

Biodiversidade microbiana de frutas e hortaliças

Prof. Uelinton Pinto
FCF - Universidade de São Paulo
uelintonpinto@usp.br
Crédito: Mariza Landgraf

Deterioração de frutas e hortaliças

- Deterioração ativa
 - Micro-organismo patogênico à planta
 - Redução da qualidade sensorial
- Deterioração passiva

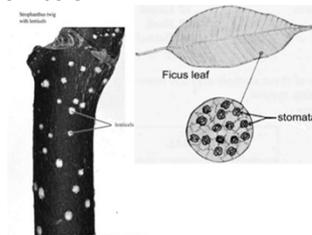
Deterioração de frutas e hortaliças

- Deterioração ativa
- Deterioração passiva
 - M.o. oportunistas acessam tecidos internos
 - Induzida por
 - Lesões
 - Danos na colheita
 - Insetos
 - Caixas de transporte
 - M.o. patogênicos
 - Frio



Deterioração de frutas e hortaliças

- Deterioração passiva
 - M.o. oportunistas acessam tecidos internos
 - Induzida por
 - Lesões
 - Aberturas naturais das plantas
 - Estômatos
 - Lenticelas



Microbiologia de frutas e hortaliças

Perdas microbianas

- 20% de vegetais
- colheita \Rightarrow consumo

Manifestações

- Variadas
 - Produto
 - Ambiente
 - M.o. envolvido



Tipos de deterioração de frutas e hortaliças

Dependente da composição do produto

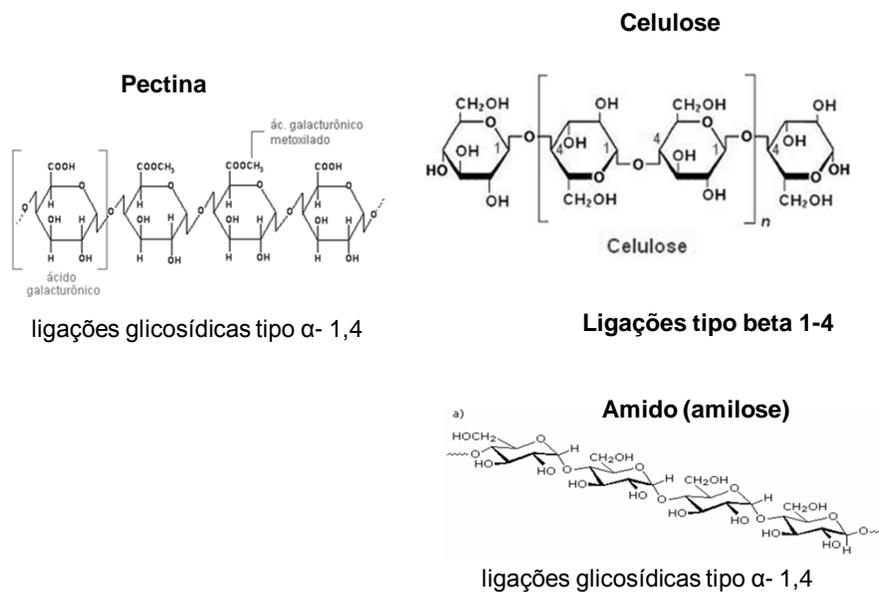
Fatores intrínsecos

- Eh elevado
- a_w
 - Elevada
- pH
 - Hortaliças**
 - 5,0 – 6,0
 - Frutas
 - Maracujá 1,9 – 2,2
 - Maçã 2,9 – 3,6
 - Laranja 3,0 – 4,0
 - Tomate 4,0 – 4,5
 - Figo 4,8 – 5,0

Tipos de deterioração de frutas e hortaliças

- Vegetais não climatéricos
 - Maturação pára com a colheita
 - Feijões, morango, alface
- Vegetais climatéricos
 - Maturação não pára com a colheita
 - Mais suscetíveis à deterioração microbiana
 - Amadurecimento excessivo
 - < integridade celular → senescência
 - Deterioração do tecido → senescência
 - Banana, tomate, abacate, manga

Vegetais são normalmente ricos em carboidratos complexos



Tipos de deterioração de frutas e hortaliças

☐ Enzimas degradativas

■ 5 classes importantes

- ☐ Pectinases
 - ☐ Celulases
 - ☐ Proteases; Fosfatidases; Dehidrogenases
- Mais importantes

Dentre as **pectinases**:

- ☐ Poligalacturonidasas (PG) (exo e endo): hidrolisam as ligações glicosídicas α 1-4 originando ácido galacturônico
- ☐ Pectato liase (PL) (exo e endo): quebram as cadeias de ácido pécico em monômeros pela eliminação de molécula de água
- ☐ pectina-esterases ou polimetilesterase (PME) (exo e endo): hidrolisam ésteres metilados do ácido pectínico originando ácido pécico.

CÉLULA VEGETAL= PAREDE CELULAR + PROTOPLASTO

Parede celular:

o Celulose (PRINCIPAL), lignina, hemicelulose, compostos pécicos, suberina, cutina, ceras, minerais e água.

o Compostos pécicos → polímeros de ácido galacturômico

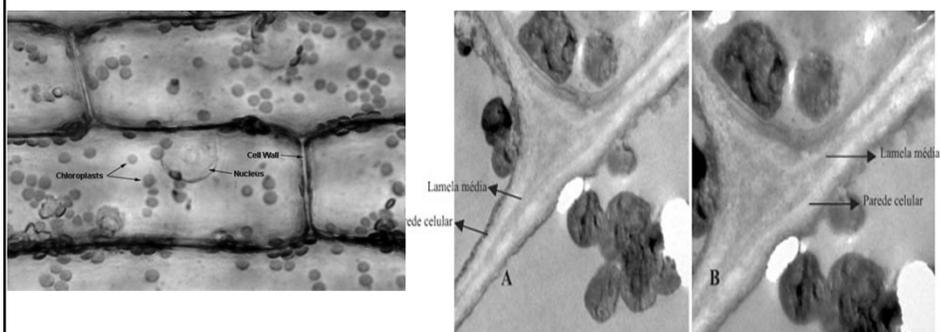
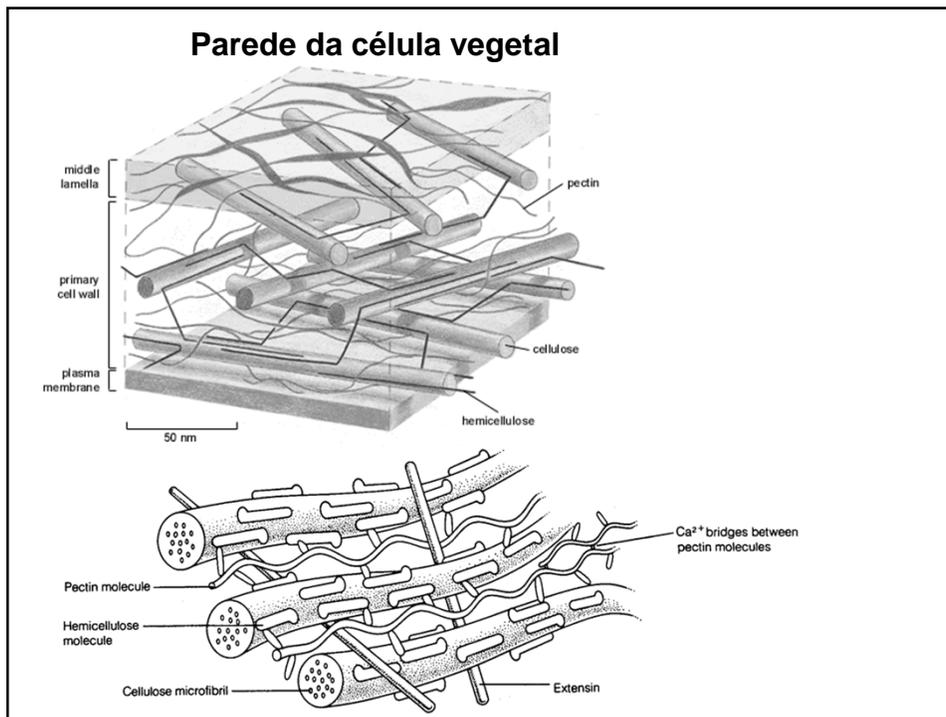


Figura 1. Eletromicrografias de transmissão da parede celular de frutos de goiabeira, de pomares que receberam aplicação de cálcio. A: 10.000 X; B: 120.000 X.



Tipos de deterioração de frutas e hortaliças

Deterioração de vegetais – podridão mole

- Bactérias do gênero *Erwinia*, especialmente *E. carotovora*
- Pseudomonas* tb participam.
- Atuam sobre a pectina (produzem pectinases) → despolimerização da pectina → consistência mole, aspecto molhado.

Tipos de deterioração de frutas e hortaliças causadas por bactérias

- Podridão mole
 - Hidrólise da pectina
 - Amolecimento
 - Aparência encharcada, "mushy"



pimentão



melão



cebola

Tipos de deterioração de frutas e hortaliças causadas por bactérias

- Apodrecimento mole
 - Principais causadores
 - Erwinia carotovora*
 - Pseudomonas* spp (*P. marginalis*)
 - Pseudomonas* fluorescentes (**refrigeração**)
 - Vegetais afetados
 - Cebola, cenoura, salsão, tomate, pimentão, melancia, barôa, etc.

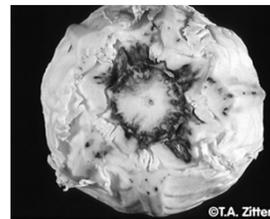
Tipos de deterioração de frutas e hortaliças causadas por bactérias

- Apodrecimento mole
 - Principais causadores
 - *Erwinia carotovora*
 - Vegetais afetados
 - Cebola, cenoura, salsão, tomate, pimentão, melancia, etc.



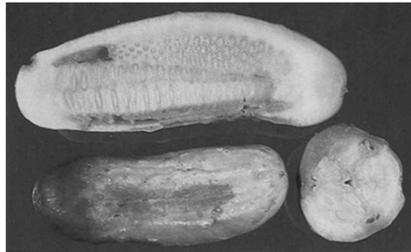
Tipos de deterioração de frutas e hortaliças causadas por bactérias

- Deterioração preta
 - Problema para crucíferas
 - *Xanthomonas campestris*



Tipos de deterioração de frutas e hortaliças causadas por bactérias

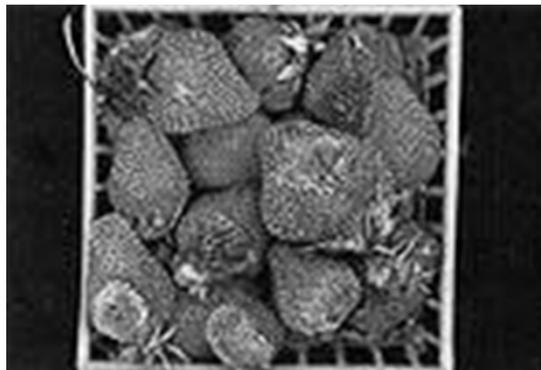
- Mancha angular da folha
 - Problema para pepino
 - *Pseudomonas syringae* (patogênico para algumas plantas)



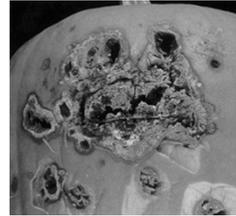
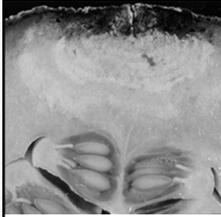
Deterioração de frutas

Fungos e leveduras

Bactérias tem menor importância no início da deterioração de frutas devido o pH ácido



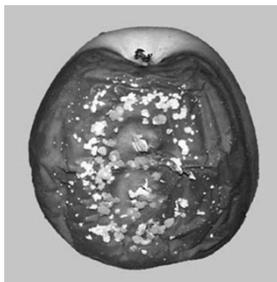
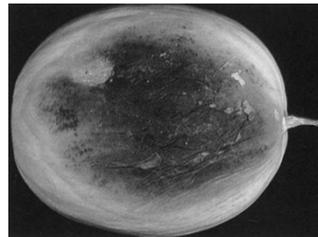
Apodrecimento por fungos



Pode ser por *Fusarium*, *Rhizopus* e *Cladosporium*

Tipos de deterioração de frutas e hortaliças

□ Apodrecimento preto



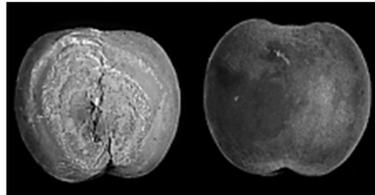
Apodrecimento azul



Penicillium em laranja

Tipos de deterioração de frutas e hortaliças

- Apodrecimento marrom



- Apodrecimento verde



Tipos de deterioração de frutas e hortaliças causadas por fungos

- Apodrecimento fúngico cinza
 - Micélio cinza
 - Favorecido por umidade e temperatura elevadas
 - *Botrytis cinerea*



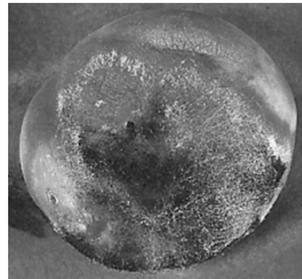
Tipos de deterioração de frutas e hortaliças causadas por fungos

- Apodrecimento fúngico cinza
 - Fungo pode penetrar na epiderme íntegra ou através de ranhuras
 - Vegetais afetados
 - Cebola, alho, morango, pepino, brócolis, batata, repolho, etc.



Tipos de deterioração de frutas e hortaliças causadas por fungos

- Amolecimento por *Rhizopus*
 - Aparência mole e "mushy"
 - Vegetal coberto por crescimento cotonoso e com manchas pretas (esporângio)
 - Amplamente distribuído na natureza
 - Penetração através de feridas ou ranhuras
 - Vegetais afetados
 - cenoura, batata, melancia, melões, etc.

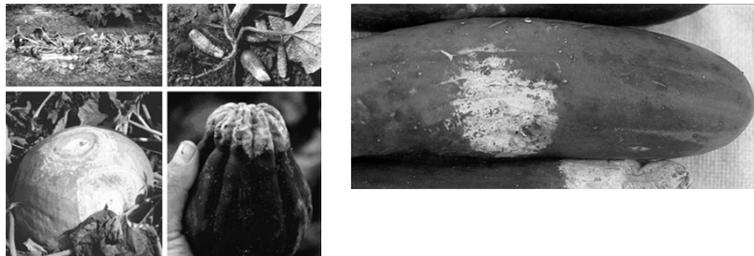


Tipos de deterioração de frutas e hortaliças causadas por fungos

- Apodrecimento por *Phytophthora*
 - No campo = patologia
 - No mercado = deterioração
 - Afeta plantas diferentes de maneiras diferentes

Tipos de deterioração de frutas e hortaliças causadas por fungos

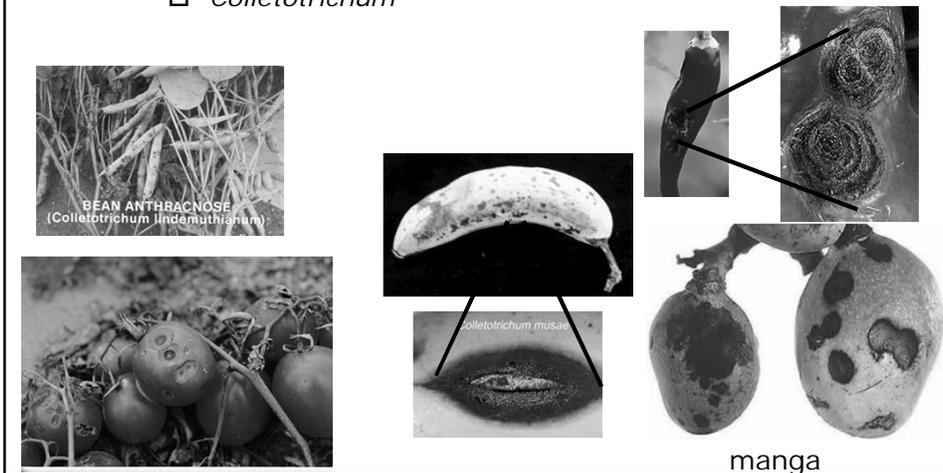
- Apodrecimento por *Phytophthora*



Vegetais afetados: aspargo, abóbora, berinjela, pimentões, pepino, etc.

Tipos de deterioração de frutas e hortaliças causadas por fungos

- Antracnose
 - Causa manchas nas folhas, frutos e favas
 - *Colletotrichum*



Tipos de deterioração de frutas e hortaliças causadas por fungos

- Antracnose
 - Fungo vive no solo no resíduo das plantas e nas sementes (tomate)
 - Disseminação favorecida no clima quente e úmido
 - Vegetais:
 - Feijões, banana, melancia, tomate, etc.

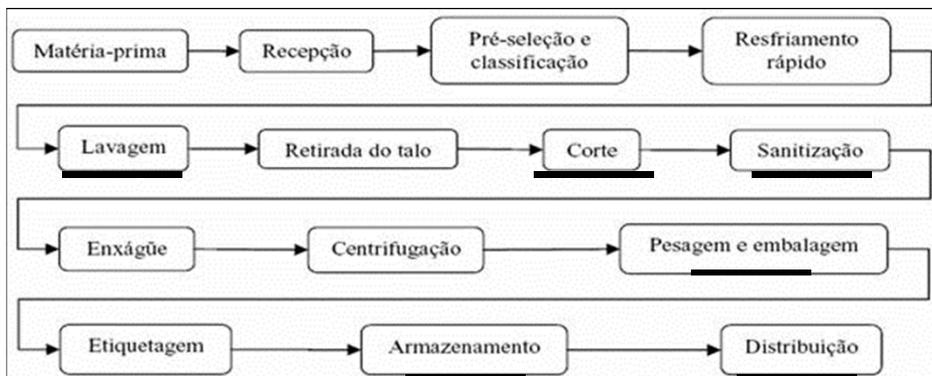
Microbiologia de vegetais frescos prontos para o consumo

Vegetais minimamente processados



Vegetais prontos para o consumo – *Ready to eat* (minimamente processados)

Fluxograma geral para produção de vegetais minimamente processados:





Contagem total de aeróbios em vegetais prontos para consumo

Table 8-8 Log₁₀ Aerobic Plate Counts (per Gram) of RTU Vegetables Held at 4°C*

| <i>Product</i> | <i>Day 0</i> | <i>Day 4</i> |
|---------------------|--------------|--------------|
| Chopped lettuce | 4.85 | 5.63 |
| Salad mix | 5.35 | 6.05 |
| Cauliflower florets | 4.82 | 5.45 |
| Sliced celery | 5.67 | 6.59 |
| Coleslaw mix | 5.14 | 6.95 |
| Carrot sticks | 5.13 | 6.27 |
| Broccoli florets | 5.58 | 6.59 |
| Green peppers | 5.99 | 7.22 |

*The products had a 7-day recommended shelf life.

Produtos RTE/RTU ("ready to eat or to use")

- Fracionamento
 - > risco de contaminação
 - Equipamentos
 - Manipulador
 - > superfície de contato
 - > umidade
 - Extravasamento de nutrientes
- ∴ RTE (RTU) + suscetíveis ao crescimento de patógenos e de deteriorantes

Produtos RTE/RTU ("ready to eat or to use")

- Embalagem
 - Filme de alta permeabilidade a O₂
 - Preocupação com qualidade do produto
 - Escurecimento enzimático
 - Filme de baixa permeabilidade a O₂
 - Preocupação com *C. botulinum* e *L. monocytogenes*

Produtos RTE/RTU ("ready to eat or to use")

- Embalagem em atmosfera modificada
 - Reduz a concentração de O₂
 - Aumenta a concentração de CO₂
 - Leva à redução
 - Da taxa de respiração
 - Do processo de senescência
 - Altera a microbiota
 - *Pseudomonas* são inibidas por altas concentrações de CO₂

Produtos RTE/RTU ("ready to eat or to use")

- Alterações nas qualidades sensoriais
 - Resultam em rejeição do produto
 - Populações microbianas
 - >7-8 log ufc/g
 - Alterações inaceitáveis na cor
 - Escurecimento enzimático
 - Populações >8 ufc/g
 - Outros defeitos visuais
 - Quebra da textura

Produtos RTE/RTU ("ready to eat or to use")

- Análise microbiológica
 - Leveduras
 - Importantes causadores de deterioração
 - Populações < que população de bactéria
- Portanto
 - Contagem de psicotrófico → importantes
 - Contagem de leveduras ↗ importantes

Fatores que influenciam na deterioração de vegetais prontos para consumo

| pH do produto | Atmosfera de estocagem | Temperatura de estocagem | Micro-organismos predominantes |
|---------------|---|---|--|
| >4,5 | Ar | Refrigerado (<7°C) | <i>Pseudomonas</i> |
| <4,5 | Ar | Refrigerado mas com abuso de temperatura (>7°C) | Fungos Bactérias do ácido láctico |
| >4,5 | Atm Modificada (%O ₂ < 1 e CO ₂ > 10) | Abuso de temperatura (>7°C) | <i>Erwinia</i> |
| <4,5 | Atm Modificada (%O ₂ < 1 e CO ₂ > 10) | Abuso de temperatura (>7°C) | Leveduras e bactérias do ácido láctico |

Patógenos associados a vegetais

Perigos biológicos

■ Bactérias formadoras de esporos

Vegetais que crescem próximo ao solo

- *C. botulinum*
- *B. cereus*
- *C. perfringens*

Patógenos associados a vegetais

Perigos biológicos

■ Bactérias formadoras de esporos

■ Bactérias não formadoras de esporos

Contaminação por contato com humanos ou animais

- *Enterotoxigênica e enterohemorrágica E. coli*
- *C. jejuni*
- *L. monocytogenes*
- *Salomonella*
- *Shigella*
- *S. aureus*
- *Vibrios spp*

Patógenos associados a vegetais

- Perigos biológicos
 - Bactérias formadoras de esporos
 - Bactérias não formadoras de esporos
 - Vírus
 - Hepatite A
 - Norwalk
 - Rotavirus
 - Parasitas
 - *Cyclospora cayetanensis*; *Giardia lamblia*
 - *Cryptosporidium parvum*

Bibliografia consultada

- Brackett, R.E. Fruits, vegetables, and grains. *In*: Doyle, Beuchat, Montville, ed. Food microbiology fundamentals and frontiers. 2nd ed. ASM press, 2001. p. 127 – 138
- Sperber, W.H., Doyle, M.P. Compendium of the Microbiological Spoilage of Food and Beverages. Springer, 2009.
- Jay, J.M., Loessner, M.J., Golden, D.A. Modern food microbiology. 7th ed. Springer, 2005, p. 125-147.
- Ragaert, P., Devlieghere, F., Debevere, J. Role of microbiological and physiological spoilage mechanisms during storage of minimally processed vegetables. *Postharvest Biol. Technol.* 44:185-194, 2007.
- Sapers et al.(ed.) Microbiology of fruits and vegetables. Boca Raton, 2006, 634p.