

# Fitopatologia Básica

Variabilidade

**Modesto Barreto**

FCAV/ UNESP - Jaboticabal

Depto de Fitossanidade

 (0xx16) 3209-2640 R - 25

 [modesto@fcav.unesp.br](mailto:modesto@fcav.unesp.br)

# **Variabilidade dos Agentes Fitopatogênicos**



---

**Genética da Interação  
Patógeno – Hospedeiro**



# Mecanismos de variabilidade genética

---

- **Ambiente Natural**
- **Equilíbrio entre planta e patógeno**
  - **Contrário - Um teria desaparecido**
  - **Qualquer situação nova - Desequilíbrio**
    - **Mudanças no meio**  
**Introdução de nova espécie**
- **Tende a uma nova situação de equilíbrio**



# Mecanismos de variabilidade genética

---

- **Ex. Solo**
  - **Adubação amoniacal – Aumenta nitrificantes**
  - **Acidez – Diminui bactérias**
  - **Cultivo de leguminosas – Aumenta *Rhizobium***
- **Em Fitopatologia Interessa:**

**Equilíbrio**

**Hospedeiro – Patógeno**



# EXEMPLO

- *Microcyclus ulei*



Habitat  
Natural

Endêmica



# Mecanismos de variabilidade genética

- **Porque o equilíbrio?**
  - Densidade baixa
  - Resistência genética
- Início de 1900
  - Mudanças Inglaterra → Oriente
  - Melhoramento (Sem *M. ulei*)
  - 2º Guerra → clone da Malásia
    - Cultivo intensivo na Amazônia





# Mecanismos de variabilidade genética





# Mecanismos de variabilidade genética

---

- Conclusões:
  - Natureza → equilíbrio
    - patógeno – hospedeiro – ambiente
  - Agricultura moderna
    - Rompimento das condições de equilíbrio
  - Todo desequilíbrio na natureza
    - Tende a voltar a situação de equilíbrio

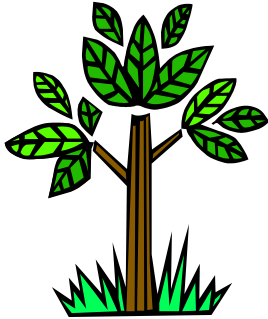
Quanto maior o afastamento das condições naturais



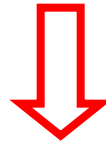
Mais violento o retorno



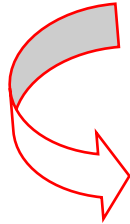
# Mecanismos de variabilidade genética



Na natureza



**mecanismo de equilíbrio**  
patógeno - hospedeiro



**COEVOLUÇÃO**



**Essencial - variabilidade genética (seleção)**

Exemplo Hipotético – Feijoeiro e *Uromyces*



# Mecanismos de variabilidade genética

---

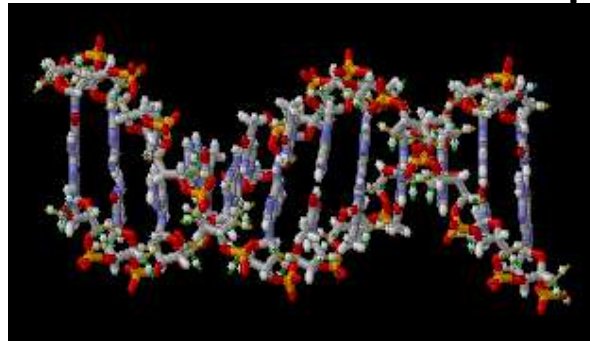
- Mecanismos **geral** de variabilidade em agentes fitopatogênicos:

- **Mutação**

# Mecanismos de variabilidade genética

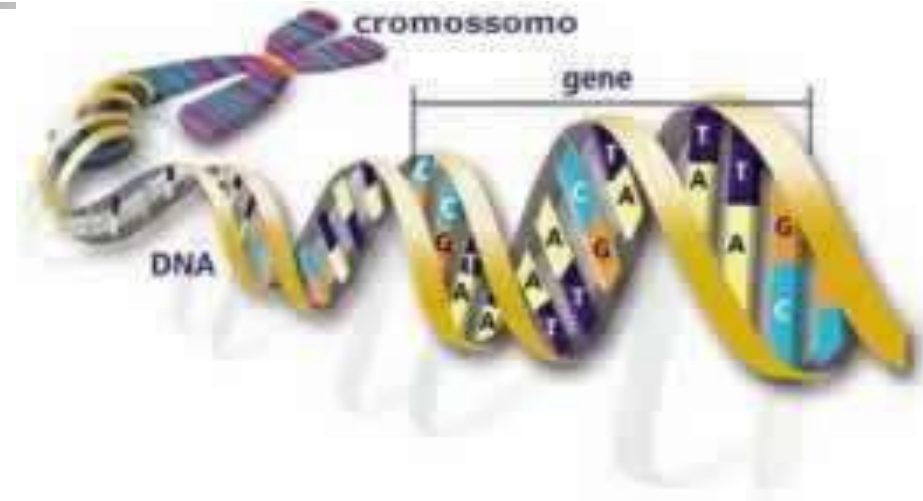
## ■ Mutação

- base de todos os processos de variabilidade
- principal mecanismo de geração de novos genes
  - permite a criação de novas seqüências de nucleotídeos
- ocorrem devido a erros de duplicação cromossômica



# Mecanismos de variabilidade genética

- Pode ser
  - **Mutação gênica**
  - Alterações no nucleotídeos



substituição

ATCGATTT

ATCCATTT

deleção

ATCGATTT

ATC\_ ATTT

inserção

ATCGATTT

ATCGAGTTT

inversão

ATCGATTT

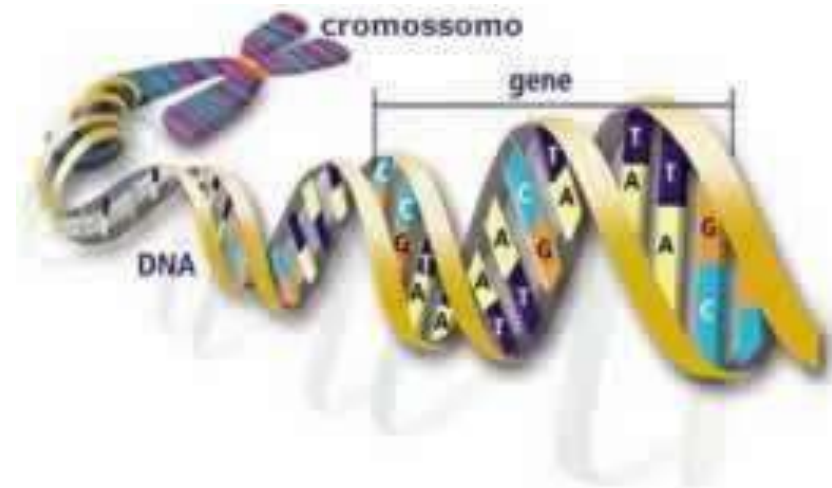
CTAGATTT

(rotação 180°)



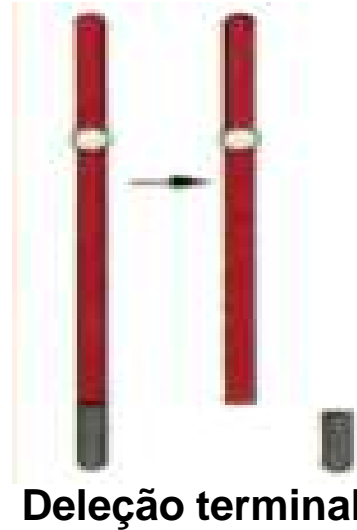
# Mecanismos de variabilidade genética

- **Mutação cromossômica**
  - Segmentos de ácido nucléico contendo vários genes
    - Deleções (terminal ou intersticial)
    - Inserções e duplicações
    - Inversões
    - Transposições (translocações)



# Mecanismos de variabilidade genética

- **Mutação cromossômica**
  - Exemplos de deleções

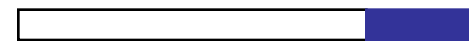
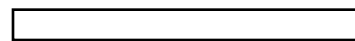


- Exemplos de transposições

cromossomo 1



cromossomo 2

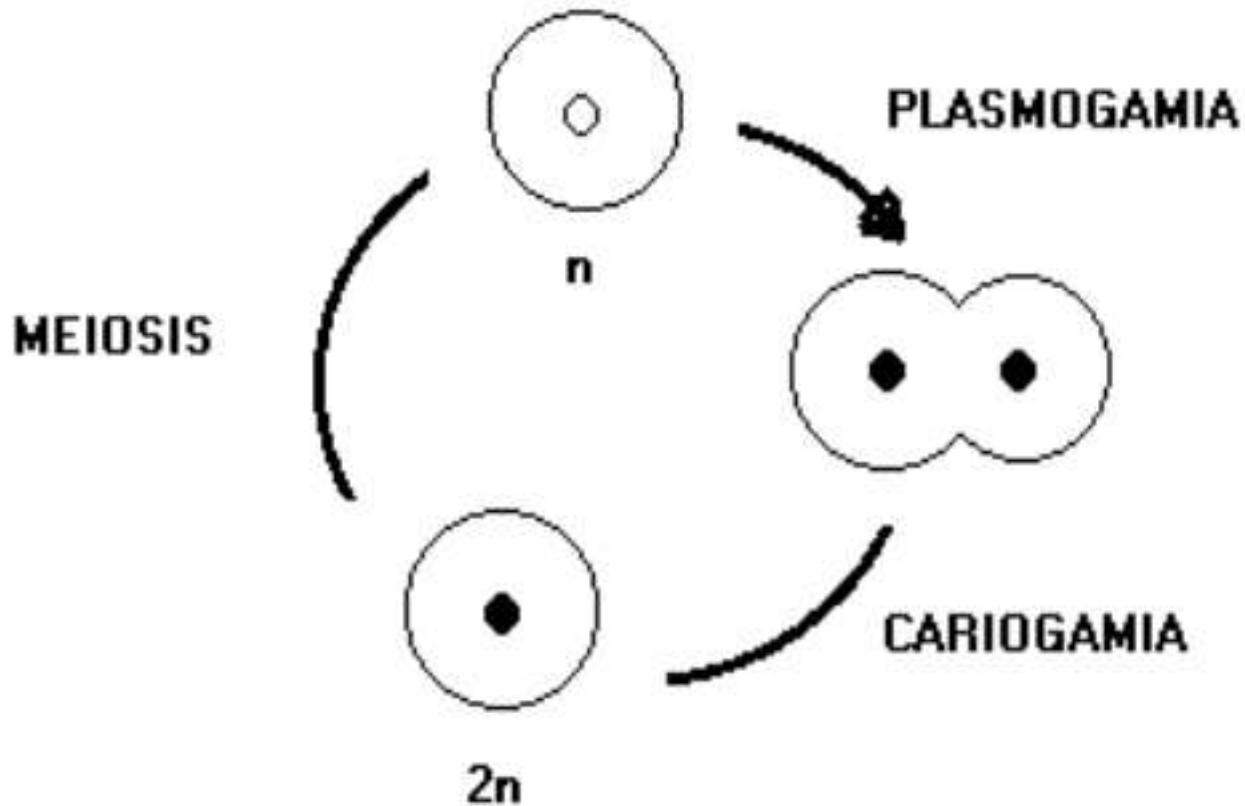




# Mecanismos de variabilidade genética

---

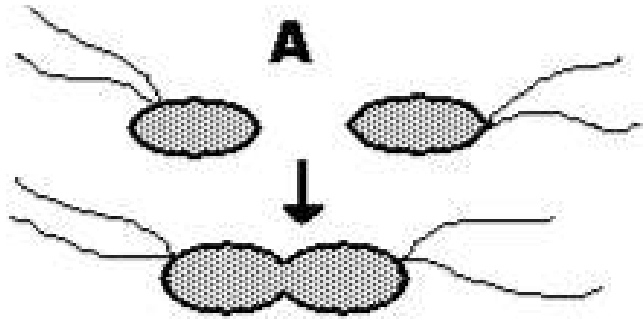
- Mecanismos **especializados** de variabilidade em patógenos
  - **Fungos**
    - **Recombinação sexual**
    - **Heterocariose**
    - **Ciclo parassexual**
    - **Herança citoplasmática**



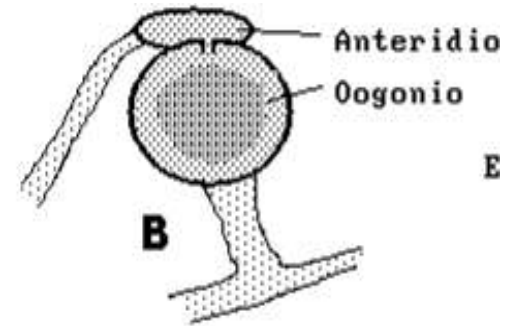
- Plasmogamia - união dos protoplastos
- Cariogamia - fusão de núcleos, formando um zigoto diplóide
- Meiose - reduz o número de cromossomos a condição haplóide



# Reprodução sexual em fungos - **Plasmogamia**

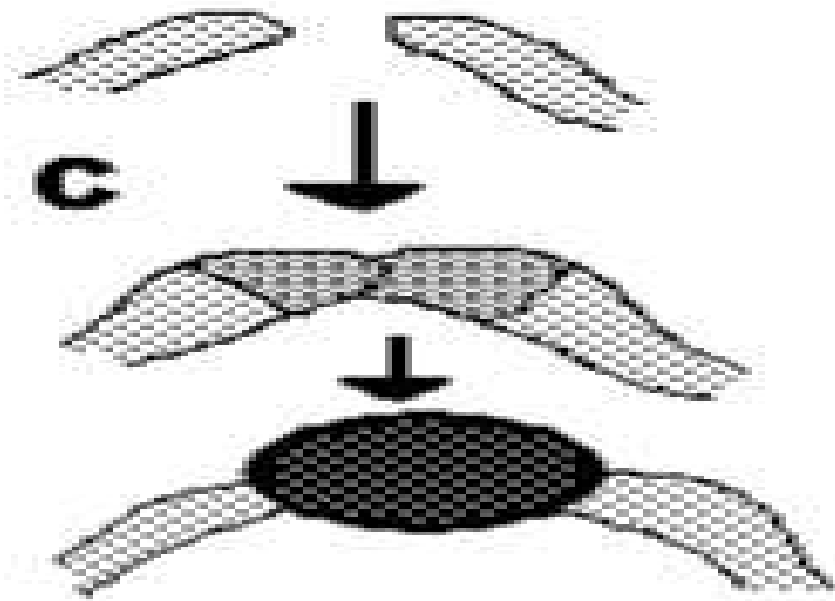


**A – Copulação de planogametas**  
fusão de gametas móveis

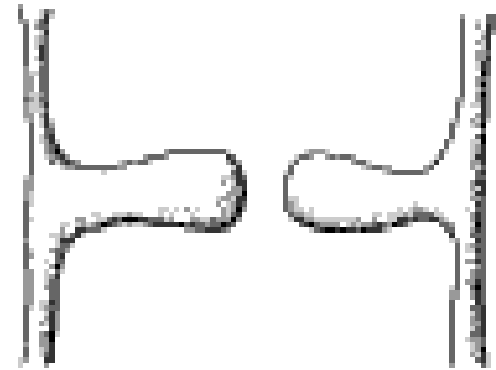
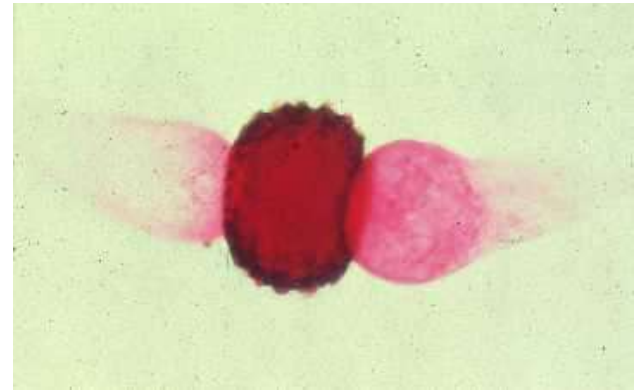


**B- Contato gamentagial**  
contato entre as estruturas sexuais

# Reprodução sexual em fungos - Plasmogamia



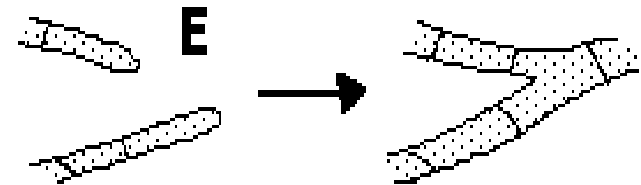
**C- Copulação gametangial**  
fusão entre estruturas sexuais



# Reprodução sexual em fungos - Plasmogamia



**D- Espermatização**  
gameta imóvel em contato  
com hifa receptiva para  
diploidização

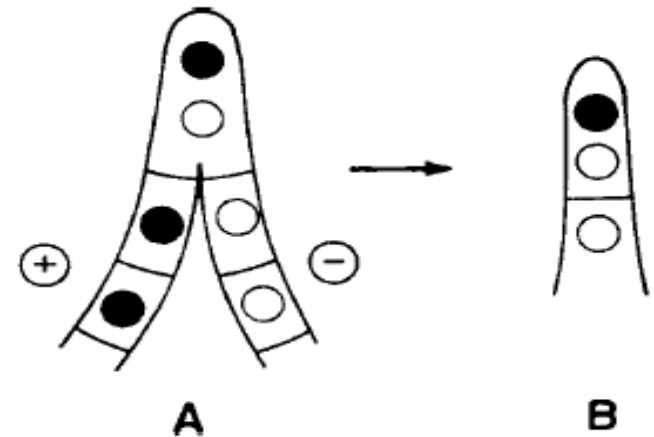


**E- Somatogamia**  
fusão de células somáticas,  
vegetativas ou hifas

# Mecanismos de variabilidade genética

## ■ Heterocariose

- Pode originar raças
  - pouca duração - situação instável
- *Rhizoctonia solani*
  - Comum
  - hifas saprófitas
    - genes de patogenicidade





# Mecanismos de variabilidade genética

## ■ Ciclo parassexual

- Ocorre em fungos imperfeitos - sem reprodução sexual

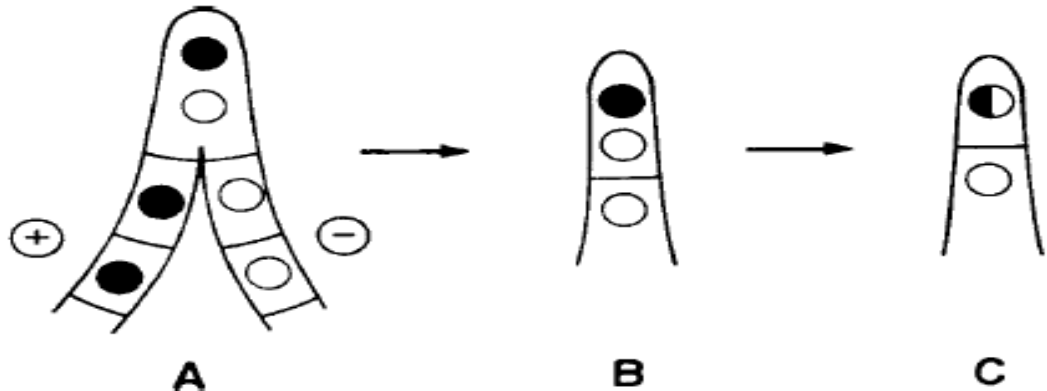
**Fusão de hifas haplóides – Anastomose**



**Células heterocarióticas - Heterocariose**



**Podem se fundir – Cariogamia (2n)**





# Mecanismos de variabilidade genética

---

## ■ Herança Citoplasmática

- Organelas do citoplasma possuem genomas próprios
  - podem conter genes de patogenicidade
- Quando dois citoplasmas se fundem
  - ciclos sexual e parassexual
- Novas combinações de núcleos e citoplasmas



# Mecanismos de variabilidade genética

---

- Mecanismos **especializados** de variabilidade em patógenos
  - **Bactérias**
    - **Conjugação**
    - **Transformação**
    - **Transdução**



# Mecanismos de variabilidade genética

---

## **Bactérias**

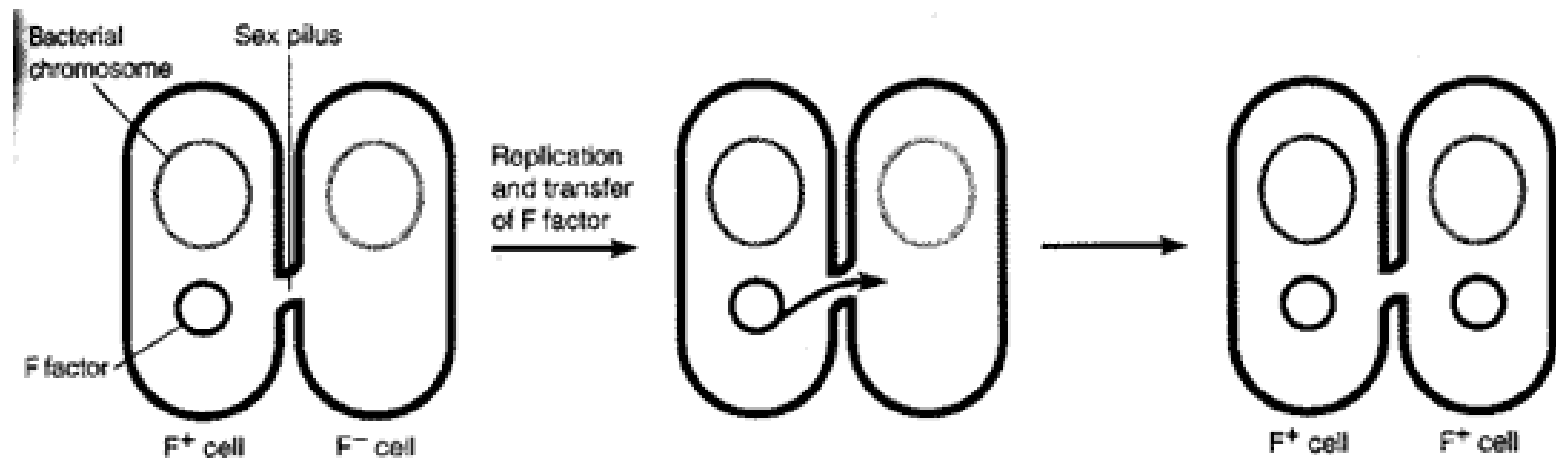
- DNA cromossômico
- DNA extracromossômico (DNA plasmidial)
  - sem membrana nuclear



# Mecanismos de variabilidade genética

## ■ Conjugação

- Processo de recombinação sexual
- Duas bactérias - fatores sexuais diferentes
- Entram em contato transferindo DNA
  - célula doadora masculina (F<sup>+</sup>), material genético para a célula receptora feminina (F<sup>-</sup>)

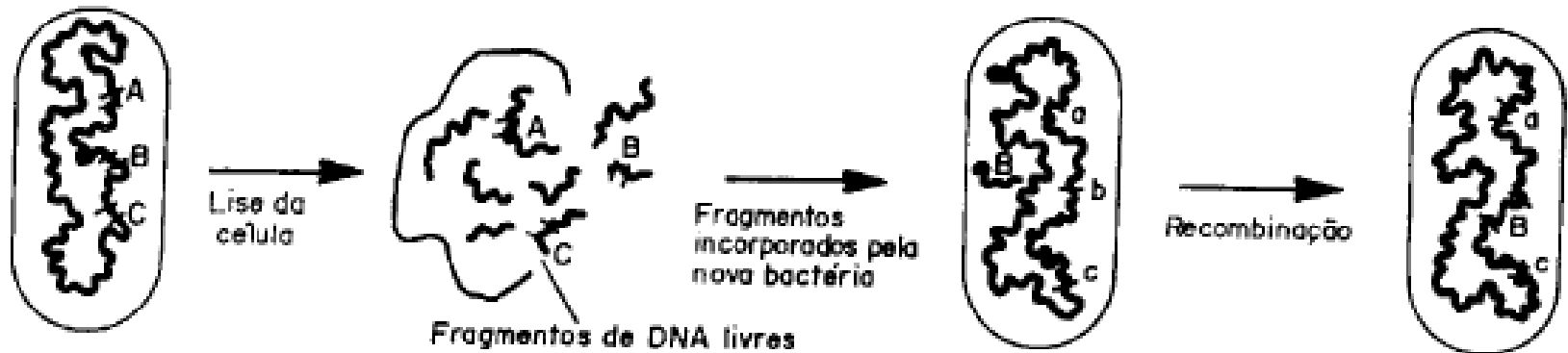


# Mecanismos de variabilidade genética

## ■ Transformação

- Capacidade de absorver fragmentos de DNA do meio externo - incorporar ao seu genoma
  - *in vitro*
  - desconhece-se - contribuição em novas raças de bactérias fitopatogênicas

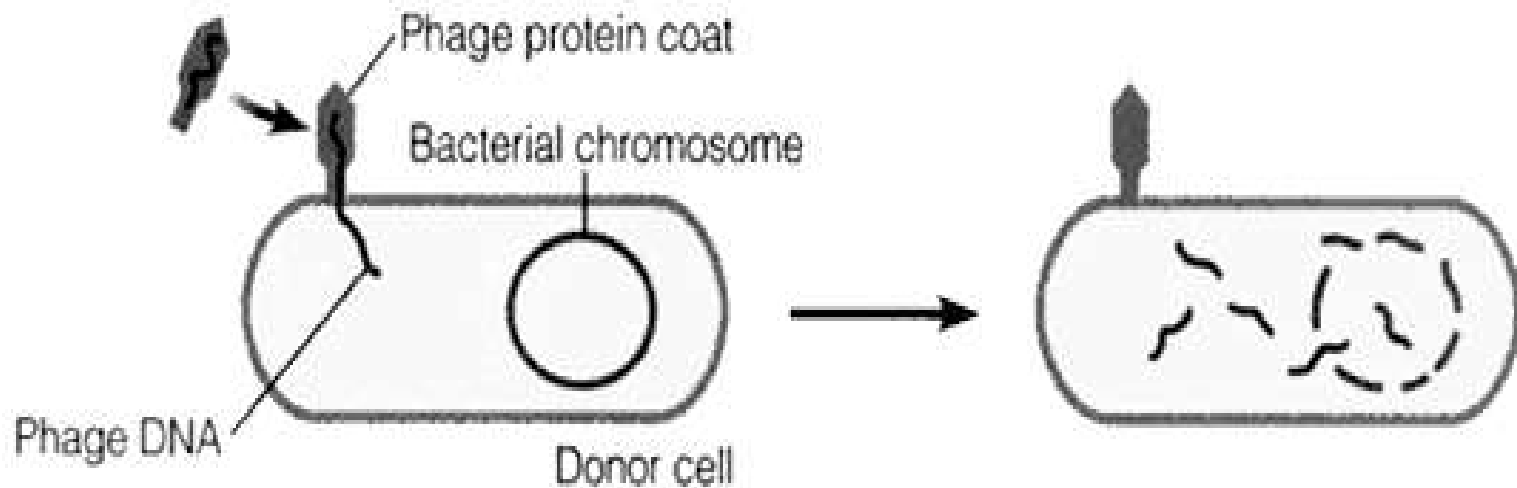
### TRANSFORMAÇÃO



# Mecanismos de variabilidade genética

## ■ Transdução

- **Genes são transportados por meio de bacteriófagos**
  - **Partículas de ácido nucléico envoltas em capas protéicas**





# Mecanismos de variabilidade genética

---

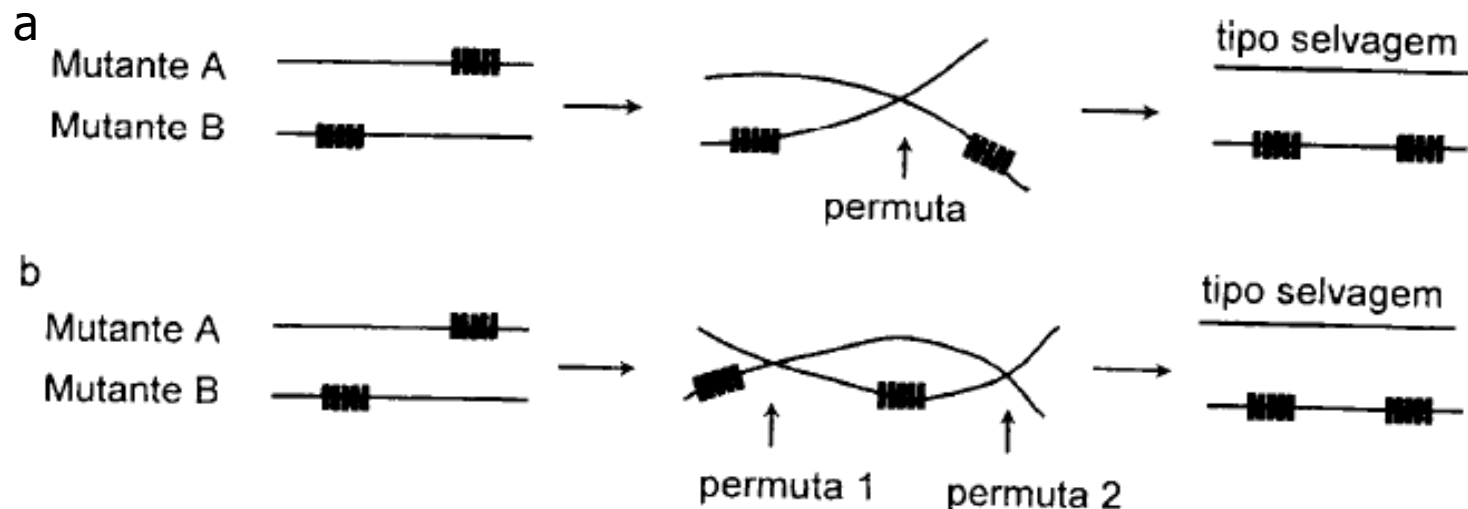
## ■ **Recombinação Genômica em Vírus**

- Mutações são o principal mecanismo gerador de variabilidade genética em vírus
- Outro mecanismo - recombinação genômica
  - recombinação legítima
  - recombinação aberrante
  - recombinação ilegítima

# Mecanismos de variabilidade genética

## Recombinação Genômica em Vírus

- **Recombinação legítima**
  - Duas partículas virais semelhantes
    - não necessariamente idênticas
  - Trocam segmentos homólogos de DNA
    - Pode ser por simples ou dupla permuta





# Mecanismos de variabilidade genética

---

## Recombinação Genômica em Vírus

- **Recombinação aberrante**
  - Duas partículas virais semelhantes
  - Trocam segmentos não-homólogos do genoma
    - resultando em duplicações e deleções em ambos os genomas virais



# Mecanismos de variabilidade genética

---

## Recombinação Genômica em Vírus

- **Recombinação ilegítima**
  - Partículas virais diferentes trocam segmentos genômicos entre sí.





# Mecanismos de variabilidade genética

---

## ■ Fungos

- **Mutação**
- **Recombinação Sexuada**
- **Heterocariose**
- **Herança Citoplasmática**

## ■ Bactérias

- **Mutação**
- **Conjugação**
- **Transformação**
- **Transdução**

## ■ Vírus

- **Mutação**
- **Recombinação Genômica**

# **Análise genética da Resistência**

**Conceitos**

# Conceitos

## ■ RESISTÊNCIA:

“Capacidade da planta em **evitar** ou **atrasar** a entrada e/ou a subsequente atividade de um patógeno em seus tecidos.”

# Conceitos

## ■ TOLERÂNCIA:

“Capacidade inerente ou adquirida de uma planta em **suportar** um ataque do patógeno **sem** que ocorram **danos** significativos em sua produção.”

⇒ Permite aumento do inóculo

# Conceitos

## ■ IMUNIDADE:

“A planta apresenta-se 100% **livre** do patógeno, ou seja, não existe o estabelecimento das relações patógeno - hospedeiro.”

# Conceitos

## ■ SUSCETIBILIDADE:

“Quando o patógeno é mais eficiente que os mecanismos de defesa da planta, aparecendo os **sintomas**.”

# Conceitos

■ RESISTÊNCIA = REGRA

■ SUSCETIBILIDADE = EXCEÇÃO



# RESISTÊNCIA DE PLANTAS

- Processo dinâmico e coordenado
- A efetividade depende da seqüência lógica dos mecanismos.
- O nível de resistência resulta das contribuições dos ≠ mecanismos de defesa

# ANÁLISE GENÉTICA DA RESISTÊNCIA

## ■ RESISTÊNCIA

– MONOGÊNICA

– OLIGOGÊNICA

– POLIGÊNICA

# **Prof. Dr. Modesto Barreto**

---

**UNESP – Jaboticabal**

** (0xx16) 3209-2640 R-25**

** [modesto@fcav.unesp.br](mailto:modesto@fcav.unesp.br)**

**<http://www.agroalerta.com.br>**