



INTERAÇÕES PATÓGENO-HOSPEDEIRO

Estágio de Docência PPG-RGV
Doutoranda PAULA ASTOLFI

CLÁSSICO DA FITOPATOLOGIA



mecanismos de
ATAQUE



mecanismos de
DEFESA

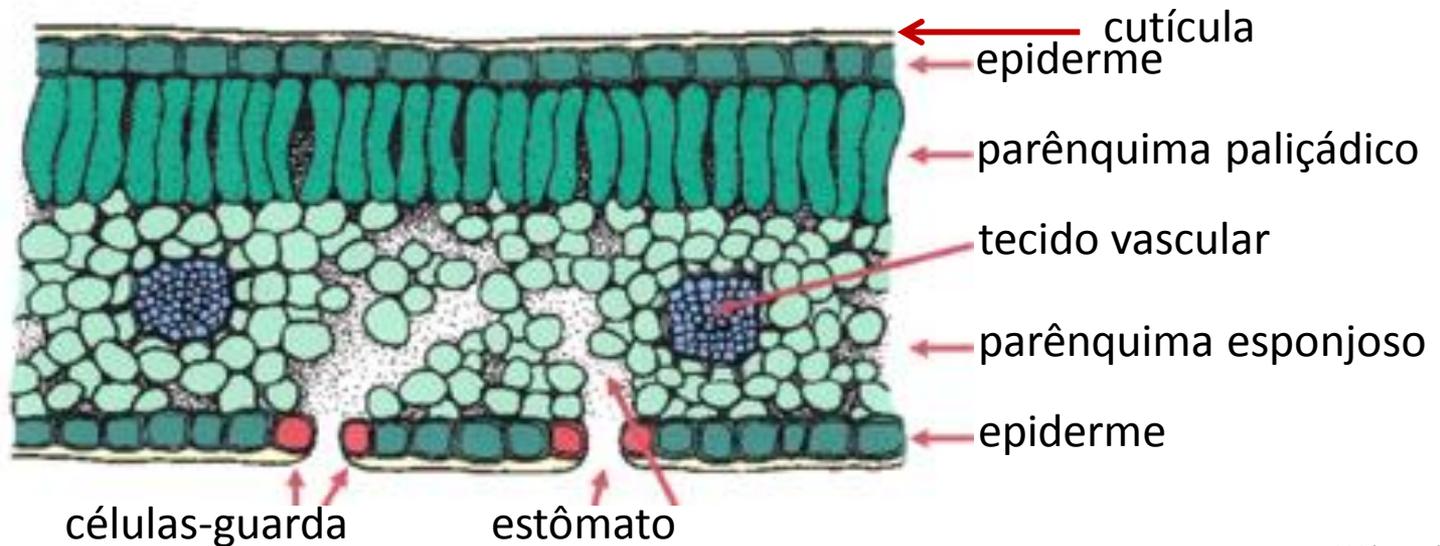
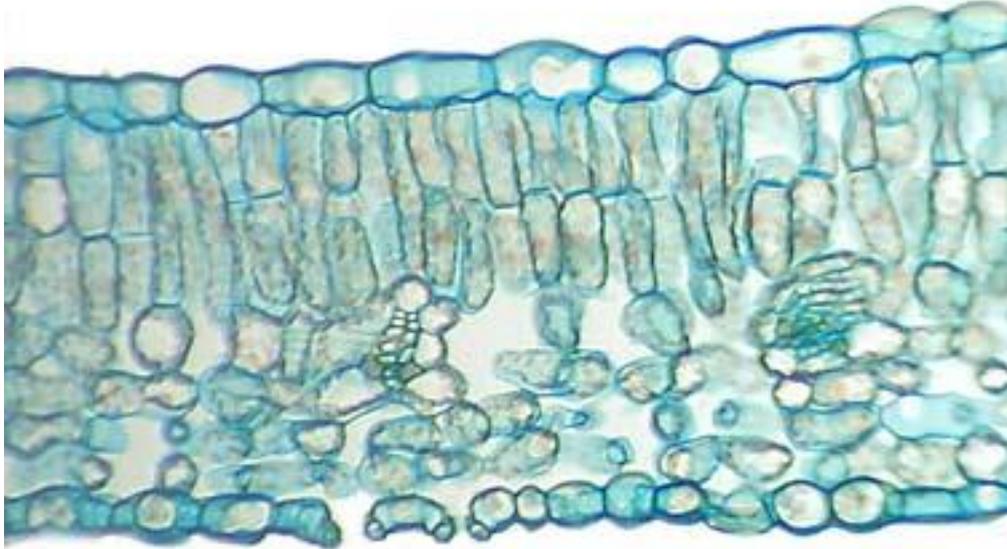
CÉLULA VEGETAL: o campo de batalha

- Patógenos necessitam do hospedeiro para:
 - Retirar nutrientes para o seu metabolismo
 - Atividades vegetativas e reprodutivas
- Onde os patógenos encontram esses nutrientes??
 - **Interior das células vegetais**



Necessitam de **estratégias** para vencer as **barreiras externas** e promover a **colonização** dos tecidos

Corte histológico e representação esquemática de tecido vegetal foliar





mecanismos de ATAQUE

PATÓGENO X PLANTA	
0	0
00 : 45 : 00	

- Vias de Penetração:

- Direta

- Força mecânica:** adesão do patógeno

- Ferramentas químicas:** enzimas, toxinas, reguladores de crescimento.

- Aberturas naturais (estômatos, lenticelas, hidatódios)

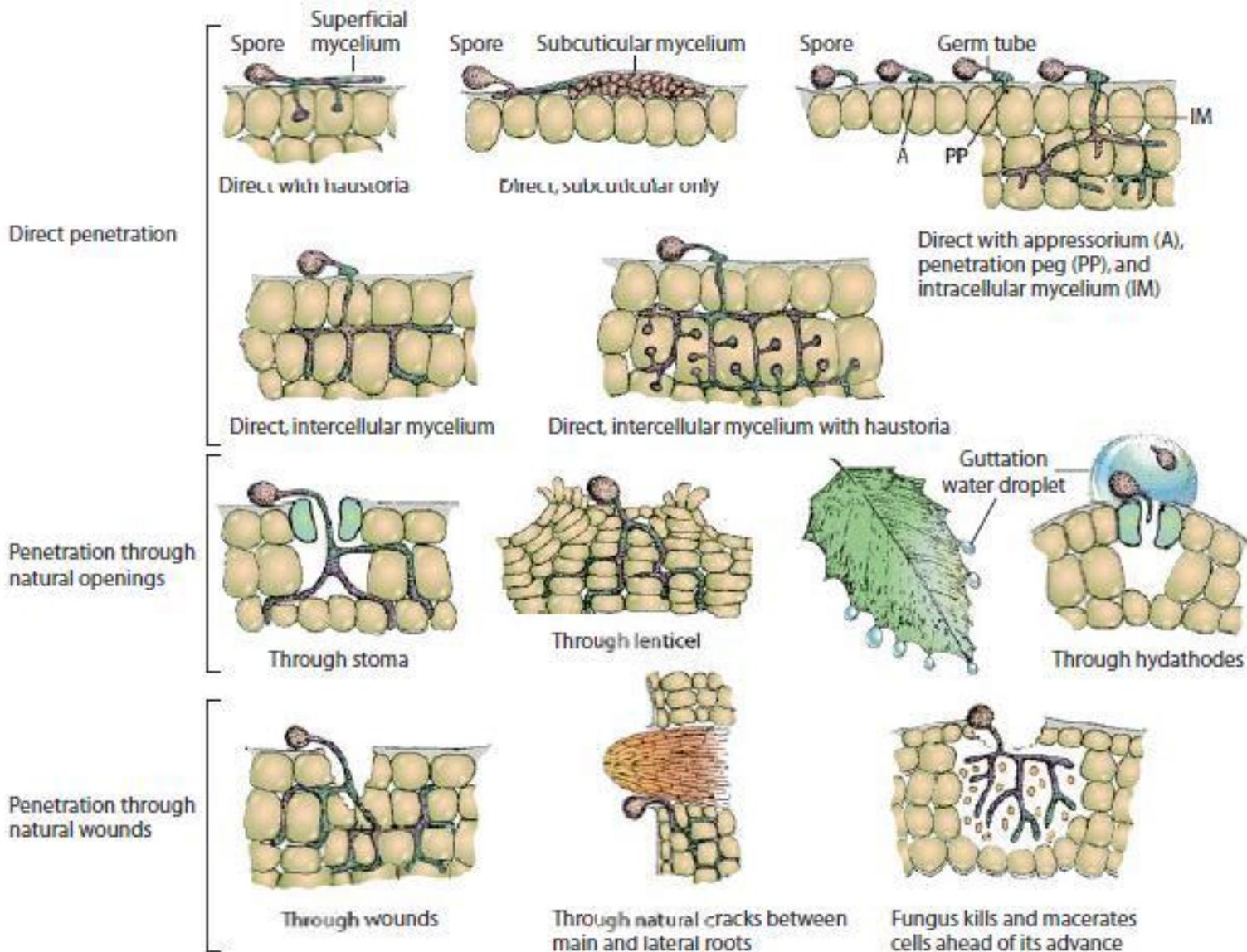
- Ferimentos

- Bactérias são incapazes de penetrar diretamente

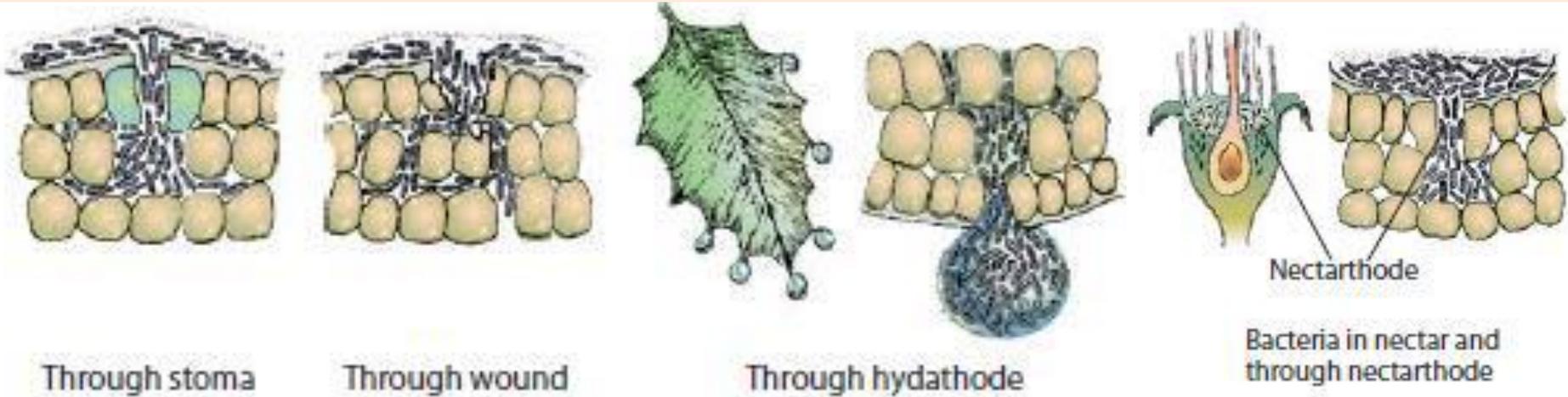
- Vírus, viróides e fitoplasmas necessitam de ferimentos

- Fungos podem penetrar pelas três vias

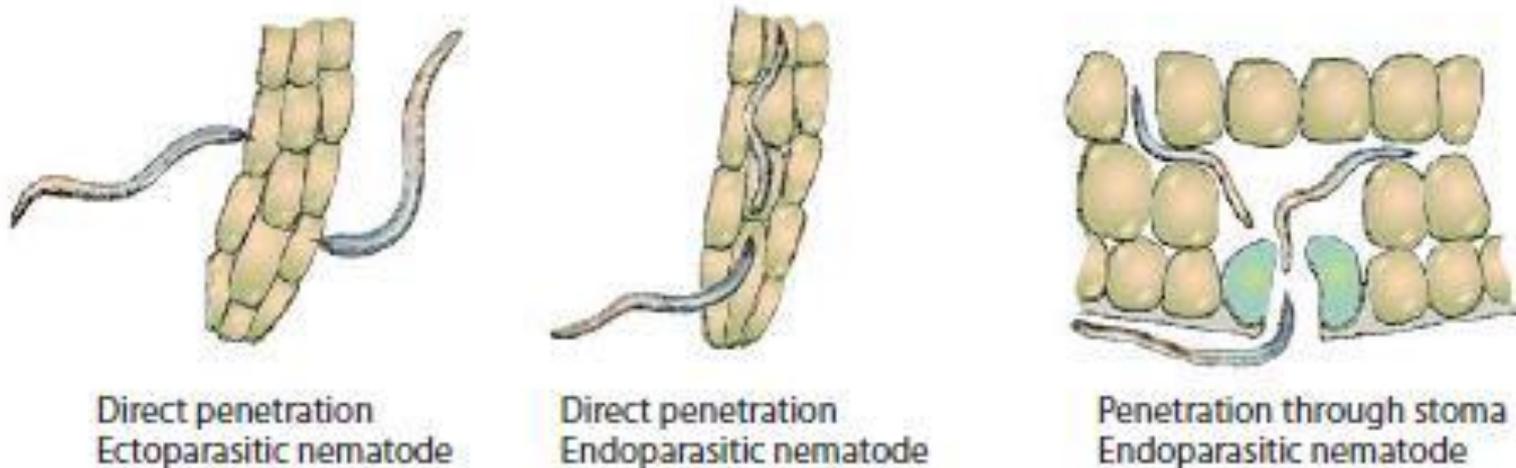
Vias de penetração de Fungos



Vias de penetração de Bactérias

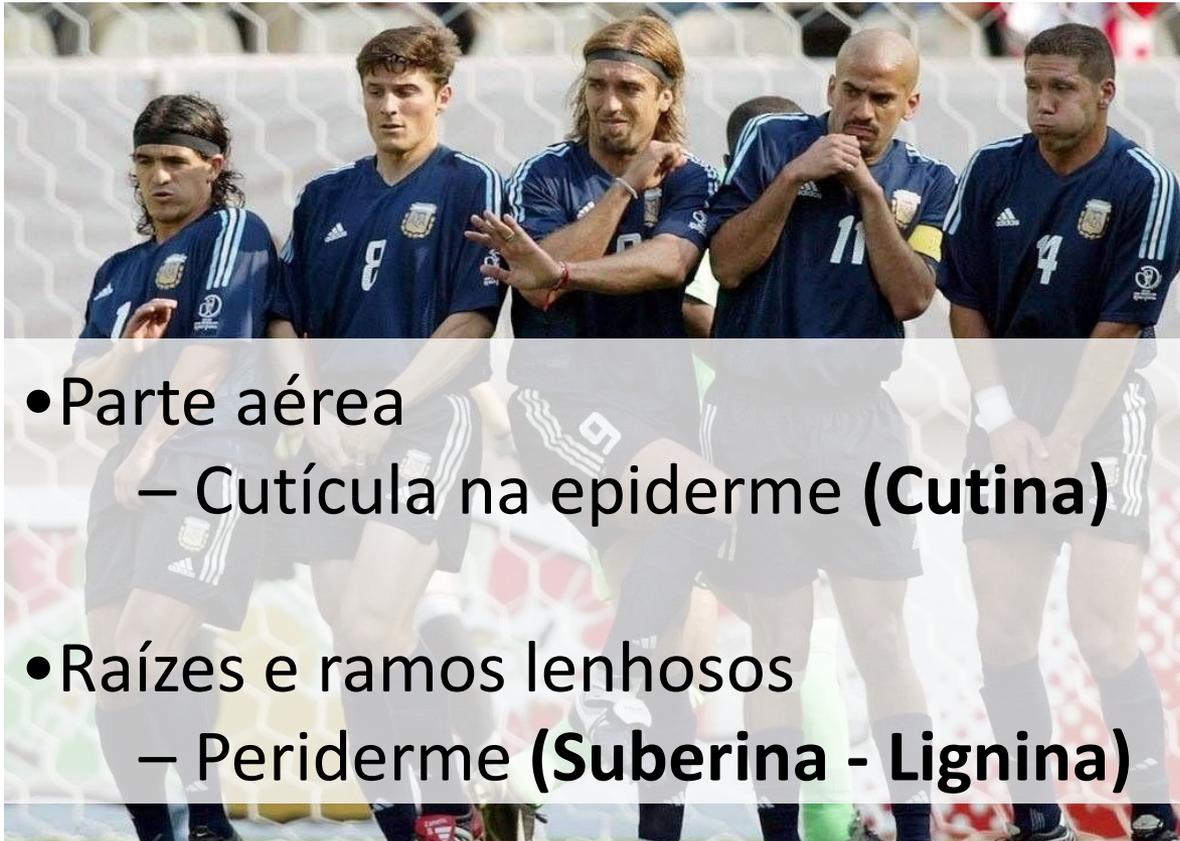


Vias de penetração de Nematóides



• Penetração DIRETA:

- Vencer **barreiras** e neutralizar reações de defesa da planta
- Colonizar e retirar nutrientes



- Parte aérea
 - Cutícula na epiderme (**Cutina**)
- Raízes e ramos lenhosos
 - Periderme (**Suberina - Lignina**)

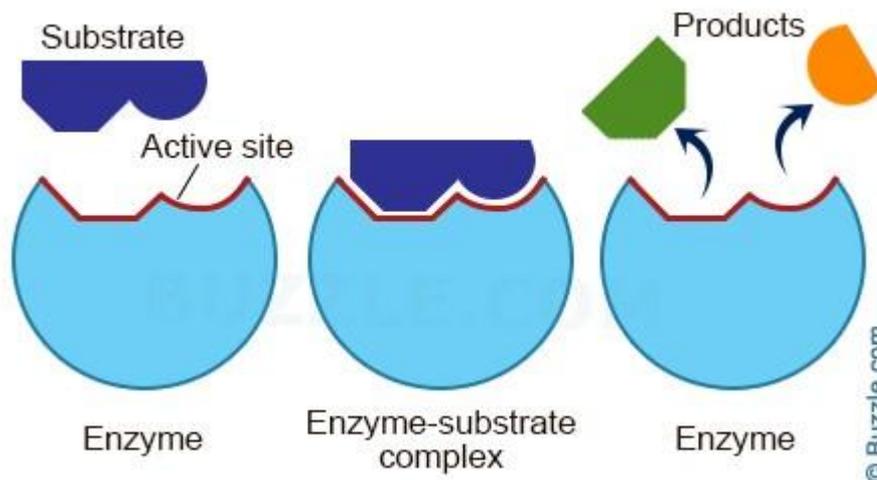


mecanismos de **ATAQUE**

- **Enzimas:** desintegram componentes estruturais das células do hospedeiro
-Exoenzimas (podridão mole).
- **Toxinas:** alteram a permeabilidade das membranas
-*Bipolaris spp.*
- **Hormônios:** alteram a divisão e crescimento celular
-*Agrobacterium tumefaciens* (galhas da coroa).
- **Todos fitopatógenos, exceto vírus.**

● ENZIMAS:

- Responsáveis pelas reações de catabolismo e anabolismo nas células animais e vegetais
- Denominadas em função do seu substrato
- Proteínas de alto peso molecular (longas cadeias Aa)

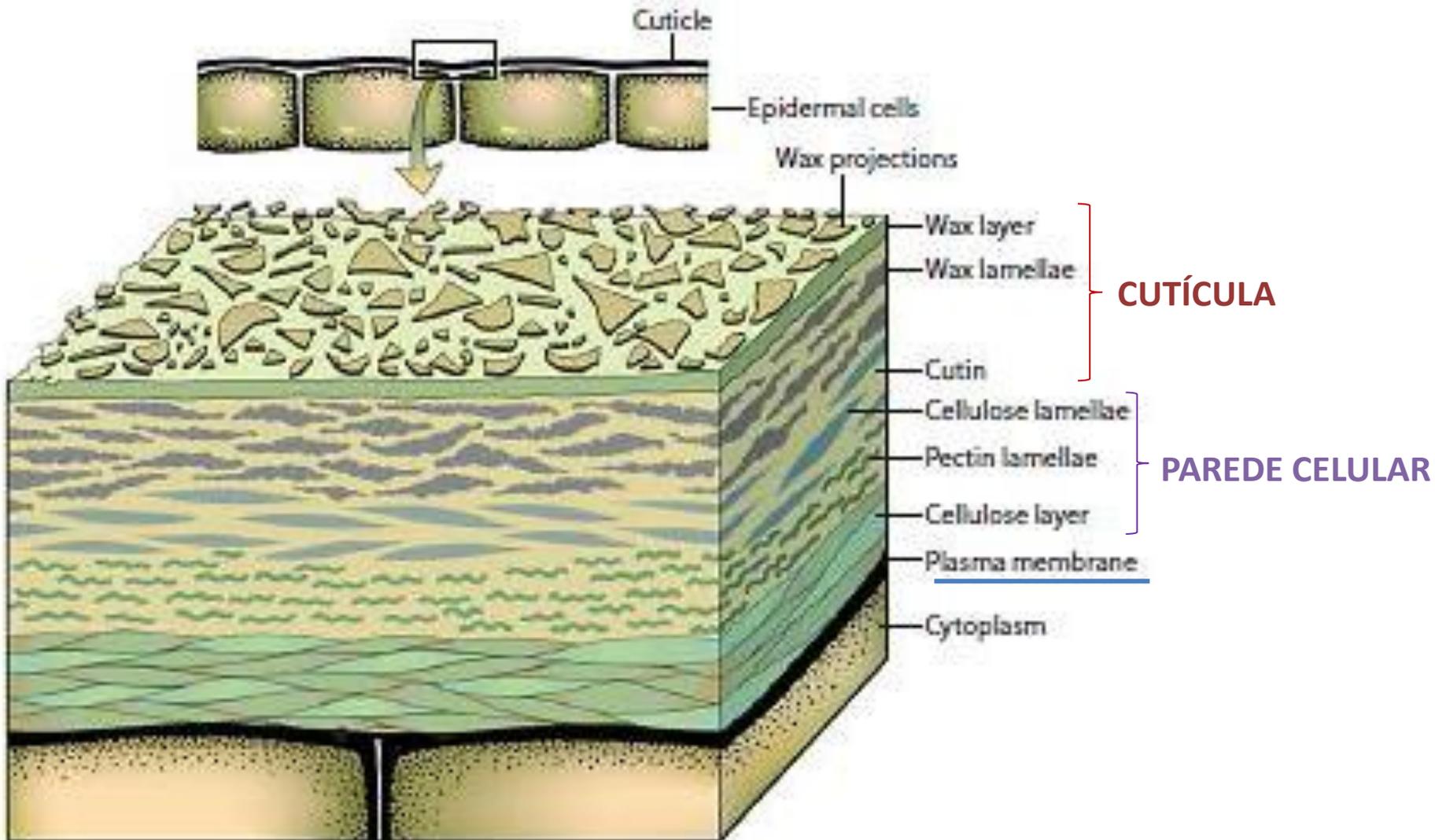


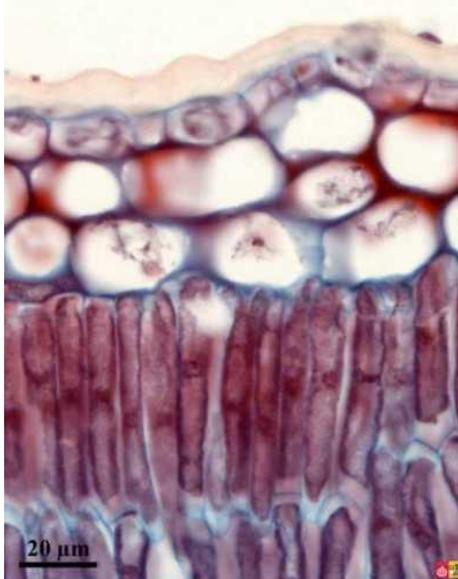
SUFIXO
"ASE"

QUANDO UMA ENZIMA ESTÁ ENVOLVIDA NA PATOGÊNESE?

- Capacidade do patógeno em produzir a enzima *in vitro*
- Detecção em tecido infectado
- Correlação da produção da enzima com patogenicidade
- Alteração nas paredes de tecidos infectados
- Reprodução das alterações na parede ou sintomas com o uso da enzima

Representação esquemática da estrutura e composição da cutícula e da parede celular das células epidérmicas





Wikipedia commons

CUTINASES

- Esterases que **degradam a cutícula**

- **Cutícula:** camada lipídica contínua, que recobre a *epiderme* de folhas, frutos e talos jovens.

Função:

- evita a difusão de água e nutrientes para o ambiente externo
- protege a planta contra efeitos adversos e ataque de fitopatógenos.

Componentes:

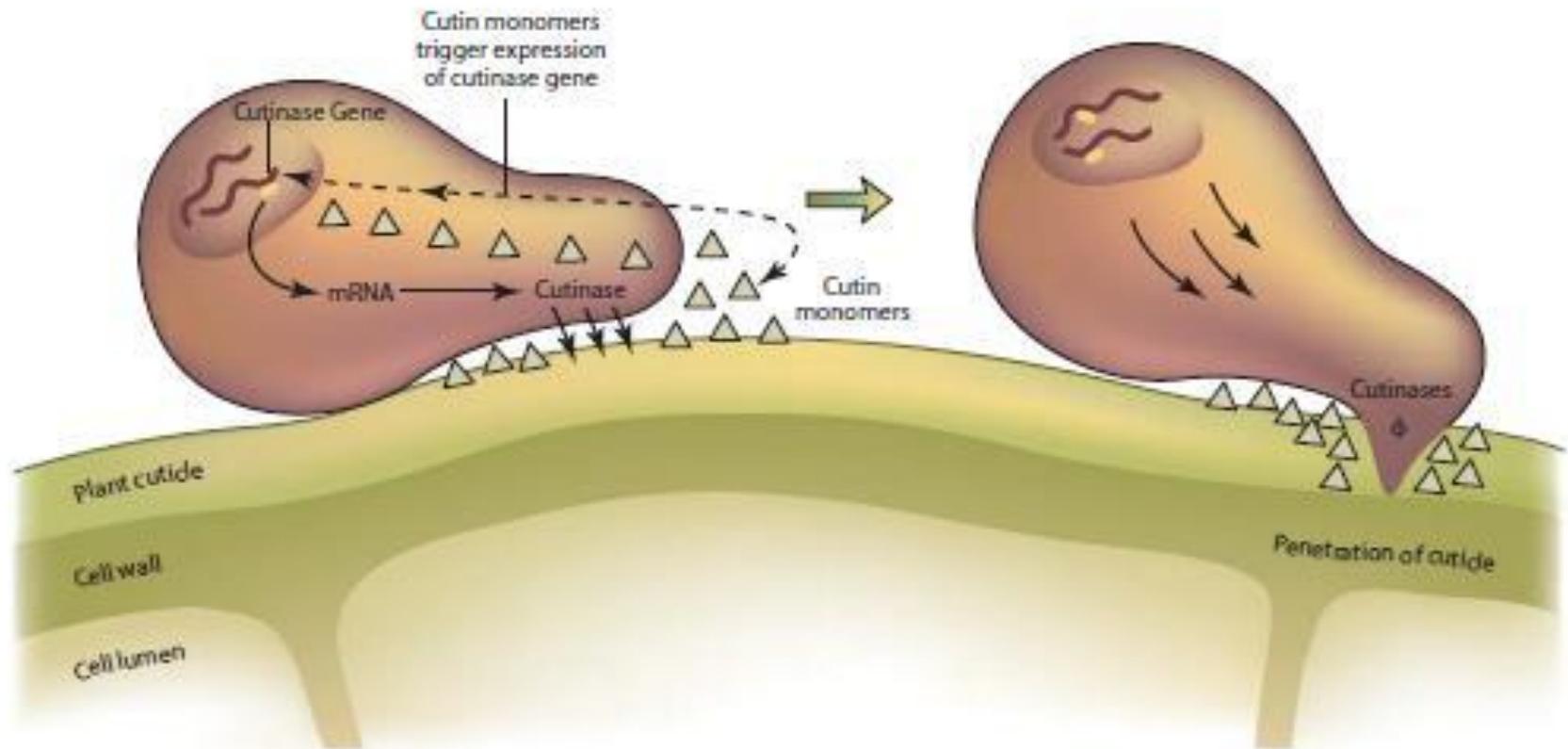
- compostos alifáticos (ceras)
- polímero insolúvel (**cutina**) +

Colletotrichum gloeosporioides - mamão



- **Mutantes deficientes em cutinase** mostraram-se patogênicos **somente** em frutos com ferimentos
- Frutos intactos não manifestaram a doença
- Aplicação exógena de cutinase, restaurou a capacidade patogênica do fungo
- *C.g penetra cutícula de frutos imaturos e pode permanecer latente até após o amadurecimento.*

Representação esquemática da penetração da cutícula por um esporo do fungo durante a germinação.



Cutinase constitutiva (pré formada) libera monômeros de cutina na cutícula vegetal. Estes, desencadeiam a expressão dos genes da **cutinase**, levando à produção de **mais** cutinases, permitindo assim a penetração do fungo.

CUTINASES

- **IMPORTÂNCIA DA DESCOBERTA:**

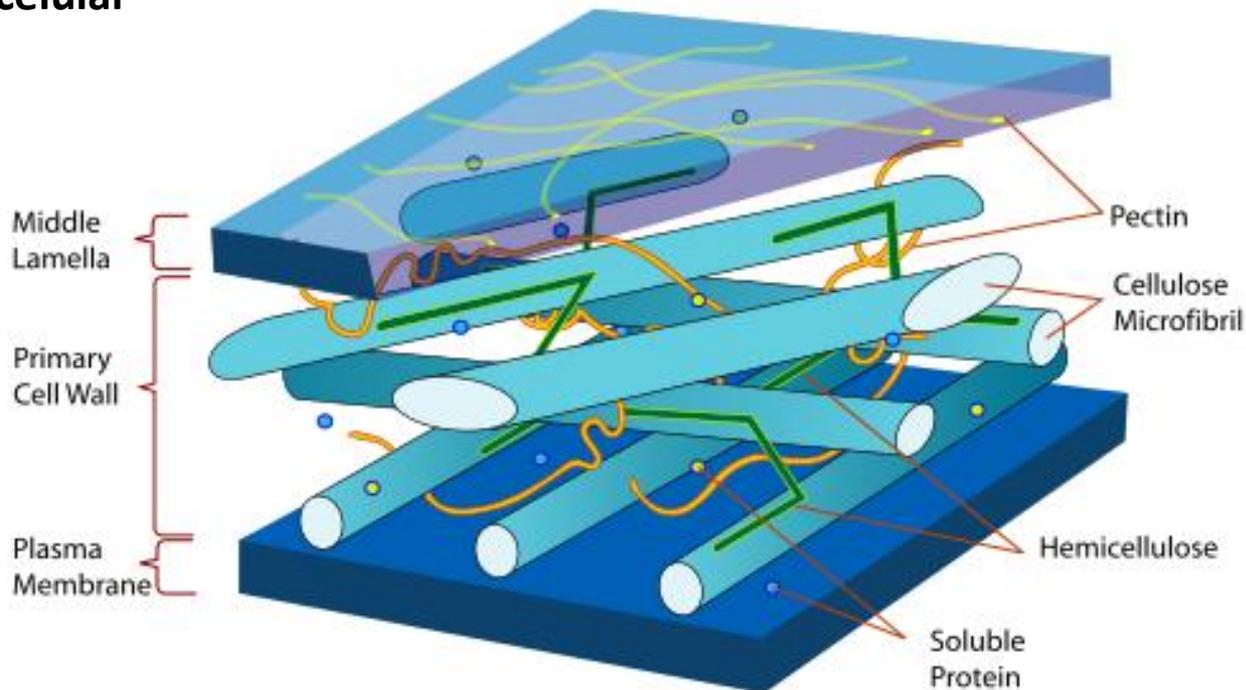
POTENCIAL PARA CONTROLE DE DOENÇAS

**patógenos que produzem mais
cutinases são mais virulentos!**

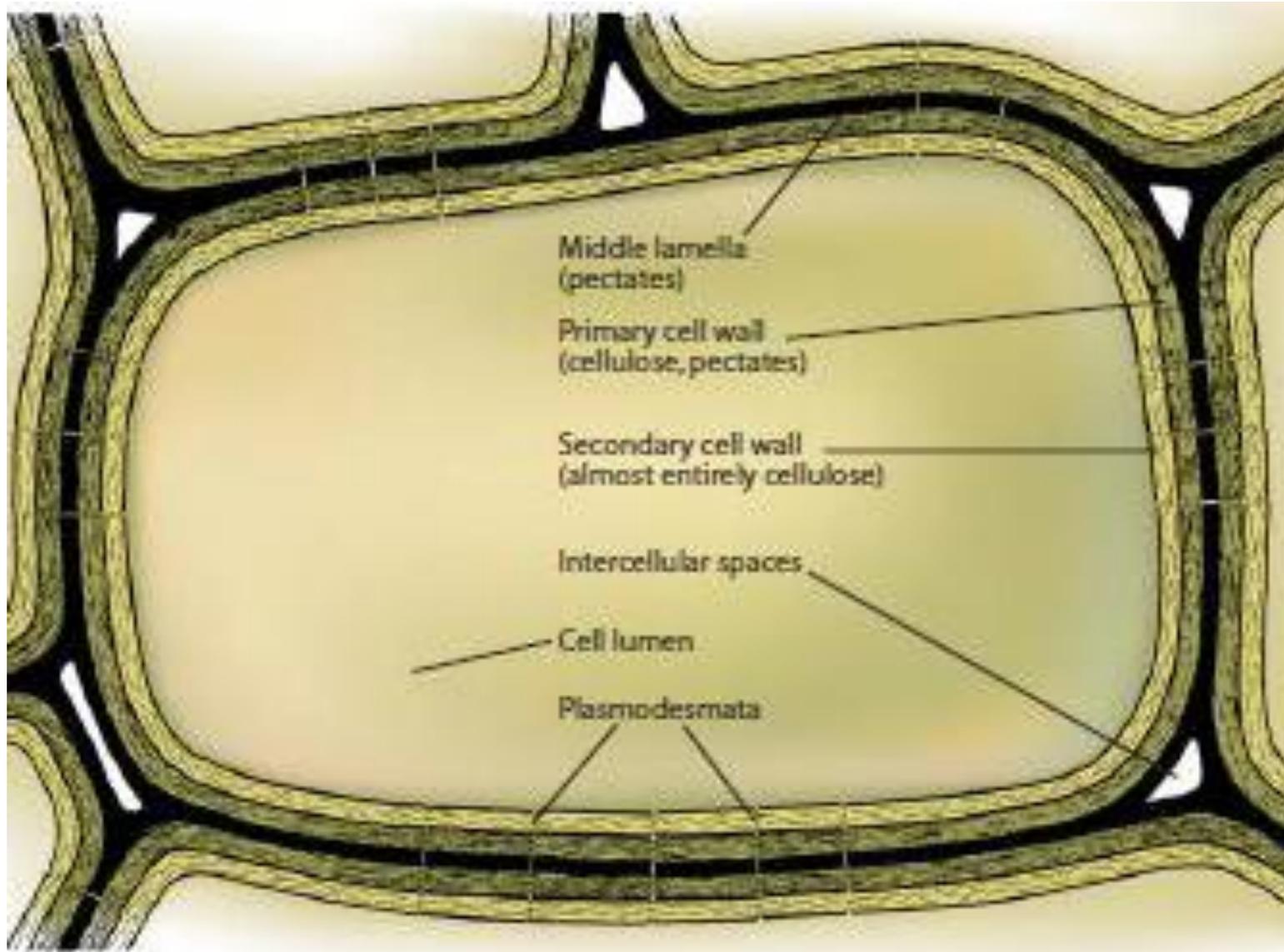
- A desativação da enzima na superfície do hospedeiro evitaria a penetração e conseqüentemente a doença
- Uso de compostos antipenetrantes

vencendo a PAREDE CELULAR

- Regiões e composição da parede celular:
 - **Lamela média:** entre as paredes celulares
 - **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



Representação esquemática da estrutura e composição das paredes das células vegetais



LAMELA MÉDIA → Constituída por substâncias pécticas

- **cimento intercelular**
- gel amorfo composto por polissacarídeos (longas cadeias de ácido D-galacturônico)
- cadeias ligadas por íons de Cálcio
- 35% dicotiledôneas / 9% monocotiledôneas

PAREDE PRIMÁRIA E SECUNDÁRIA → hemicelulose celulose

HEMICELULOSE

- **maior constituinte da parede vegetal primária**
- misturas complexas de polissacarídeos:

Dicotiledôneas:

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

Monocotiledôneas:

- **arabinoxilanas: cadeias laterais de arabinose**
- **β -glucanas: glicose unidos por ligações β -1,3 e β -1,4**

CELULOSE

- Polissacarídeo (**glicose em ligações β -1,4**)
- 20-30% nas paredes primárias
- 40% parede secundária plantas lenhosas

Enzimas – degradação da parede celular

**Lamela média
(substâncias pécticas)**



Enzimas pectinolíticas

Parede primária e secundária

Celulose  **Celulases**

Hemicelulose  **Hemicelulases**

Glicoproteínas  **Proteinases**

Lignina  **Ligninases**

ENZIMAS PECTINOLÍTICAS

- **Hidrolases:**

- MPG - Metilpoligalacturonases: mais específica para ác. pectínico (pectina)
- PG-Poligalacturonases: mais específica para o ác. poligalacturônico
 - *exo (libera monômeros) e endo (libera oligômeros)*

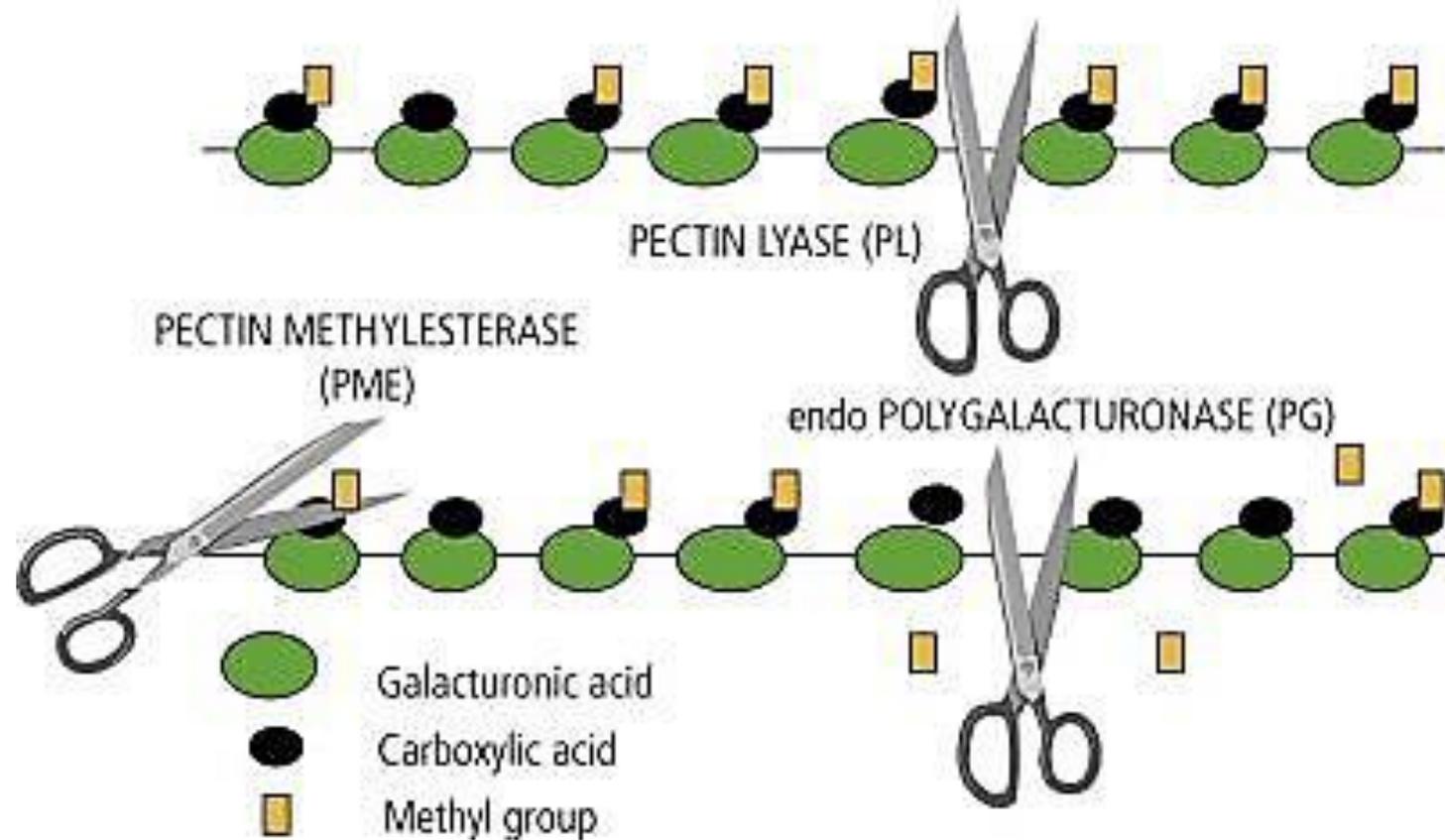
- **Trans-eliminases (β -eliminases):**

- TE - Trans-eliminases do ác. pectínico = Pectina liase
- TEPG - Trans-eliminases do ác. poligalacturônico = Liase do ácido péctico
 - *exo (libera monômeros) e endo (libera oligômeros)*

- **Metilesterases da pectina**

- PE-Pectina esterase: promove demetilação da pectina (hidólise radicais metila)
- Alteram propriedades do polímero (ex: solubilidade)

Mode of action of the main pectolytic enzymes



ENZIMAS PECTINOLÍTICAS



Podridão Mole
Pectobacterium

HEMICELULASES

- A degradação das hemiceluloses requer atividades das **hemicelulases**
 - Endoglucanases = β -1,4 xiloglucana
 - Endoxilanases = β -1,4 xilanas
 - Diversas outras hidrolases
(β -glucosidases, β -galactosidase, etc.)

CELULASES

- Degradação celulose e feita pelas **celulases**
 - β -1,4 D-glucanase
 - β -1,4 D-glucana celobiohidrolase
 - β -glucosidase

CELULASES

Murcha

Fusarium oxysporum



Felipe Quadros

LIGNINASES

- Degradam **lignina**
- Principalmente em plantas lenhosas (LM / PC vasos)

FENILPROPANÓIDES : polímero + resistente à degradação enzimática



Podridão branca causada por fungos saprófitas



Podridão do tronco (Basidiomicetos)

SÚBER

tecido formado por células mortas recobertas por:

SUBERINA

- RECOBRE ÓRGÃOS SUBTERRÂNEOS e CAMADAS PERIDÉRMICAS
- Polímero de natureza lipídica impermeável, associado a ceras solúveis

Componentes:

- matriz fenólica semelhante a lignina, ligada à parede celular.
componentes alifáticos ligados à matriz fenólica
e embebidos numa camada de cera
- Alguns patógenos podem penetrar as paredes suberizadas, porém muito lentamente.

Ex.: *Ralstonia solanacearum* / *Streptomyces scabiens*





vencendo a

MEMBRANA CELULAR

DEGRADAÇÃO ENZIMÁTICA DE SUBSTÂNCIAS CONTIDAS NAS CÉLULAS VEGETAIS

Açúcar e aminoácidos são facilmente absorvidos pelos patógenos.

Porém, AMIDO - PROTEÍNAS - LIPÍDIOS só podem ser absorvidos depois de ser degradados



40-50%
PRT

PROTEASES

- Degradam diversas proteínas (maioria **glicoproteínas**)
Degradação de PRT afeta profundamente a organização e funcionamento da célula

0-10%
CARB

AMILASES

- Degradam amido ou outros polissacarídeos de reserva
- Produto final: GLICOSE
(utilizado diretamente pelos patógenos)

40%
LIP

LIPASES E FOSFOLIPASES

- Produto final = ácidos graxos** (degradação dos fosfolipídios)
(utilizado diretamente pelos patógenos)

● TOXINAS:

- São produtos de patógenos microbianos, que causam danos aos tecidos vegetais e que estão reconhecidamente envolvidos no desenvolvimento da doença (Scheffer, 1983)

- Afetam diretamente o protoplasma
- Afetam as funções celulares
- Alteram a permeabilidade das membranas
- AÇÃO NÃO ENZIMÁTICA

NÃO SELETIVAS

- Tóxicas a várias espécies de plantas
Hospedeiro e não-hospedeiro
- ↑ severidade mas **não essencial** para doença

MAIORIA DAS TOXINAS

ESPECÍFICAS

- Tóxicas SOMENTE hospedeiro
- **essencial** para estabelecimento patógeno e manifestação da doença

PRODUZ SINTOMA CARACTERÍSTICO

AMPLO ESPECTRO

- Exemplos:

Tabtoxina: *Pseudomonas syringae* pv. *tabaci* – fumo

Siringotoxina: *P. syringae* pv. *syringae* – citros

Tentoxina: *Alternaria tenuis* – algodoeiro

Cercosporina: *Cercospora beticola* – beterraba

Ácido fusárico: *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* – banana

AMPLO ESPECTRO

↑ severidade mas **não essencial** para doença

Faseolotoxina: *P. syringae* pv. *Phaseolicola*



- Doença: Crestamento de halo em feijoeiro
- **Sintoma primário: mancha de óleo**
- **Sintoma secundário:** halos cloróticos, clorose sistêmica, nanismo.
- Baixas temperaturas favorecem a produção da toxina
- **EFEITO:** redução na atividade ribossomal, interferência na atividade lipídica, mudança na permeabilidade das membranas

TOXINAS ESPECÍFICAS

Exemplos de fitotoxinas SELETIVAS (Pascholati, 2011)

Mais potente e seletiva

Toxina	Fungo produtor	Hospedeiro
HV (victorina)	<i>Cochliobolus (Helminthosporium) victorinae</i>	Aveia (<i>Avena stiva</i>)
HC	<i>C. (Helminthosporium) carbonum</i> raça I	Milho (<i>Zea mays</i>)
HmT (toxina T)	<i>C. heterostrophus (Bipolaris maydis)</i> raça T	Milho (<i>Z. mays</i>)
HS (helminthosporoside) PC	<i>C. (Helminthosporium) sacchari</i> <i>Periconia circinata</i>	Cana-de-açúcar (<i>Saccharum</i> spp.) Sorgo (<i>Sorghum vulgare</i>)
AK	<i>Alternaria alternata</i> patótipo pêra japonesa (<i>A. kikuchiana</i>)	Pêra japonesa (<i>Pyrus serotina</i>)
AM	<i>A. alternata</i> patótipo macieira (<i>A. mali</i>)	Maçã (<i>Malus sylvestris</i>)
ACRL ACTG	<i>Alternaria citri</i> patótipo limão <i>A. citri</i> patótipo tangerina	Limão rugoso (<i>Citrus jambhiri</i>) Tangerina Dancy e mandarinas (<i>C. reticulata</i>)
AL	<i>A. alternata</i> f.sp. <i>lycopersici</i>	Tomate (<i>Solanum lycopersicum</i>)
CC	<i>Corynespora cassicola</i>	Tomate (<i>S. lycopersicum</i>)
PM	<i>Mycosphaerella zae-maydis</i> (<i>Phyllosticta maydis</i>)	Milho (<i>Z. mays</i>)



Mancha foliar de milho causada por *Cochliobolus heterostrophus* (T-toxina).



Mancha foliar do milho causada por *Cochliobolus carbonum* (HC-toxina)



Manchas em pêra japonesa causadas por *Alternaria alternata* (AK-toxina).



Mancha foliar em macieira causada por outro isolado de *Alternaria alternata* (AM-toxina).

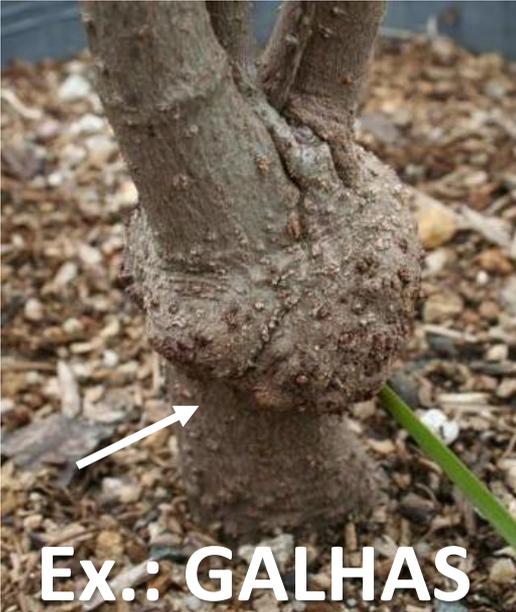
● REGULADORES DE CRESCIMENTO:

- Atuam em **pequenas concentrações**
 - geralmente promovendo síntese de **RNAm** codificantes de enzimas específicas
- Os patógenos podem produzir:
 - os mesmos reguladores vegetais
 - inibidores dos reguladores
 - reguladores/inibidores \neq dos do hospedeiro
 - subst. que estimulam ou retardam crescimento

AUXINA

Vegetal = AIA

Elongação e diferenciação



CITOCININA

Vegetal = Zeatina, cinetina

**Indução divisão celular,
inibe senescência,
germinação de sementes
dormentes**

Nectria galligena



GIBERELINA

Vegetal = Ácido Giberélico

**Velocidade de alongação,
floração, alongação caule/raiz,
crescimento do fruto**

Sinérgico ao IAA

Gibberella fujikuroi

Superalongamento arroz



ETILENO

**Amadurecimento frutos,
EPINASTIA,
abscisão foliar, estímulo
raízes adventícias**

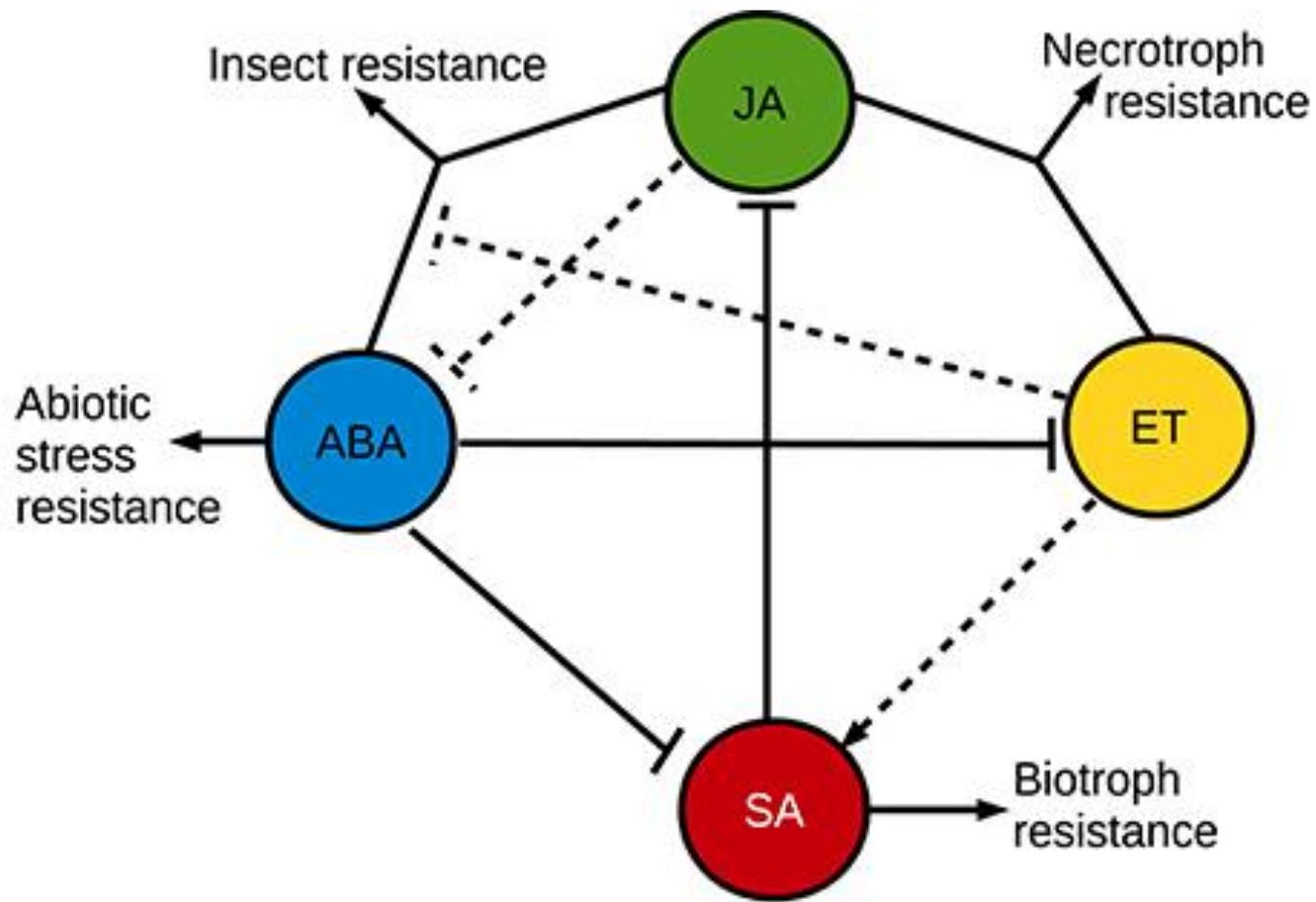


Epinastia

**Epinastia da mostarda
(*Beet curly top virus*)**

ÁCIDO ABSCÍSIKO

**Inibição crescimento,
abscisão de folhas e frutos**



PATÓGENO X PLANTA	
1	0
00	45 : 00

mecanismos de DEFESA



O QUE É RESISTÊNCIA?

“Resistência é a capacidade da planta em atrasar ou evitar a entrada e/ou subsequente atividade de um patógeno em seus tecidos”

→ NA NATUREZA ,

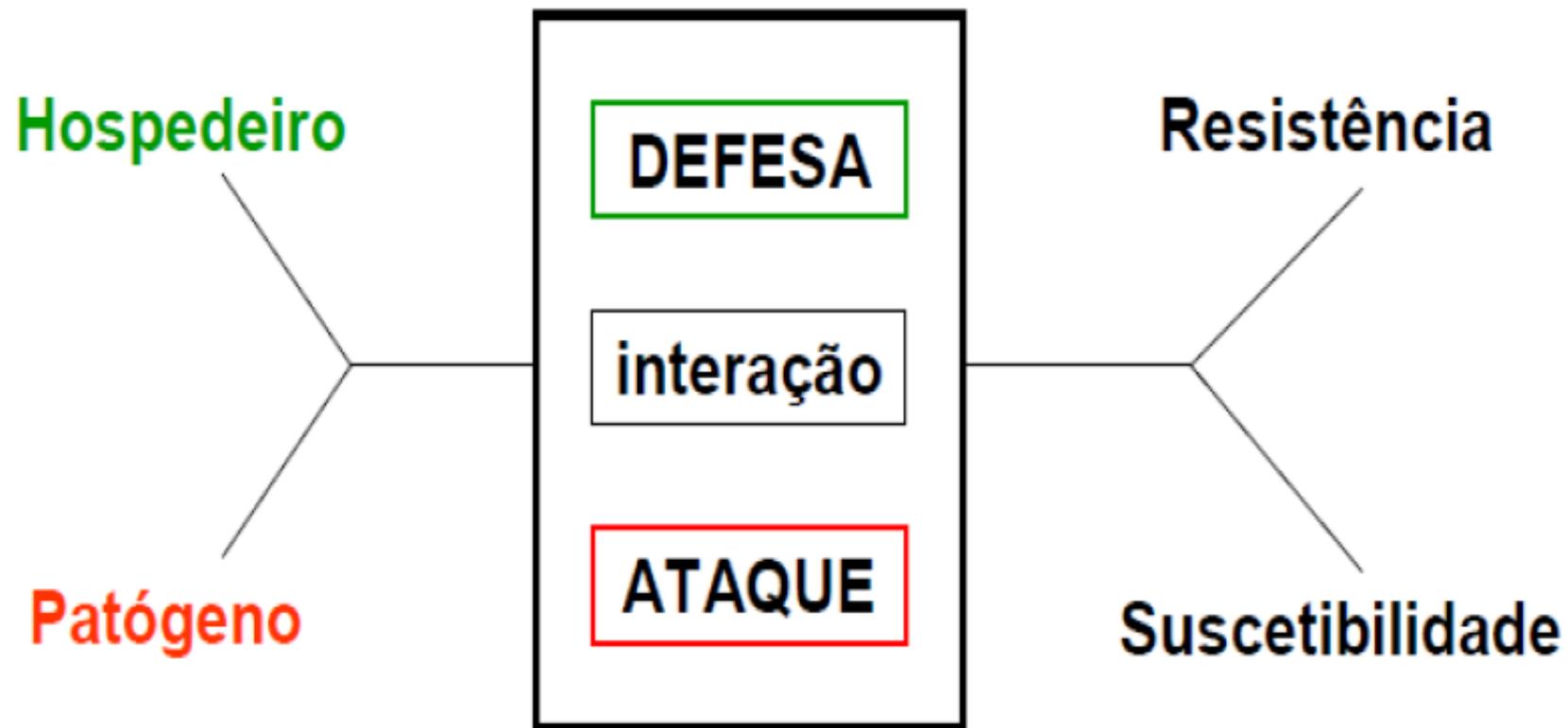
A RESISTÊNCIA É A **REGRA**,

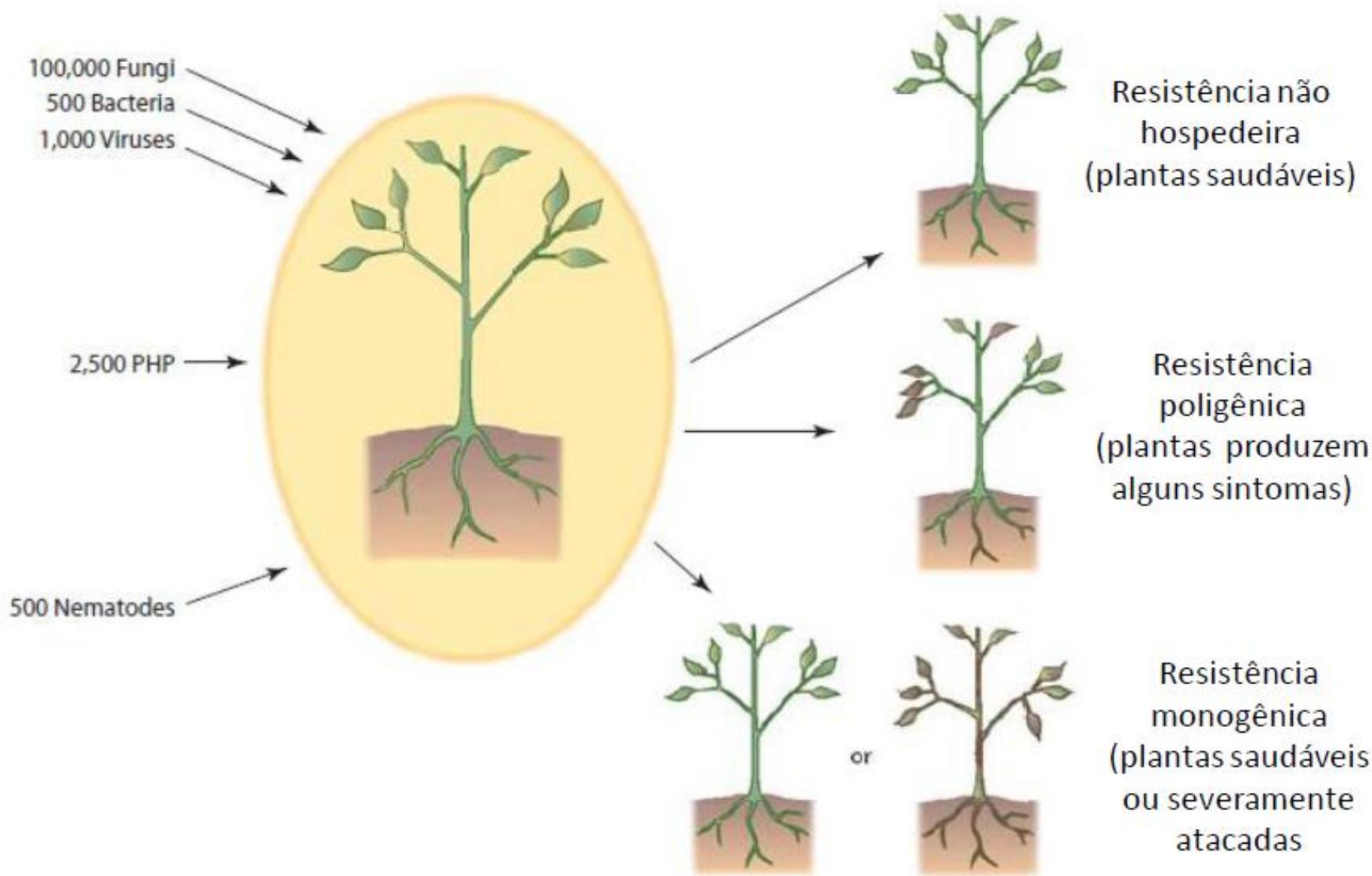


X



A SUSCETIBILIDADE É EXCEÇÃO!





Tipos de reações de plantas em respostas ao ataque de patógenos

Como as plantas se defendem do ataque do patógeno?



DEFESA PASSIVA

PRÉ-FORMADOS
constitutivos



DEFESA ATIVA

PÓS-FORMADOS
ativos, induzíveis

DEFESA PASSIVA

FATORES DE RESISTÊNCIA

- **PRÉ-FORMADOS**

- Estruturais

1. Cutícula
2. Estômatos
3. Pilosidade/tricomas
4. Paredes celulares espessas

- **PRÉ-FORMADOS**

- Bioquímicos

1. Compostos Fenólicos
2. Alcalóides/Saponinas
3. Lactonas insaturadas
4. Glicosídeos
5. Fototoxinas
6. Proteínas/Peptídeos

DEFESA ATIVA

FATORES DE RESISTÊNCIA

- **PÓS-FORMADOS**

- Estruturais

1. Halos
2. Papilas
3. Lignificação
4. Camadas de cortiça
5. Camadas de abscisão
6. Tiloses
7. Glicoprotéínas ricas em hidroxiprolina

- **PÓS-FORMADOS**

- Bioquímicos

1. Espécies ativas de oxigênio
2. Fitoalexinas
3. Proteínas relacionadas à patogênese

FATORES DE RESISTÊNCIA DE PLANTAS



CUTÍCULA

- Barreira tóxica:

Substâncias antifúngicas:

- **Duvatrienodiol**

- Extraído da cutícula de folhas de fumo (*Nicotiana tabacum L.*).

- Inibidor de germinação de *Peronospora sp.*

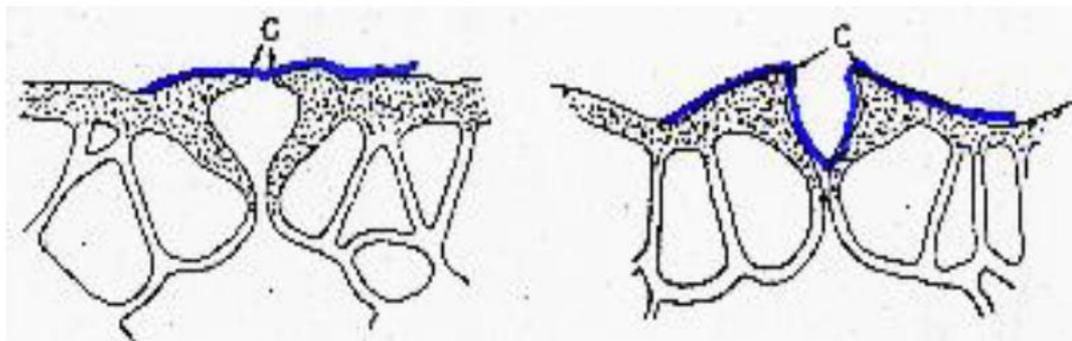
ESTÔMATOS

- Período de abertura, número, localização e forma

– *Puccinia graminis* f. sp. *tritici* (ferrugem do colmo)
é sensível a CO₂ e penetra somente sob luz.

» **Abertura tardia de estômatos > maior resistência a *Puccinia graminis*.**

- » • Estômatos de espécies de Citrus resistente e suscetível a *Xanthomonas axonopodis* pv. *citri*.

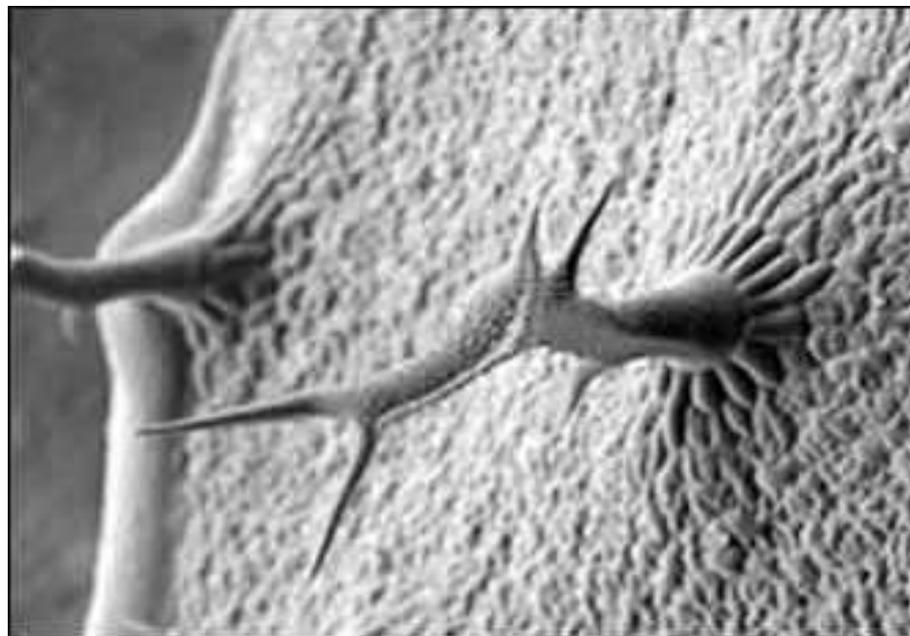
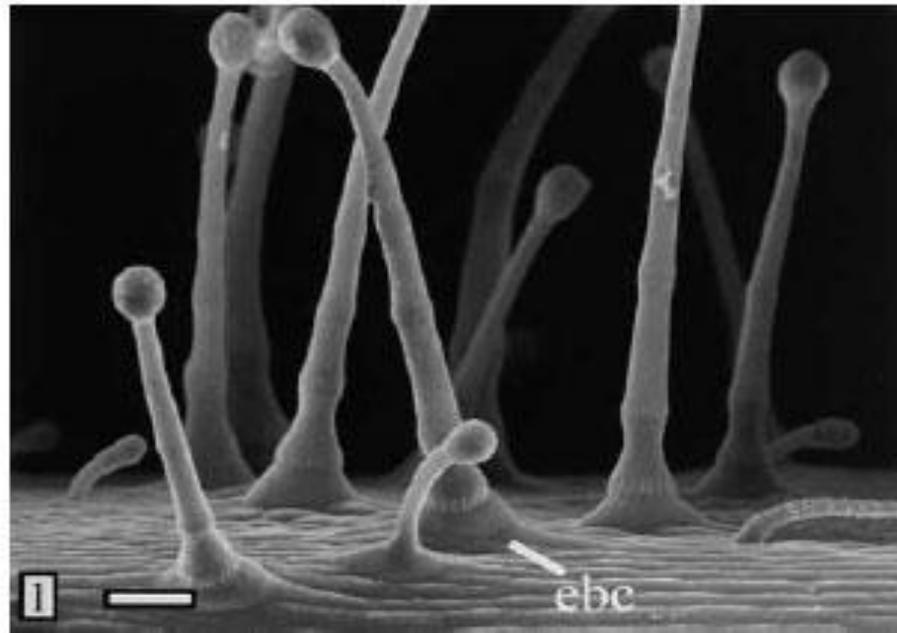


- Dependendo do tipo de fenda estomática, a penetração das células bacterianas é impedida ou dificultada

PILOSIDADE / TRICOMAS

- Intervenção na continuidade do filme de água
- Repelir insetos
- Produção de substâncias tóxicas (ligados a glândulas)





COMPOSTOS FENÓLICOS

- Ácido protocatecólico e Catecol
- Exibem atividade antimicrobiana
- Cebola - *Colletotrichum circinans*



↔ Suscetíveis



↔ Resistentes

ALCALÓIDES

- Compostos antifúngicos
- Lise de células que contenham esteróis na membrana

Ex.: **α TOMATINA**

Tomate :

Eficiente contra : *Sclerotinia rolfsii*

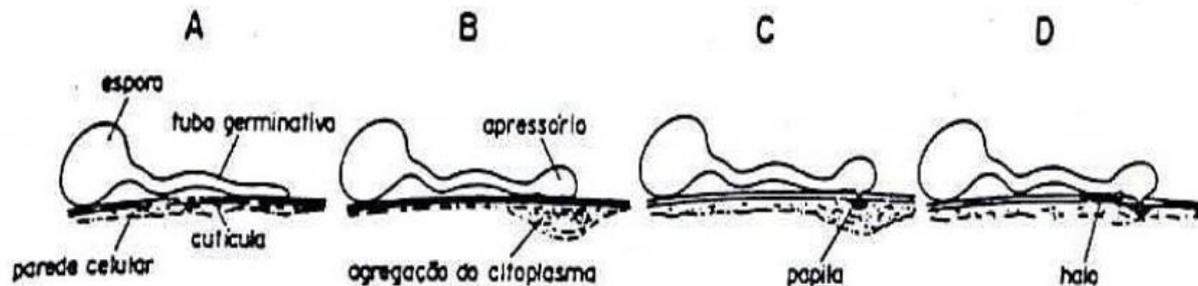
não possui efeito contra: *Septoria lycopersici*

FATORES DE RESISTÊNCIA DE PLANTAS



HALOS

- Ocorrem em torno dos sítios de penetração como resultado de alterações da parede das células epidérmicas
- deposição de calose, lignina, lipídios e silício
- Redução da perda de água nos sítios de penetração
- Comum em folhas de gramíneas

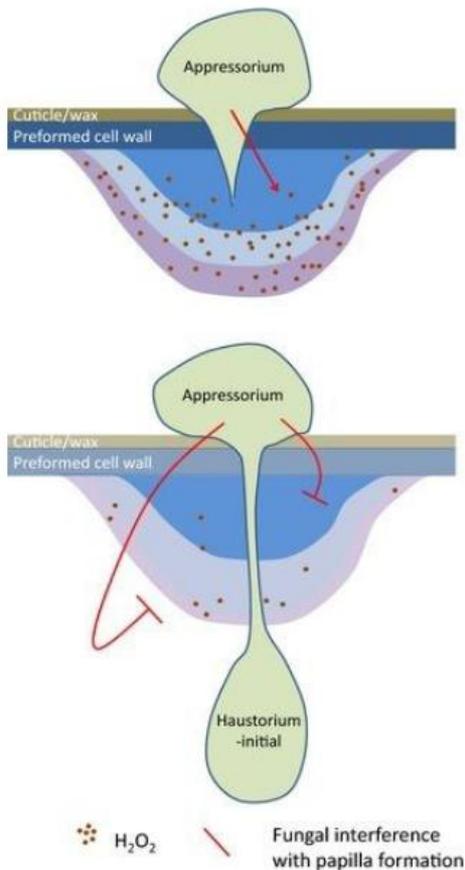


Possíveis alterações estruturais em células epidérmicas de plantas em resposta a tentativa de penetração por fungo

PAPILAS

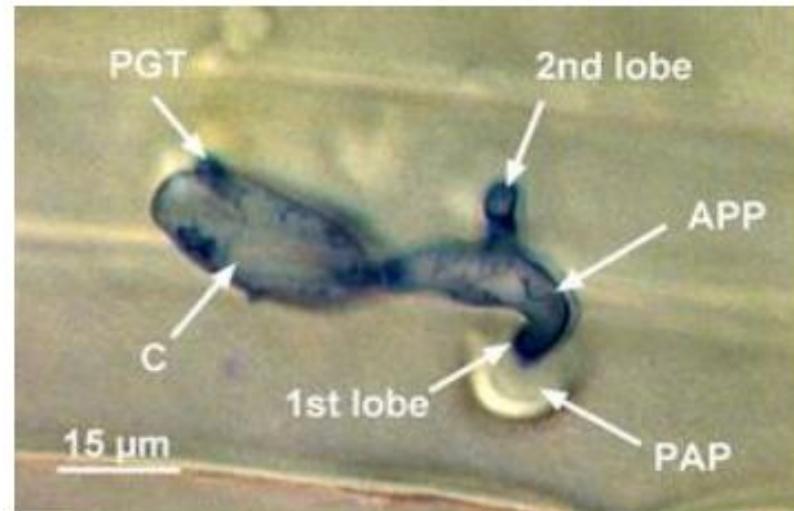
-Deposição de material heterogêneo entre a membrana plasmática e a parede celular no sítio de infecção, sob a hifa de penetração

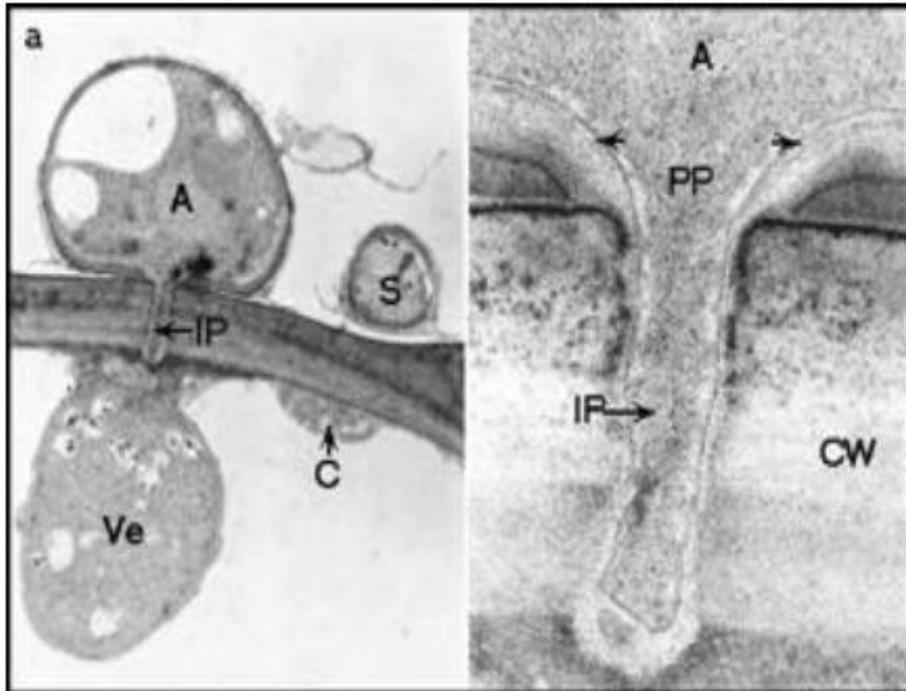
Constituição: calose (β -1,3-glucana), lignina, compostos fenólicos, celulose, silício e suberina



Função:

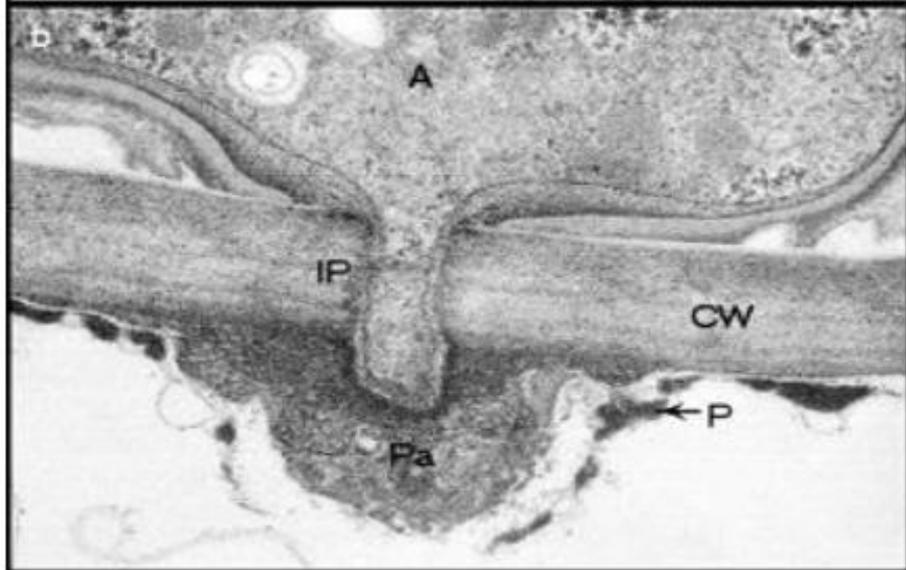
- Barreira contra penetração e troca de metabólitos entre o hospedeiro e patógeno
- Reparo da parede celular após a invasão





Colletotrichum
X
Sorghum bicolor

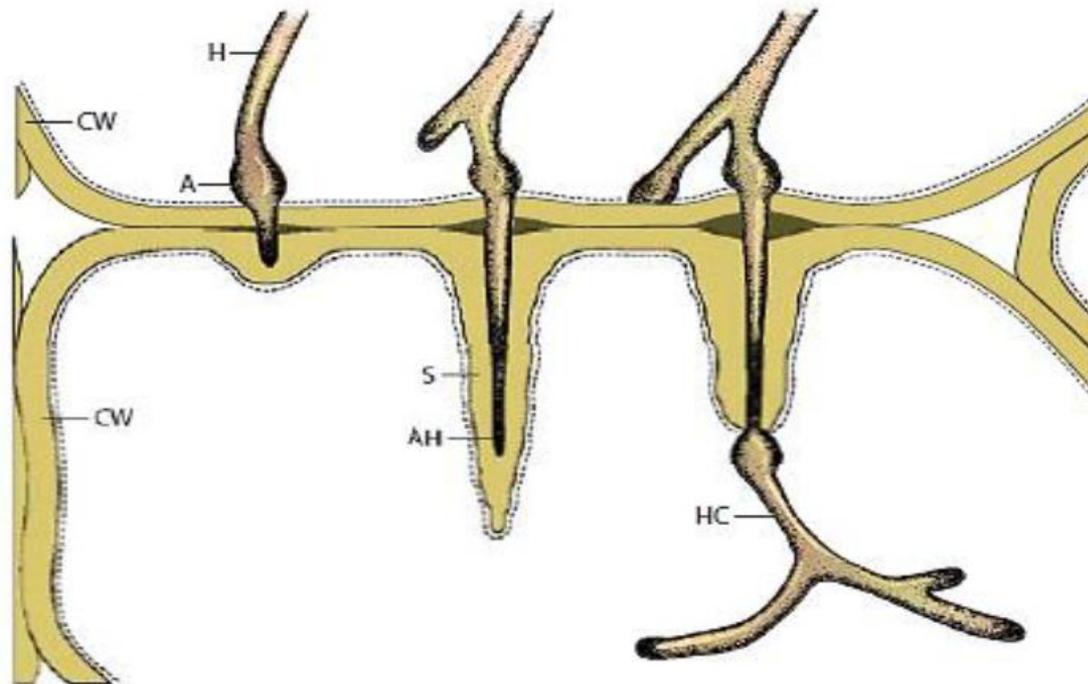
↔ **Suscetível**



↔ **Resistente**

LIGNIFICAÇÃO

- Modificação química das paredes celulares com acúmulo de LIGNINA
- Aumento na resistência das paredes à ação das enzimas do patógeno
- Impede difusão das toxinas do patógeno para planta
- Dificulta migração de nutrientes da planta para o patógeno

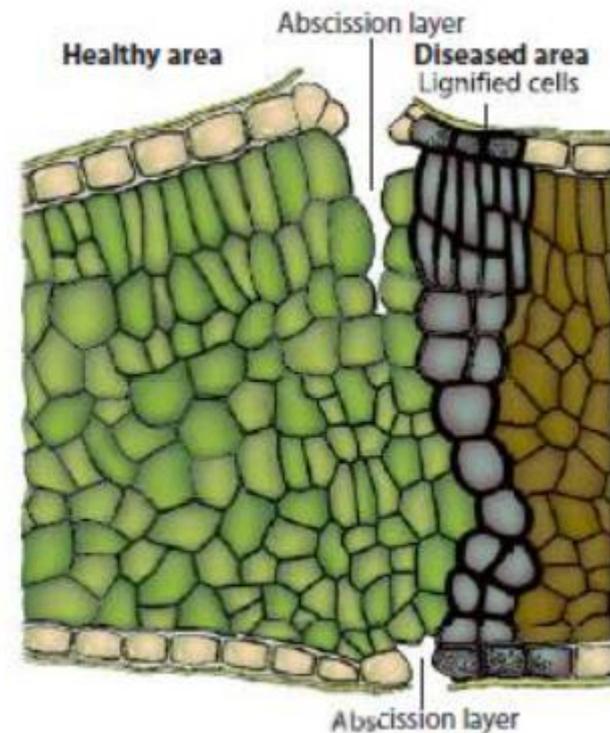
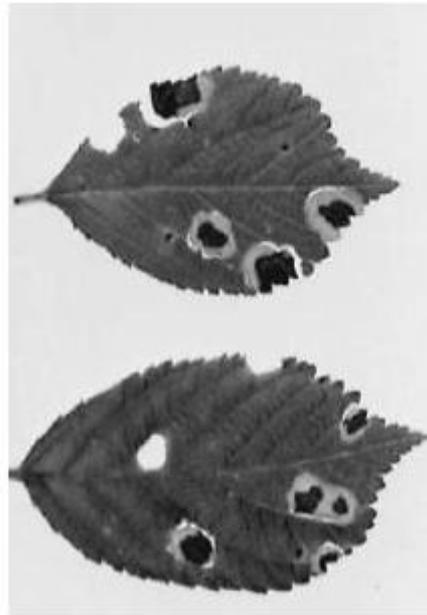


Formação de uma bainha (tubo lignífero) ao redor de uma hifa (H) penetrando a parede de uma célula (CW).

A = apressório; AH = hifa avançada encapsulada pela bainha; HC = hifa no citoplasma; S = bainha. (AGRIOS, 2005)

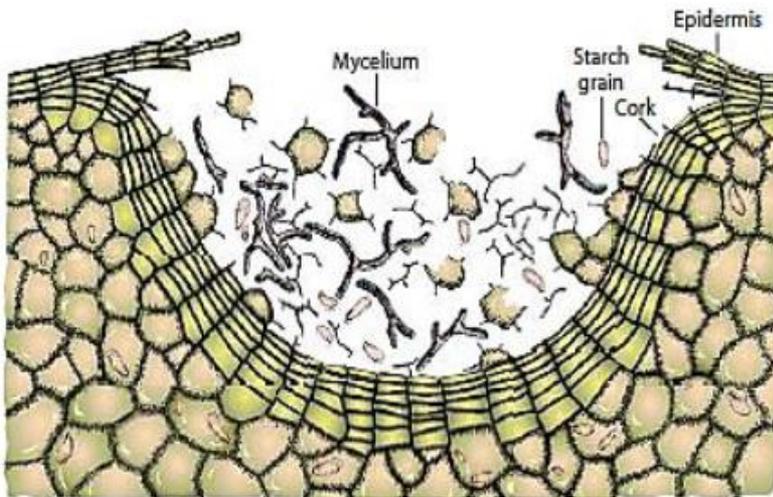
CAMADAS DE ABSCISÃO

- Formadas em torno dos sítios de infecção
- Ação de enzimas **celulolíticas** e **pectinolíticas**
- **Dissolução da lamela média** entre duas camadas de células adjacentes
- Separa o tecido doente do tecido sadio
- Podem preceder as zonas de lignificação

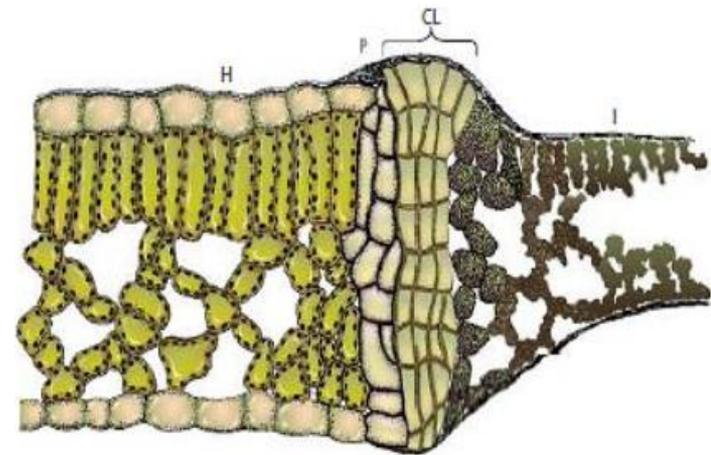


CAMADAS DE CORTIÇA

- Podem ser formadas em resposta à injúria mecânica e à presença de fitopatógenos
- Originam-se a partir de células do felogênio
- Caracterizam-se pela presença de **suberina** e protoplasma morto



Formação de uma camada de cortiça em um tubérculo de batata após infecção com *Rhizoctonia*

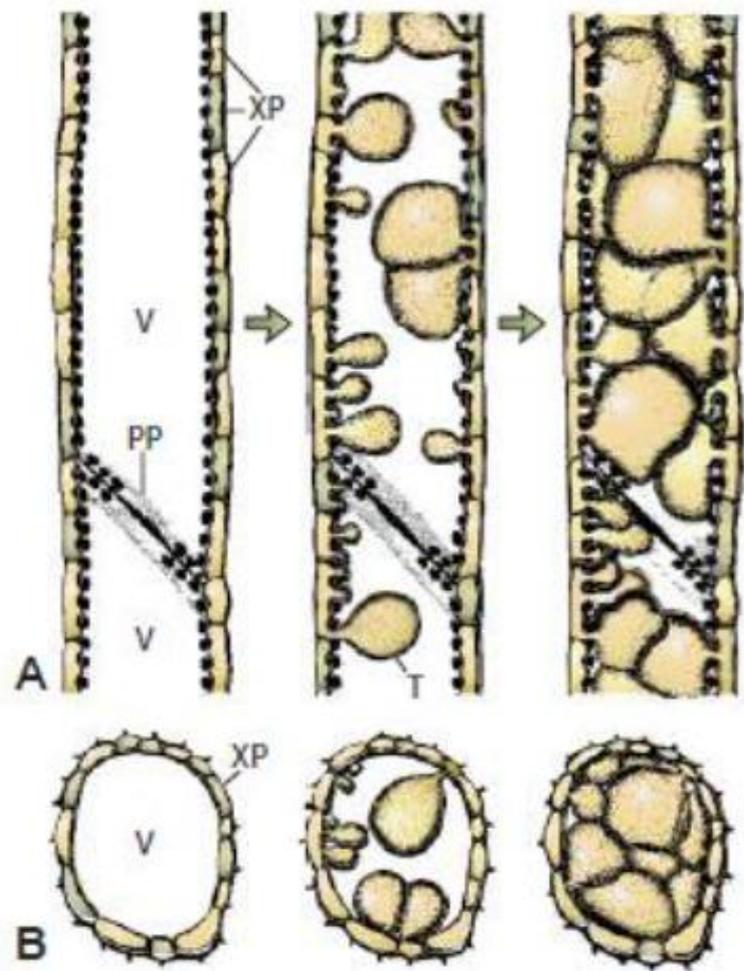
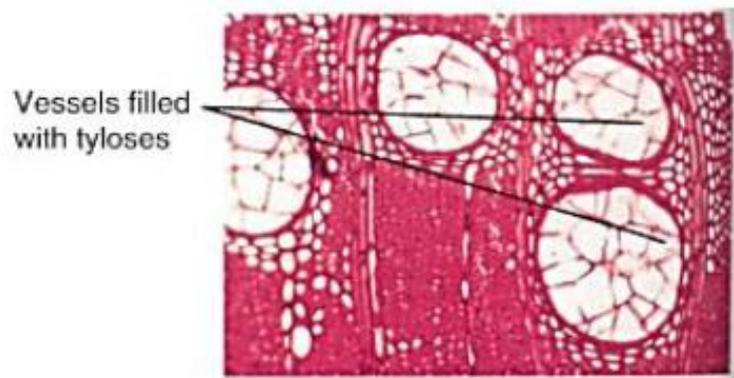
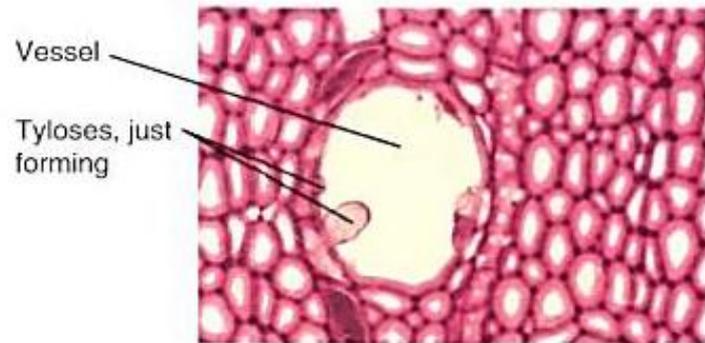


Formação de uma camada de cortiça (CL) entre áreas infectadas (I) e sadias (H) da folha. P=Felogênio

TILOSES

- São formados nos vasos do xilema
- Células parenquimáticas adjacentes ao xilema sofrem hipertrofia
- Causa obstrução do xilema
- Restringe o transporte de água e o avanço do patógeno para outros locais do hospedeiro

Em geral, plantas RESISTENTES à murchas vasculares produzem maiores quantidades de tiloses do que plantas suscetíveis

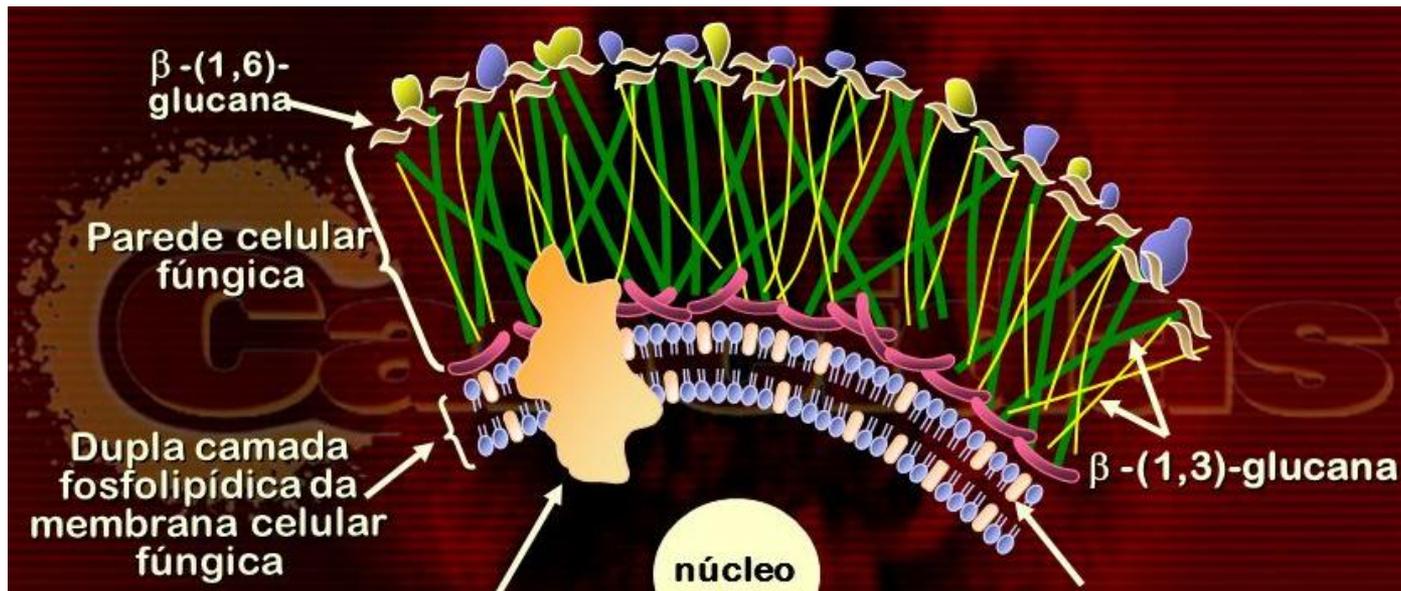


Vaso do xilema sadio (esquerda)
 Vasos com tiloses (centro e direita)
 V: vaso do xilema; XP: células parenquimáticas;
 PP: placas perfuração; T: tiloses

Quitinases e β 1,3 Glucanases

- Hidrolizam quitina e β 1,3 glucanas,
principais componentes da parede celular dos fungos

O aumento da expressão dessas enzimas em plantas
indica um aumento na resistência contra patógenos



ESPÉCIES REATIVAS DE OXIGÊNIO



-São moléculas altamente reativas que se acumulam rapidamente no início do processo infeccioso:

EXPLOSÃO OXIDATIVA

- Interações compatíveis e incompatíveis
- Podem inibir o desenvolvimento do patógeno (efeito antimicrobiano direto)
- Expressão de genes de defesa

→ Reforço da parede celular (ligações com proteínas estruturais)

→ Fortalece a integridade da membrana plasmática

→ **Reação de hipersensibilidade (RH)**

REAÇÃO DE HIPERSENSIBILIDADE

- Resposta **rápida** e **localizada**, ou seja, que ocorre no sítio de infecção do patógeno

Morte de um número limitado de células da planta ao redor do sítio de infecção
“Suicídio celular”



- Parada do desenvolvimento do patógeno
- Reações **incompatíveis**



QUAL É RESISTENTE???



Tobacco mosaic virus (TMV)

FITOALEXINAS

-Compostos antimicrobianos de baixo peso molecular, sintetizados pelas plantas e acumulados nas células vegetais em respostas à infecção

Produção de Fitoalexinas x resistência de plantas

- Plantas resistentes invariavelmente produzem altos níveis de fitoalexinas comparadas às suscetíveis;
- A remoção de fitoalexinas no sítio de infecção diminui a resistência da planta
- Moléculas supressoras de fitoalexinas produzidas por patógenos diminuem a resistência das plantas;
- As fitoalexinas acumulam-se no local apropriado (tecidos do hospedeiro) para causar inibição do patógeno.

- Produzidas em função de estímulos resultantes de ELICITORES

INDUÇÃO DE FITOALEXINAS

Por:

ELICITORES BIÓTICOS

-**Origem microbiana** (exógeno)
resultantes de estruturas fúngicas, células bacterianas ou partículas virais

-**Origem da própria planta** (endógeno)
na forma de carboidratos, lipoproteínas, polipetídeos, enzimas ou lipídios

ELICITORES ABIÓTICOS

- luz ultravioleta; metal pesado
(HgCl_2 - cloreto de mercúrio)

PROTEÍNAS RELACIONADAS À PATOGÊNESE

- São induzidas no hospedeiro em resposta à infecção por um patógeno ou por estímulos abióticos
- Podem estar correlacionadas com a resistência não específica do hospedeiro ao Patógeno
- Mostram-se resistentes à ação de enzimas proteolíticas
- Podem estar localizadas no vacúolo, parede celular e/ou apoplasto
 - São estáveis sob altas temperaturas (em torno de 60-70°C)

- Ação direta**

- Inibição do crescimento do patógeno ou da germinação de esporos

- Ação indireta**

- Indução de resistência

Tabela 1. Famílias de proteínas relacionadas à patogênese.

Família	Propriedades
PR-1	Antifúngica
PR-2	β -1,3-glucanase
PR-3	Quitinase I-II, IV-VII
PR-4	Quitinase I-II
PR-5	Osmotina
PR-6	Inibidores de protease
PR-7	Endoproteinases
PR-8	Quitinase III
PR-9	Peroxidases
PR-10	<i>Proteínas semelhantes a ribonuclease</i>
PR-11	Quitinase V
PR-12	Defensinas
PR-13	Tioninas
PR-14	Proteínas relacionadas com o transporte de lipídios
PR-15	Oxalato oxidases
PR-16	<i>Proteínas semelhantes a oxalato oxidase</i>
PR-17	Desconhecida



**VARIEDADES
SUSCETÍVEIS**

INDUÇÃO DE RESISTÊNCIA

Expressão dos **genes de resistência**
depende de **fatores externos**

Indutores reconhecidos pelas plantas
por rotas de sinalização

Genes de resistência são ativados e
expressos eficientemente

“A indução de resistência envolve a ativação de mecanismos de defesa existentes nas plantas em resposta ao contato com agentes bióticos ou abióticos.”



Obrigada pela Atenção!

NA NATUREZA , A RESISTÊNCIA É A REGRA!
ESTUDEM BASTANTE e BOA PROVA!!!