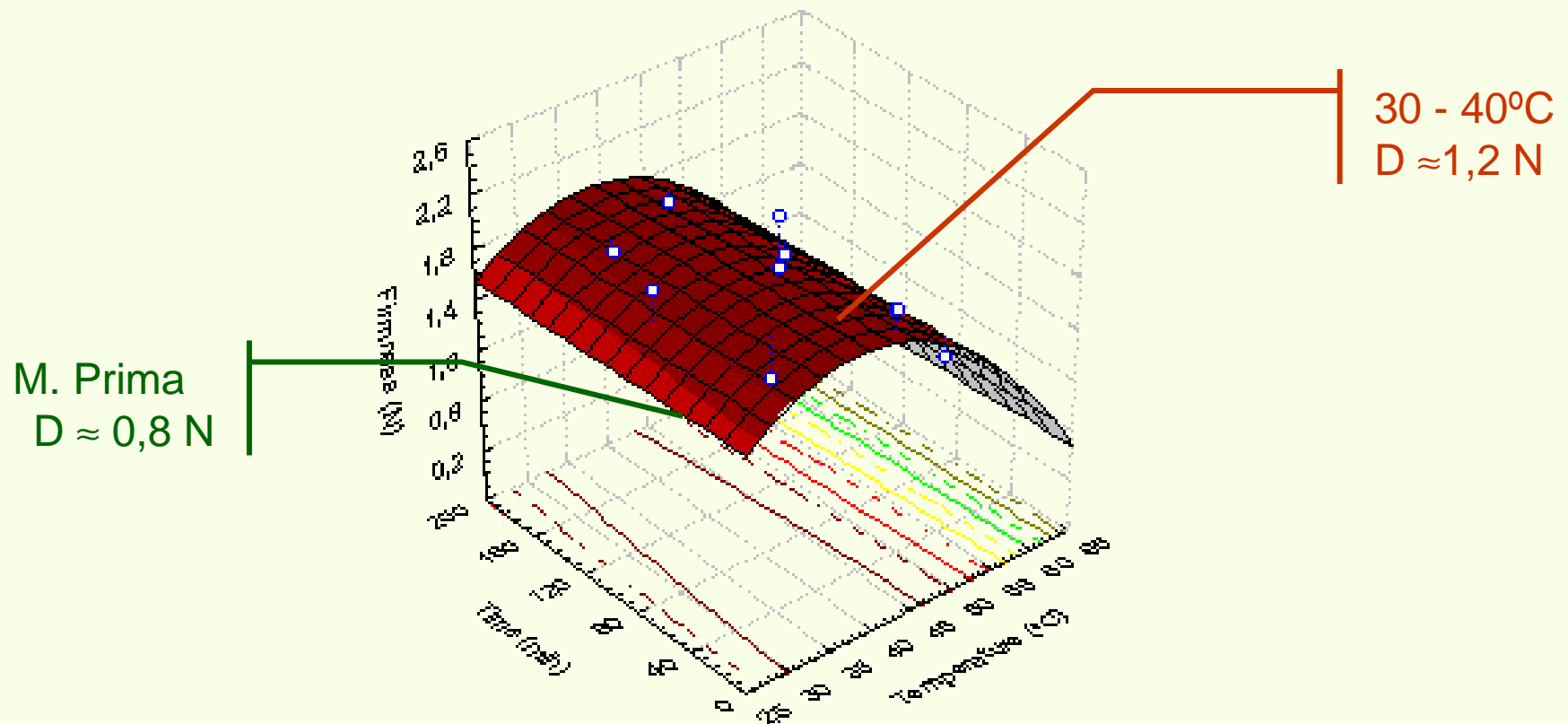


Influência do TTM (50°C/1h) na perda de H₂O em meloa MP



(Lamikanra *et al.*, 2004)

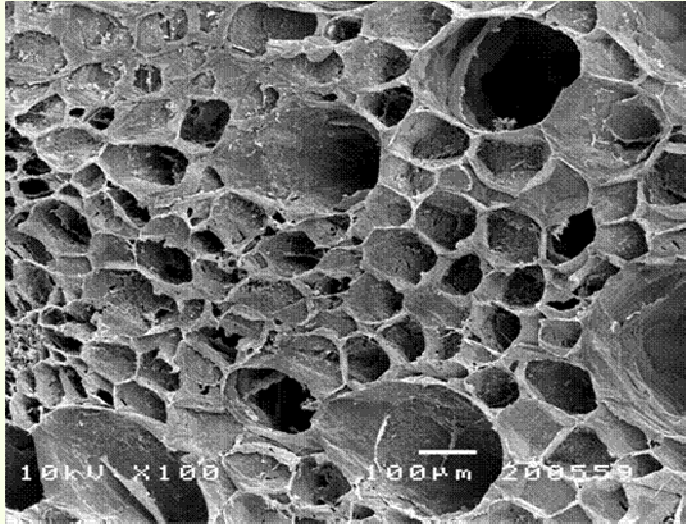
Influência de TTM na dureza de maçã Golden delicious MP



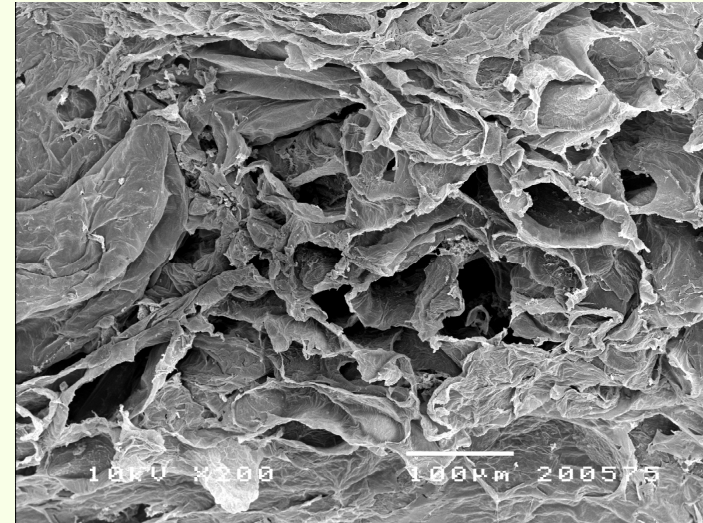
$R^2 = 0,77$; $R^2_{ajust.} = 0,65$

(Barrancos *et al.*, 2003)

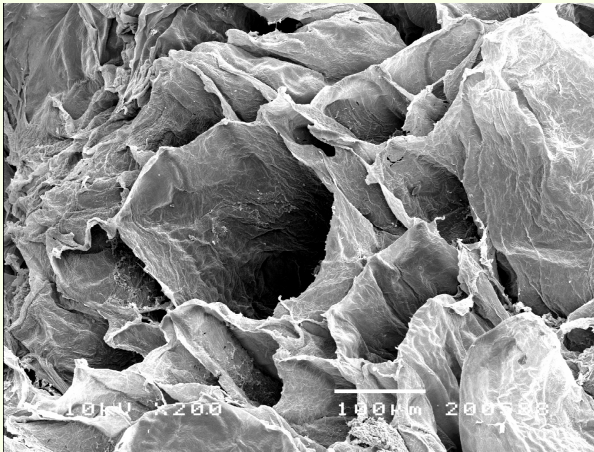
Micro estrutura de kiwi



Dia 0



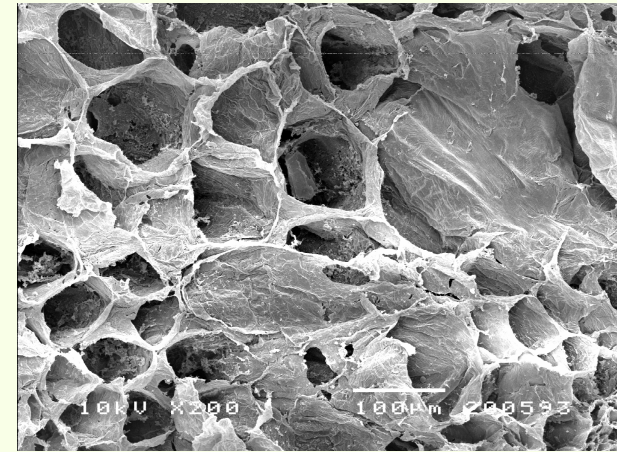
Controlo 13 dias



TT-13 dias



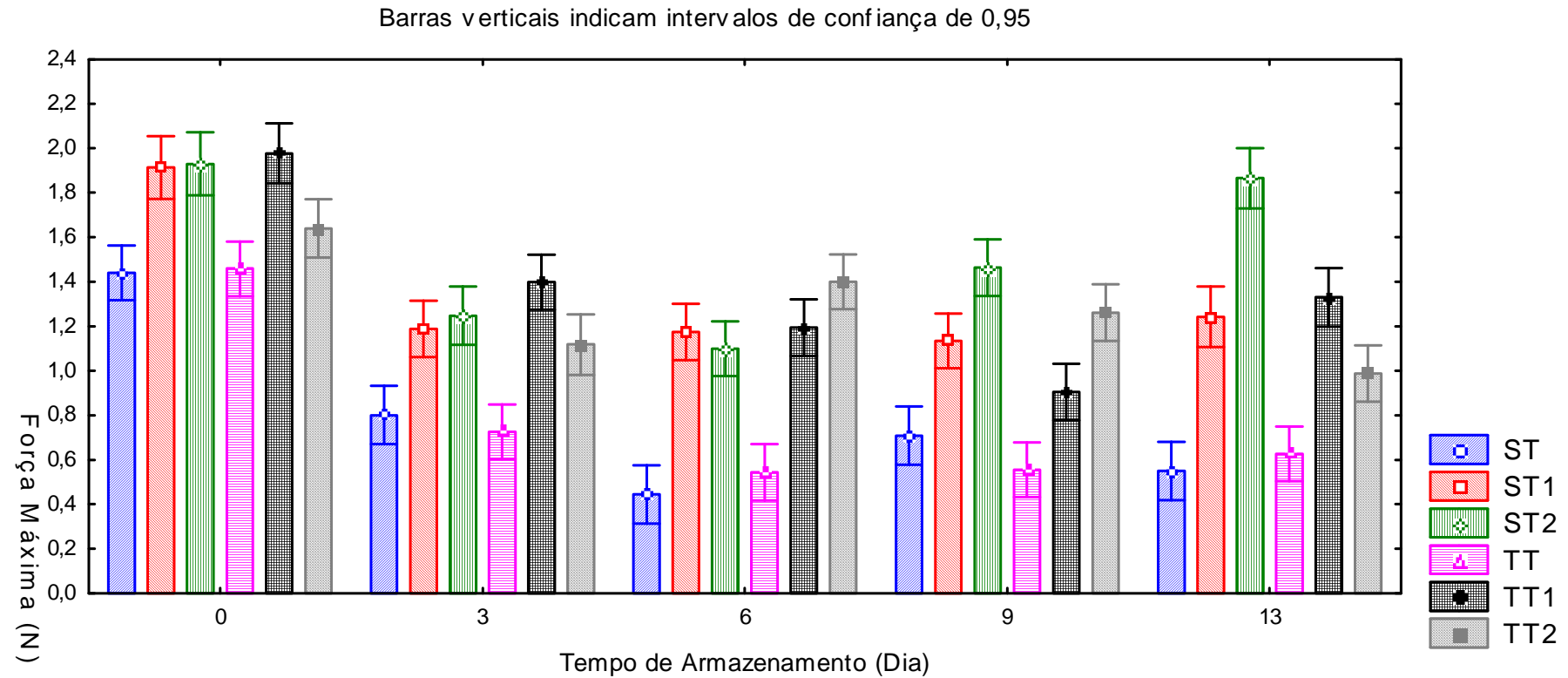
Ca - 13 dias



TT + Ca - 13 dias

(Beirão da Costa et al., em publicação)

Dureza de kiwi MP



(Beirão da Costa et al., em publicação)

Em conclusão

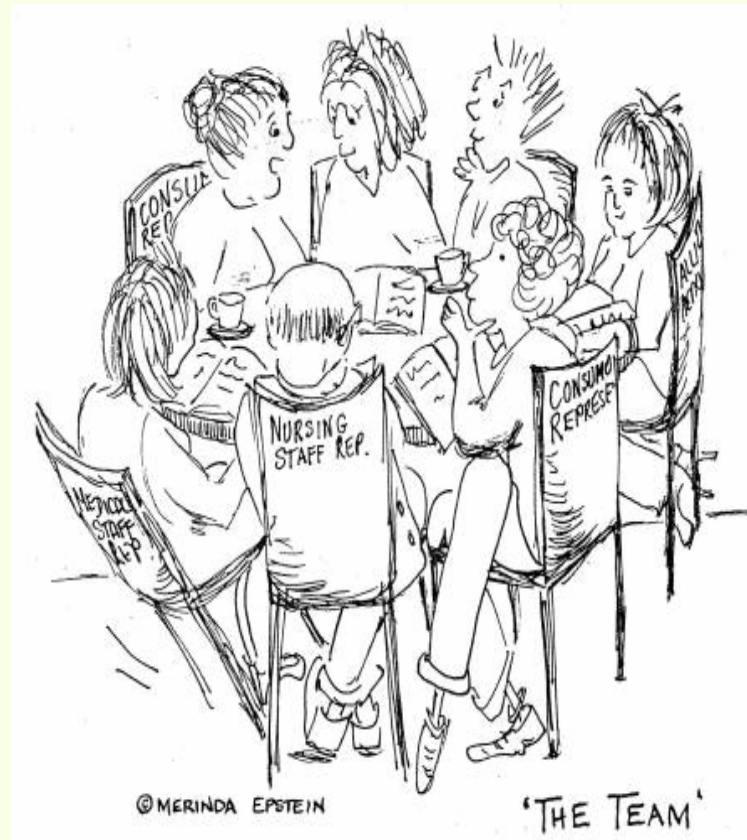
- ❑ Processamento mínimo
- ❑ Maior degradação sobretudo
 - Cor
 - Textura
- ❑ Menor período de vida útil
- ❑ Existem barreiras que:
 - **Minimizam os efeitos negativos do PM**
 - Pré tratamentos
 - Inibidores químicos do escurecimento
 - Atmosfera modificada
 - **Aumentam o período de vida comercial 50 a 400%**

...mantendo a “vida”...



Muito obrigada:

- ❑ *À assistência.*
- ❑ *A todos os que comigo trabalham.*



Bibliografia

- Abreu M., Beirão-da-Costa S., Gonçalves E. M., Beirão-da-Costa M.L., Moldão-Martins M. (2003). Mild heat pre-treatment to promote quality retention of fresh-cut "Rocha" pear, *Postharvest Biol. Technol.* 30, 2: 153-160. Barrancos S, Abreu M, Gonçalves E.M., Beirão-da Costa S, Beirão-da-Costa M. L. and Moldão-Martins M., (2003). The effect of heat pre-treatment on quality and shelf-life of fresh-cut apples, *Acta Horticulturae*, 599: 595-601.
- Correia L, Beirão-da-Costa ML e Moldão-Martins M. (2004). Extending shelf-life of minimally processed carrots. 5th International Postharvest Symposium.
- Beirão-da-Costa, S., Steiner, A., Correia, C., Empis, J. and Moldão-Martins. M (2006). Effects of maturity stage and mild heat treatments on quality of minimally processed kiwifruit. *Food Engineering*. 76: 616-625.
- Costa S, Empis J e Moldão-Martins M.(2004) The influence of maturity stage and mild heat treatments on quality of minimally processed kiwifruit, *J. Food engineering*
- Fallik E. (2004). Prestorage hot water treatments (immersion, rinsing and brushing), *Postharvest Biology and Technology* 32: 125-134.
- Gorny, J.R., Gil, M.I., Kader, A.A., 1998. Postharvest physiology and quality maintenance of fresh-cut pears. *Acta Horticulturae*. (ISHS), 464. 231-236.
- Kader A., Ben-Yehoshua S. (2000). Effects of superatmospheric oxygen levels on postharvest physiology and quality of fresh fruits and vegetables. *Postharvest Biology and Technology*, 20 (2): 1-13.
- Lamikanra O, Watson M A, Bett-Garber K L and Ingram D A. (2004). Biochemical Effects of Fresh-cut Fruit Processing and Storage. Comunicação apresentada no 5th International Postharvest Symposium.
- Lu C., Toivonen P.M.A. (2000). Effect of 1 and 100 kPa O₂ atmospheric pretreatments of whole Spartan apples on subsequent quality and shelf-life of slices stored in modified atmosphere packages. *Postharvest Biology and Technology*, 18 (2): 99-107.
- Nafussi B, Bem-Yehoshua B, Rodov V. Peretz J, Ozer BK, D'Hallewin G. (2001). Mode of action of hot-water dip in reducing decay of lemon fruit. *J. Agri. Food Chem.* 49: 107-113. Pavoncello D, Lurie S, Droby S e Porat R. (2001). A hot water treatment induces resistance to *Penicillium digitatum* and promotes the accumulation of heat shock and pathogenesis-related proteins in grapefruit flavedo. *Physiol. Plant.* 111:17-22.
- Saltveit ME. (2000). Wound induced changes in phenolic metabolism and tissue browning are altered by heat shock. *Postharvest Biology and Technology* 21: 61-69.
- Toivon PMA, Hampson C e Stan S. (2004). Apoplastic levels of hydroxyl radicals in four different apple cultivars are associated with severity of cut-edge browning. Comunicação apresentada no 5th International Postharvest Symposium.