

Interações Patógeno-Hospedeiro



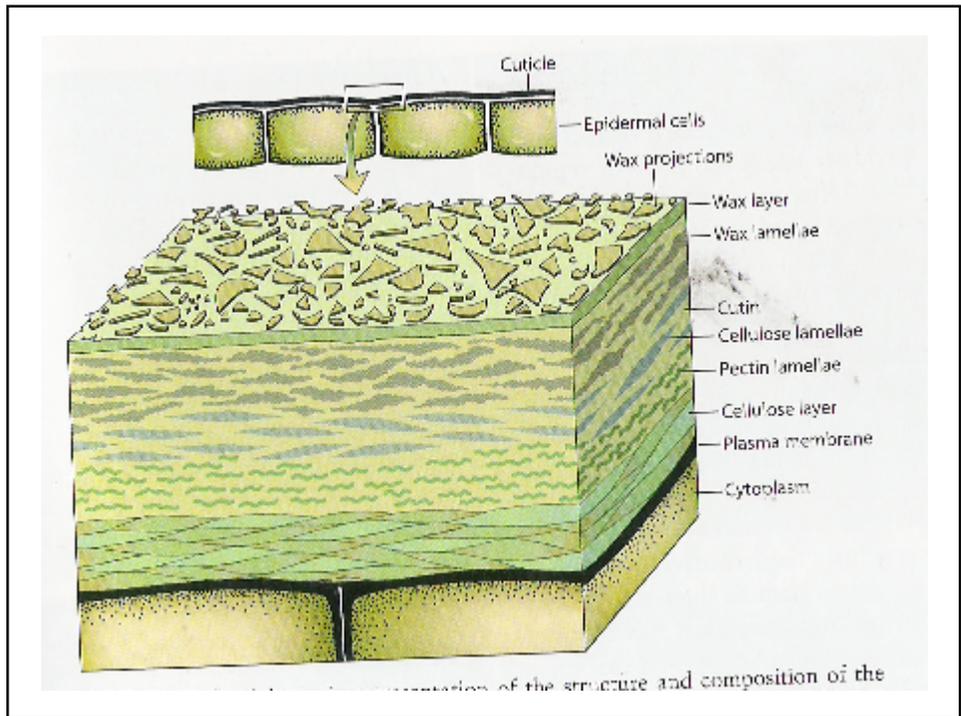
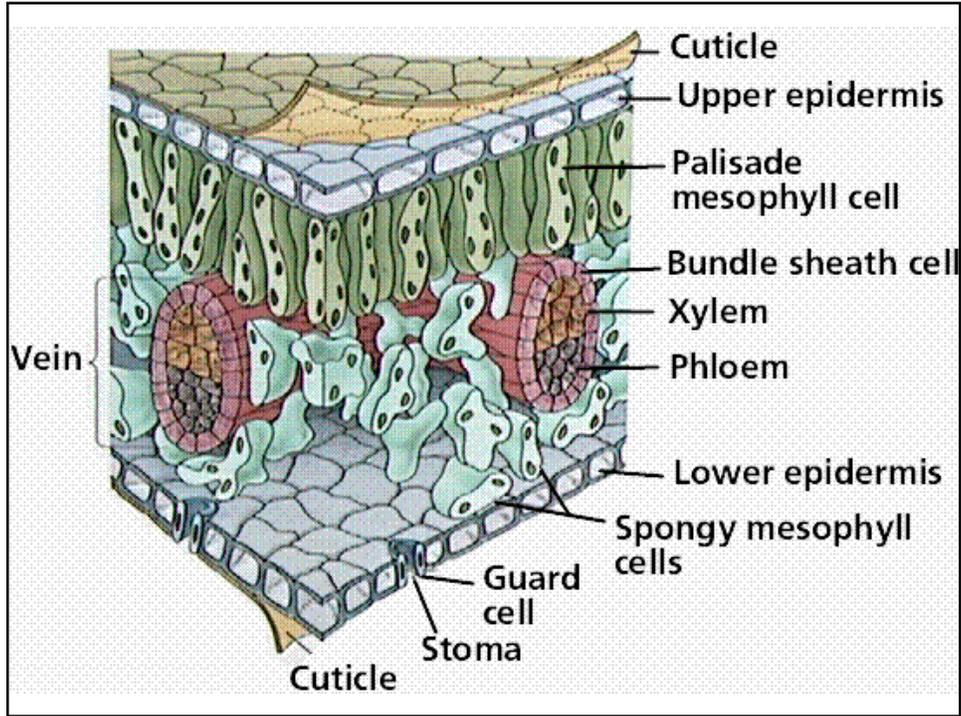
I) Mecanismos de ataque fitopatogênico

- I.a) **enzimas**: desintegram componentes estruturais das células do hospedeiro; ex: exoenzimas (podridão mole).
- I.b) **fitotoxinas**: alteram a permeabilidade das membranas; ex: *Helminthosporium* spp.
- I.c) **hormônios**: alteram a divisão e crescimento celular; ex: *Agrobacterium* (galhas da coroa).
- Todos fitopatógenos, exceto vírus.

Enzimas

- Critérios para comprovar o envolvimento de uma enzima na patogênese
 - capacidade do patógeno em produzir a enzima in vitro
 - detecção em tecido infectado
 - correlação da produção da enzima com patogenicidade
 - alteração na paredes de tecidos infectados
 - reprodução das alterações na parede ou sintomas com o uso da enzima

- **Cutinases**: esterases que degradam a cutícula
 - cutícula: camada lipídica contínua, que recobre a epiderme de folhas, frutos e talos jovens. Evita a difusão de água e nutrientes para o ambiente externo, protege a planta contra efeitos adversos e o ataque de fitopatógenos.
 - Componentes: compostos alifáticos (**ceras**) + polímero insolúvel (**cutina**)



- **Cutinases:**

- uma única cadeia polipeptídica
- peso molecular entre 22 e 32 kDa
- atividade máxima: pH 9-10
- purificada pela primeira vez em 1975 de fluido extracelular de *Fusarium solani* f. sp. *solani*, em meio com cutina como única fonte de C.

- *Fusarium solani* - ervilha

- anticorpos marcados com ferritina e específicos para cutinase detectaram a enzima em locais onde o patógeno foi inoculado

- *Colletotrichum gloesporioides* - mamão

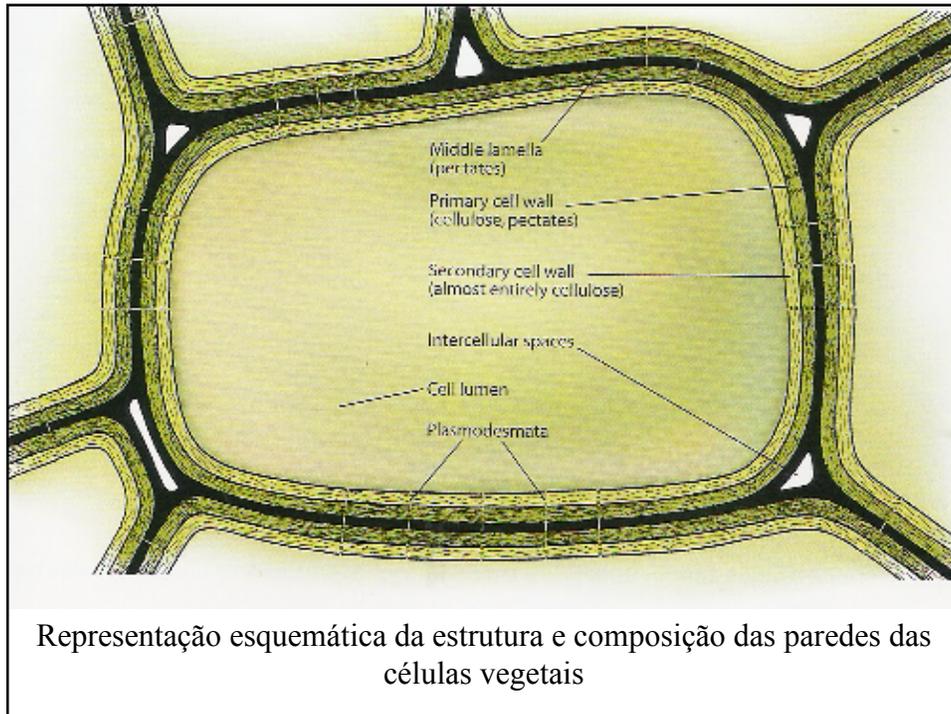
- Mutantes do patógeno deficientes em cutinase mostraram-se patogênicos somente em superfície injuriada de frutos
- Esporos fúngicos liberam pequenas quantidades de cutinase, que liberaria monômeros da planta e que por sua vez ativariam o gene da enzima
- antipenetrantes: inibem a cutinase

- **Suberina**

- recobre os órgãos subterrâneos
- polímero insolúvel associado com ceras
- composição pouco compreendidas
 - matriz fenólica semelhante a lignina, ligada à parede celular. Os componentes alifáticos estariam ligados à matriz fenólica e embebidos numa camada de cera
- alguns patógenos podem penetrar as paredes suberizadas, porém muito lentamente

- **Degradação da parede celular**

- Durante a penetração e colonização, fitopatógenos repetidamente encontram e atravessam as paredes celulares das plantas
- regiões e composição da parede celular
 - **lamela média**: entre as paredes
 - **parede primária**: entre a membrana plasmática e a lamela média; somente em células em ativo processo de crescimento, após a divisão celular ser completada
 - **parede secundária**: internamente à parede primária, formada após o término da expansão celular



- **Lamela média**

- constituída por substâncias pécticas (polissacarídeos formados por longas cadeias de ác. D-galacturônico)
- grau de metilação dos grupos carboxílicos
 - ac. poligalacturônico (< 75%)
 - pectina (> 75%)
- capacidade de formar géis entre cadeias por meio de Ca = “cimento intercelular”

- **Enzimas pectolíticas (pectinases)**

- **Hidrolases:**

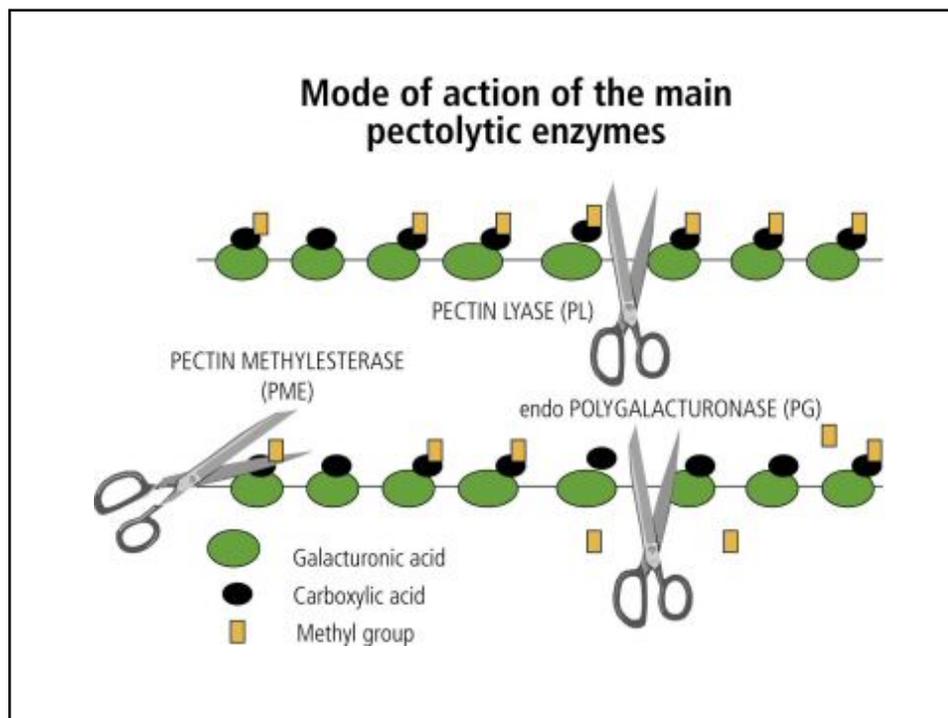
- **MPG** - Metilpoligalacturonase: mais específica para a pectina
 - **PG** - Poligalacturonase: mais específica para o ácido poligalacturônico

- **Trans-eliminases (β -eliminases):**

- **TE** - Trans-eliminases da pectina
 - **TEPG** - Trans-eliminases do ácido poligalacturônico
 - *exo* (libera monômeros) e *endo* (libera oligômeros)

- **Metilesterases da pectina**

- demetilação e alteram propriedades do polímero (ex.: solubilidade)



- **enzimas pectolíticas**

- maceração dos tecidos (separação das células)

- mutantes de *Erwinia chrysanthemi*

- gene (Pat) para síntese de TEPG
 - Pat- não causam maceração dos tecidos de batata, cenoura e aipo

- uso de transformantes de *Escherichia coli*

- com TE podem causar podridão mole

- **Hemiceluloses**

- Dicotiledôneas:

- xiloglucana: parede primária
 - ligações glicosídicas β -1,4 e α -1,6 com xilose
 - xilanas: parede secundária
 - xilose com ligações β -1,4

- Monocotiledôneas:

- arabinoxilanas: cadeias laterais de arabinose
 - β -glucanas:

- **Hemicelulases**

- endoglucanases \Rightarrow β -1,4 xiloglucana
 - endoxilanases \Rightarrow β -1,4
 - diversas outras hidrolases (β -glucosidases, etc.)

- Celulose

- polissacarídeo (glicose em ligações β -1,4)
- 20-30% nas paredes primárias
- 40% parede secundária

- Celulases

- β -1,4 D-glucanase
- β -1,4 D-glucana celobiohidrolase
- β -glucosidase

- Celulases

- *Rhizoctonia solani*
 - penetra as paredes celulares e destruindo a celulose, causa o colapso das células, resultando na formação de lesões deprimidas no hipocótilo do feijoeiro
- *Fusarium oxysporum* e *Verticillium albo-atrum*
 - patógenos causadores de murcha que liberam oligômeros no interior do xilema alterando o fluxo normal de água devido ao bloqueio dos elementos vasculares

- Ligninases

- Podridão branca causada por fungos saprófitas basidiomicetos (*Ganoderma*)

- **Degradação de componentes da membrana plasmática**
 - fosfolipases e proteases
- **Acesso do patógeno aos nutrientes**
 - enzimas proteolíticas e amilases
 - “pool” enzimático

Fitotoxinas

- Substâncias geralmente de baixo peso molecular (<1000 daltons), ativas em concentrações fisiológicas (<10⁻⁶ a 10⁻⁸ M) e não apresentam características enzimáticas, hormonais ou de ács. nucléicos (Goodmann et al., 1986).
- Não exibem características estruturais comuns e incluem substâncias como peptídeos, glicopeptídeos, derivados de aminoácidos, terpenóides, etc

- Alteram a permeabilidade e/ou potencial das membranas

- mudanças no equilíbrio iônico, perda de eletrólitos, inibição ou estímulo de enzimas, aumento na respiração e na biossíntese de etileno

- Classificação

- não seletivas ou não específicas

- capacidade de induzir a manifestação total ou pelo menos parcial dos sintomas causados pela presença do microrganismo toxicogênico nas plantas hospedeira ou não hospedeiras.
- Fatores de virulência ou determinantes secundários de patogenicidade

- seletivas ou específicas (patotoxinas)

- fatores de patogenicidade ou determinantes primários de patogenicidade
- patógeno e a toxina exibem especificidade semelhante em relação ao hospedeiro

- Fitotoxinas seletivas

- Toxina HV (victorina)

- *Helminthosporium victoriae* (patógeno geralmente fraco - queima das folhas e podridão do colo e raízes)
 - cultivar Victoria - altamente suscetível
 - primeira fitotoxina estudada
 - é a mais potente e seletiva

- Toxina HmT (Toxina T)

- *Helminthosporium maydis*, raça T
 - queima da folha em milho com citoplasma T (macho esterilidade)
 - inibe o crescimento de raízes, altera fotossíntese, causa fechamento de estômatos, interferindo com o transporte de íons, K^+ é perdido para ambiente externo

- Fitotoxinas não-seletivas ao hospedeiro

- maioria das toxinas

- Faseolotoxina

- *Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola*,
 - crestamento de halo em feijoeiro
 - sintoma primário; mancha de óleo
 - secundários: halos cloróticos, clorose sistêmica e nanismo.
 - Baixa temperatura favorece a produção da toxina
 - tripeptídeo (bactéria) \Rightarrow octicidina (abosvido pela planta e com atividade biológica)

Hormônios

- Desiquilíbrio hormonal
 - Auxinas
 - aumentam a plasticidade das células e alongamento celular
 - ácido indolil-3-acético
 - *F. oxysporum* f. sp. *cubense*, *Pseudomonas solanacearum*) etc.
 - Giberilinas (GA₃)
 - *Giberella fujukuroi* (*F. moniliforme*) - superalongamento em plantas de arroz

- Citocininas
 - cinetina e zeatina
 - *Agrobacterium tumefaciens*, etc.
 - divisão celular
- Etileno
 - desfolha e inibição do crescimento, etc.
 - *Fusarium oxysporum*, *Pseudomonas solanacearum*, etc.
- Ácido Abscísico
- Jasmonatos