

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

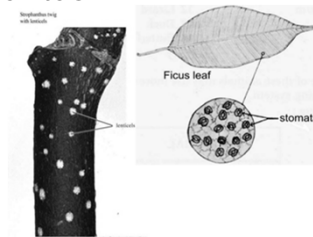
Deterioração de frutas e hortaliças

- 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

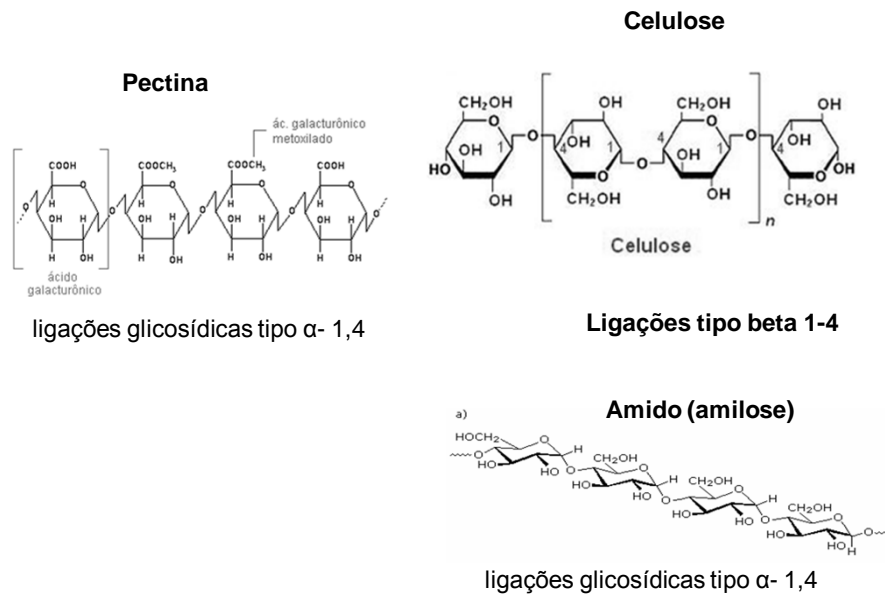
Fatores intrínsecos

- 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

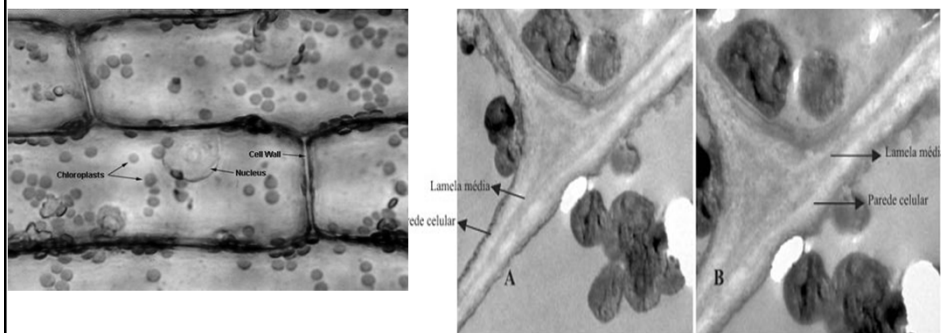
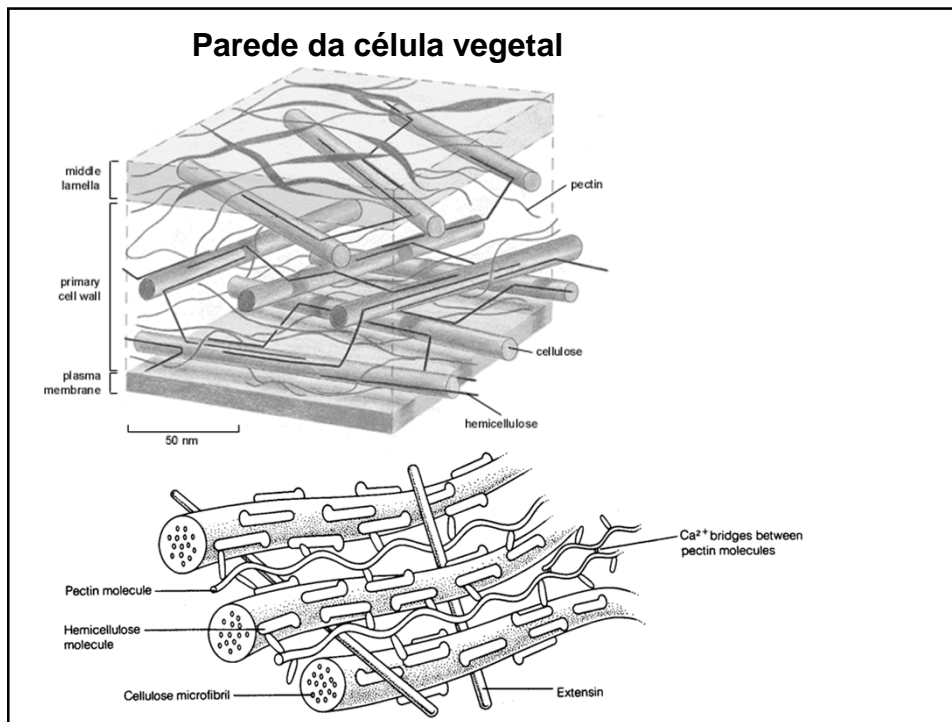


Figura 1. Eletromicrografias de transmissão da parede celular de frutos de goiabeira, de pomares que receberam aplicação de cálcio. A: 10.000 X; B: 120.000 X.



Tipos de deterioração de frutas e hortaliças

Deterioração de vegetais – podridão mole

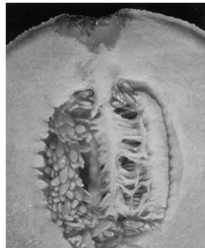
- Bactérias do gênero *Erwinia*, especialmente *E. carotovora*
- Pseudomonas* tb participam.
- Atuam sobre a pectina (produzem pectinases) → despolimerização da pectina → consistência mole, aspecto molhado.

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.

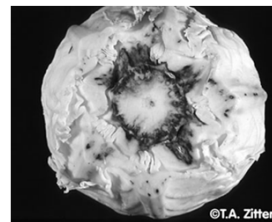
Tipos de deterioração de frutas e hortaliças causadas por bactérias

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



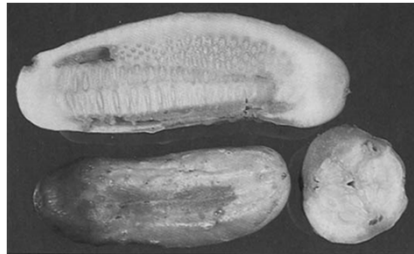
Tipos de deterioração de frutas e hortaliças causadas por bactérias

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



Tipos de deterioração de frutas e hortaliças causadas por bactérias

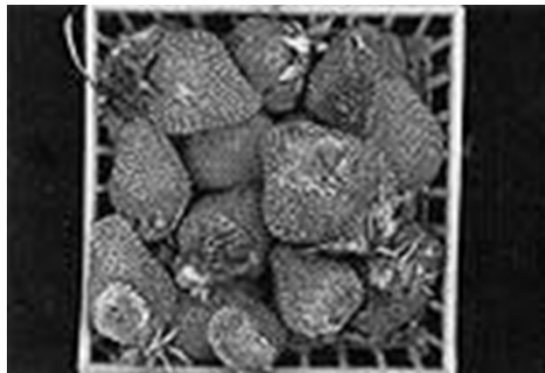
- Mancha angular da folha
 - Problema para pepino
 - *Pseudomonas syringae* (patogênico para algumas plantas)



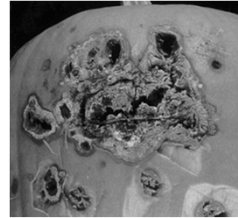
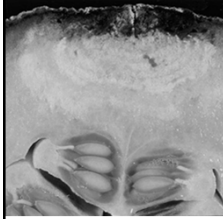
Deterioração de frutas

Fungos e leveduras

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



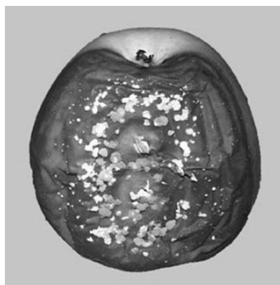
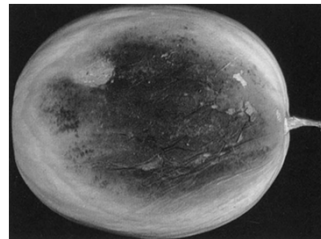
Apodrecimento por fungos



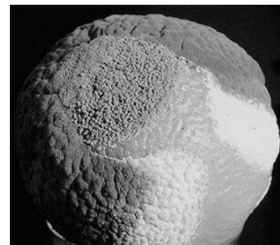
Pode ser por *Fusarium*, *Rhizopus* e *Cladosporium*

Tipos de deterioração de frutas e hortaliças

□ Apodrecimento preto



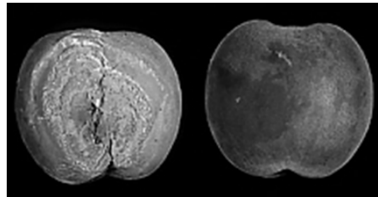
Apodrecimento azul



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*



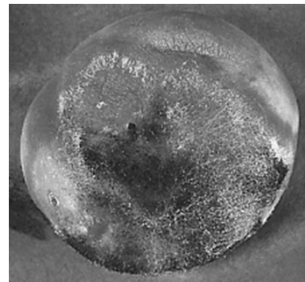
Tipos de deterioração de frutas e hortaliças causadas por fungos

- 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.

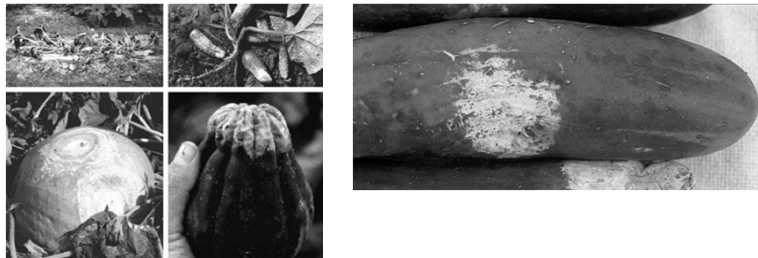


Tipos de deterioração de frutas e hortaliças causadas por fungos

- 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.

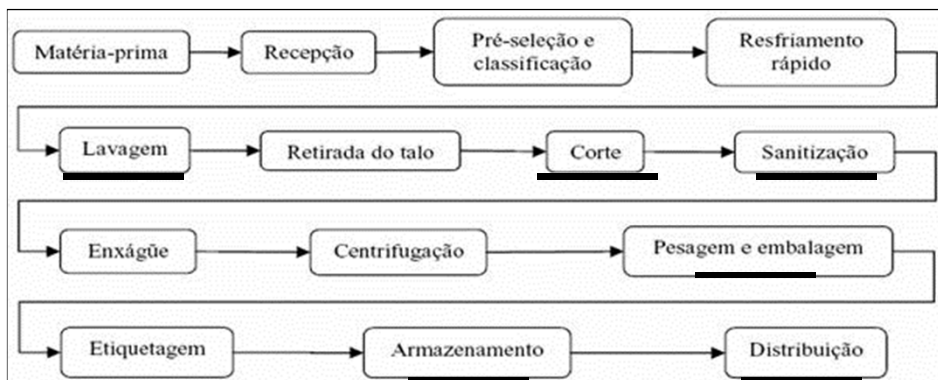
Microbiologia de vegetais frescos prontos para o consumo

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.