



Mecanismos bioquímicos na resistência de plantas às doenças

Prof. Sérgio F. Pascholati, Ph.D.

Setor de Fitopatologia - USP/Esalq - Piracicaba, SP

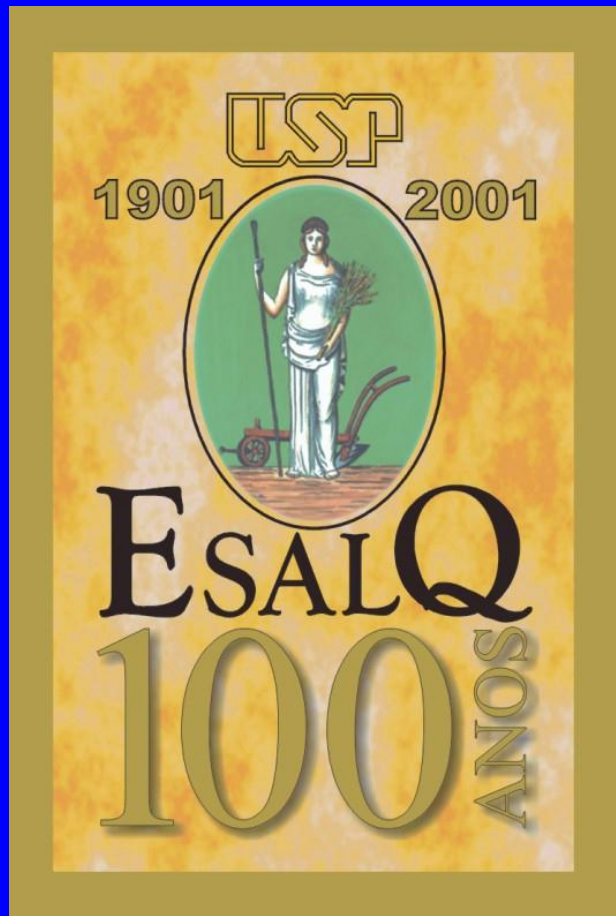
PqC Dra. Patrícia Cia

IAC, Campinas, SP



SIMPÓSIO SOBRE
**RELAÇÕES ENTRE NUTRIÇÃO MINERAL
E INCIDÊNCIA DE DOENÇAS DE PLANTAS**



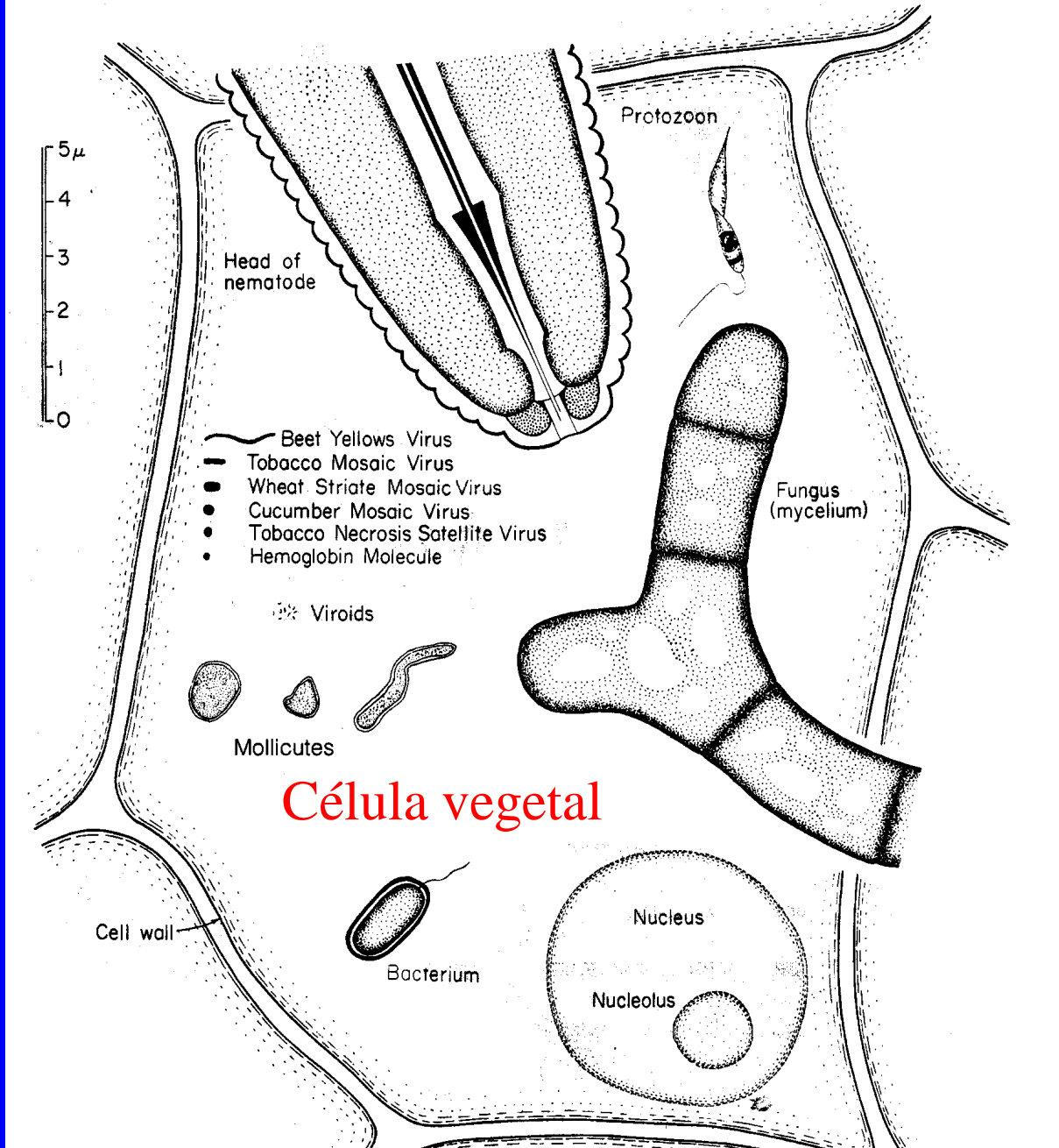


FITOPATOLOGIA X PRODUÇÃO DE ALIMENTOS

- 
- **Diagnose**
 - **Controle de doenças**

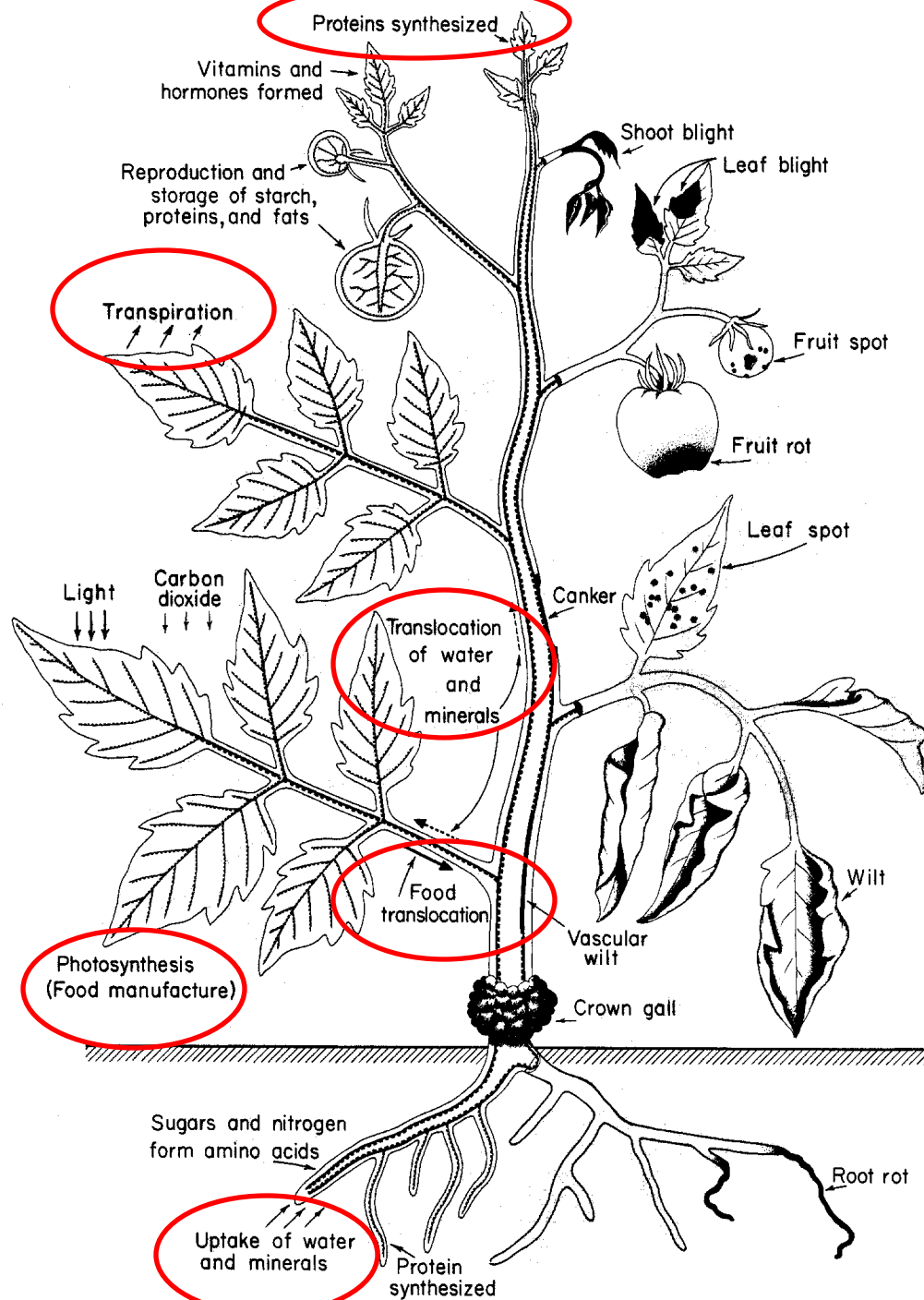
Doenças de Plantas

“Doença é o mal funcionamento de células e
tecidos do hospedeiro que resulta da sua
contínua irritação por um agente
patogênico ou fator ambiental e que
conduz ao desenvolvimento de sintomas.”



Fitopatógenos

Processo fisiológico interferido



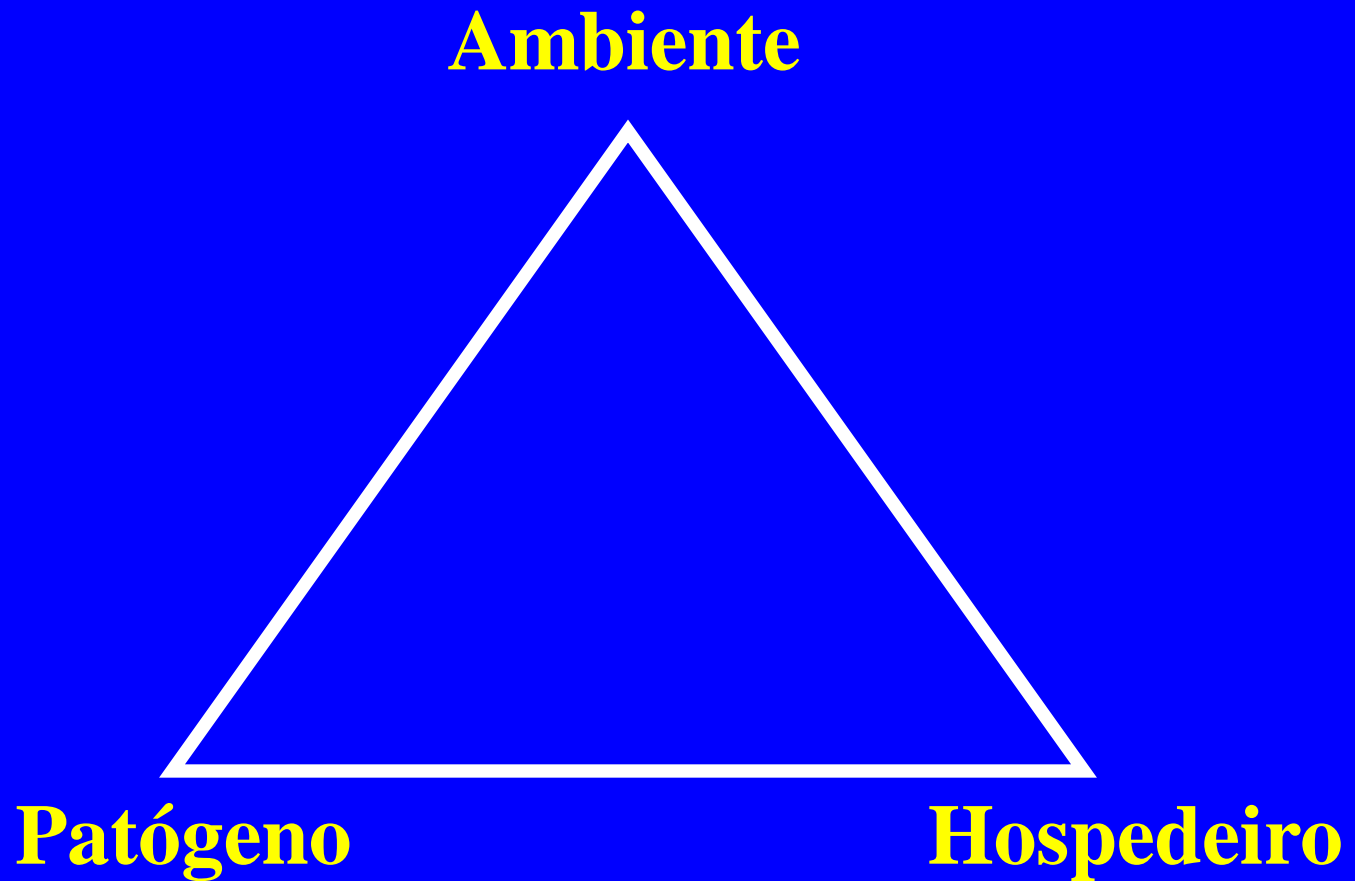
Tipos de doenças

Sintomas

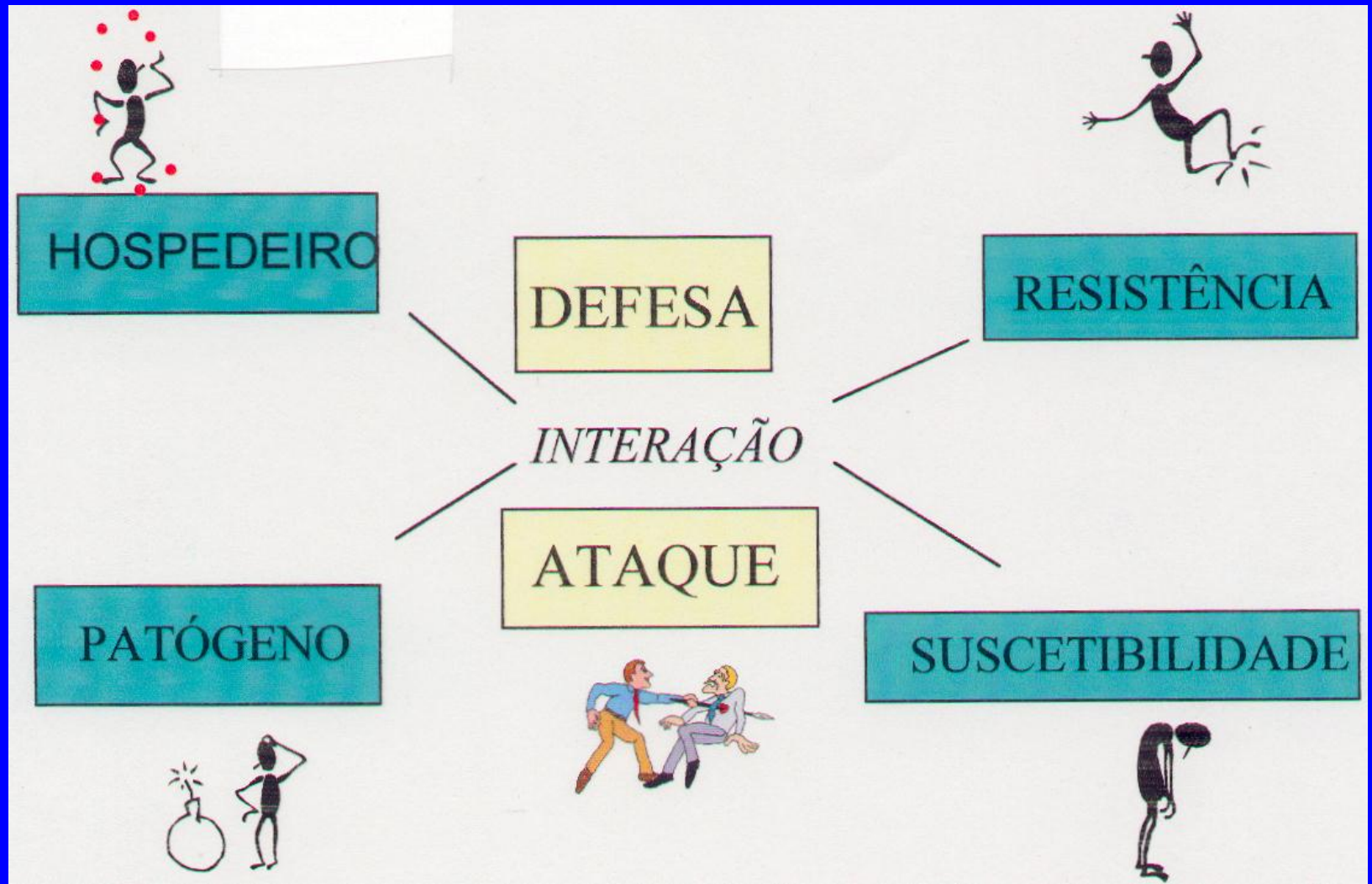
“As reações externas e internas de uma planta como resultado de uma doença.



Componentes do triângulo da doença



Interação planta x microrganismo patogênico



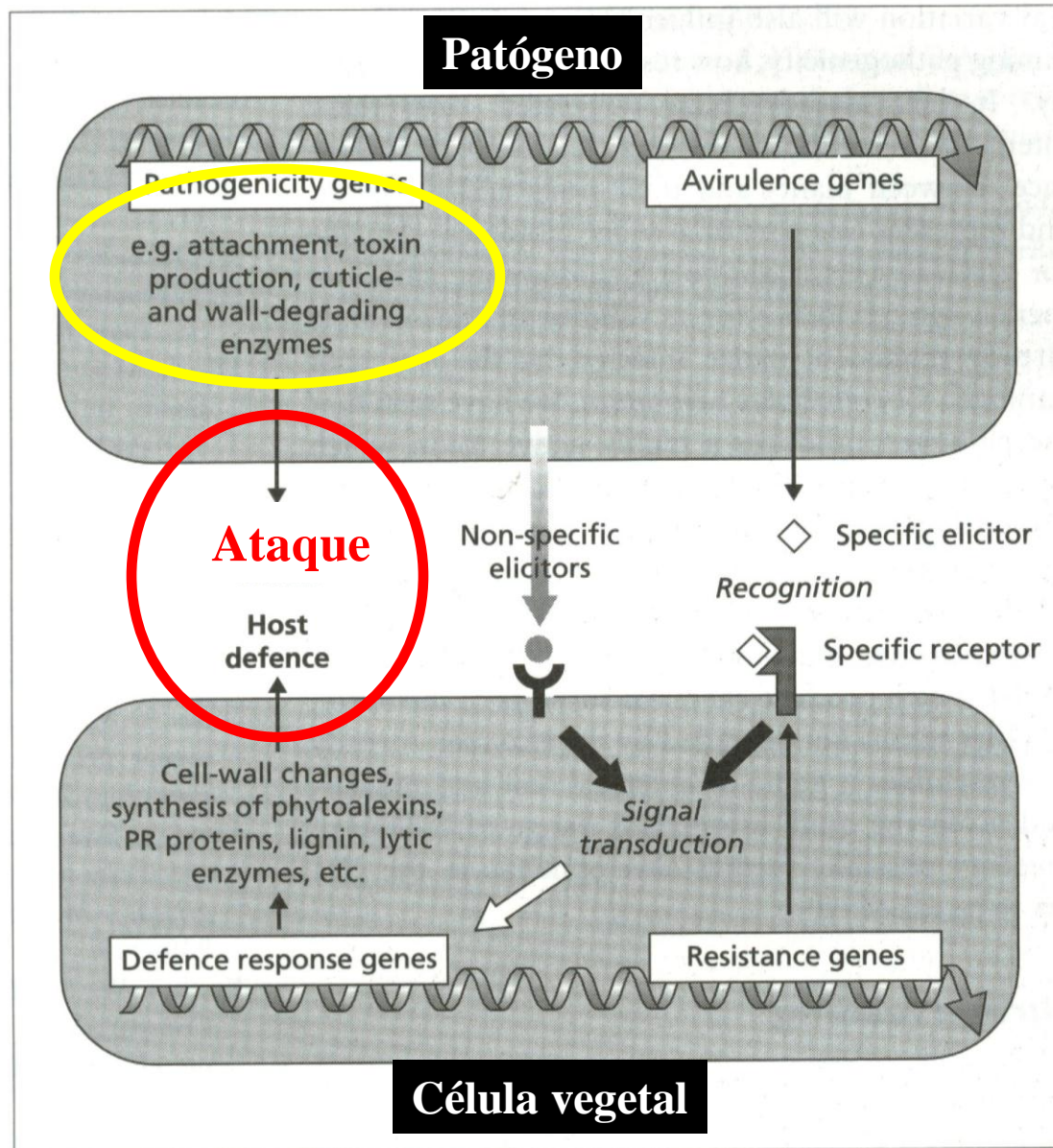


©T.A. Zitter

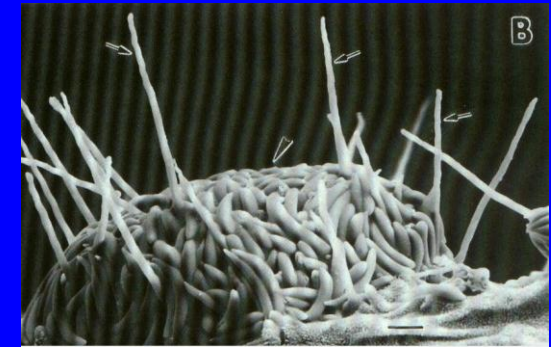
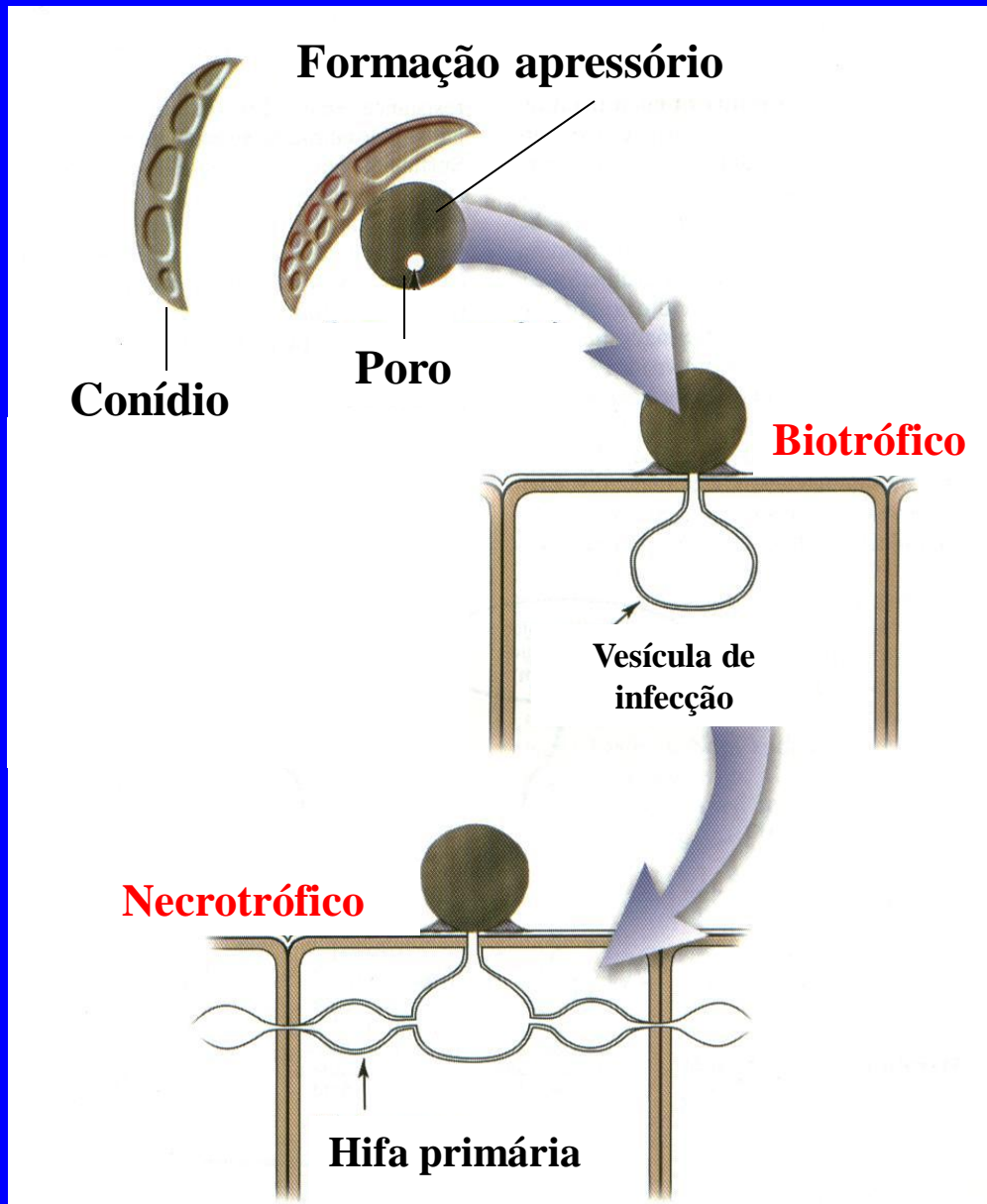
Melão x *Fusarium oxysporum* f.sp. *melonis*

(Cornell University, 2003)

Patógeno x Planta



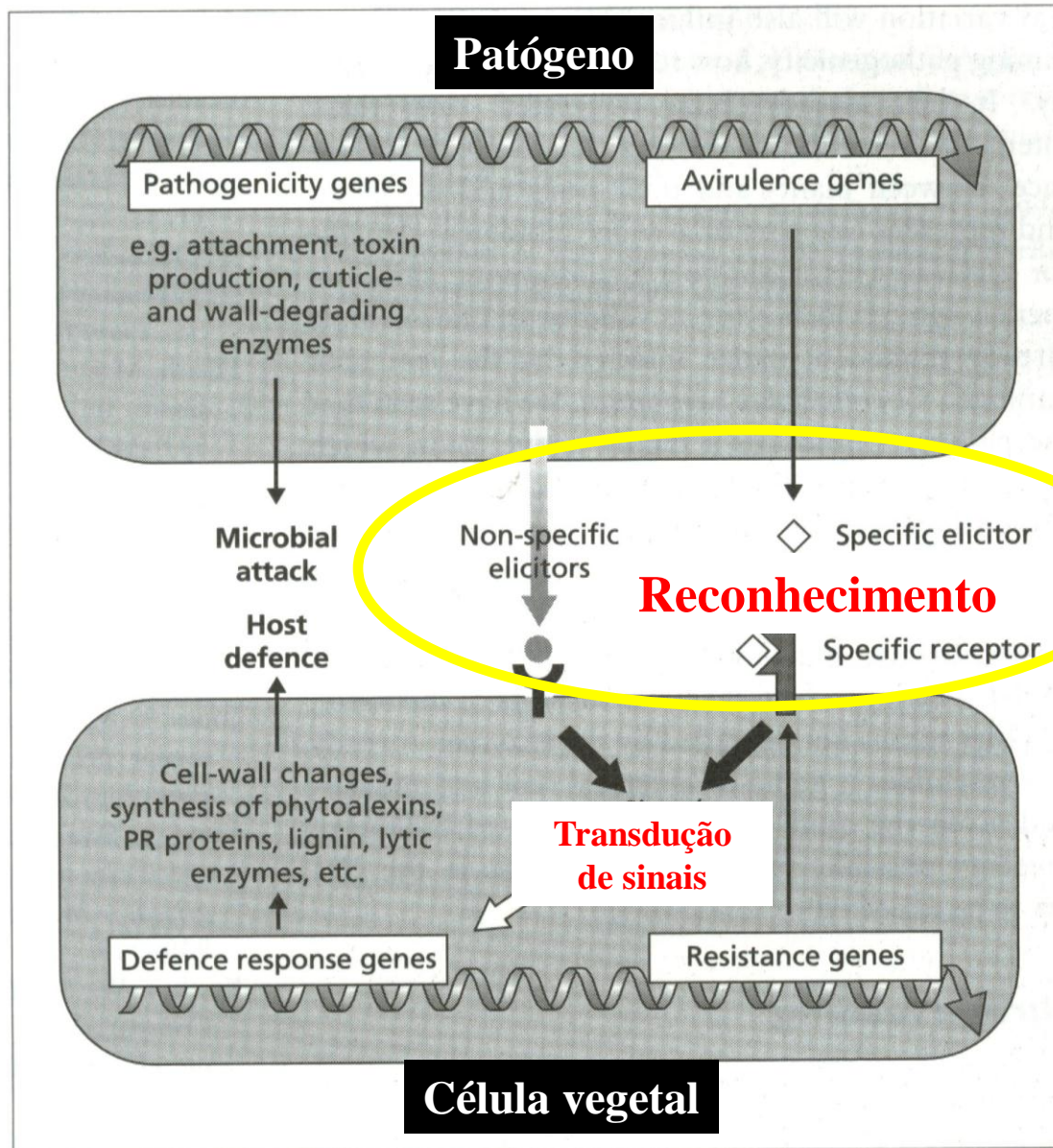
O processo da infecção



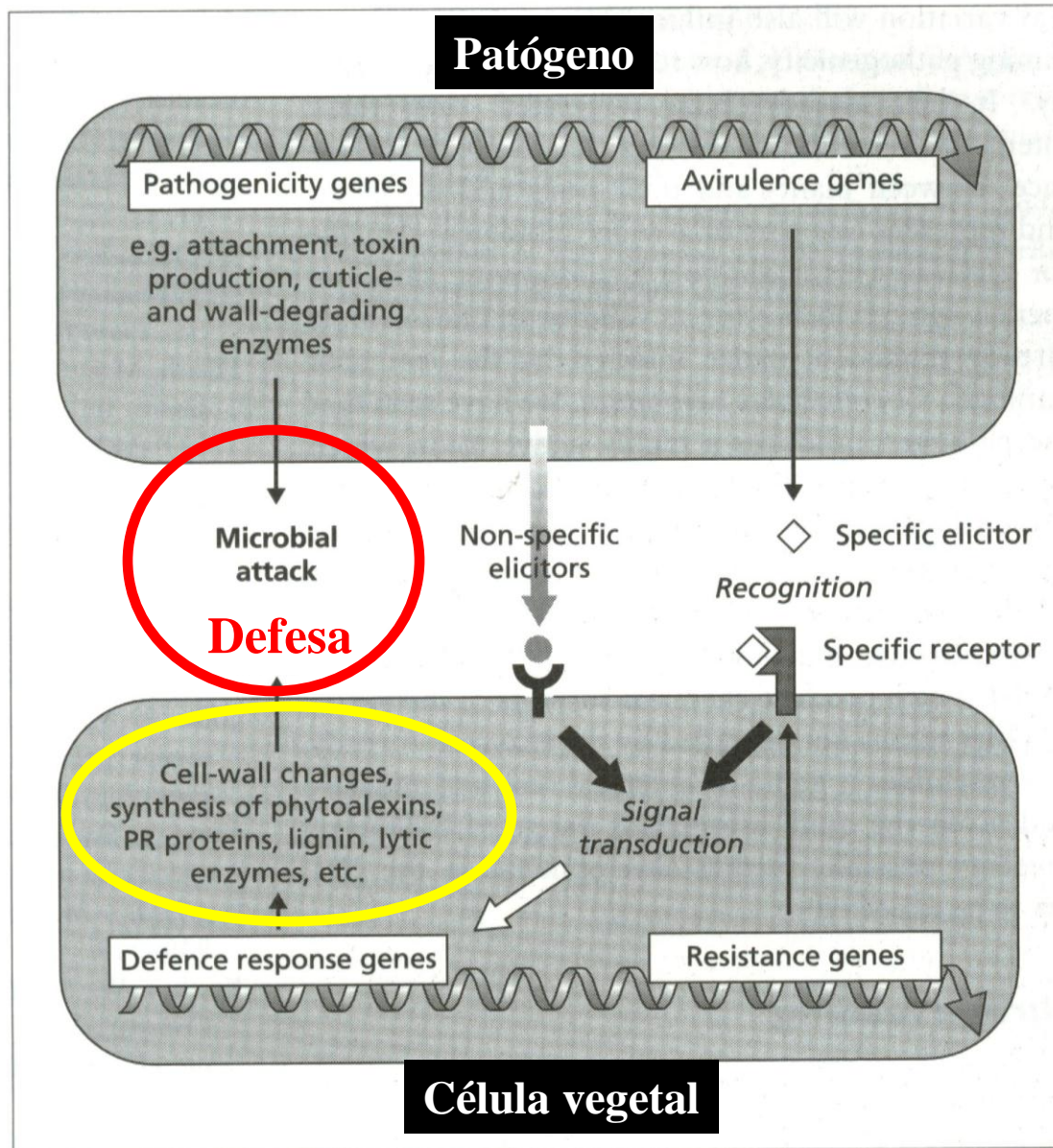
Mecanismos de ataque

- Enzimas
- Toxinas
- Hormônios

Patógeno x Planta



Patógeno x Planta



“NA NATUREZA RESISTÊNCIA É A REGRA”

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

MECANISMOS DE RESISTÊNCIA

(Fatores de resistência)

1) Estruturais (físicos) ⇒ Atraso na penetração

```
graph TD; A[1) Estruturais (físicos) ⇒ Atraso na penetração] --> B[Pré-formados]; A --> C[Pós-formados];
```

Pré-formados

- Cutícula
- Estômatos*
- Pilosidade
- Vasos condutores

Pós-formados

- Halos
- Papilas*
- Lignificação
- Camadas de cortiça
- Camada de abscisão
- Tiloses*

MECANISMOS DE RESISTÊNCIA

Estruturais pré-formatados

⇒ Estômatos

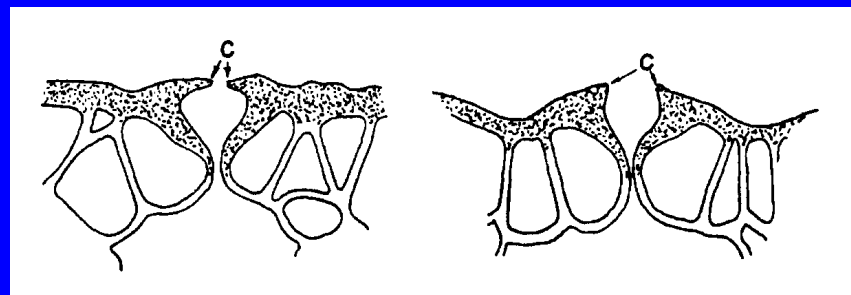
- Número
- Estrutura
- Período de abertura

Citros x *Xanthomonas axonopodis* pv. *citri*



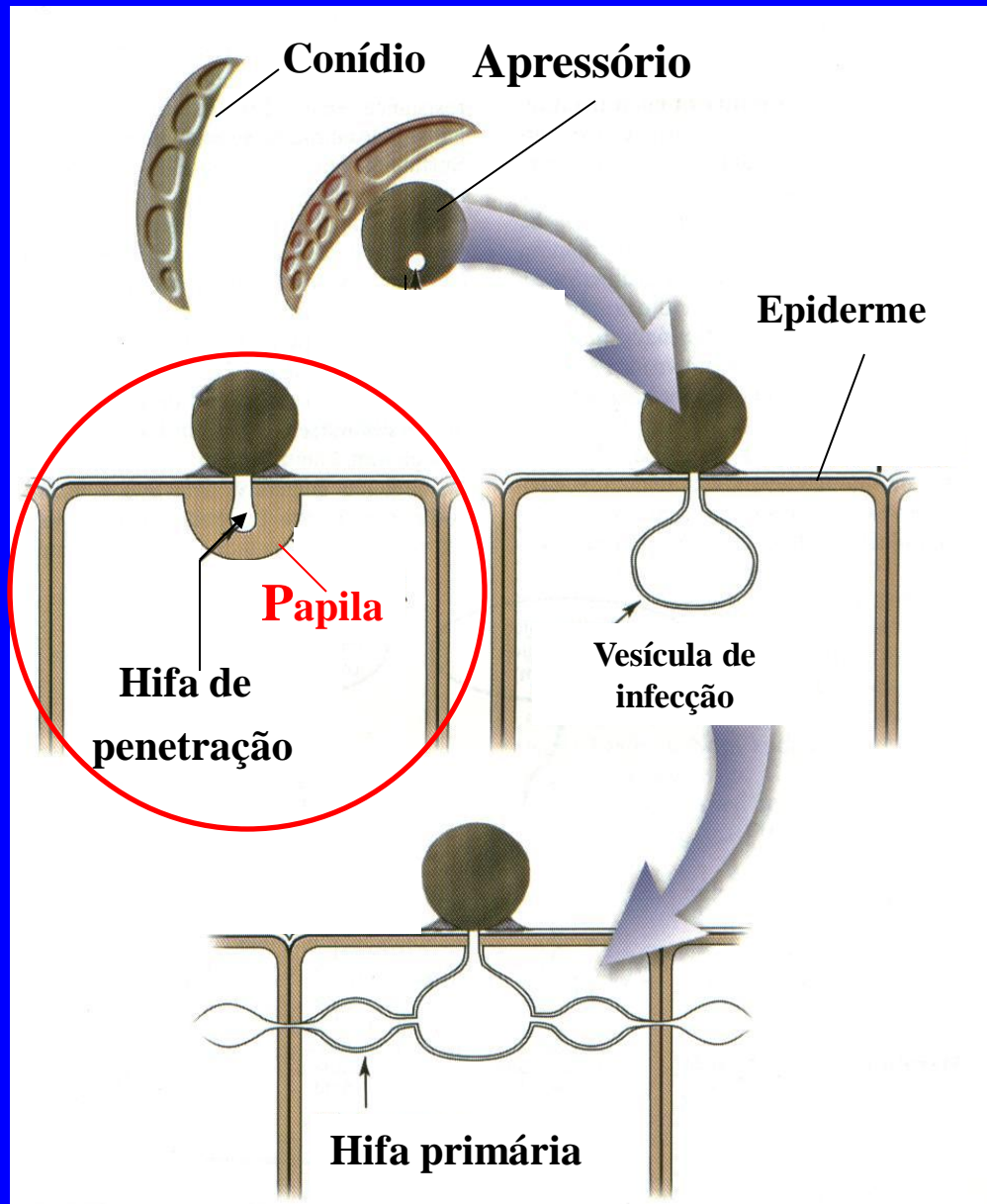
Resistente

Suscetível



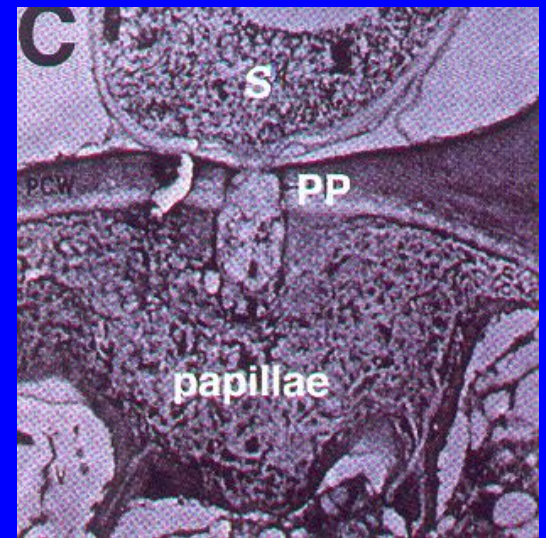
C - Crista cuticular

MECANISMOS DE RESISTÊNCIA (estruturais pós-formados)

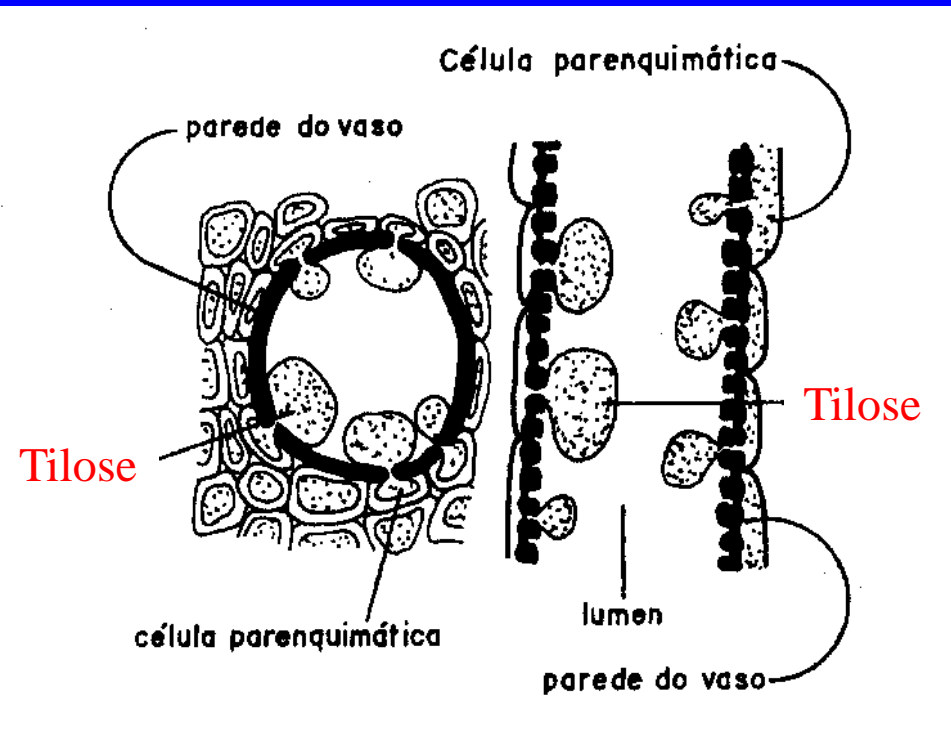


⇒ Papilas

- Deposição de material heterogêneo entre a membrana plasmática e a parede celular no sítio de infecção.



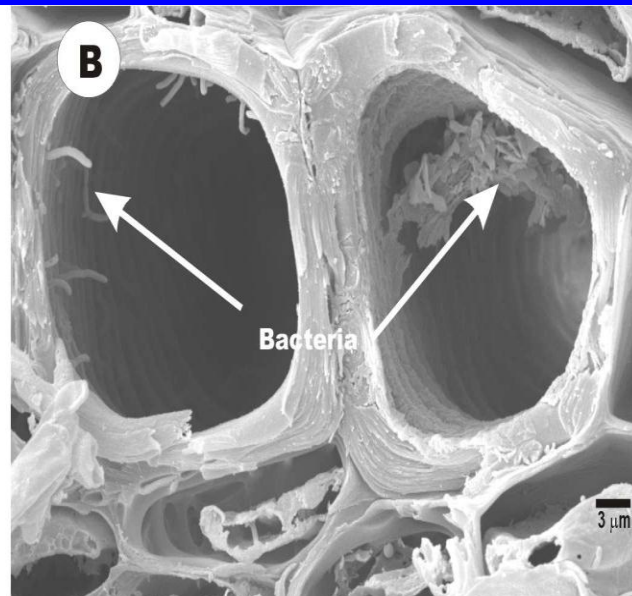
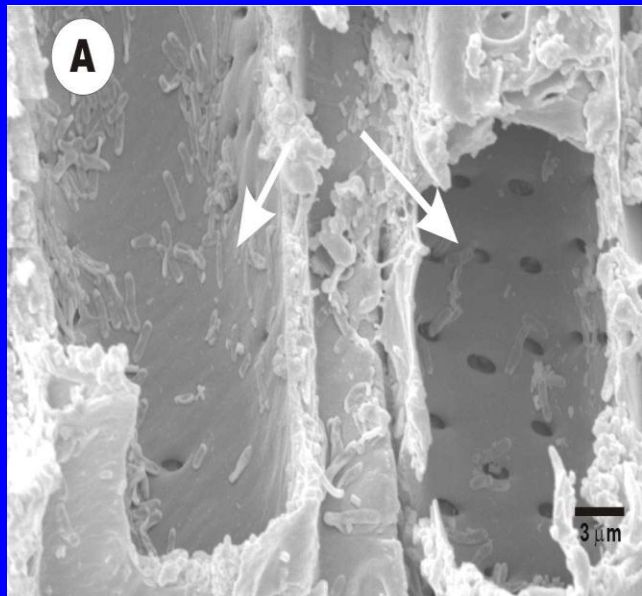
MECANISMOS DE RESISTÊNCIA (estruturais pós-formados)



⇒ Tiloses

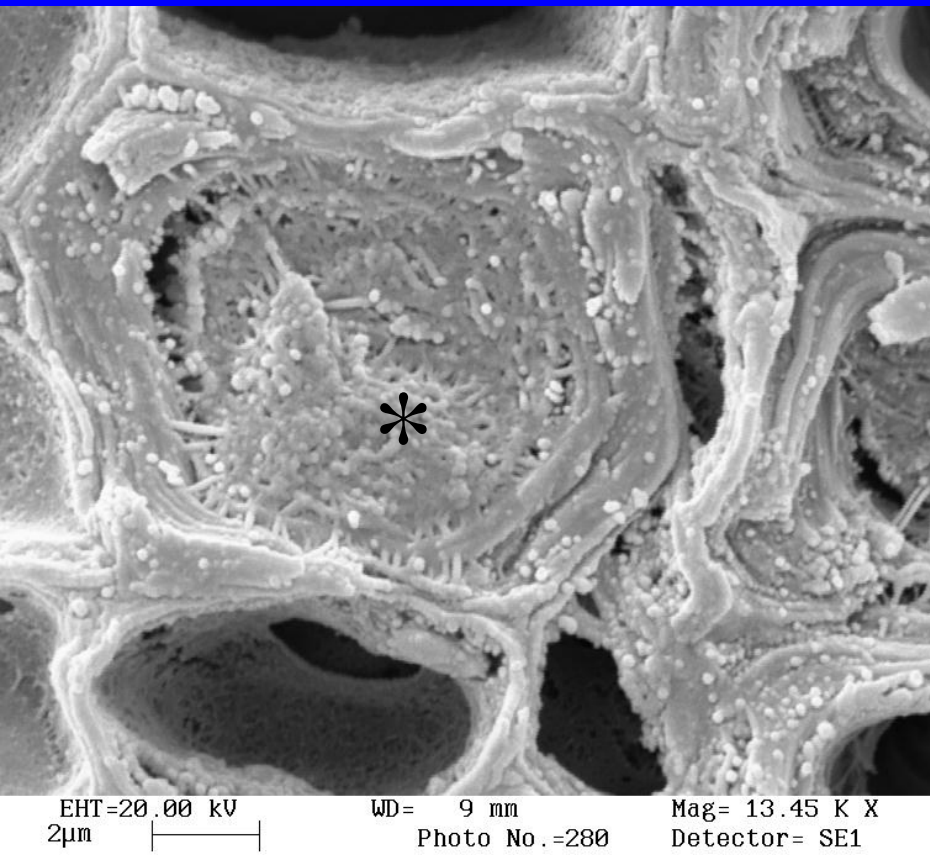
- Células do parênquima (xilema) emitem porções do protoplasma para o interior dos elementos condutores.

Pecíolos de citros - colonização de vasos do xilema pela bactéria *Xylella fastidiosa*

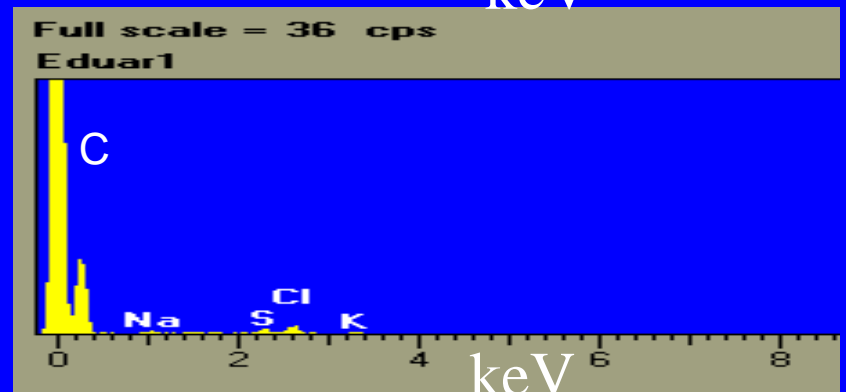
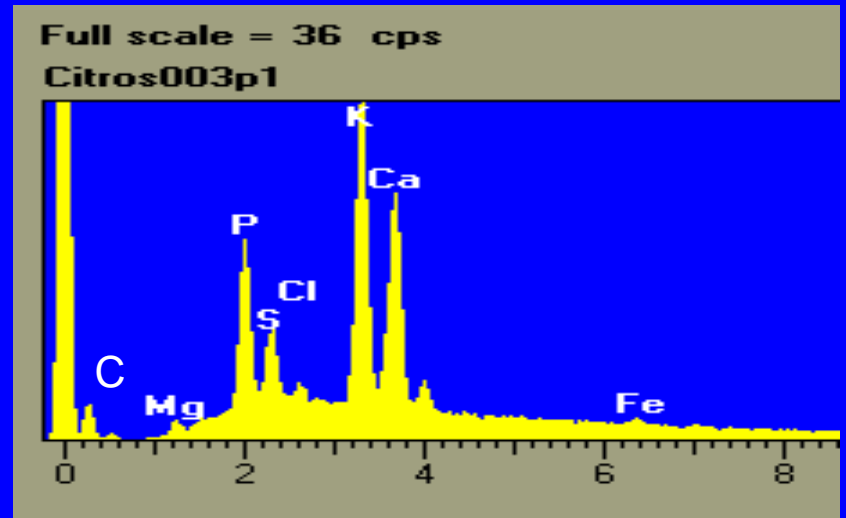


Pecíolos de citros inoculados com a bactéria *Xylella fastidiosa* – vaso de xilema ocluído

Micro-análise de raio X

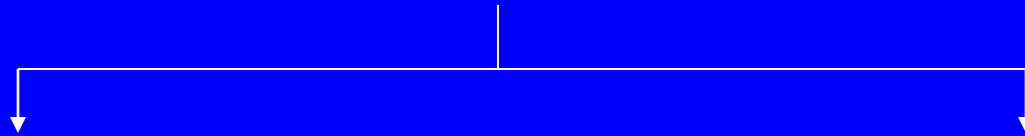


* Vaso ocluído



2) **Bioquímicos** \Rightarrow Inibição do crescimento

\Rightarrow Condições adversas para a sobrevivência



Pré-formados

- Fenóis
- Alcalóides
- Lactonas insaturadas
- Glicosídeos fenólicos
- Glicosídeos cianogênicos*
- Fototoxinas

Pós-formados

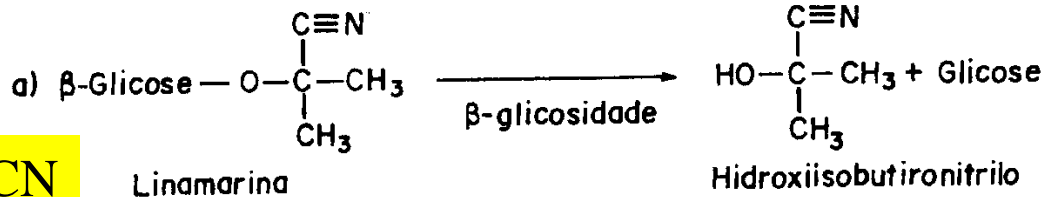
- Fitoalexinas*
- Quitinases*
- β -1,3-glucanases*
- Proteínas-RP
- Inibidores proteicos

MECANISMOS DE RESISTÊNCIA

Bioquímicos pré-formados

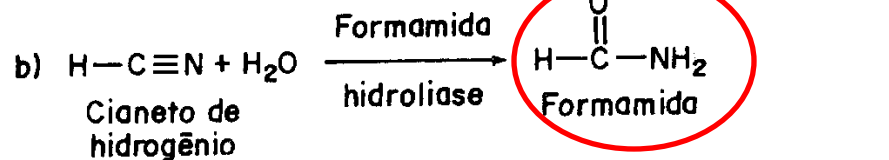
⇒ Glicosídeos cianogênicos

Produção HCN



⇒ Linamarina — plantas de trevo (*Lotus corniculatus*)

Detoxificação



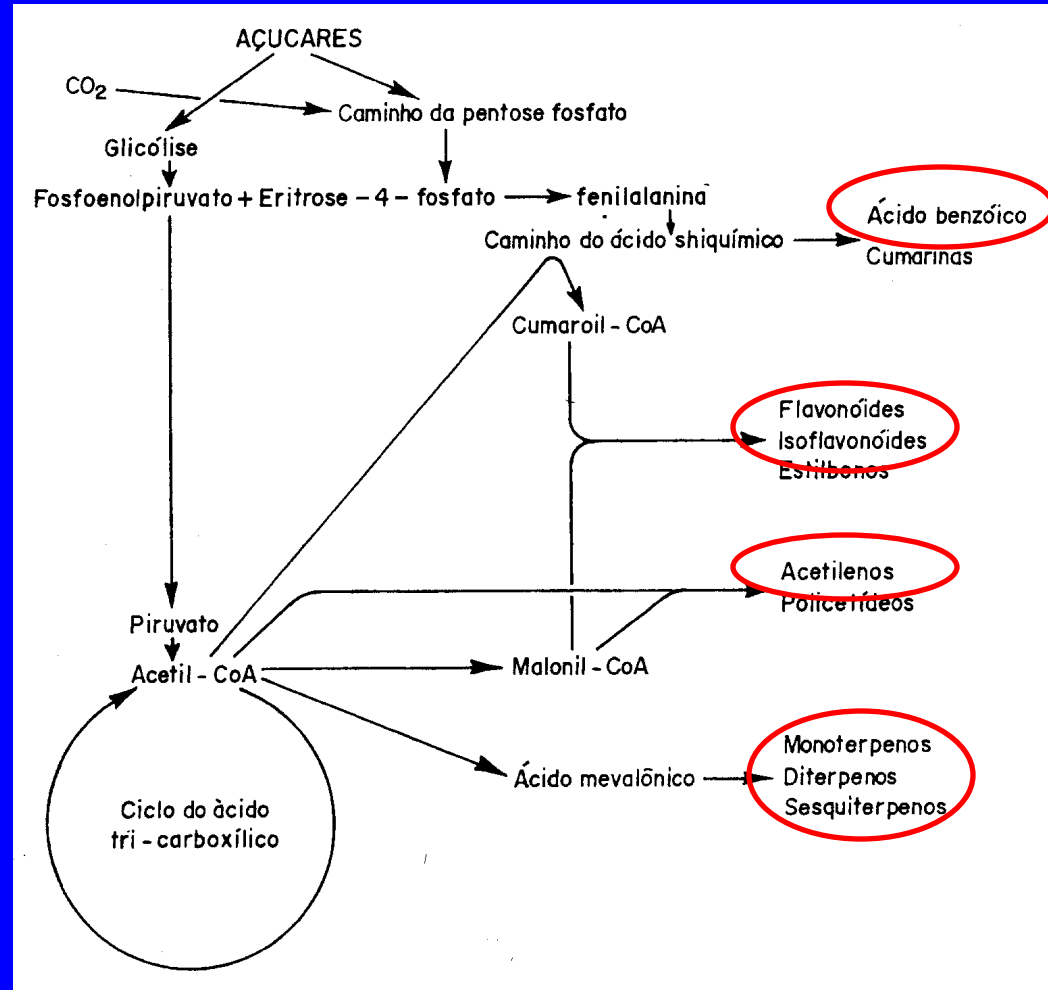
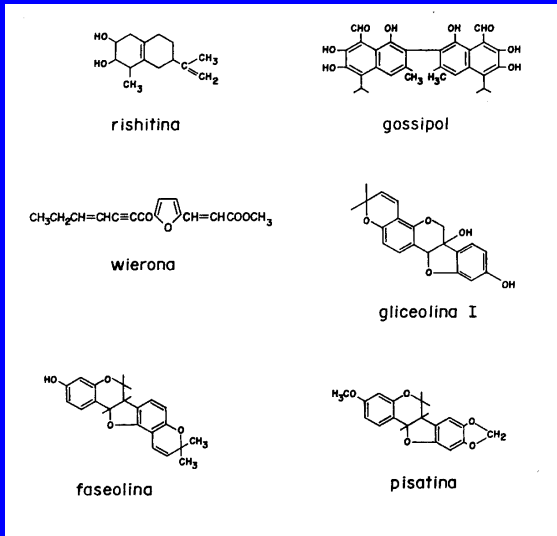
- Sorgo x *Gloeocercospora sorghi* — detoxificação do HCN

MECANISMOS DE RESISTÊNCIA

Bioquímicos pós-formados

⇒ Fitoalexinas

- Compostos antimicrobianos de baixa massa molecular, sintetizados pelas plantas, que acumulam em células vegetais em resposta à infecção microbiana.

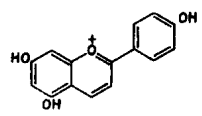


Mecanismos de Defesa

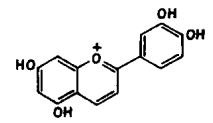
Fitoalexinas

Sorgo
X
Colletotrichum
Sublineolum

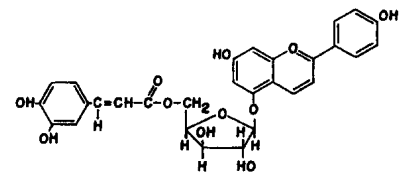
(Ralph L. Nicholson)



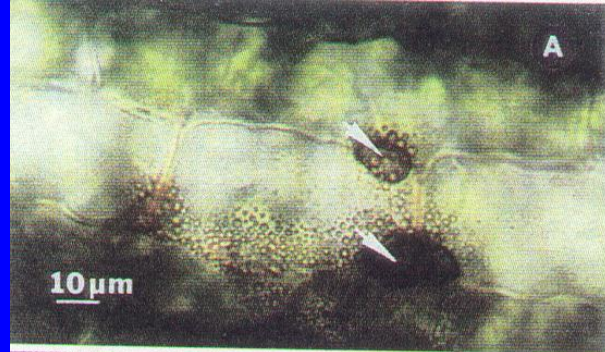
apigeninidina



luteolinidina



éster do ácido cafeico com arabinosil 5-O-apigeninidina



22 horas



30 horas

Apressório



45 horas

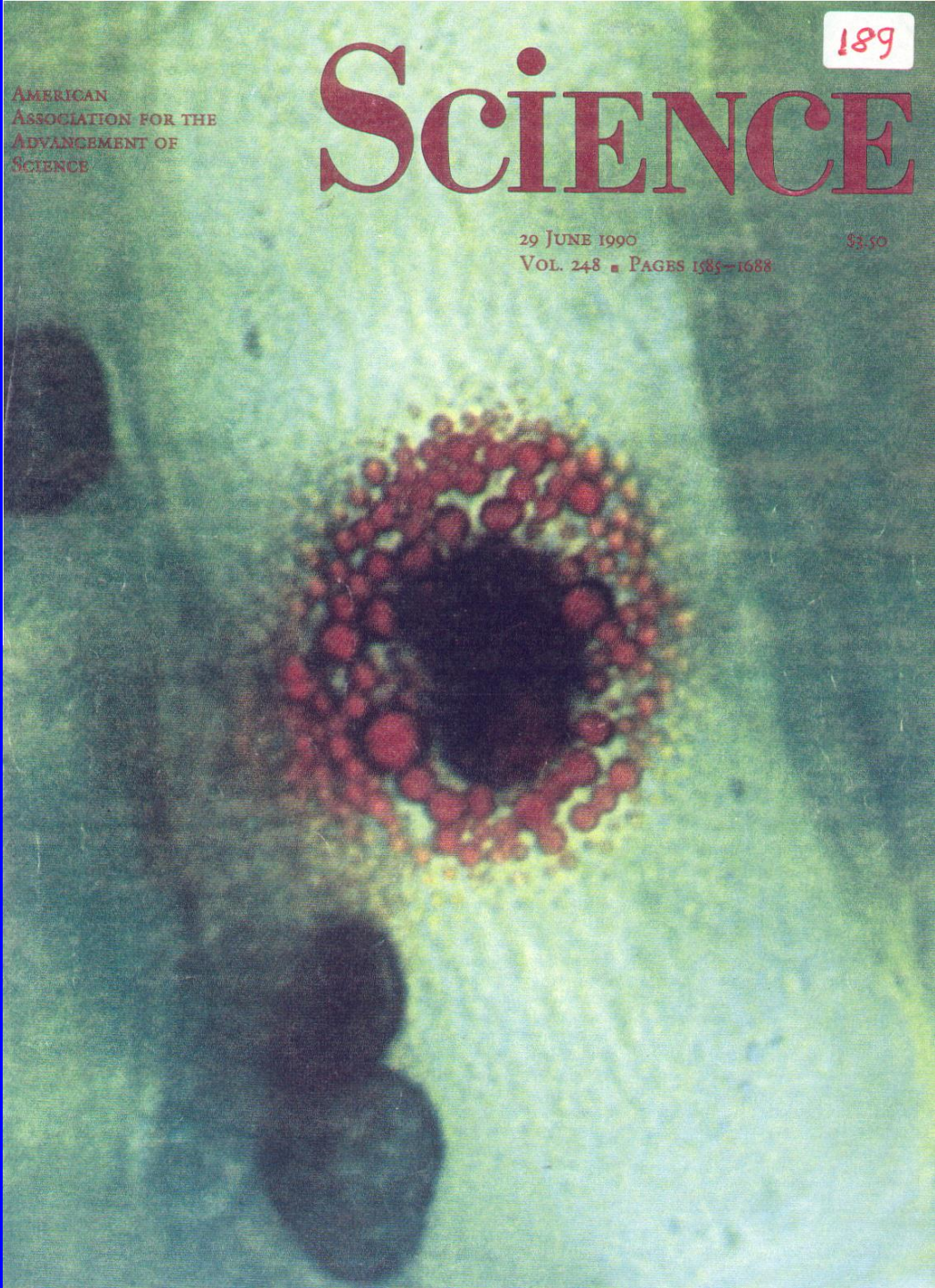
189

AMERICAN
ASSOCIATION FOR THE
ADVANCEMENT OF
SCIENCE

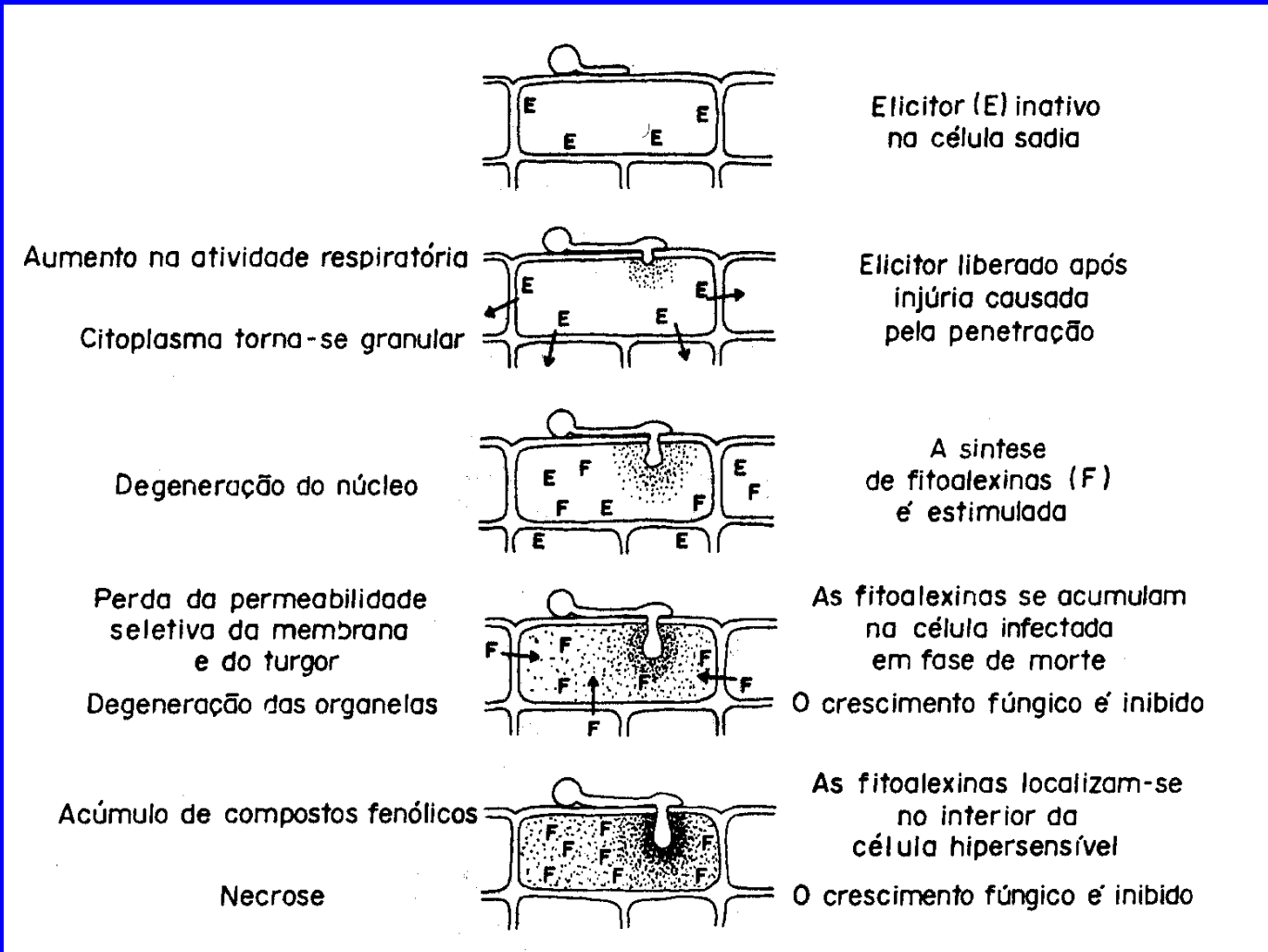
SCIENCE

29 JUNE 1990
VOL. 248 ■ PAGES 1585-1688

\$3.50

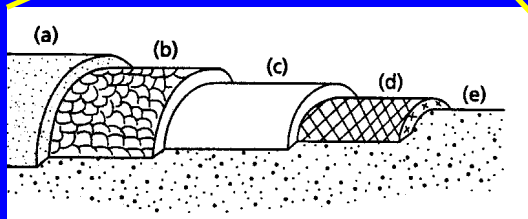
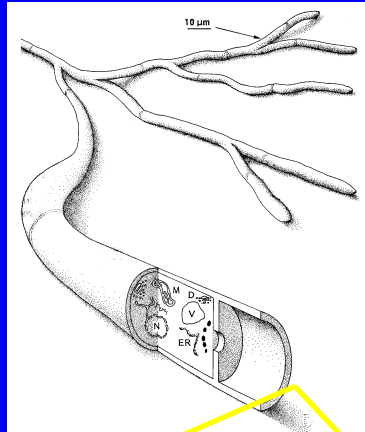


Resposta de hipersensibilidade

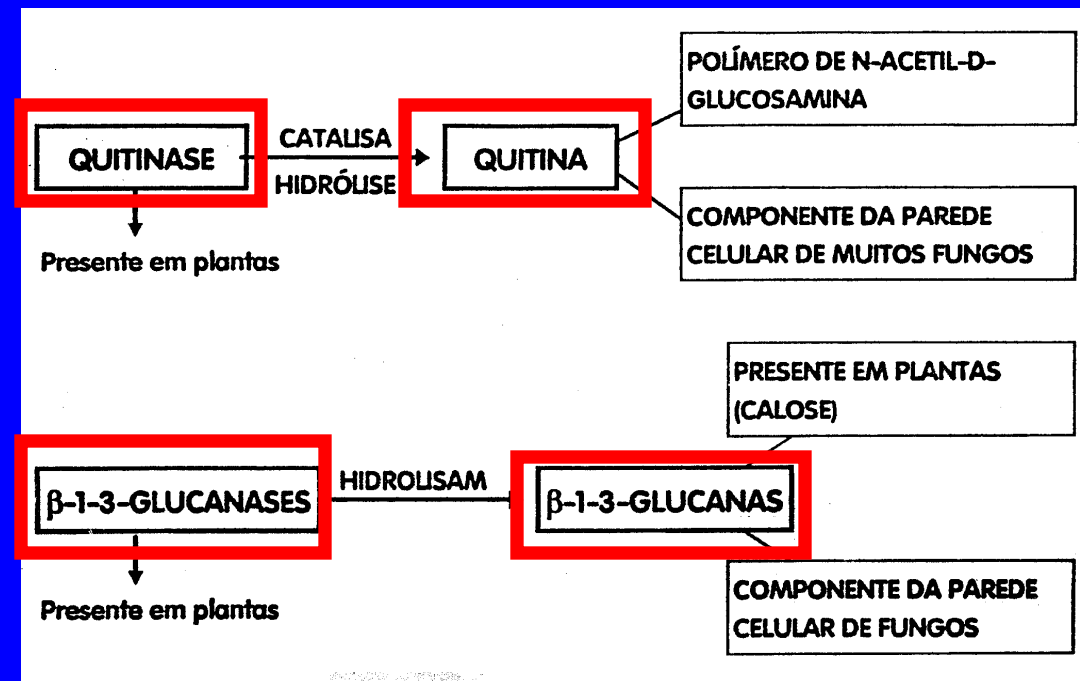


MECANISMOS DE RESISTÊNCIA - Bioquímicos pós-formados

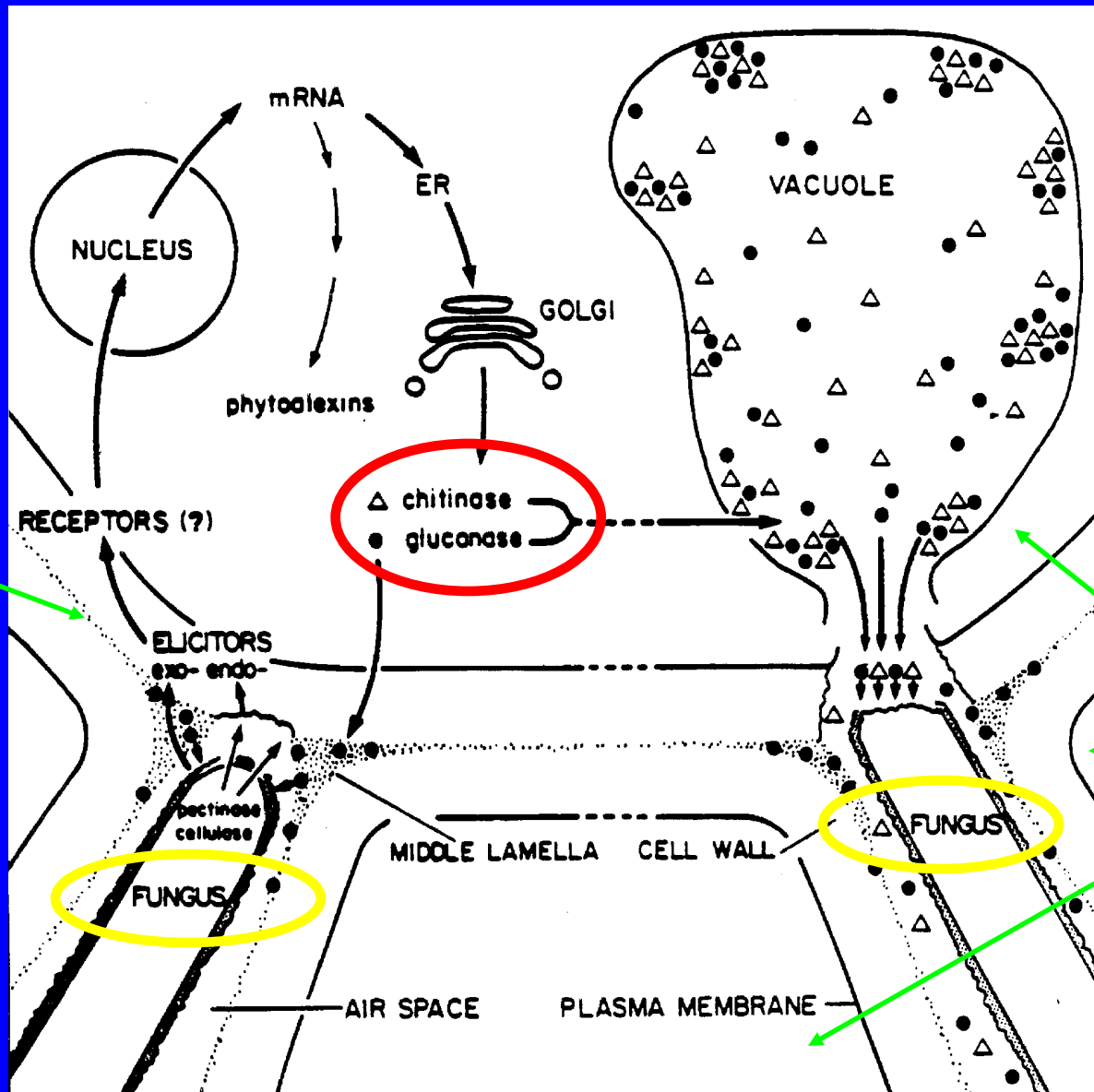
⇒ β -1,3-glucanases e quitinases.



- (a) - β -1,3 e β -1,6-glucanas
- (b) - Retículo glicoproteico
- (c) - Proteína
- (d) - **Microfibrilas de quitina**
- (e) - Plasmalema



Mecanismos de Defesa - Quitinases e B-1,3-Glucanases



Lamela média

Célula vegetal

Resistência

→ Sistema multicomponente

Resistência

→ Sistema multicomponente

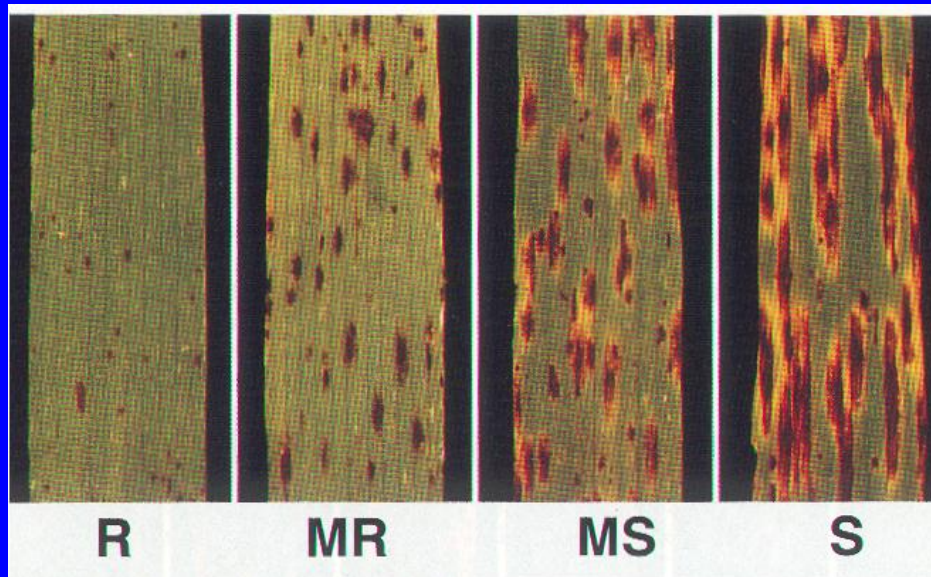
→ **Resulta de um número de mecanismos operando de maneira integrada e coordenada**

Resistência

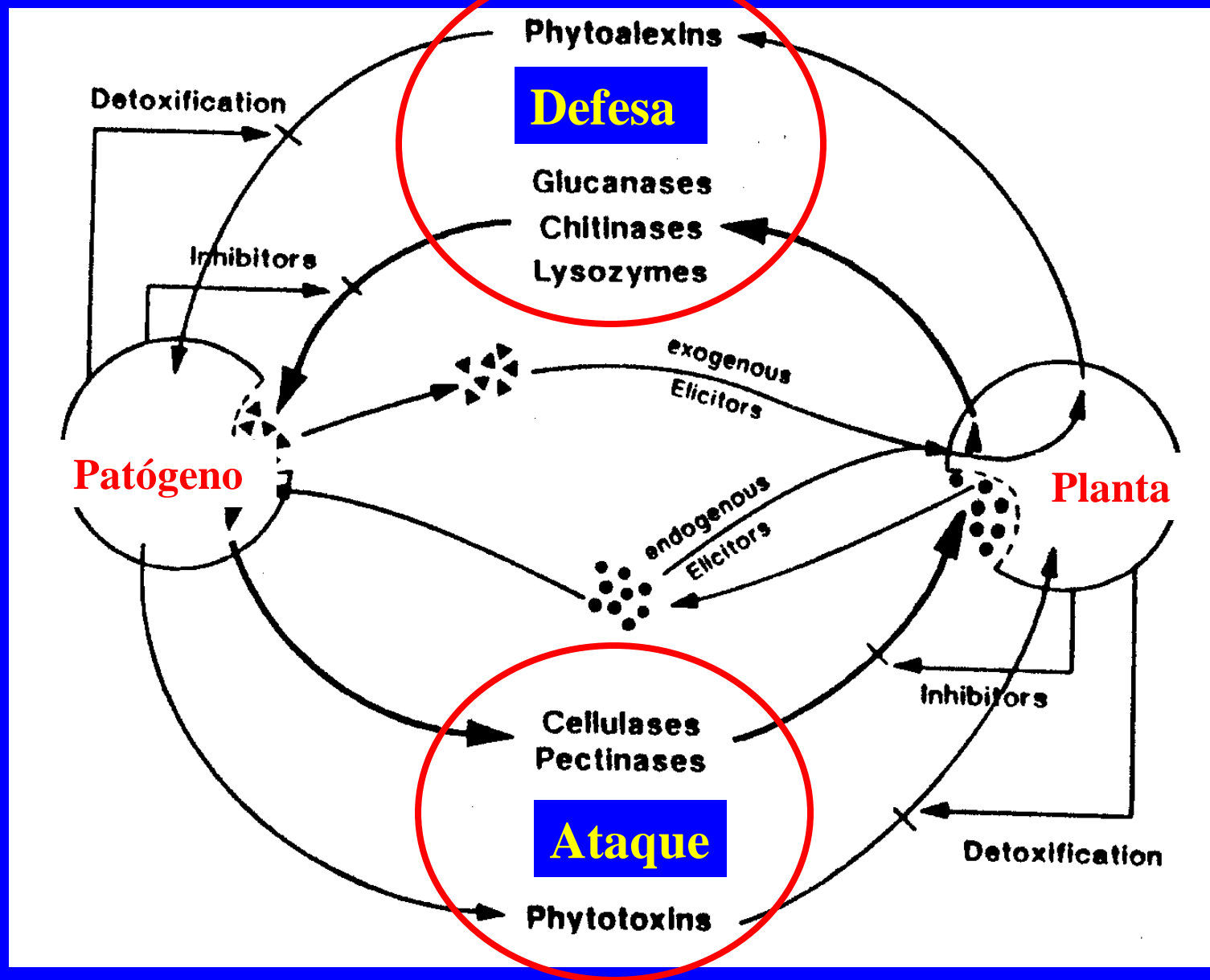
- Sistema multicomponente
- Resulta de um número de mecanismos operando de maneira integrada e coordenada
- Para serem efetivos os mecanismos de defesa devem ocorrer em uma sequência específica durante a infecção e a colonização

Nível de resistência

“Soma das contribuições de um número de mecanismos de resistência (constitutivos / induzidos)”


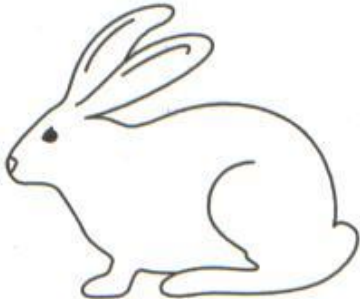


Cevada
X
Cochliobolus sativus



Patógeno x Planta – complexidade da interação

Comparação entre a defesa de plantas e animais

		
Recognize	✓	✓
Respond	✓	✓
Remember	?	✓

O fenômeno

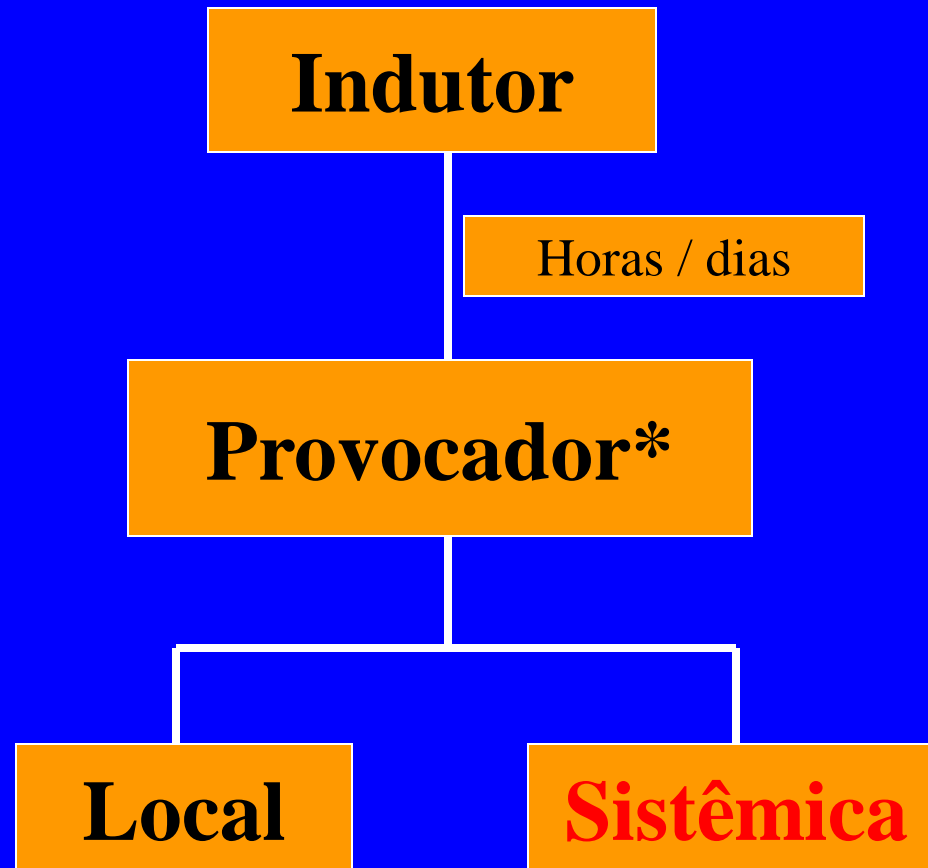
da

Indução de resistência

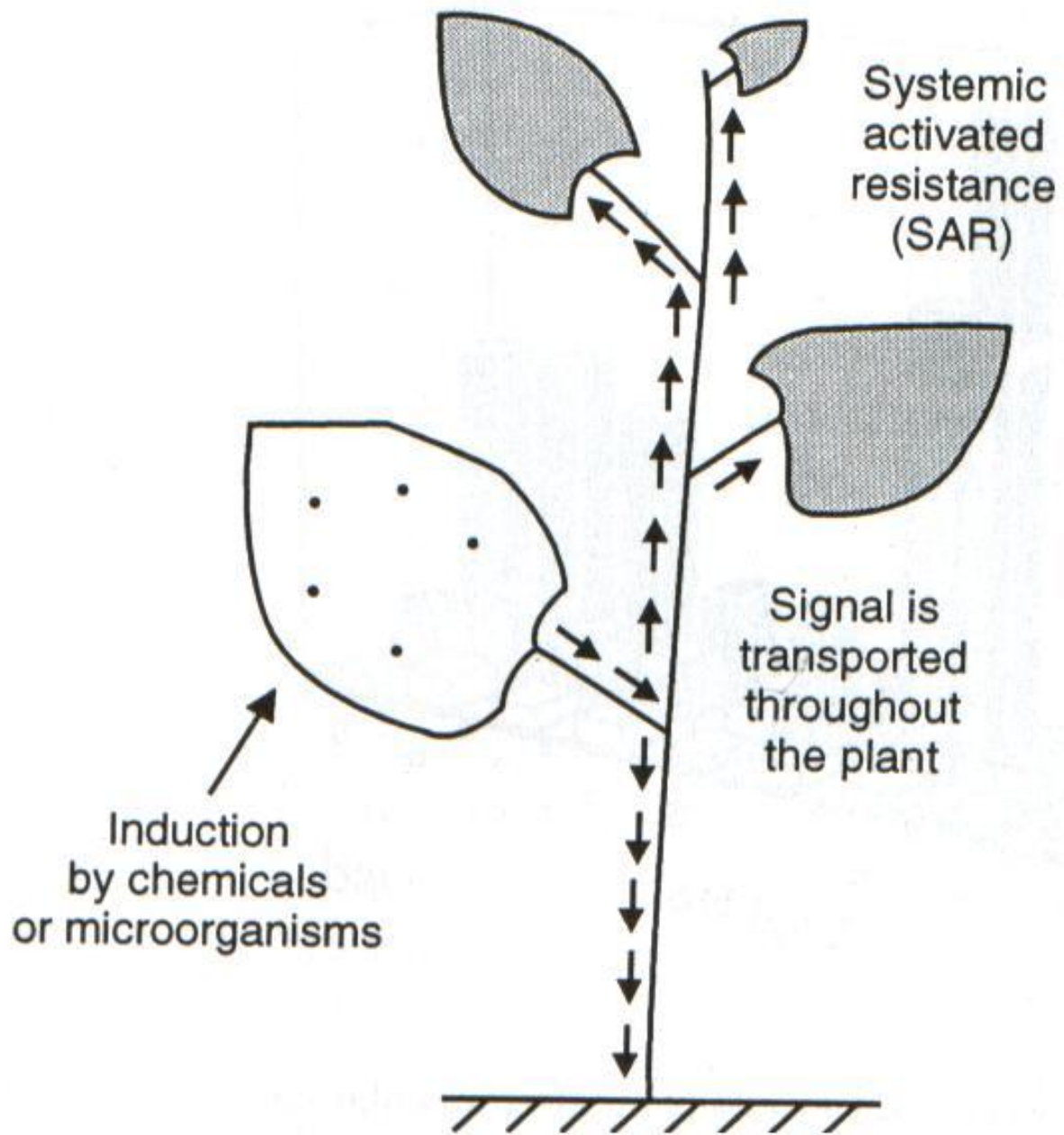
Resistência induzida ou adquirida

Ativação de mecanismos de resistência latentes em resposta ao tratamento com agentes bióticos ou abióticos

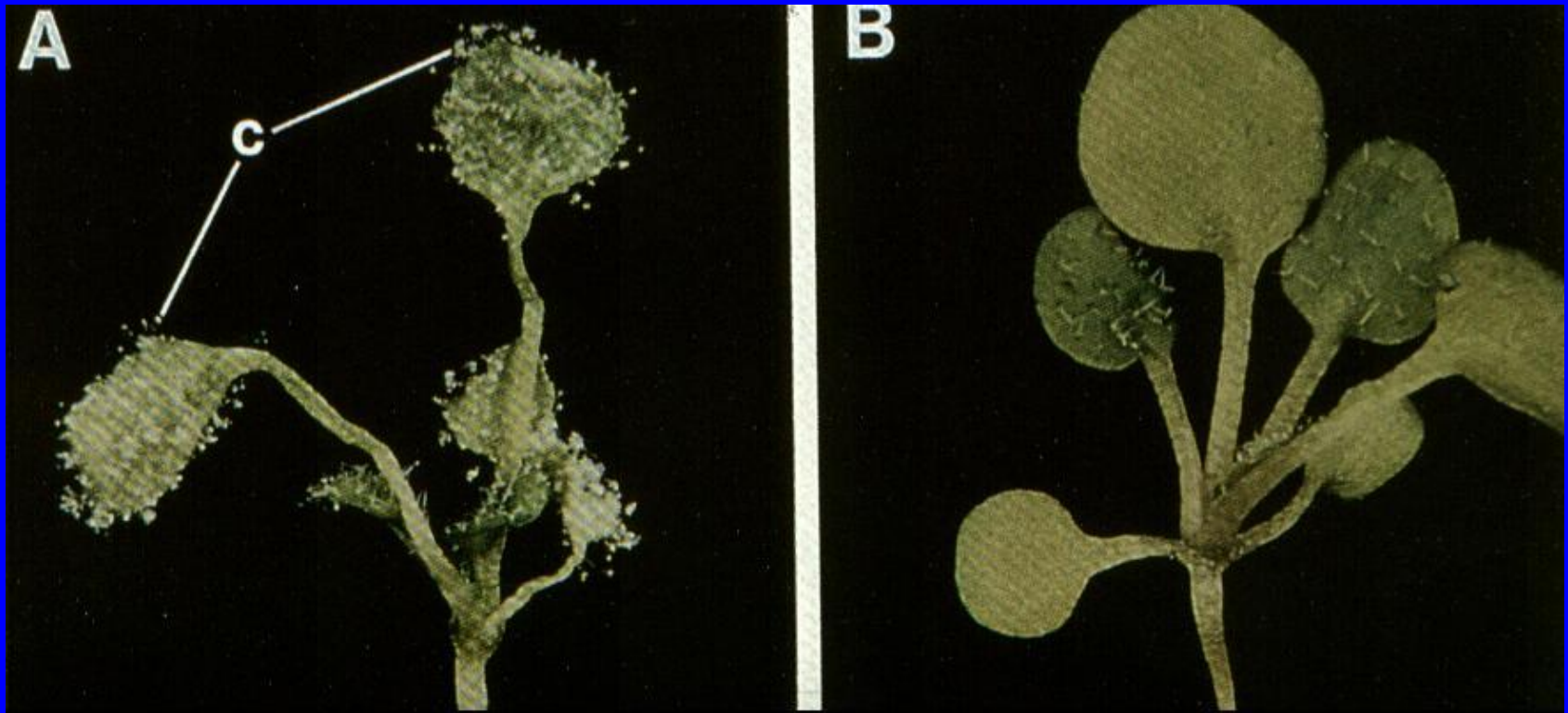
Resistência induzida ou adquirida



*Provocador = desafiador = patógeno (“Challenger”)



Resistência induzida em *Arabidopsis* contra *Peronospora parasitica*



Água

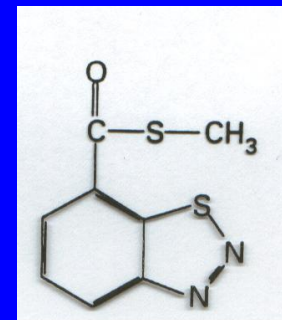
Ácido salicílico

c = Esporângióforos com esporângios

Ativador de plantas (“Plant activator”)

(Ativadores químicos da “resistência induzida”)

BION (Acibenzolar-S-methyl) - Éster S-metílico do ácido 1,2,3-benzotiadiazol-7-carbotióico – composto sintético (1996)



Resistência induzida em pepino contra *Colletotrichum* sp



Controle não tratado

Acibenzolar-S-methyl
(Bion)



Saccharomyces cerevisiae

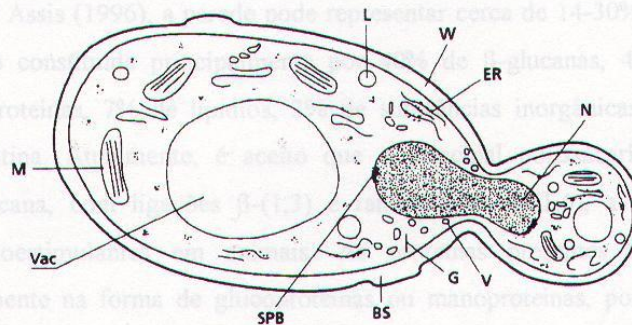
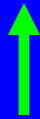
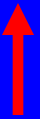
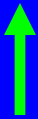
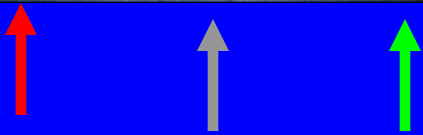
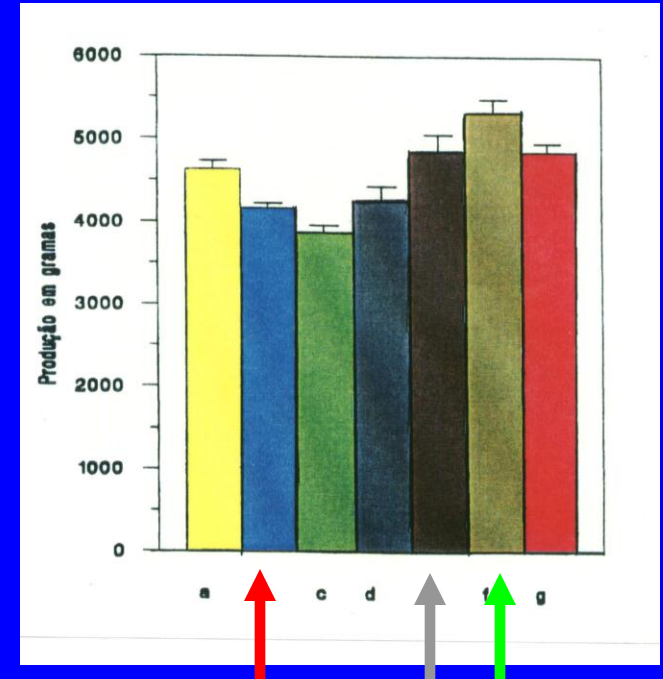
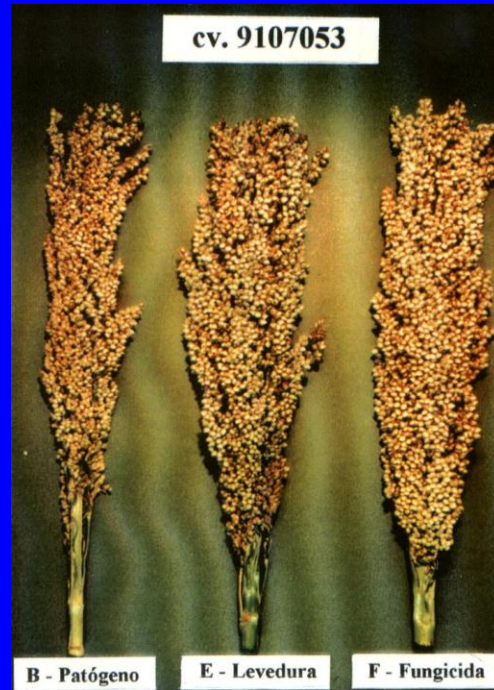


Figura 4 – Representação diagramática da levedura *Saccharomyces cerevisiae* (cerca de 5 μ m). W – parede celular; Vac – vacúolo central; BS – cicatriz de brotamento; M- mitocôndrio; L- corpúsculo de lipídeo; G – aparelho de Golgi; ER – retículo endoplasmático; V – vesícula; SPB – “spindle-pole body” equivalente ao centríolo em outros eucariotos; N – núcleo. Adaptado de Deacon (1997).

Proteção de plantas de sorgo em condições de campo contra *Exserohilum turcicum* por *Saccharomyces cerevisiae*

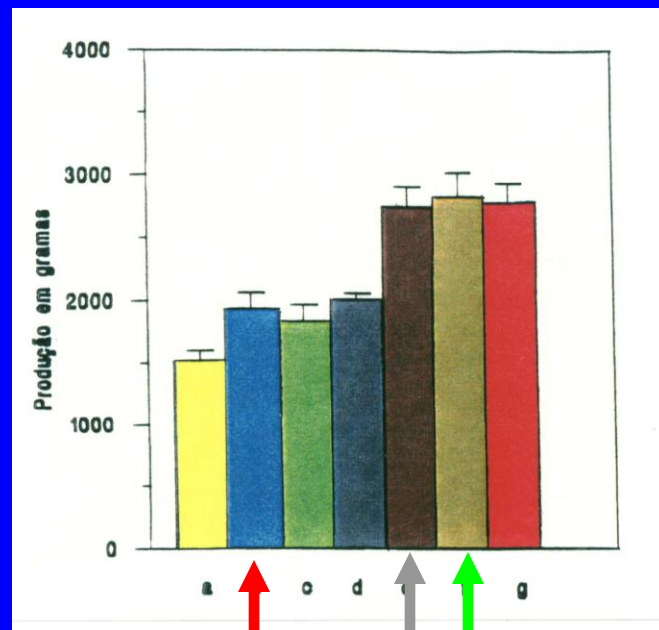
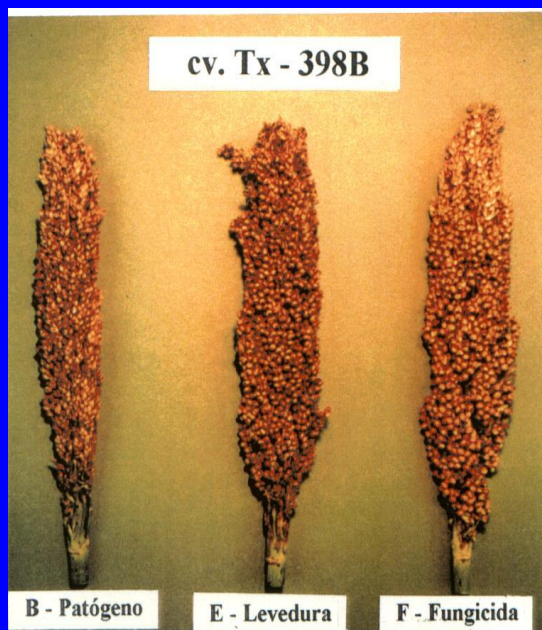


Patógeno

Levedura semanalmente

Tilt semanalmente

Proteção de plantas de sorgo em condições de campo contra *Colletotrichum sublineolum* por *Saccharomyces cerevisiae*



Patógeno

Levedura semanalmente

Tilt semanalmente

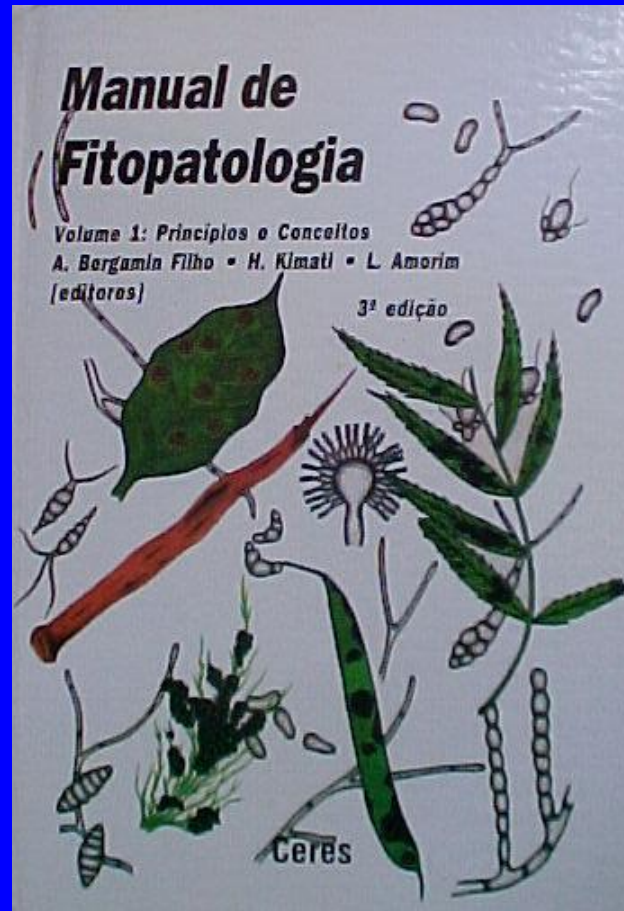
Mecanismos de defesa ativados contra fitopatógenos em plantas exibindo resistência sistêmica adquirida

(Schönbeck, 1996)

Classificação	Patosistema	Indutor	Mecanismos
Mudanças estruturais	Pepino <i>Colletotrichum lagenarium</i>	<i>C.lagenarium</i>	Papilas Lignificação
	Tomato <i>Fusarium oxysporum</i>	VA-mycorrhiza	Lignificação
Compostos antifúngicos	Cevada <i>Erysiphe graminis</i>	<i>Bacillus subtilis</i>	Tioninas
	Fumo <i>Peronospora tabacina</i>	<i>P.tabacina</i> , TMV	Fitoalexinas
Proteínas de defesa	Pepino <i>C. lagenarium</i>	<i>C.lagenarium</i>	Quitinase B-1,3-Glucanase
	Fumo <i>P. tabacina</i>	<i>P.tabacina</i> , TMV	Proteínas-RP

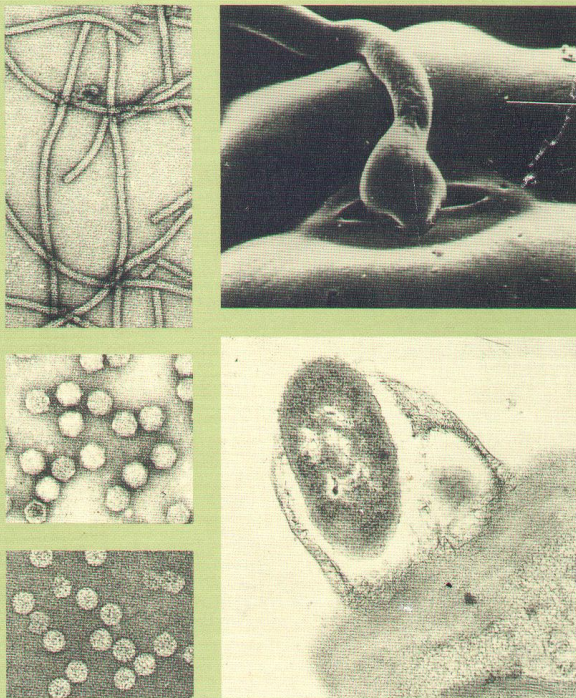
Fisiologia do Parasitismo

(Fisiologia e bioquímica fitopatológica)



Fisiologia do Parasitismo

The Biochemistry and Physiology of Plant Disease



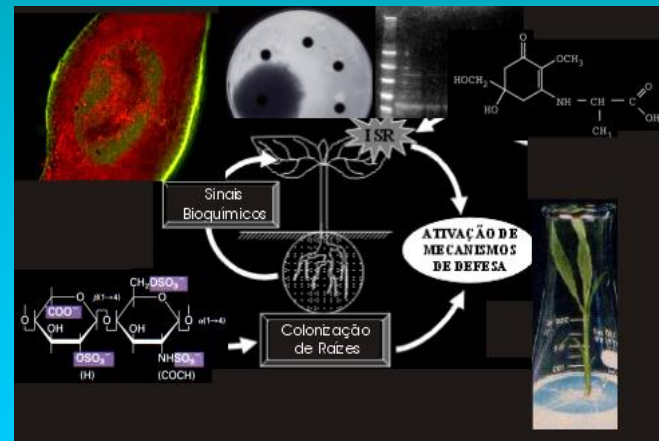
Robert N. Goodman

Zoltán Király

K. R. Wood

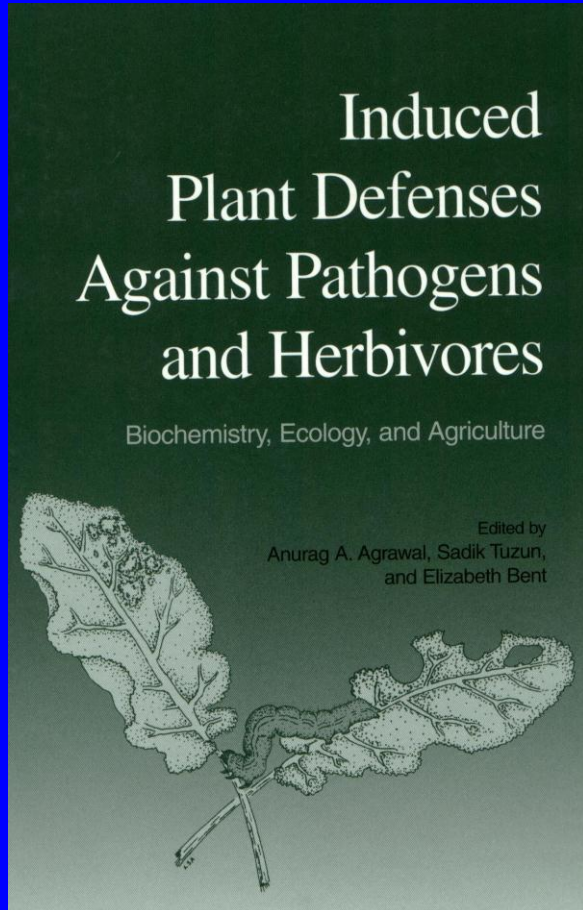
Interação Planta – Patógeno

Fisiologia, Bioquímica & Biologia Molecular

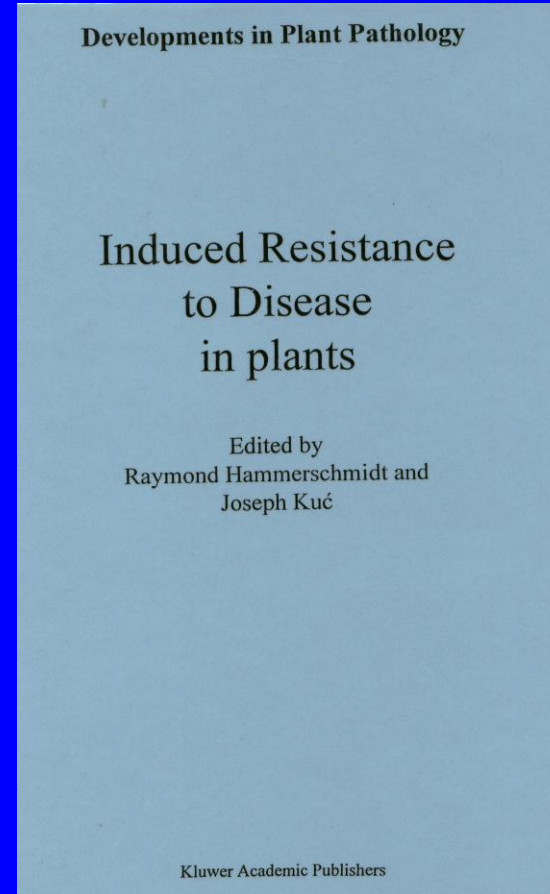


Sérgio F. Pascholati & Breno Leite

Indução de resistência

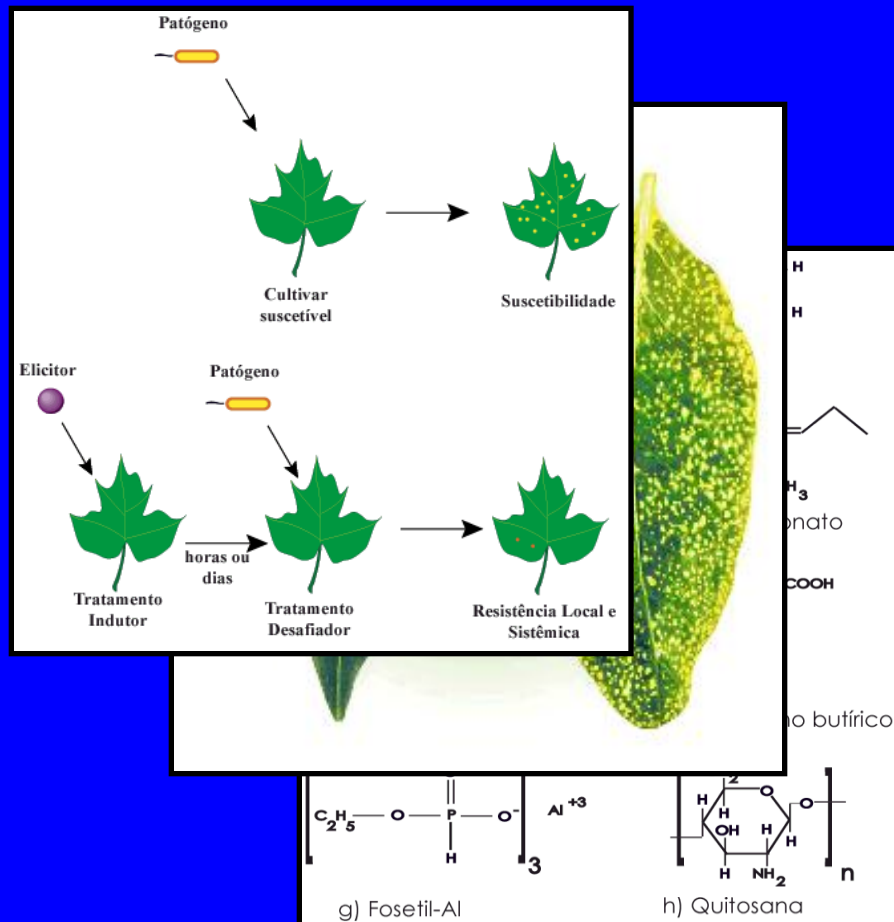


APS Press - 1999



Kluwer - 1995

Primeiro livro em português



INDUÇÃO DE RESISTÊNCIA EM PLANTAS NO CONTROLE DE PATÓGENOS E INSETOS

Editores:

Leonardo S. Cavalcanti;
Robson M. Di Piero;
Sérgio Florentino Pascholati;
Mário Lúcio V. Resende;
Reginaldo S. Romeiro

Fealq - 2005

USP

1901

2001



ESALQ

100 ANOS