

## Alterações de textura e metabolismo das paredes celulares

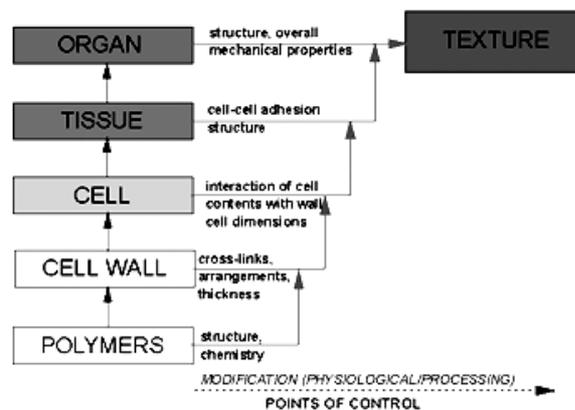
### Fisiologia Pós-colheita

Mestrado em Ciência e Tecnologia Pós-colheita  
Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

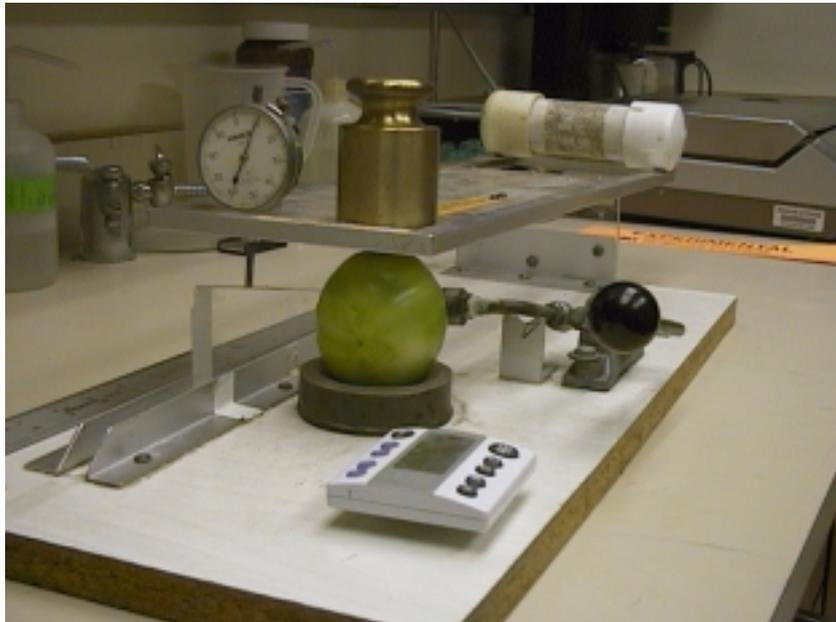
Domingos Almeida

Biomaterials Science Group, IFR

#### *Relationship between plant architecture and texture of food*

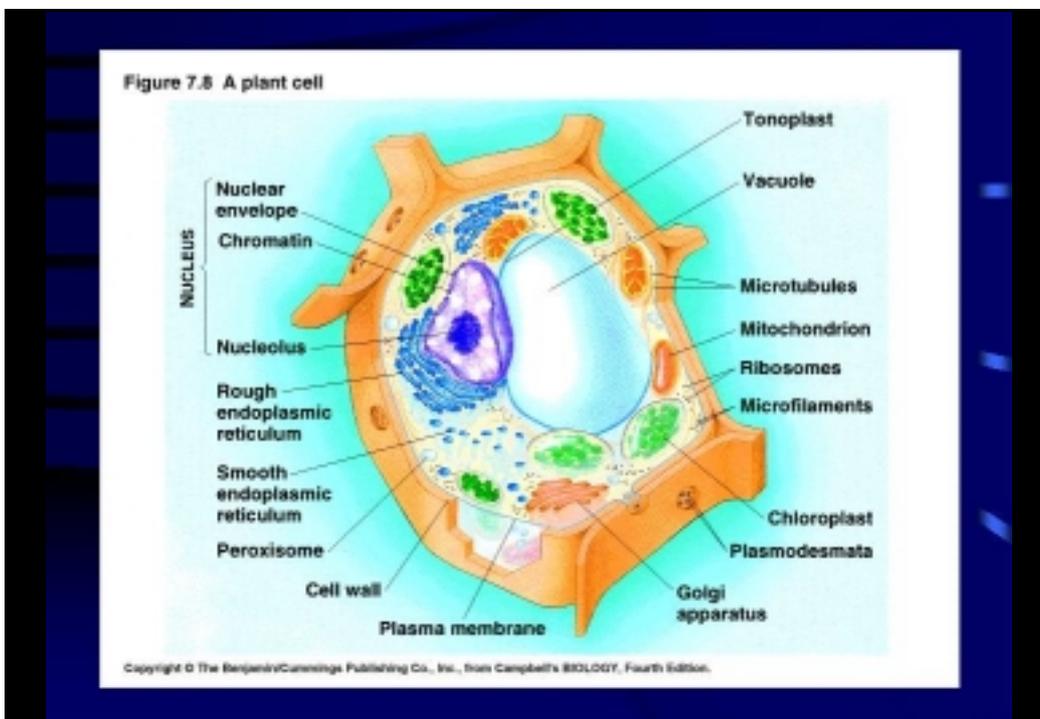


## Medição da textura

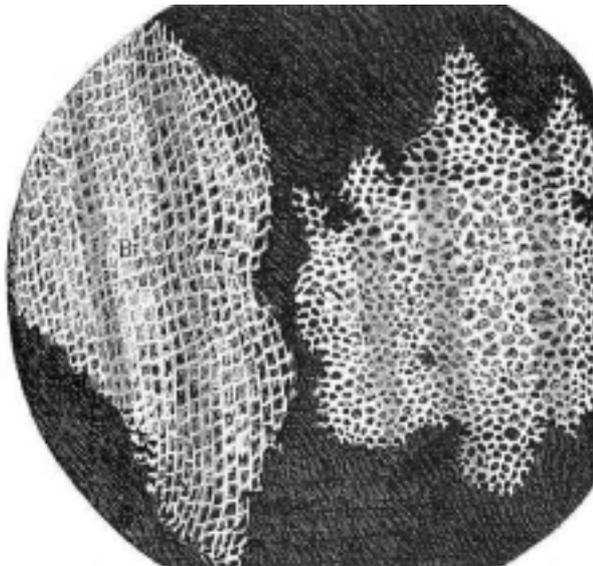
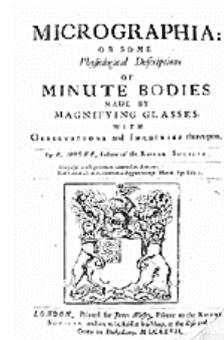


## Alterações de textura durante o amadurecimento

- Perda de água
  - Processo essencialmente não fisiológico
- Degradação do amido
  - Banana
- Metabolismo de paredes celulares



## Robert Hooke (1635-1703)



... I could exceedingly plainly perceive it to be all perforated and porous, much like a Honey-comb, but that the pores of it were not regular. . . . these pores, or cells, . . . were indeed the first *microscopical* pores I ever saw, and perhaps, that were ever seen, for I had not met with any Writer or Person, that had made any mention of them before this. . .

Robert Hooke (1665)  
*Micrographia*

## Funções das paredes celulares

---

- **Na planta**

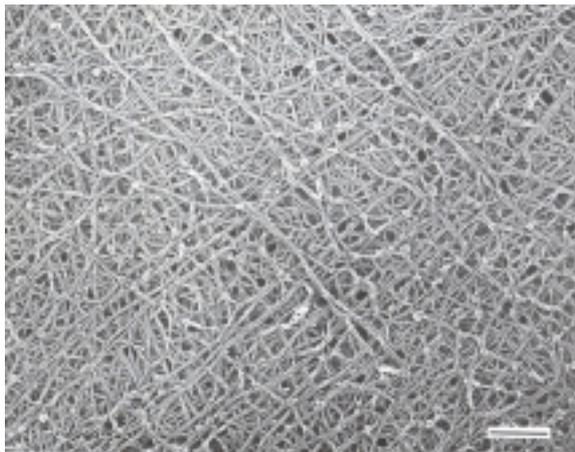
- Resistência mecânica
- Manutenção da forma celular
- Controlo da expansão celular
- Regulação do desenvolvimento
- Controlo do transporte intercelular
- Protecção contra outros organismos
- Sensores do meio ambiente e sinalização celular
- Armazenamento de reservas em sementes

- **Nos humanos**

- Nutrição e saúde

## Estrutura microfibrilar da parede celular primária (cebola)

---



(McCann et al. 1990)

### Composição média da parede celular

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

### Componentes estruturais

- **Celulose**
  - Resíduos de glucose ligados por uma ligação  $\beta$  (1 $\rightarrow$ 4)
  - Agregam-se por pontes de H para formar fibrilas
  
- **Hemiceluloses (dicotiledóneas)**
  - Xiloglucana
  - Glucomanana
  - Galactoglucomanana
  - Xilana
  - Manana
  - Galactomanana
  - Calose ( $\beta$  1,3-glucana)
  - $\beta$  1,3,  $\beta$  1,4-glucana
  - Arabinogalactana de tipo II
    - Associadas a proteínas, gal, ara, rha, man, xyl, glc, galA

## Componentes estruturais

---

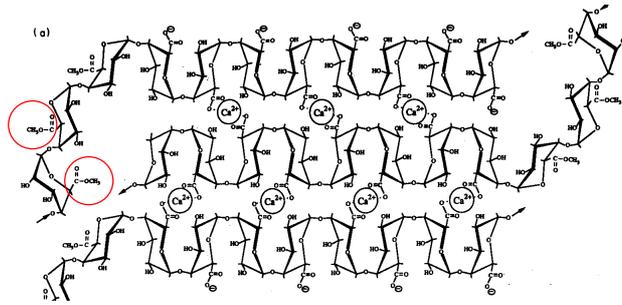
- **Pectinas**
  - **Neutras**
    - Arabinana
    - Galactana
    - Arabinogalactana de tipo I
      - Espinha de galactana e ramificações de arabinana
  - **Ácidas**
    - Ramnogalacturonana I e II
    - Homogalacturonana
- **Proteínas estruturais**
  - Extensinas
    - Glicoproteínas ricas em hidroxiprolina (HPRG)
  - Proteínas associadas a arabinogalactanas
  - Enzimas

## Componentes estruturais

---

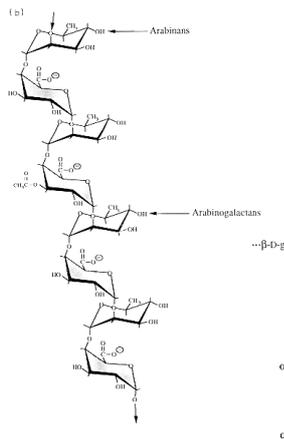
- **Lenhina**
  - Confere rigidez mecânica
  - Xilena, tecidos de suporte, ferimentos
  - Percusores monoméricos (monolenhóis)
    - Álcool sinapil
    - Álcool coniferil
    - Álcool cumaril
  - Polimerização por mecanismo de radicais livres catalisada por peroxidases e oxidases

## Homogalacturonana

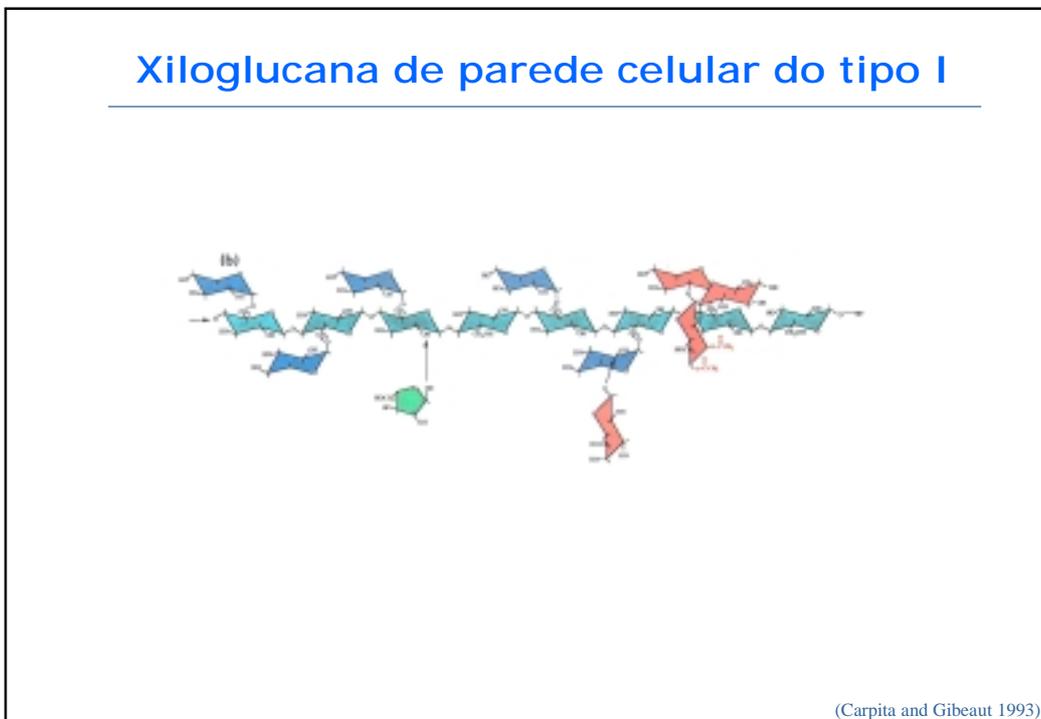
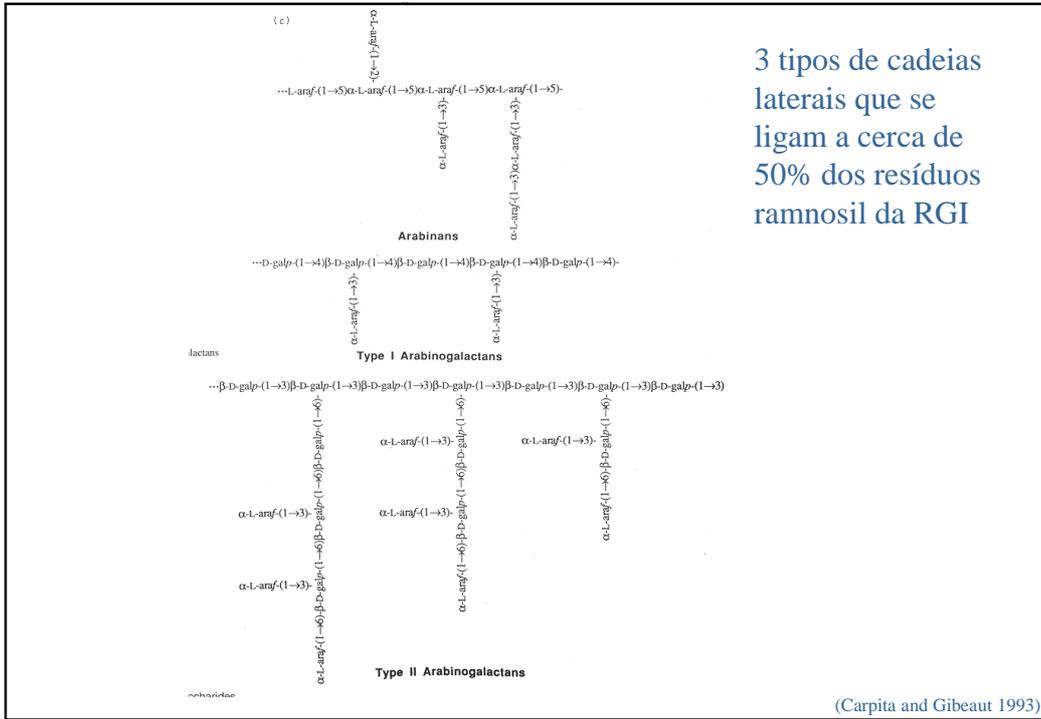


(Carpita and Gibeaut 1993)

## Ramnogalacturonana I



(Carpita and Gibeaut 1993)



### Composição da RG II

Resíduo glicosil	% peso
Ácido galacturónico	28
Ramnose	18
Galactose	12
Arabinose	13
Apiose	7
2- <i>O</i> -metil-fucose	5
Ácido glucurónico	3
2- <i>O</i> -metil-xilose	3
Fucose	4
Glucose	2

(Darvill et al. 1980)

### Teor em pectinas nalguns frutos

Fruto	Pectinas (% peso fresco)
Uva	0,1 <sup>a</sup>
Tomate	0,2-0,6
Morango	0,6-0,7
Pêssego	0,1-0,9
Maçã	0,5-1,6
Banana	0,7-2,5
Maracujá	0,5
Casca de maracujá	2,1-3,0
Casaca de laranja	3,5-5,5

Thakur et al. (1997), <sup>a</sup> com base nos dados de Nunan et al. (1998)

## Utilizações das pectinas

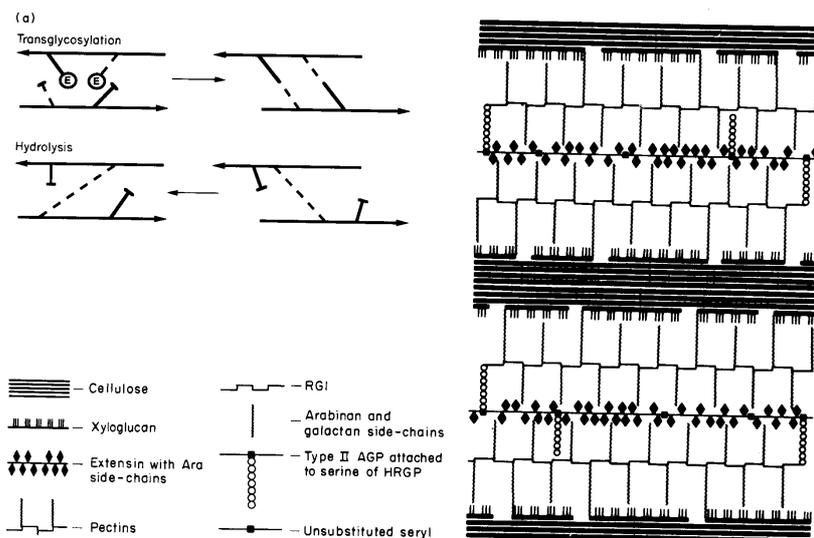
### • Aditivo alimentar

- Agente gelificante
- Espessante
- Emulsificante
- Estabilizador
- Texturizador
- Substituto de gorduras e açúcares em alimentos de baixo conteúdo calórico

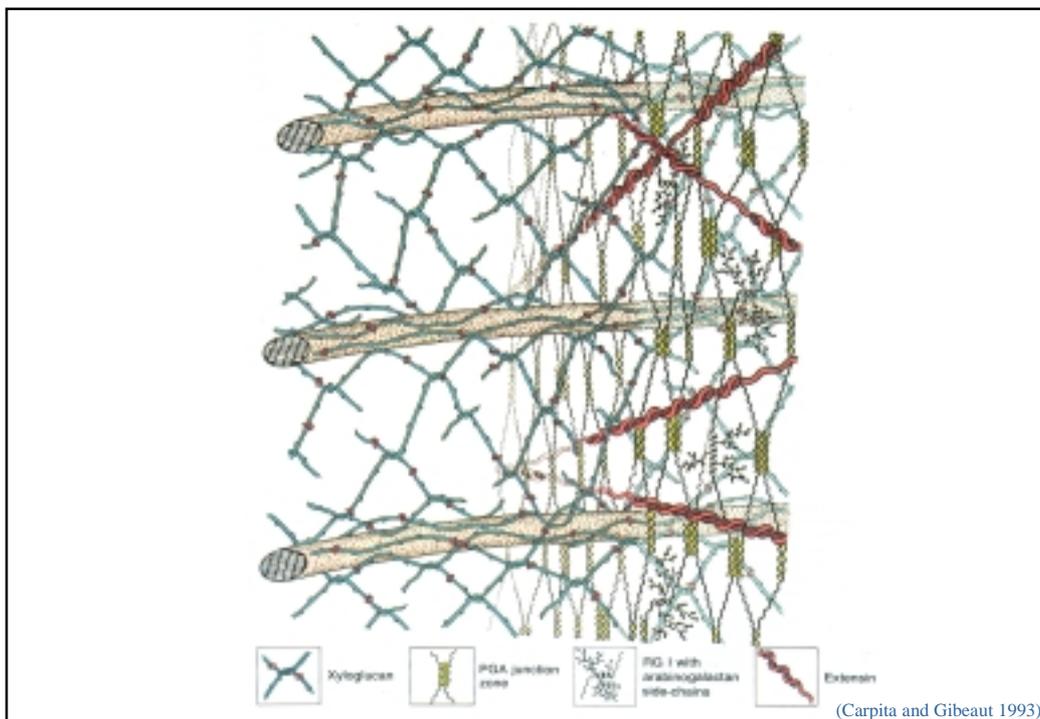
### • Indústria farmacêutica

- Influencia níveis de colesterol no sangue
- Profilaxia contra intoxicação por catiões
- Coagulação do sangue
- Veículo de ferro e bismuto

## Modelo da parede celular primária (simplista e desatualizado)



(Carpita and Gibeaut 1993)



## Interações entre polímeros

### • Ligações covalentes

- Cadeias laterais neutras com a "espinha" de ramnogalacturonana
- Ligações diferulato entre pectinas (existência em frutos ?)

### • Ligações não covalentes

#### • Pontes de hidrogénio

- Celulose
- Celulose-xiloglucana

#### • Interações iónicas

- Modelo caixa de ovos
- Interação entre a HPRG (básicas) e as pectinas (ácidas)

## Desmontagem da parede

---

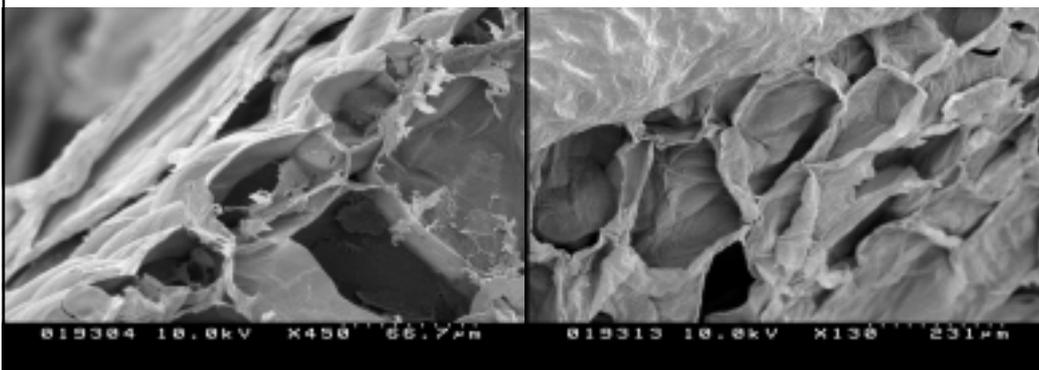
- Alterações de textura de frutos
- Penetração do tubo polínico
- Degradação por microrganismos
- Crescimento
- Abscisão de órgãos vegetais
- Deiscência de anteras e frutos
- Germinação de sementes
  - Mobilização de reservas
  - Redução da resistência endosperma

## SEM de Paredes Celulares de Tomate

---

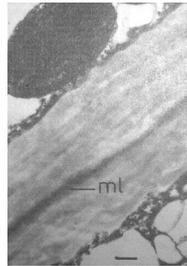
**Fruto Verde**

**Fruto Maduro**

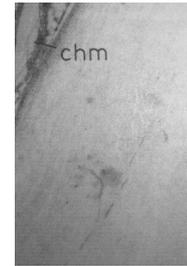
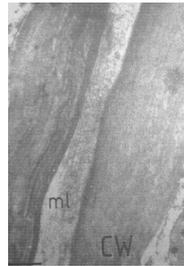


Almeida & Huber

### Ultra-estrutura da Parede Celular do Fruto de Tomate (TEM)



**Verde-maturo**



**Maduro**

Crookes and Grierson (1983)

### Alterações durante o amadurecimento

- |                             |                             |
|-----------------------------|-----------------------------|
| • Hemiceluloses             | • Pectinas                  |
| • Perda de açúcares neutros | • Perda de açúcares neutros |
| • Solubilização             | • Des-esterificação (MeOH)  |
| • Despolimerização          | • Solubilização             |
|                             | • Despolimerização          |

## Enzimas da parede celular com relevância para alterações de textura

### Rede celulose-xiloglucana

- Endo- $\beta$ -1,4-glucanases
- Xiloglucana endotransglicosilase
- Expansina

### Matriz pécica

- Pectina metilesterase
- Poligalacturonase (endo)
- $\beta$ -Galactosidase

**Peroxidase**  
**Glicanases**  
**Glicosidases**  
**Pectina liase**

## Role of CW Hydrolases

A Historical Perspective on the Paradigms

- 1960's - Accumulating Evidence
- "It is, in fact, becoming more evident that the physical characteristics of fruit tissues are a reflection of the activities of pectic enzymes to which they are subjected" (Hobson 1964)

## Role of CW Hydrolases

A Historical Perspective on the Paradigms

---

- 1980's - An Established Paradigm
- "...there can be little doubt that PG is the major cell wall degrading enzyme in ripening tomato fruit" (Crookes and Grierson, 1983).

## Role of CW Hydrolases

A Historical Perspective on the Paradigms

---

- 1990's - In Search of a New Paradigm
- "PG activity is not necessary or sufficient for fruit softening" (Hadfield and Bennett 1998).

## Expansinas

- **Crescimento ácido**
  - Paredes celulares estendem-se rapidamente a pH < 5,5.
  - Deslizamento das microfibrilas
- **Expansinas**
  - Família de genes (12 em *Arabidopsis*)
  - $\beta$ -expansinas ou alergénio do tipo I no pólen das gramíneas
- **Funções**
  - Crescimento
    - GA, submersão de arroz induz expressão de genes de  $\alpha$ -expansinas
  - Penetração do tubo polínico
  - Amadurecimento de frutos
  - Sistema digestivo de caracóis
  - Morfogénese

