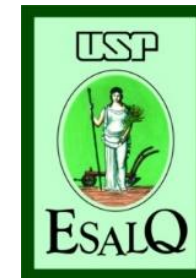




LFN 0225
MICROBIOLOGIA GERAL
Responsável: Prof. Dr. Sérgio F. Pascholati

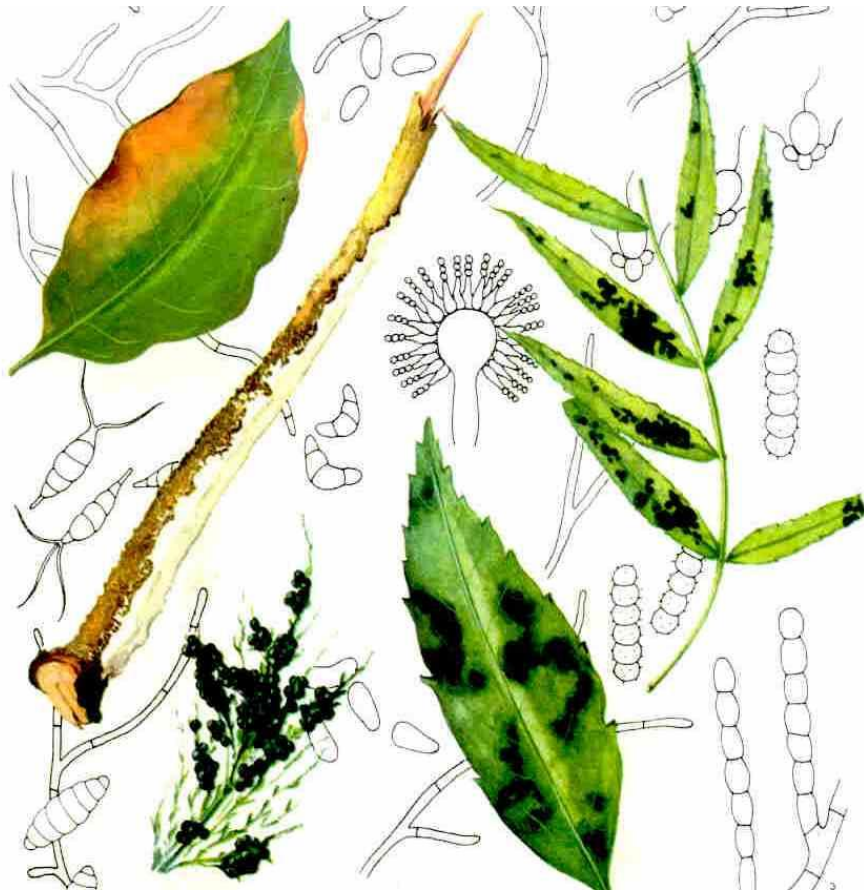


NOÇÕES BÁSICAS DE FITOPATOLOGIA:
o estudo das doenças de plantas



M. Sc. Thiago Anchieta de Melo
Doutorando em Fitopatologia

Piracicaba, SP
2016



Doenças de plantas:

- Introdução, histórico e importância econômica
- Conceito de fitopatologia
- Características básicas: o que é doença?
- Classificação
- Formas de agrupamento das doenças de plantas
- Etiologia e classificação dos patógenos
- O ciclo das relações patógeno-hospedeiro
- Introdução à epidemiologia
- Sintomatologia e diagnose em diferentes patossistemas

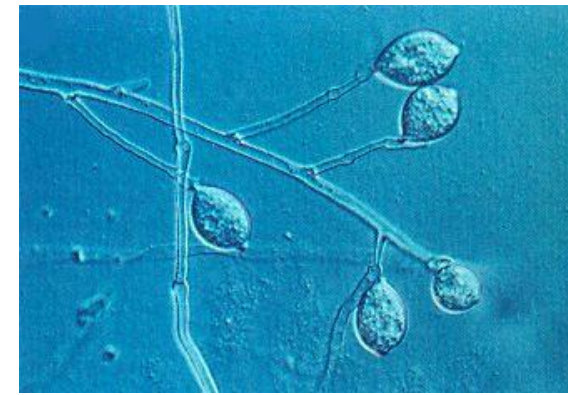
INTRODUÇÃO, HISTÓRICO E IMPORTÂNCIA ECONÔMICA



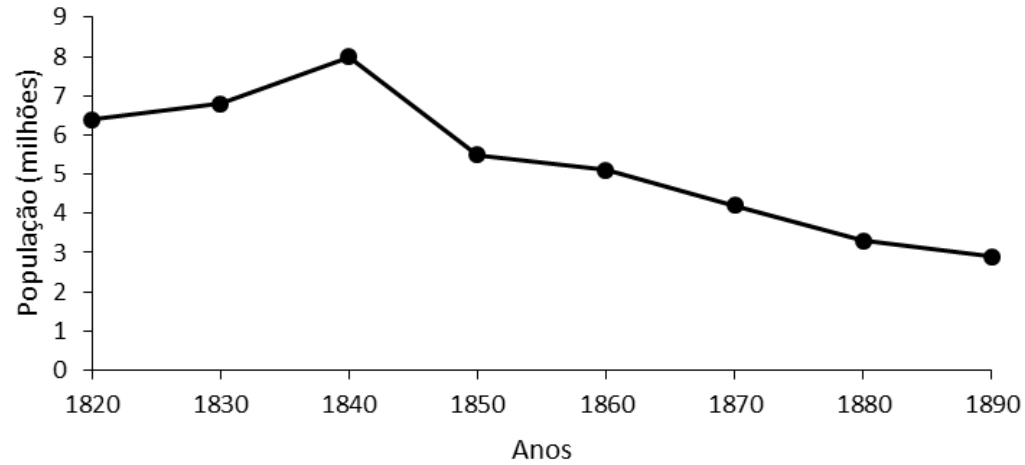
Famine Memorial, Ireland



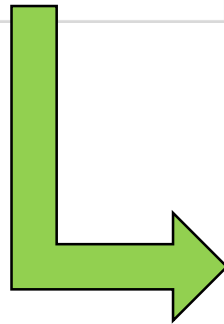
INTRODUÇÃO, HISTÓRICO E IMPORTÂNCIA ECONÔMICA



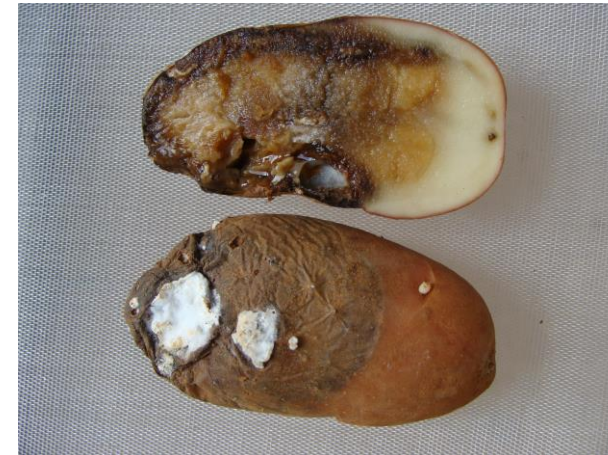
Evolução da população Irlandesa no século XIX
(Gregory, 1983)



Phytophthora infestans
Requeima da batateira
(1845-1846)

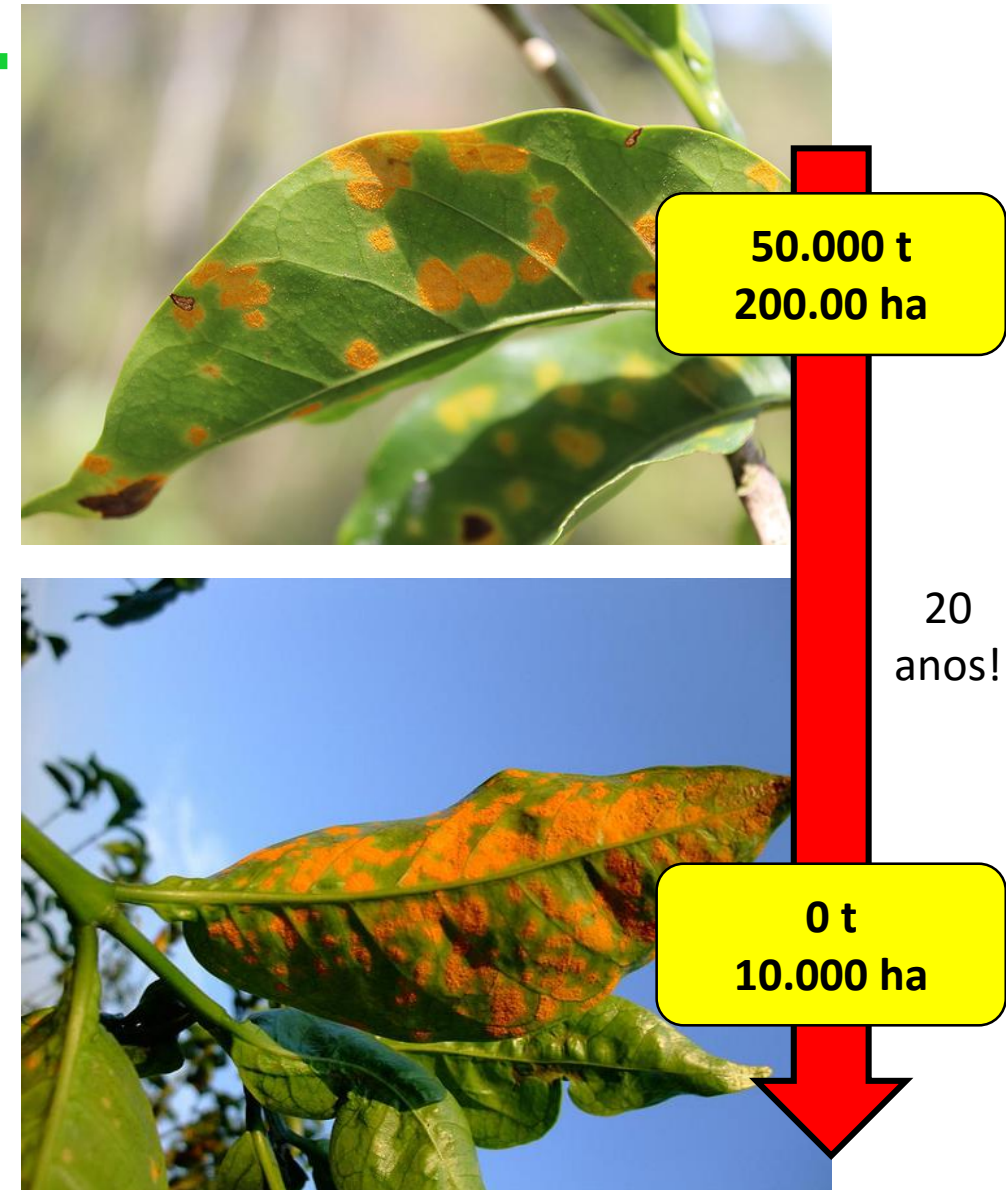


População atual
4,5 milhões



INTRODUÇÃO, HISTÓRICO E IMPORTÂNCIA ECONÔMICA

Século XIX – Sri Lanka



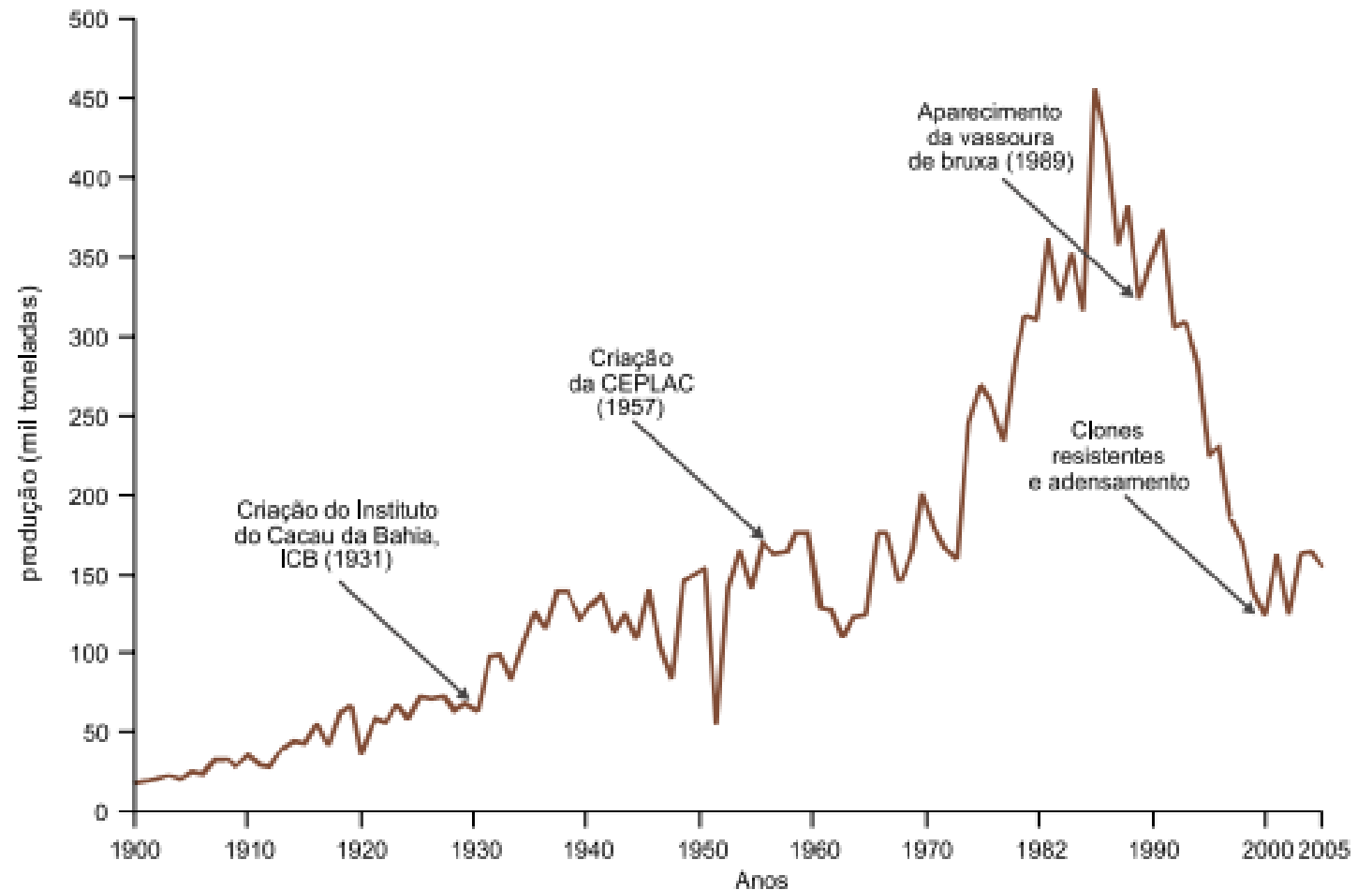
INTRODUÇÃO, HISTÓRICO E IMPORTÂNCIA ECONÔMICA

Brasil – Década de 1980



INTRODUÇÃO, HISTÓRICO E IMPORTÂNCIA ECONÔMICA

Vassoura-de-bruxa do cacaueiro *Moniliophthora perniciosa*



Fonte: ZUGAIB et al., 2006.

INTRODUÇÃO, HISTÓRICO E IMPORTÂNCIA ECONÔMICA

Entender as doenças de plantas é importante?

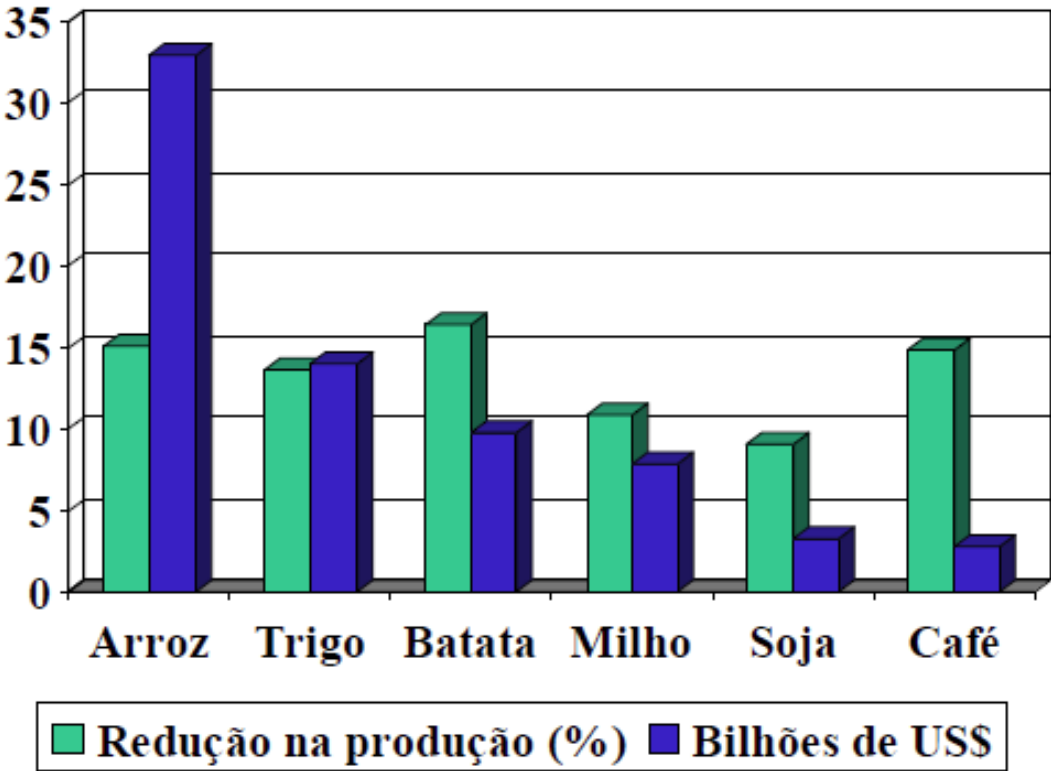
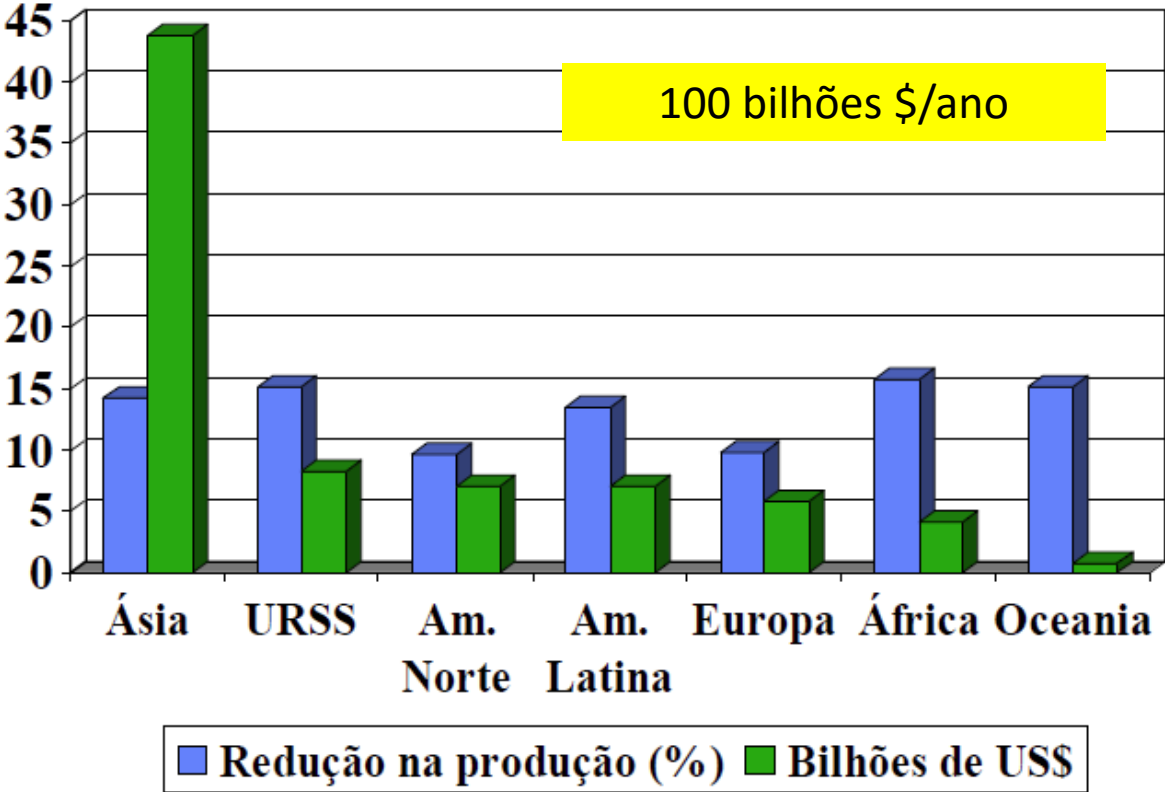
As doenças de plantas podem mudar drasticamente a história de uma nação;

Podem definir costumes de uma sociedade;

Afetam de maneira decisiva a dinâmica econômica de uma região agrícola.



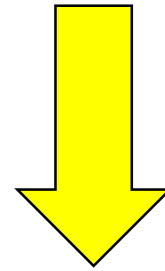
Importância das doenças de plantas



Fonte: Oerke et al. (1994)
Adaptado de Amorim (2013)

O que é Fitopatologia?

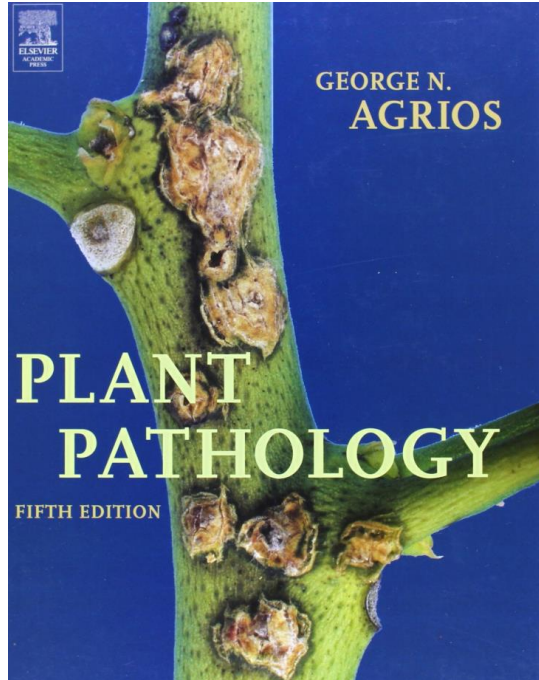
A fitopatologia é a ciência que se dedica ao estudo das doenças de plantas e **formas eficientes de controle**.



O objetivo prático da fitopatologia é o controle das doenças de plantas!



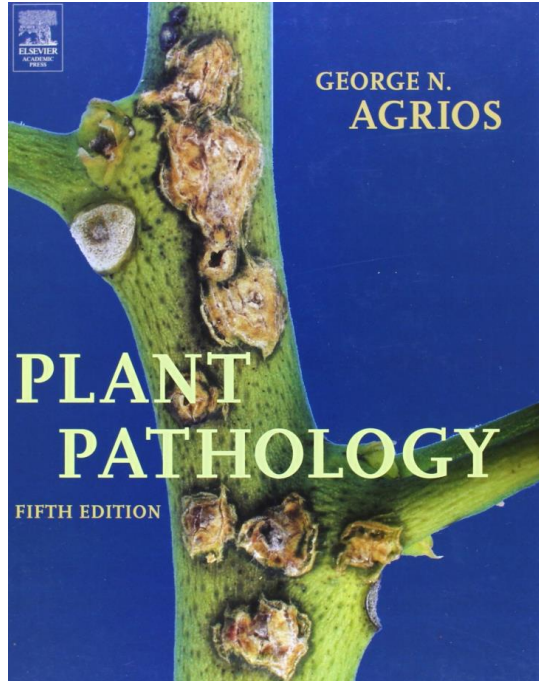
O que é doença?



“Doença pode ser definida como uma série de respostas visíveis ou invisíveis de células e tecidos da planta, oriunda de irritação contínua causada um organismo patogênico ou a um fator ambiental que resulta em mudanças adversas na forma, na função ou na integridade da planta e pode levar a um dano parcial ou à morte de partes da planta ou da planta inteira.”

Agrios, 2005

O que é doença?



“Doença pode ser definida como uma série de **respostas visíveis** ou invisíveis de células e tecidos da planta, oriunda de **irritação contínua** causada um **organismo patogênico** ou a um **fator ambiental** que resulta em **mudanças adversas** na forma, na **função** ou na integridade da planta e pode levar a um dano parcial ou à morte de partes da planta ou da planta inteira.”

Agrios, 2005

O que é doença?

SINAIS

Respostas visíveis e mudanças adversas

SINTOMAS



Murcha bacteriana do tomateiro
Ralstonia solanacearum



Antracnose em folhas de mamão
Colletotrichum spp.



Cancro cítrico
Xanthomonas axonopodis pv. *citri*



Urediniósporos em folhas de café
Hemileia vastatrix

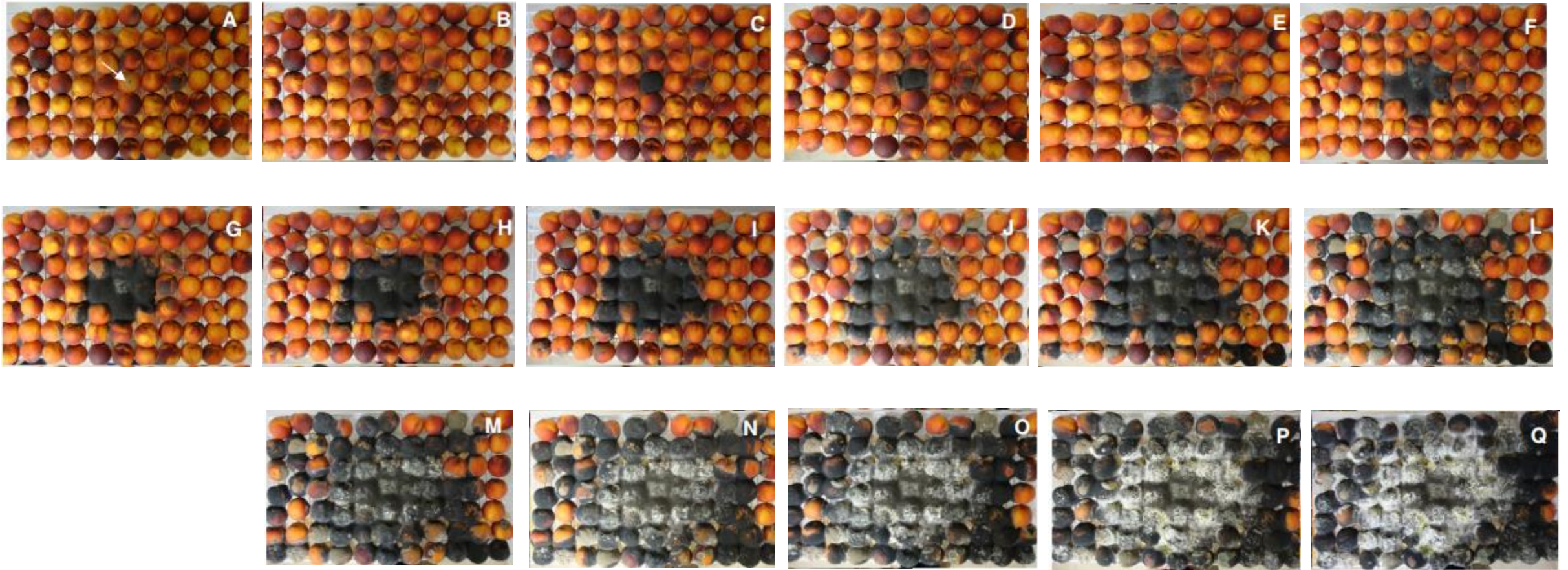


Massa mucilaginosa sobre lesões em manga
Colletotrichum gloeosporioides

O que é doença?

Irritação contínua

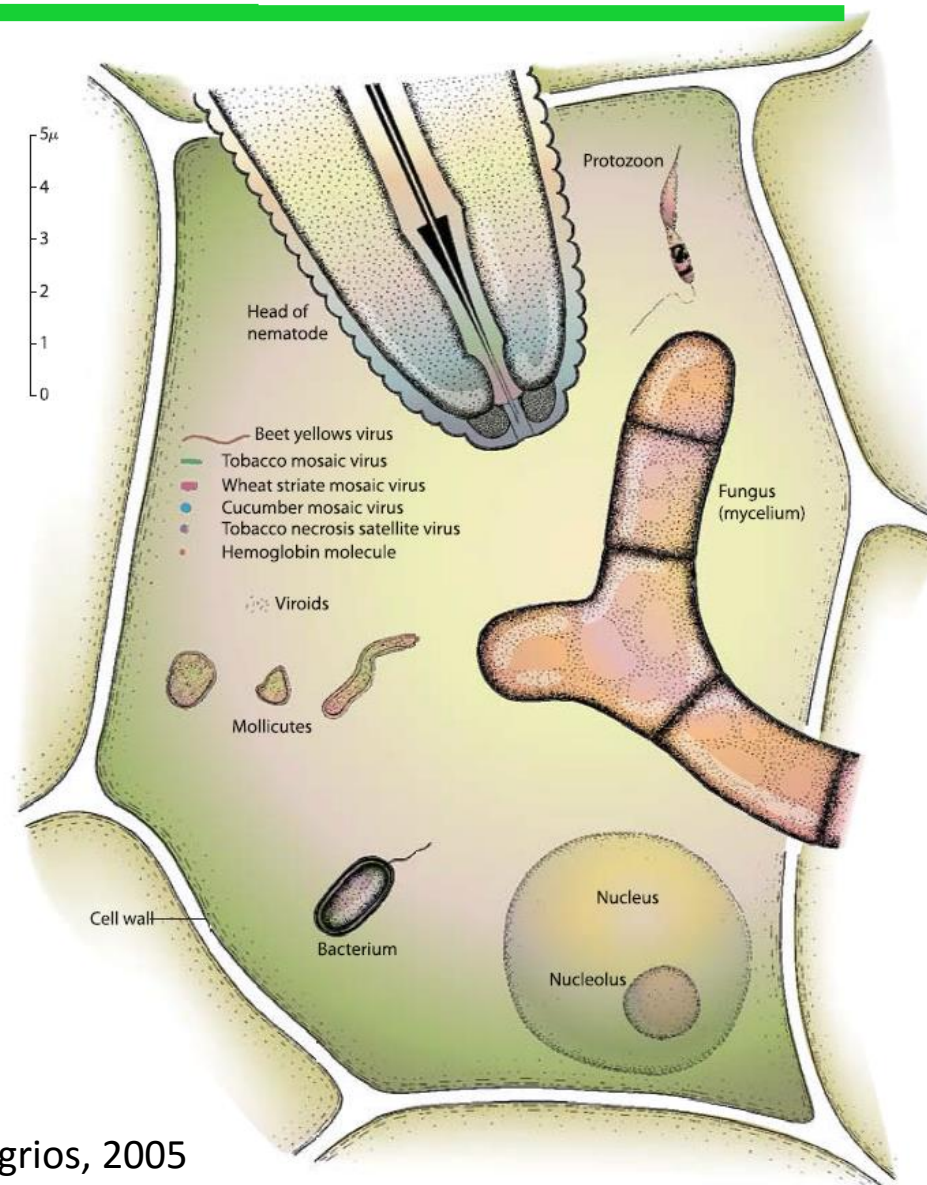
Pêssego x *Rhizopus stolonifer*



Fonte: Baggio, 2013

O que é doença?

Organismo patogênico



Fonte: Agrios, 2005

Patogenicidade: capacidade de um microrganismo causar doença em uma determinada espécie vegetal. Característica de um organismo virulento.

Virulência é a capacidade de um microrganismo causar doença.

O que é doença?

Organismo patogênico

Agressividade: graus de “patogenicidade” em determinada variedade.

Isolado 1



Cultivar A

Isolado 1



Cultivar B

O isolado 1 é virulento tanto em A quanto em B.

O isolado 1 é **mais agressivo** em A que em B.

A agressividade é uma característica quantitativa!

A é mais suscetível que B, logo B é mais resistente que A.

O que é doença?

Organismo patogênico

Agressividade: graus de “patogenicidade” em determinada variedade.

Isolado 2



Espécie A

Isolado 2



Espécie B

O isolado 2 **é virulento** para a espécie A e **não-virulento** para a espécie B.

A espécie A **é hospedeira** do isolado 2.

A espécie B é **não hospedeira** do isolado 2.

O que é doença?

Fator ambiental

Revista Brasileira de Agrometeorologia, Santa Maria, v. 7, n. 1, p. 107-111, 1999.
Recebido para publicação em 23/09/1998. Aprovado em 22/01/1999.

ISSN 0104-1347

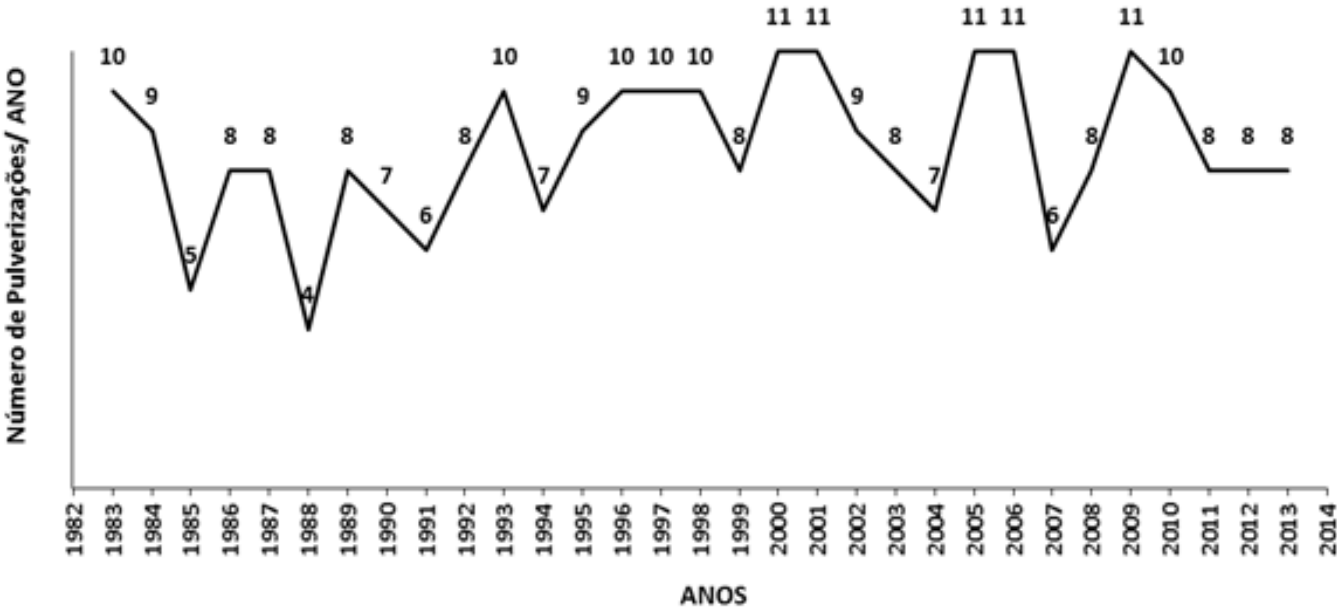
USO DA PRECIPITAÇÃO PLUVIAL PARA PREVISÃO DE ÉPOCAS DE PULVERIZAÇÃO VISANDO CONTROLE DE DOENÇAS FÚNGICAS NA VIDEIRA ‘NIAGARA ROSADA’

USE OF RAINFALL TO FORECAST TIME OF SPRAYING TO CONTROL FUNGAL DISEASES ON ‘NIAGARA ROSADA’ GRAPE

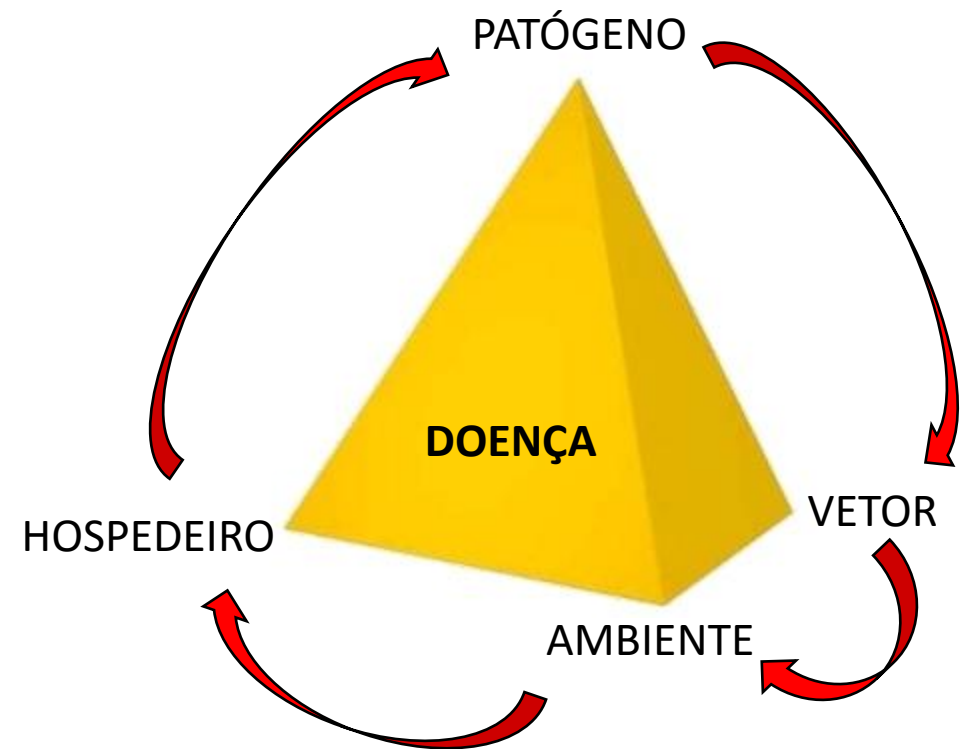
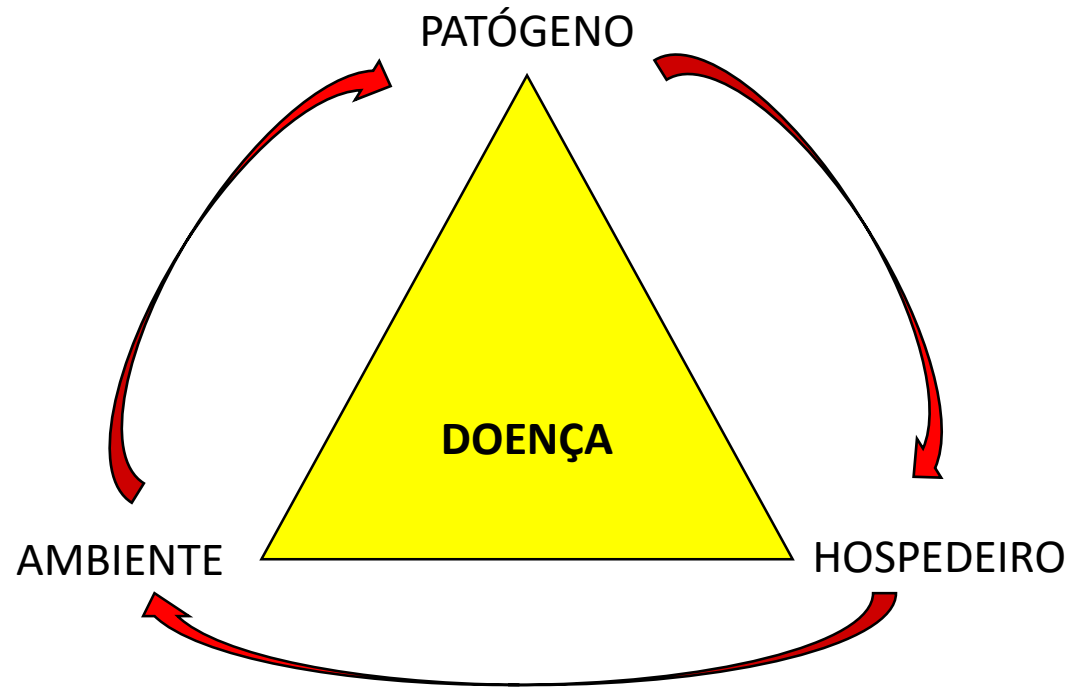
Mário José Pedro Júnior^{1,3} José Ricardo Macedo Pezzopane² e Fernando Picarelli Martins¹

Número de pulverizações	Risco
≥ 16	Muito Alto
12 a 15	Alto
8 a 11	Médio
4 a 7	Baixo
0 a 3	Muito Baixo

O número de pulverizações está correlacionado com as chuvas!

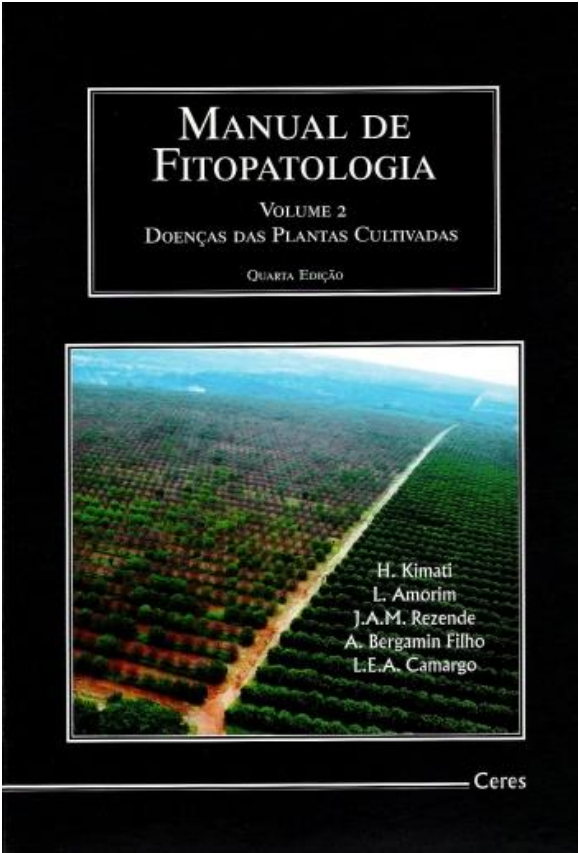


O que é doença?

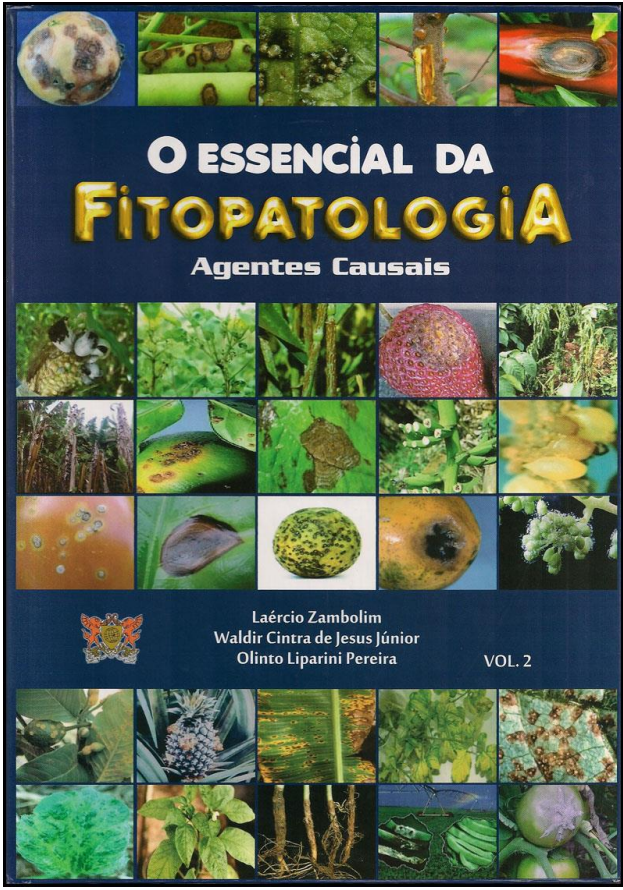
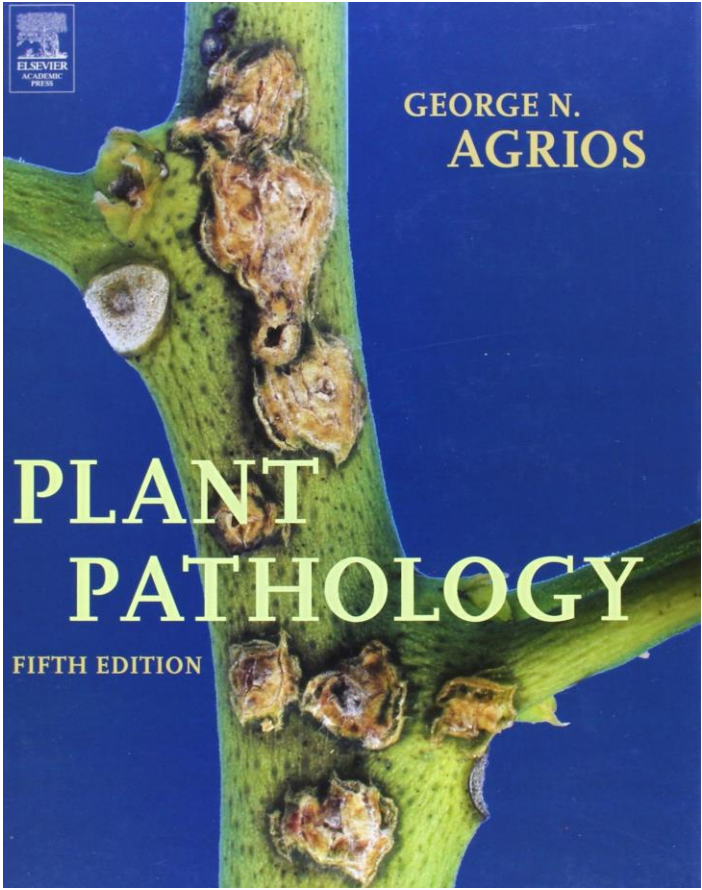


Classificação e formas de agrupamento das doenças de plantas

Hospedeiro

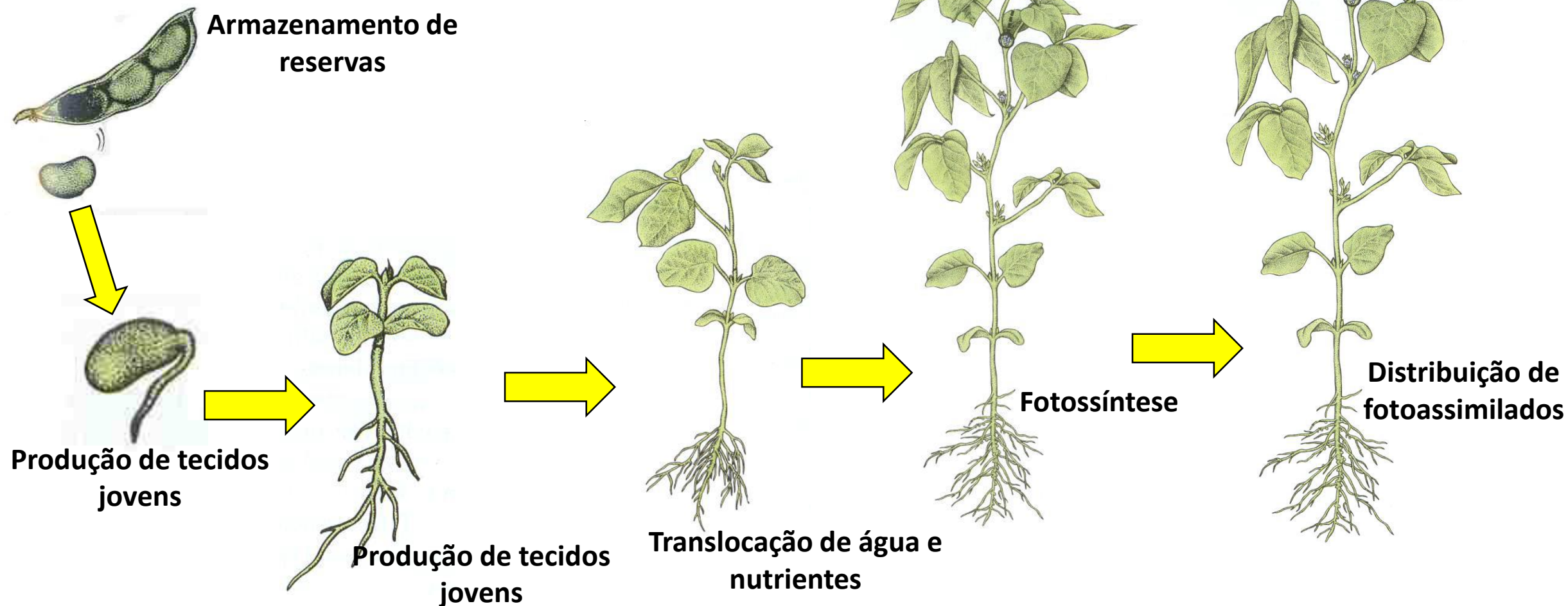


Patógeno

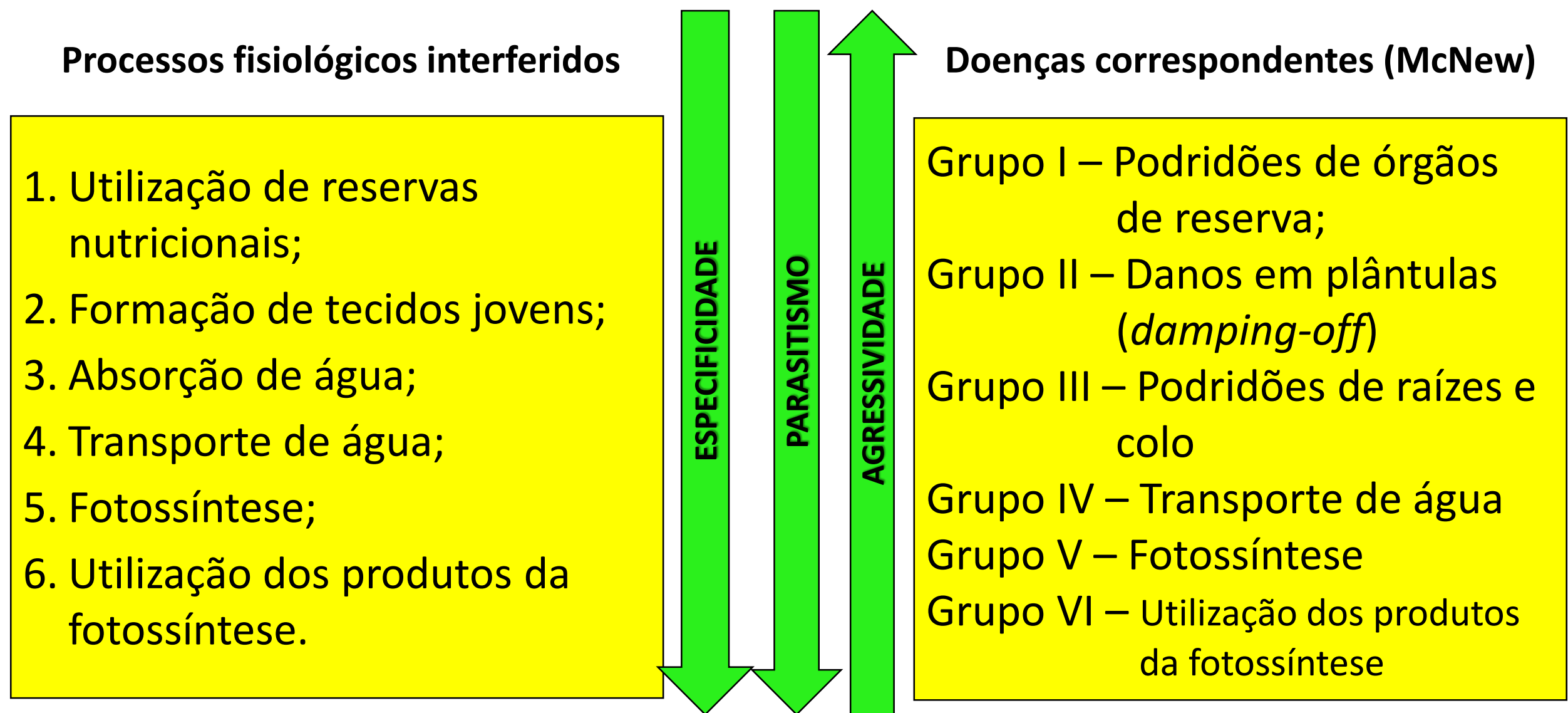


Classificação e formas de agrupamento das doenças de plantas

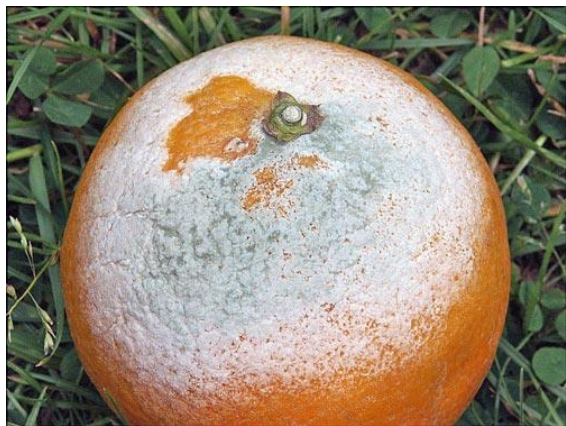
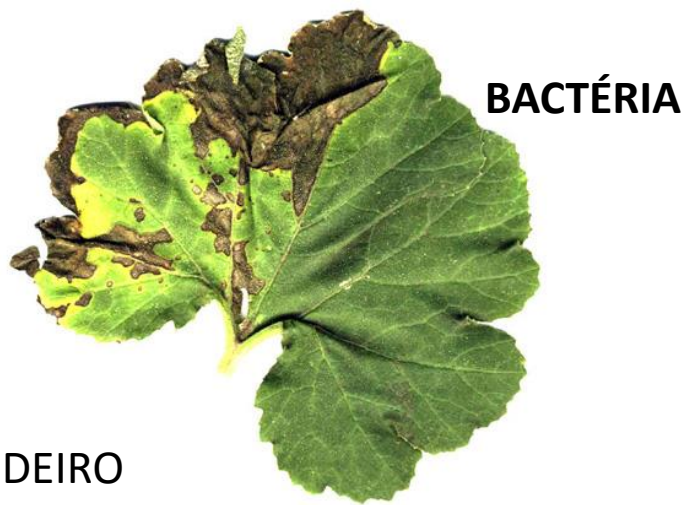
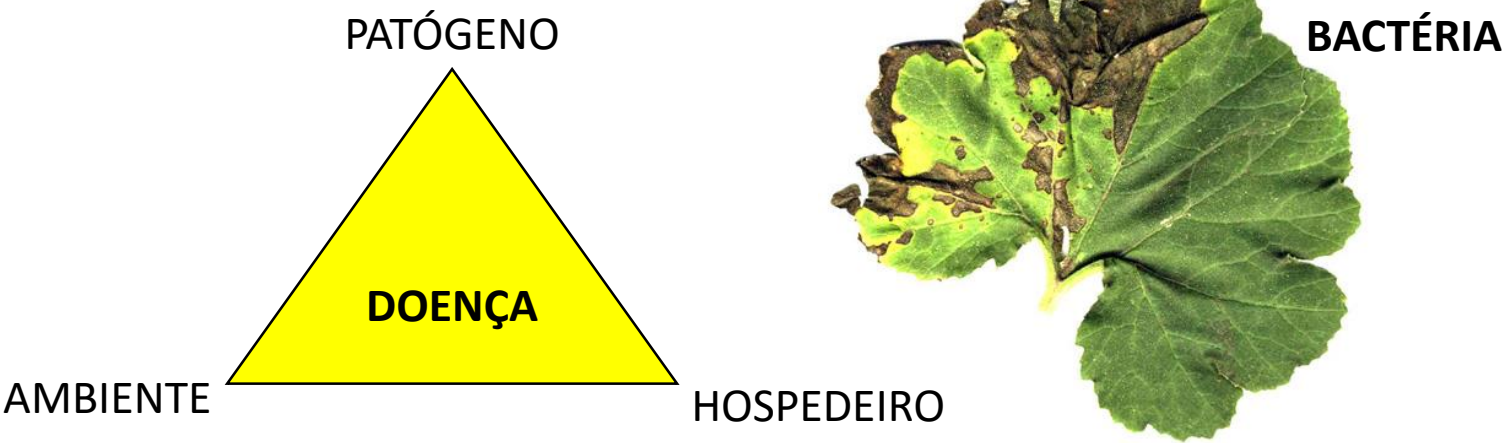
Processo fisiológico interferido (McNew)



Classificação e formas de agrupamento das doenças de plantas



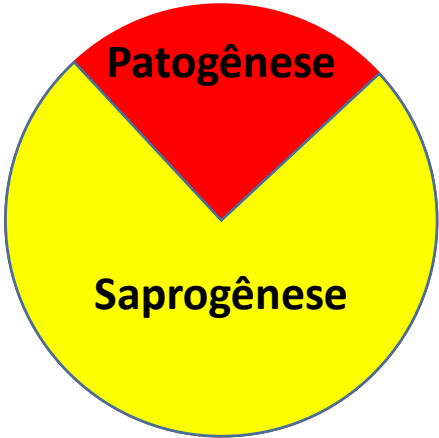
Etiologia: estudo das causas



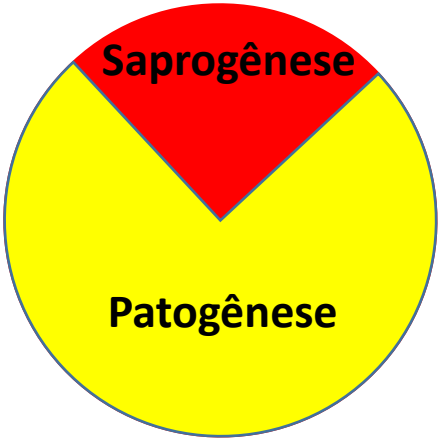
Etiologia: estudo das causas

Parasitas obrigatórios

Parasitas não-obrigatórios

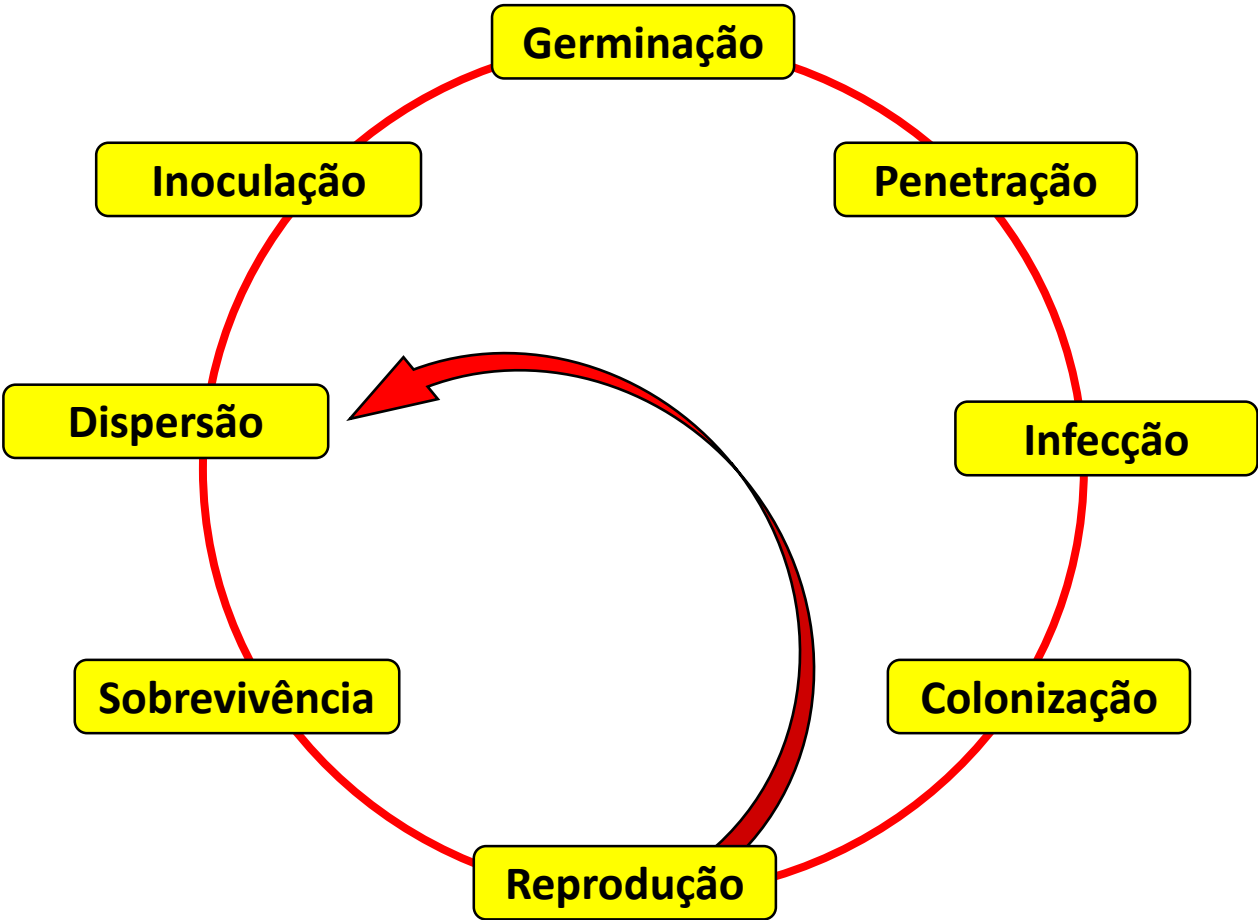


Parasitas facultativos

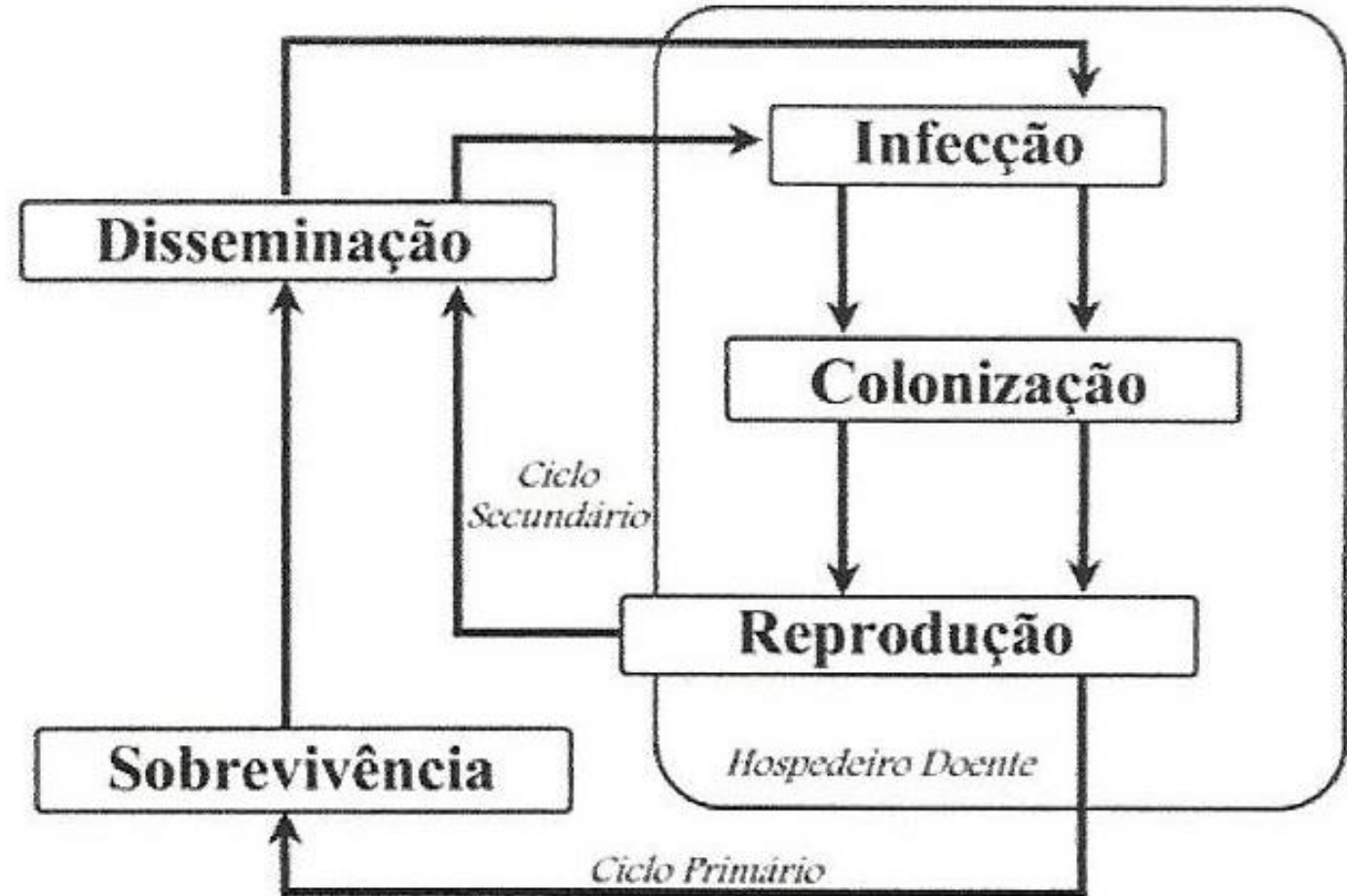
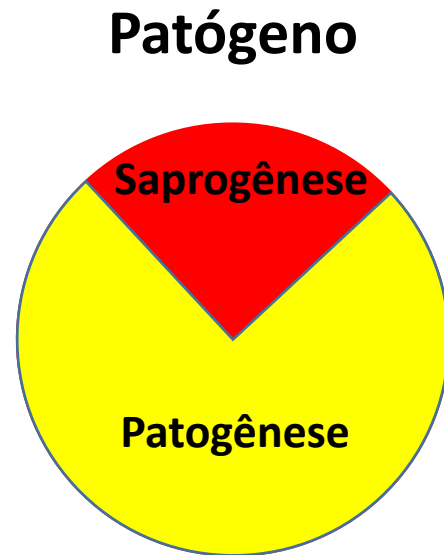


Saprófitas facultativos

Ciclo de vida dos fitopatógenos

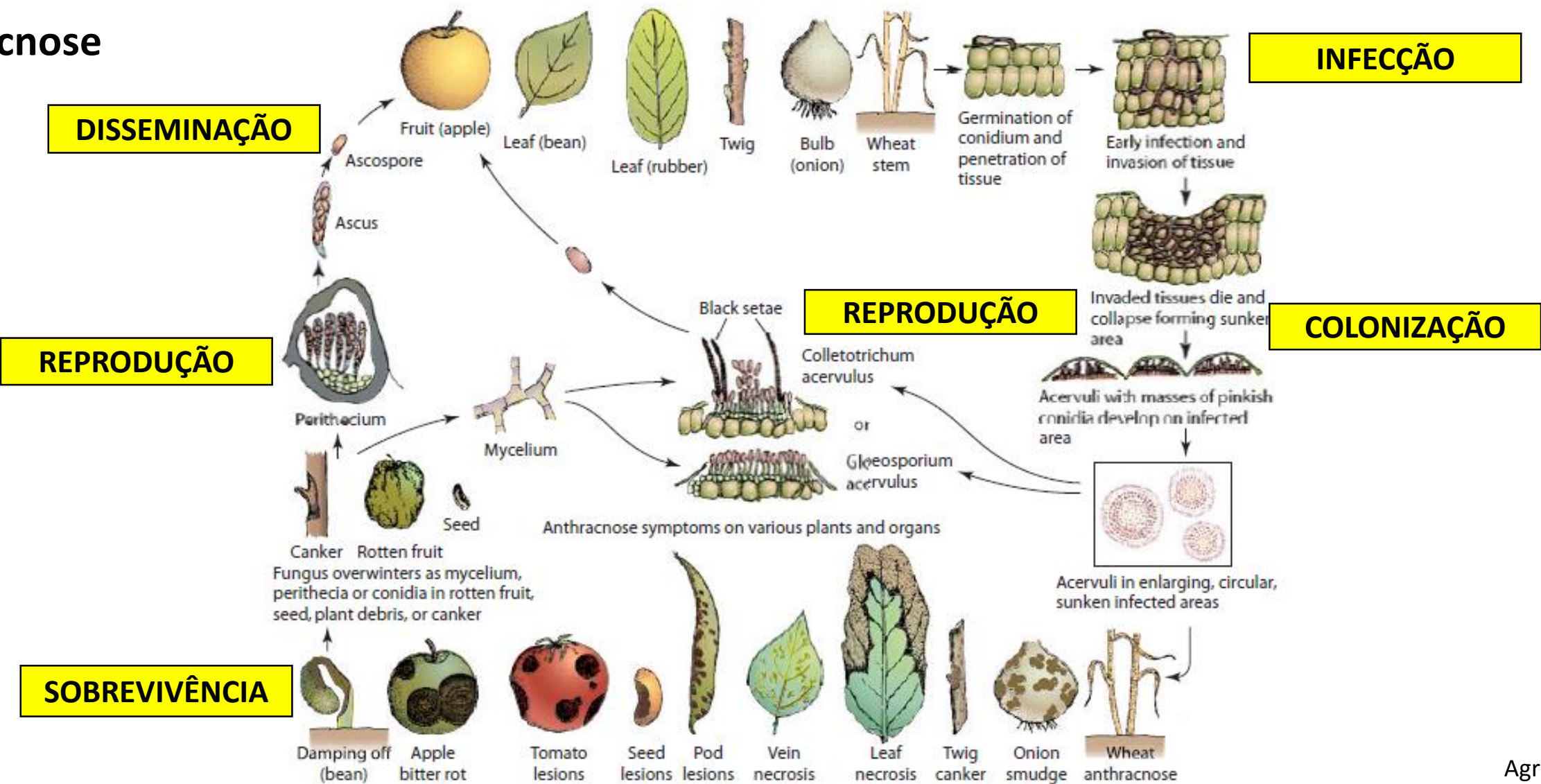


O ciclo das relações patógeno-hospedeiro



O ciclo das relações patógeno-hospedeiro

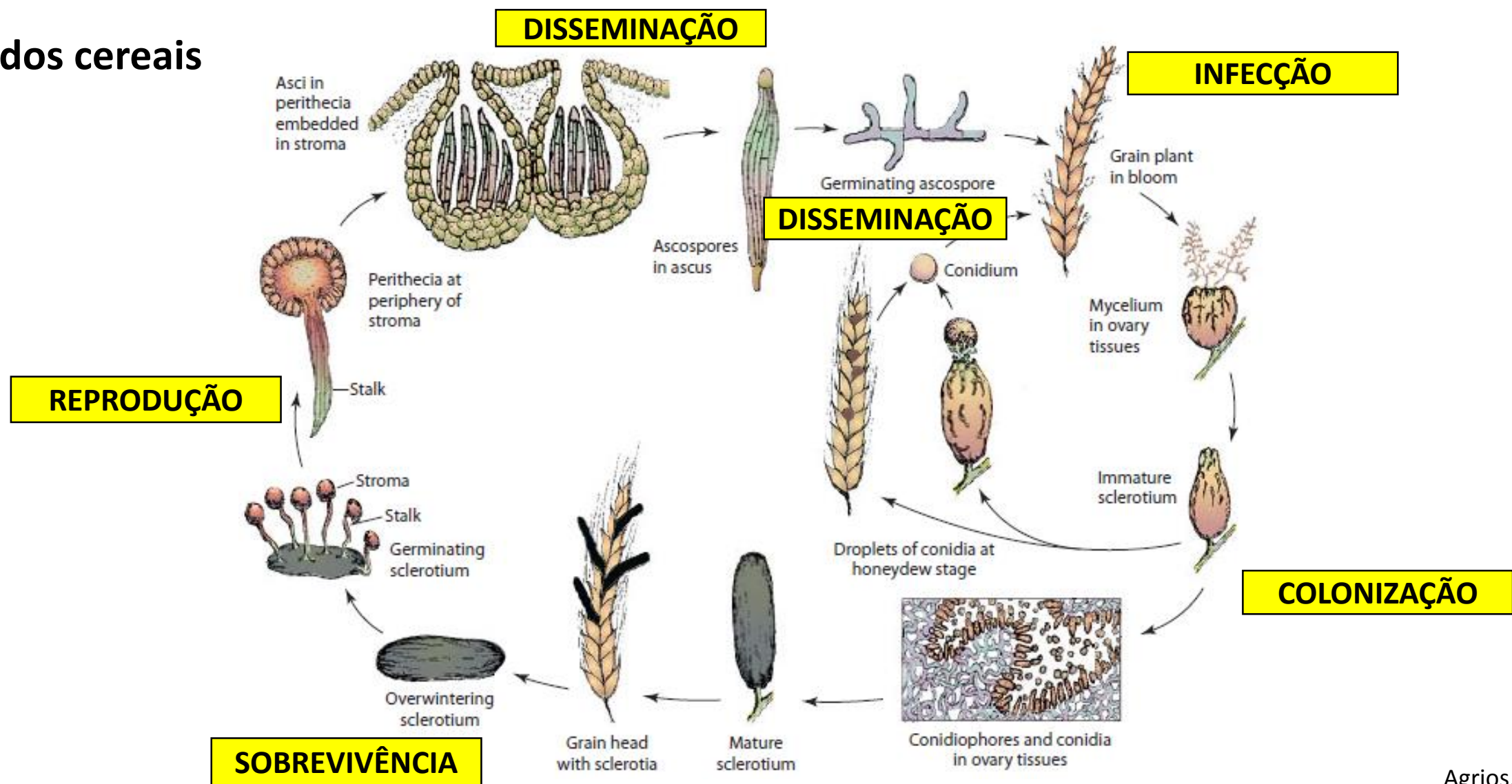
Antracnose



Agrios, 2005

O ciclo das relações patógeno-hospedeiro

Esporão dos cereais

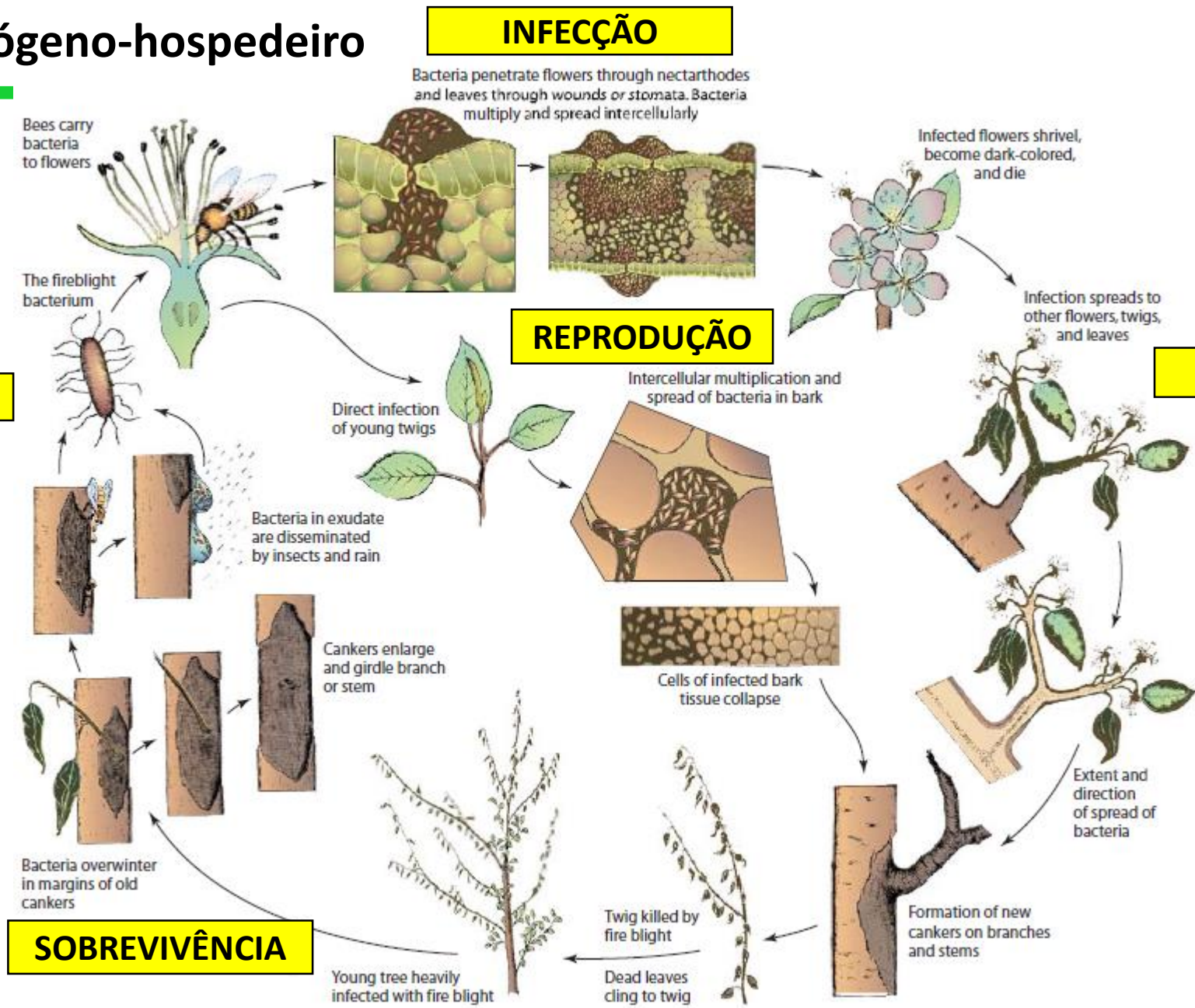


Agrios, 2005

O ciclo das relações patógeno-hospedeiro

Fogo bacteriano *Erwinia amylovora*

DISSEMINAÇÃO



Agrios, 2005

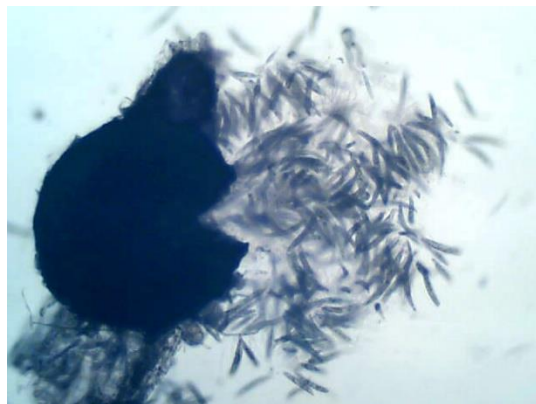
O ciclo das relações patógeno-hospedeiro

Sobrevivência

Estruturas especializadas (fungos e nematoides)



Teliósporos de
Puccinia graminis f. sp. *tritici*



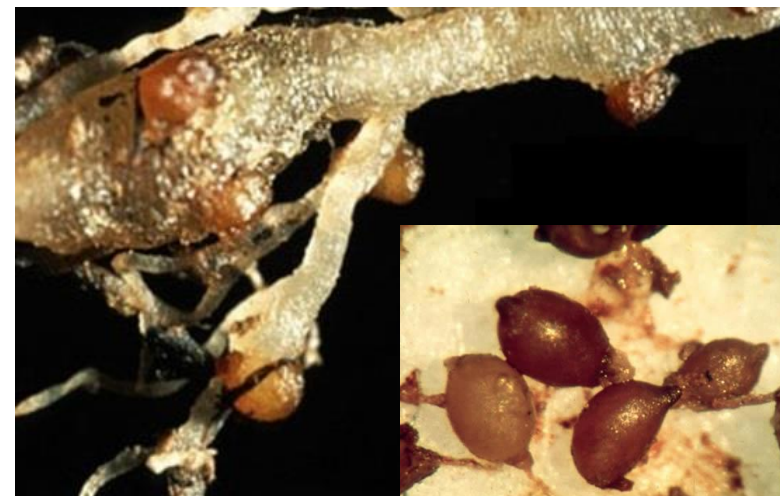
Peritécio
Giberela do trigo



Escleródios em soja
Sclerotinia sclerotiorum



Esporângio de *Phytophthora*
nicotianae contendo
oósporos

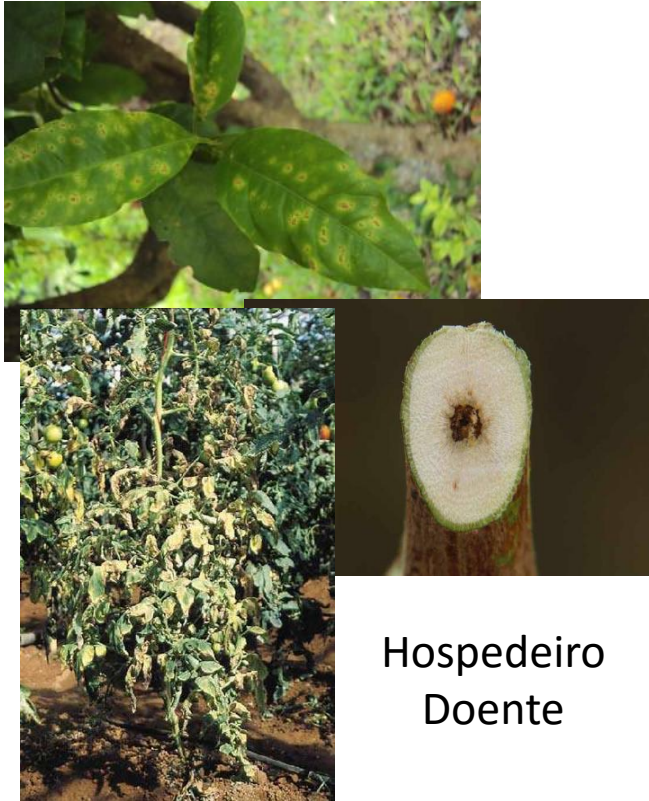


Cistos em raízes de soja
Heterodera glycines

O ciclo das relações patógeno-hospedeiro

Sobrevivência

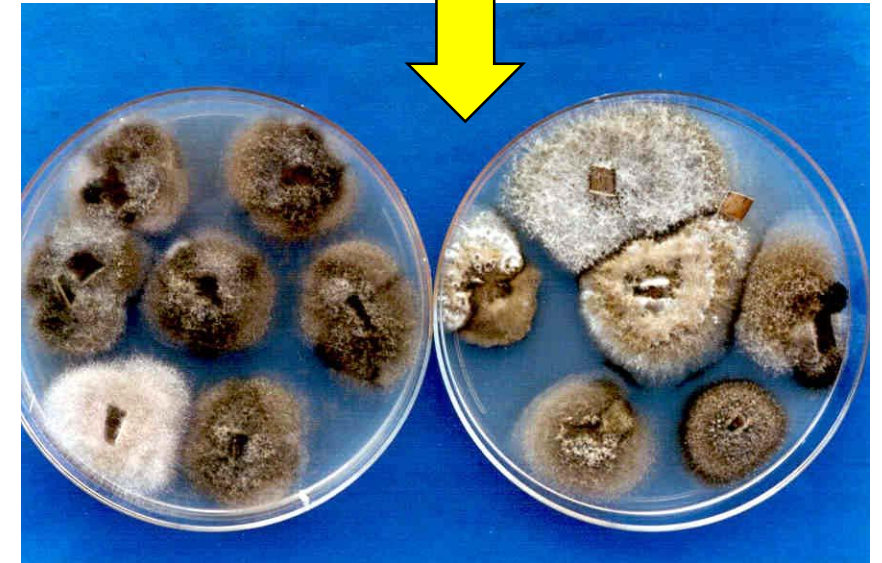
Plantas hospedeiras (fungos, bactérias e vírus)



Hospedeiro
Doente



Hospedeiro
Sadio



Sementes

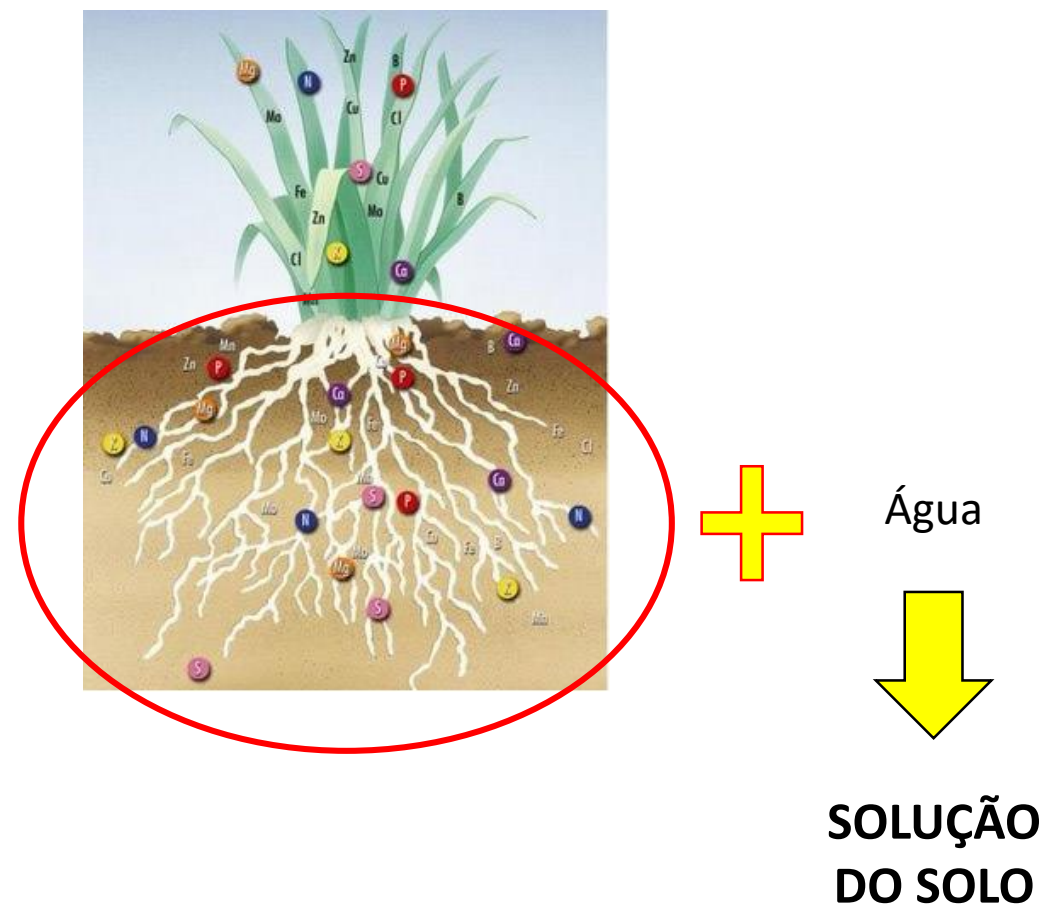
O ciclo das relações patógeno-hospedeiro

Sobrevivência

Atividade saprofítica (fungos e bactérias)



Matéria orgânica em decomposição



O ciclo das relações patógeno-hospedeiro

Mosaico dourado do
feijoeiro

Sobrevivência

Vetores (fungos, bactérias, vírus e nematoide)



Diaphorina citri
Psilídeo

Vetor do HLB



Tripes spp.

Vira-cabeça do tomateiro



Rhynchophorus palmarum
Anel vermelho do coqueiro



Família Scolytidae
Ceratocystis spp.
Murcho e seca em espécies arbóreas



O ciclo das relações patógeno-hospedeiro

Disseminação



- Liberação → **Ativa/Passiva**
- Dispersão → **Ativa/Passiva
(ar/água/homem/insetos)**
- Deposição → **Sedimentação**



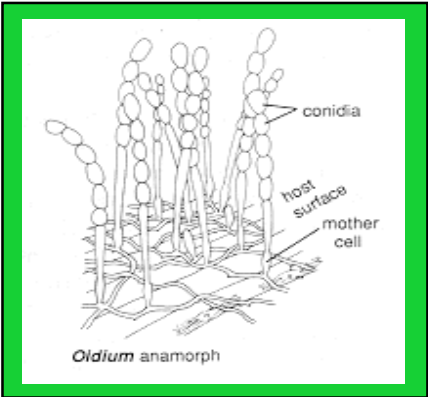
O ciclo das relações patógeno-hospedeiro

Disseminação

Liberação Passiva



Oídios - *Oidium*

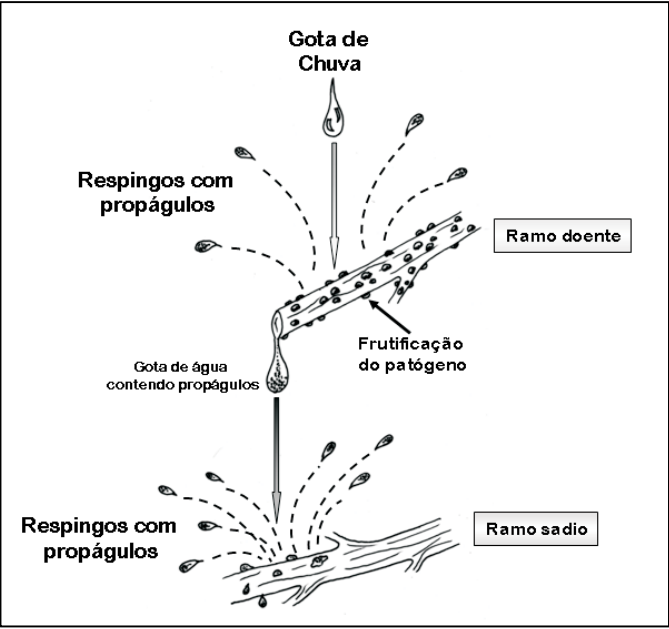


Ferrugens
Puccinia, *Uromyces* etc.



Liberação por impacto

11. Teliospore cloud of *Tilletia controversa* released during harvest of plants affected by dwarf bunt. (Courtesy J. A. Hoffmann)



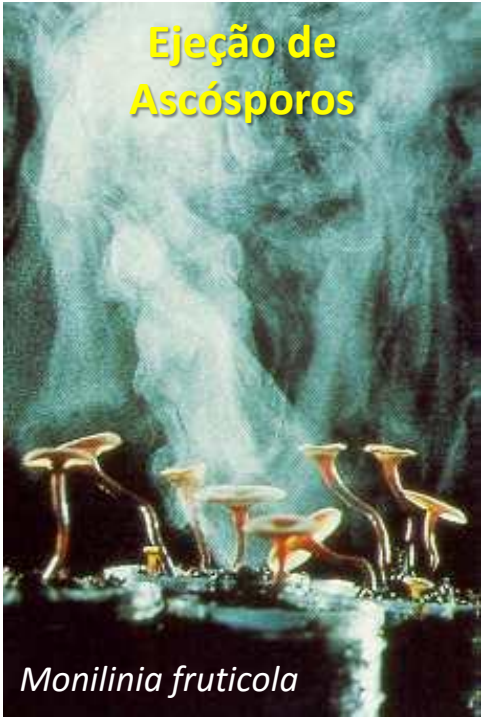
Propágulos bacterianos e fúngicos

Xanthomonas spp.
Colletotrichum spp.

Ingold, 1971

O ciclo das relações patógeno-hospedeiro

Disseminação Liberação Ativa



Monilia em
“blueberry”

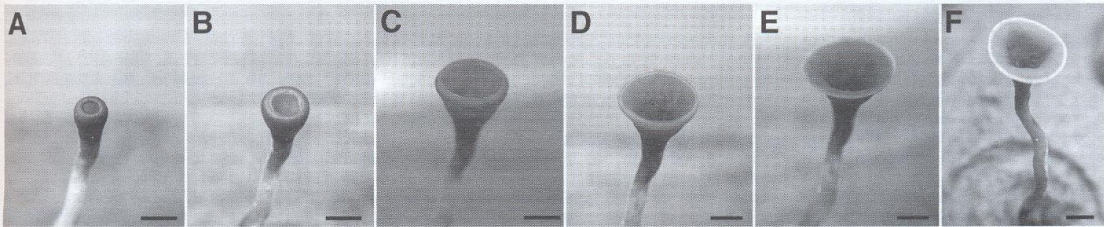
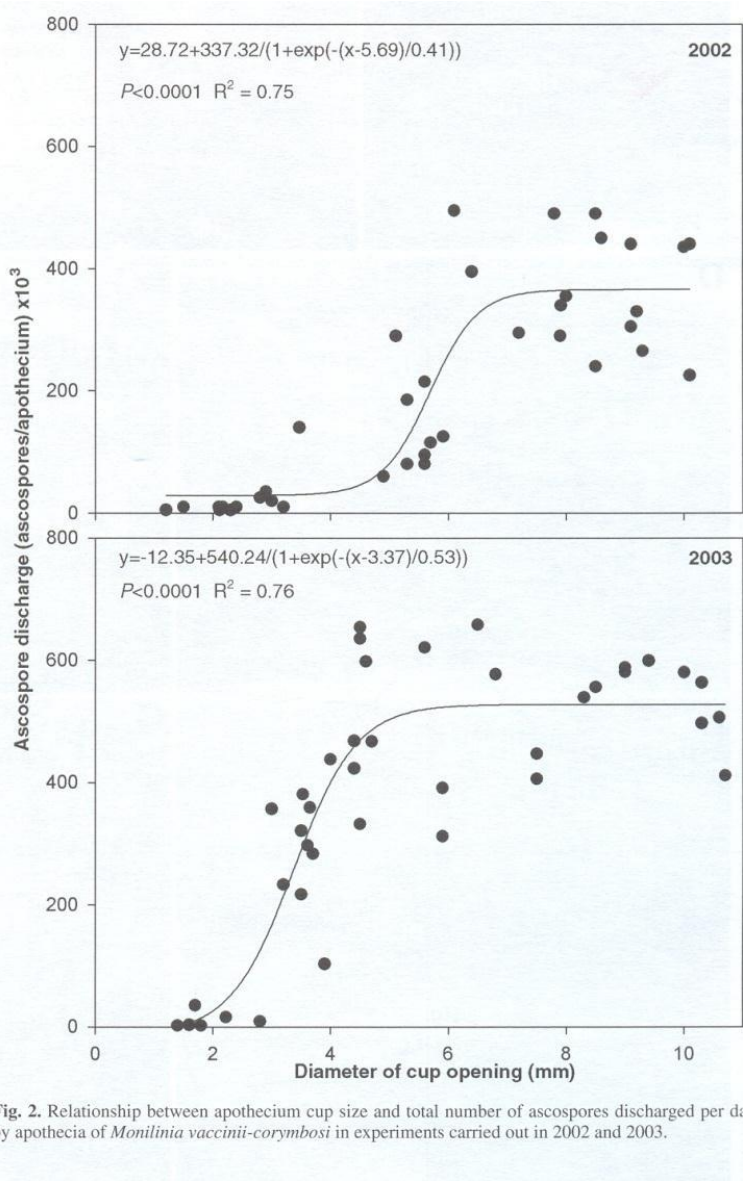


Fig. 1. Micrographs showing the development of an apothecium of *Monilia vaccinii-corymbosi* over a period of 6 days (A to F = day 1 to day 6). Bars = 5 mm.



O ciclo das relações patógeno-hospedeiro

Disseminação

Dispersão

Dispersão

Ar
Curtas distâncias (camada de turbulência)
Longas distâncias (camada convectiva)
Fungos, Nematóides

Água
Respingos
Enxurrada
Bactérias
Fungos
Nematóides

Insetos
Vírus
Fitoplasmas
Bactérias
Fungos
Viróides (1)

Pólen
Vírus
Viróides
Fungos

Homem
Transporte de material propagativo
Tratos culturais (enxertia, colheita, desbrota)
Vírus, Fungos, Bactérias, Viróides, Nematóides, Fitoplasmas, ...

A world map illustrating the distribution of *Hemileia vastatrix* (pink shaded areas) and the years of its first detection. The distribution is as follows:

Region	First Detection Year(s)
North America	1979-81, 1976
South America	1972
Europe	1951-66
Africa	1952, 1915, 1910, 1904-06
Asia	1945, 1883, 1892
Oceania	1888

The year 1861 is circled on the map, indicating the first detection in Australia.

Distribuição de *Hemileia vastatrix* e datas da primeira constatação

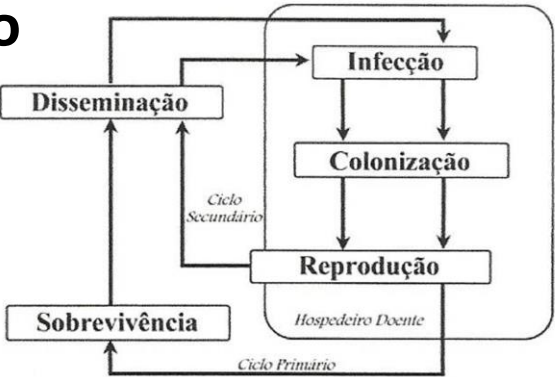
A photograph of a plant leaf showing yellowish-brown spots, characteristic of *Hemileia vastatrix* infection.

A scanning electron micrograph (SEM) showing the characteristic cup-shaped, spiny structures of *Hemileia vastatrix*.

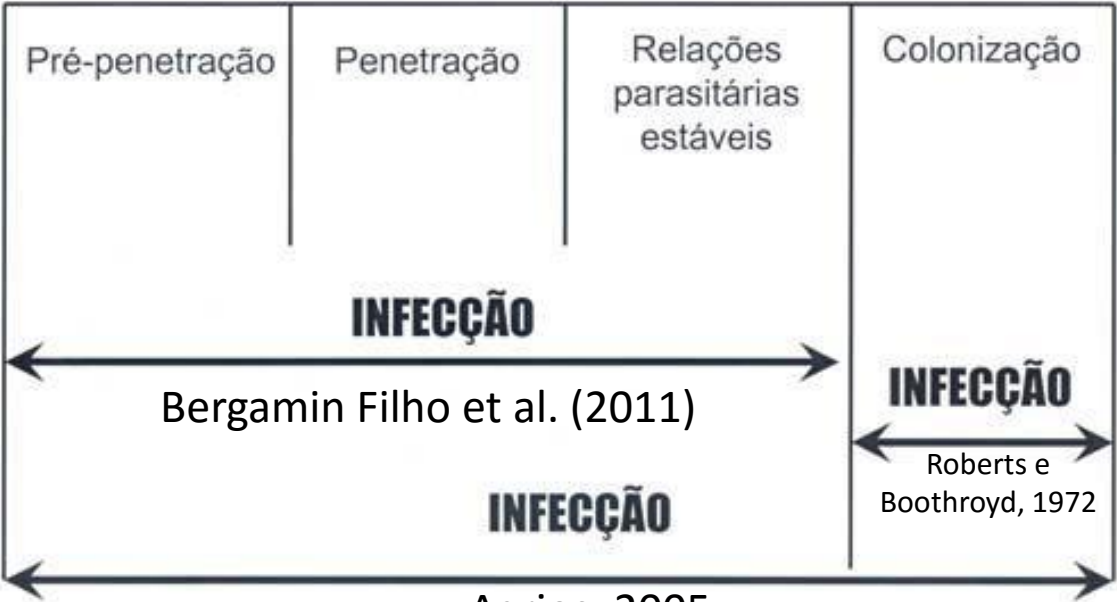
Noções básicas de fitopatologia: o estudo das doenças de plantas

O ciclo das relações patógeno-hospedeiro

Infecção

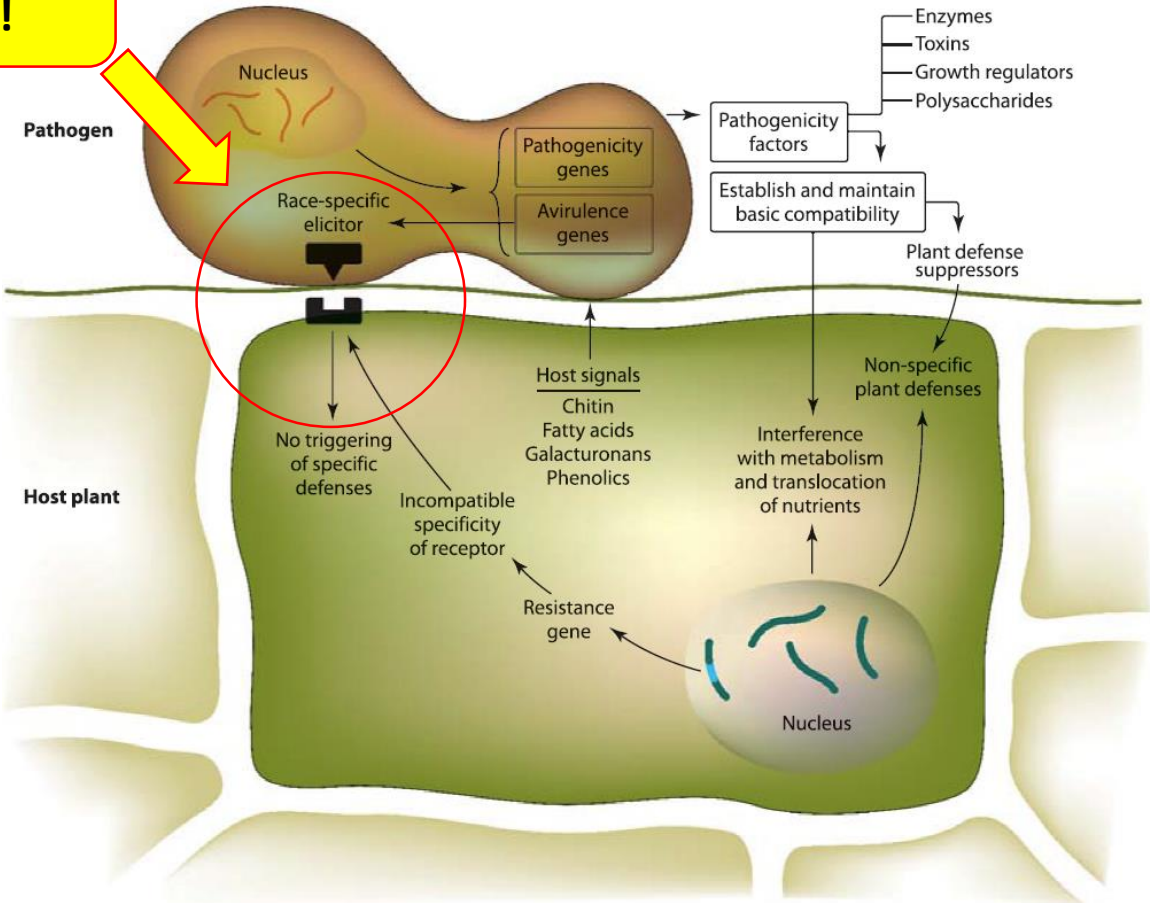


Se há reconhecimento,
não há doença!



Agrios, 2005

PRÉ-PENETRAÇÃO



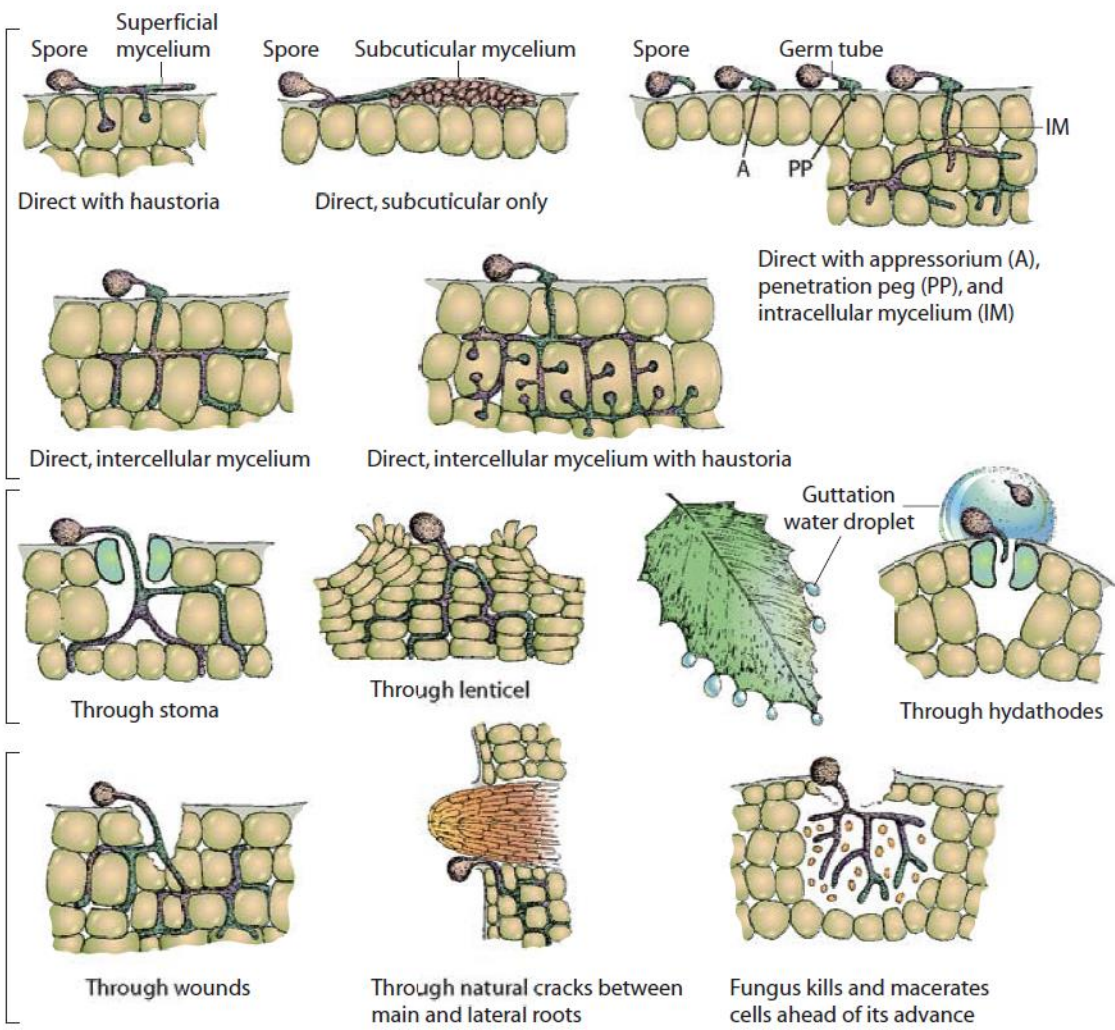
Agrios, 2005

O ciclo das relações patógeno-hospedeiro

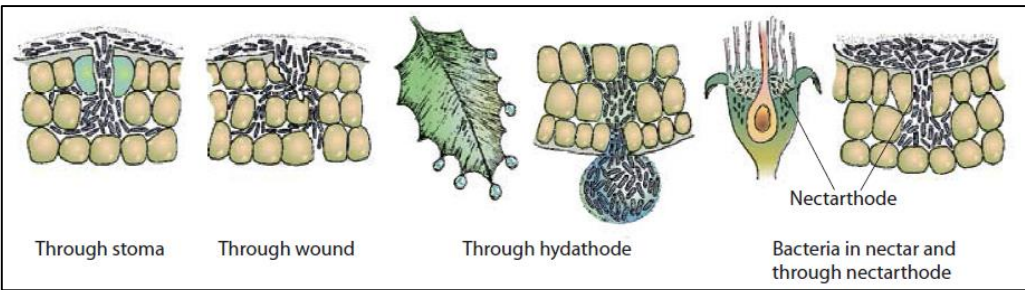
Infecção Penetração

DIRETA

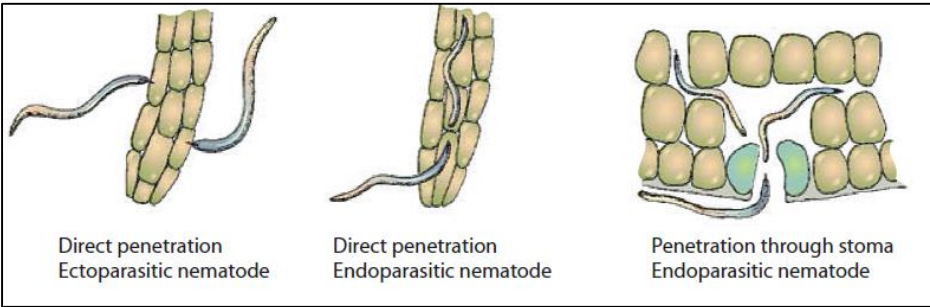
FUNGOS



BACTÉRIA



NEMATOIDE



VÍRUS

DEPOSIÇÃO = INFECÇÃO
FERIMENTOS

ABERTURAS
NATURAIS

FERIMENTOS

Agrios, 2005

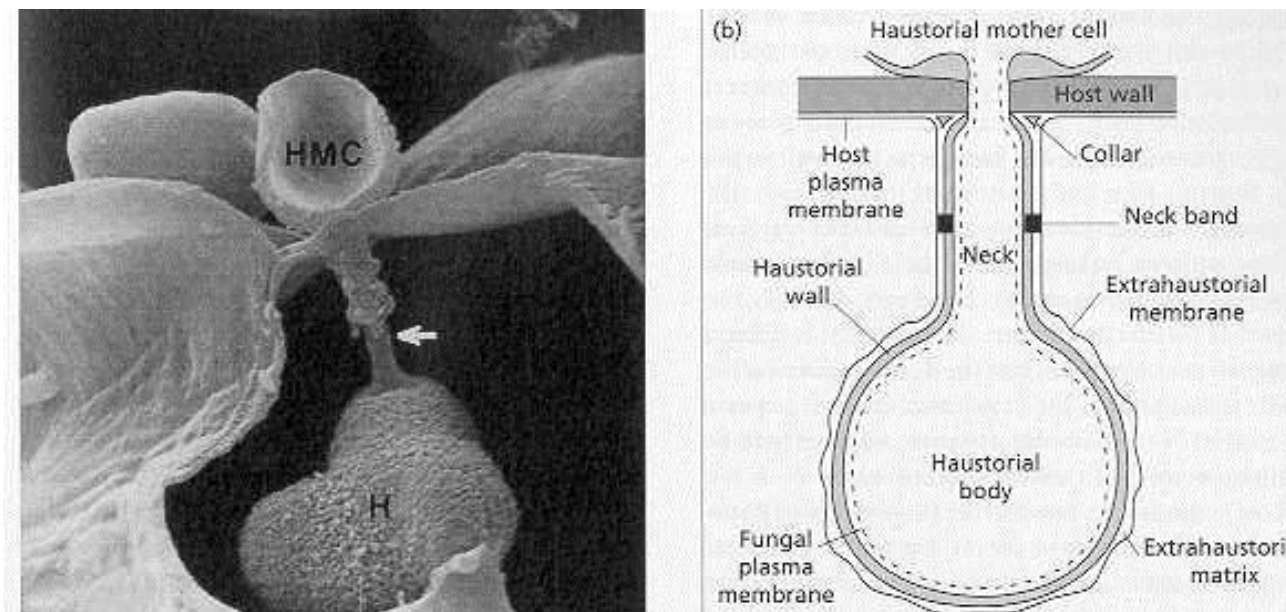
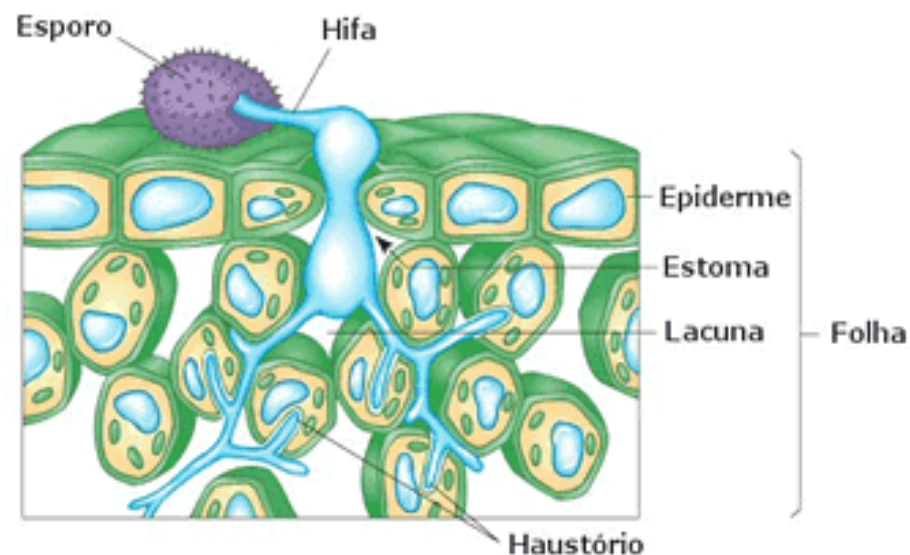
O ciclo das relações patógeno-hospedeiro

Infecção

Relações parasitárias estáveis $\neq$ Colonização

Capacidade de se estabelecer em um hospedeiro suscetível

Vai até a formação do haustório



HMC = célula mãe do haustório

H = haustório de *Hemileia vastatrix*

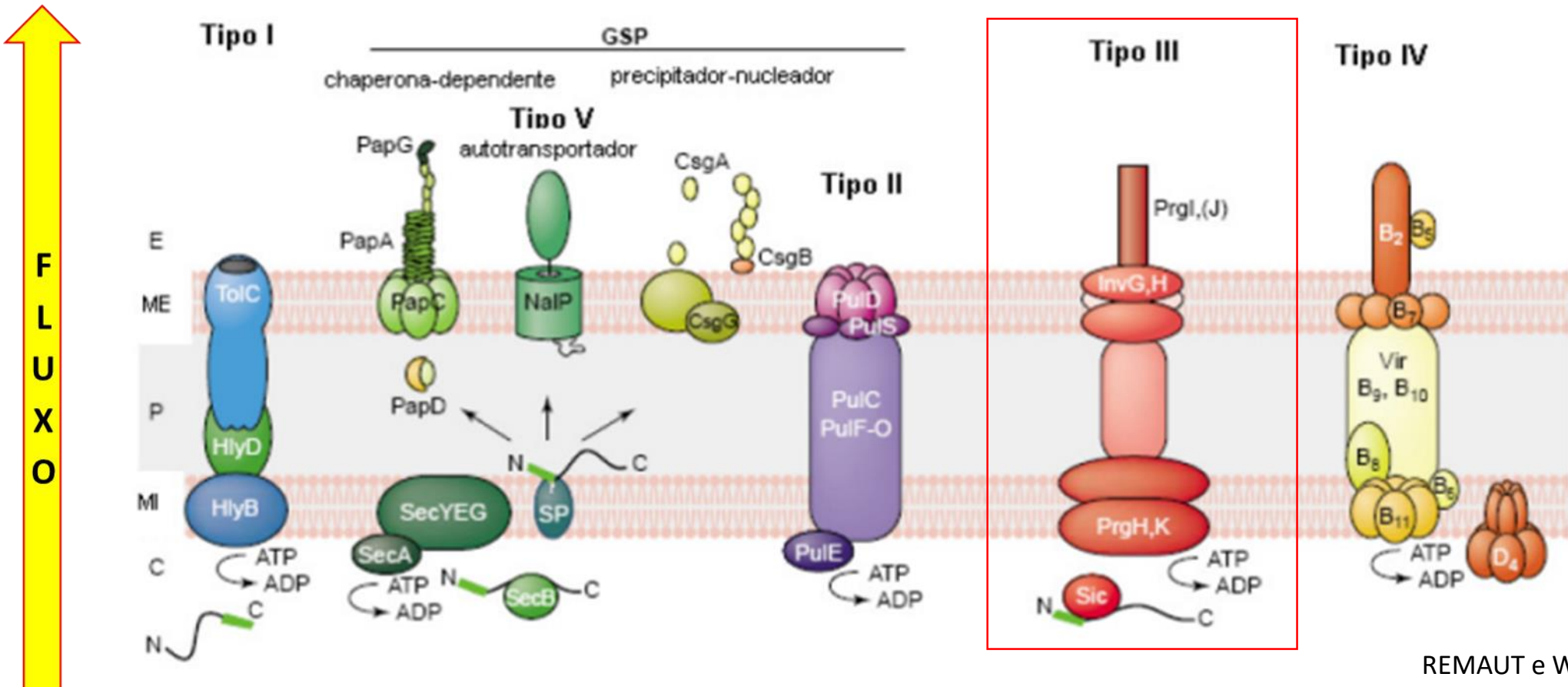
Amorin, 2013

O ciclo das relações patógeno-hospedeiro

Infecção

Relações parasitárias estáveis

Sistemas secretores em fitobactérias

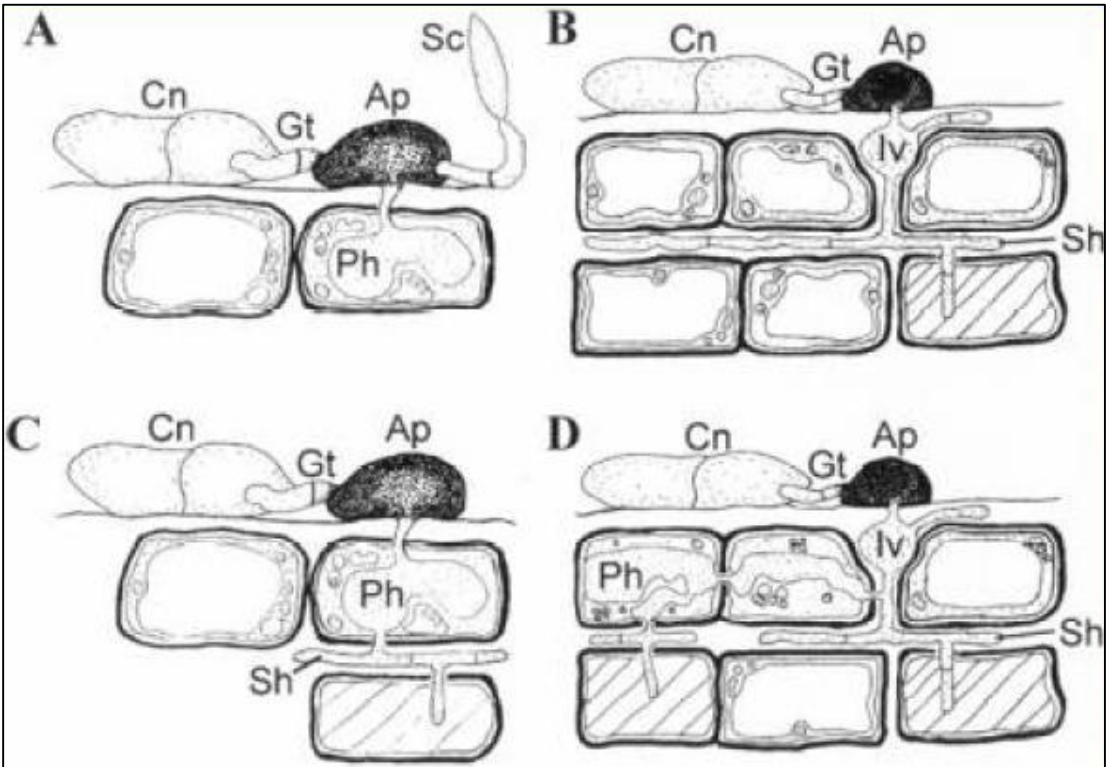
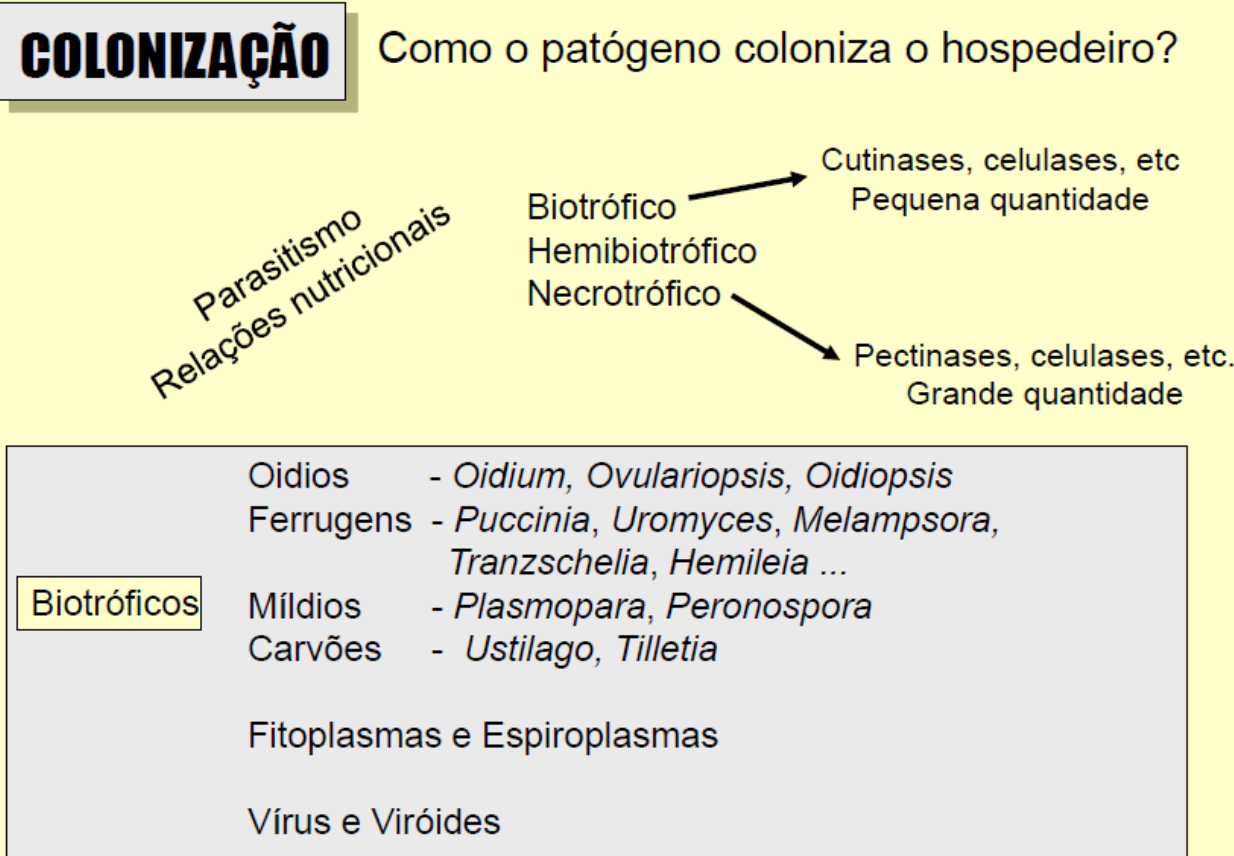


REMAUT e WAKSMAN (2004)

O ciclo das relações patógeno-hospedeiro

Colonização

Crescimento no interior do hospedeiro



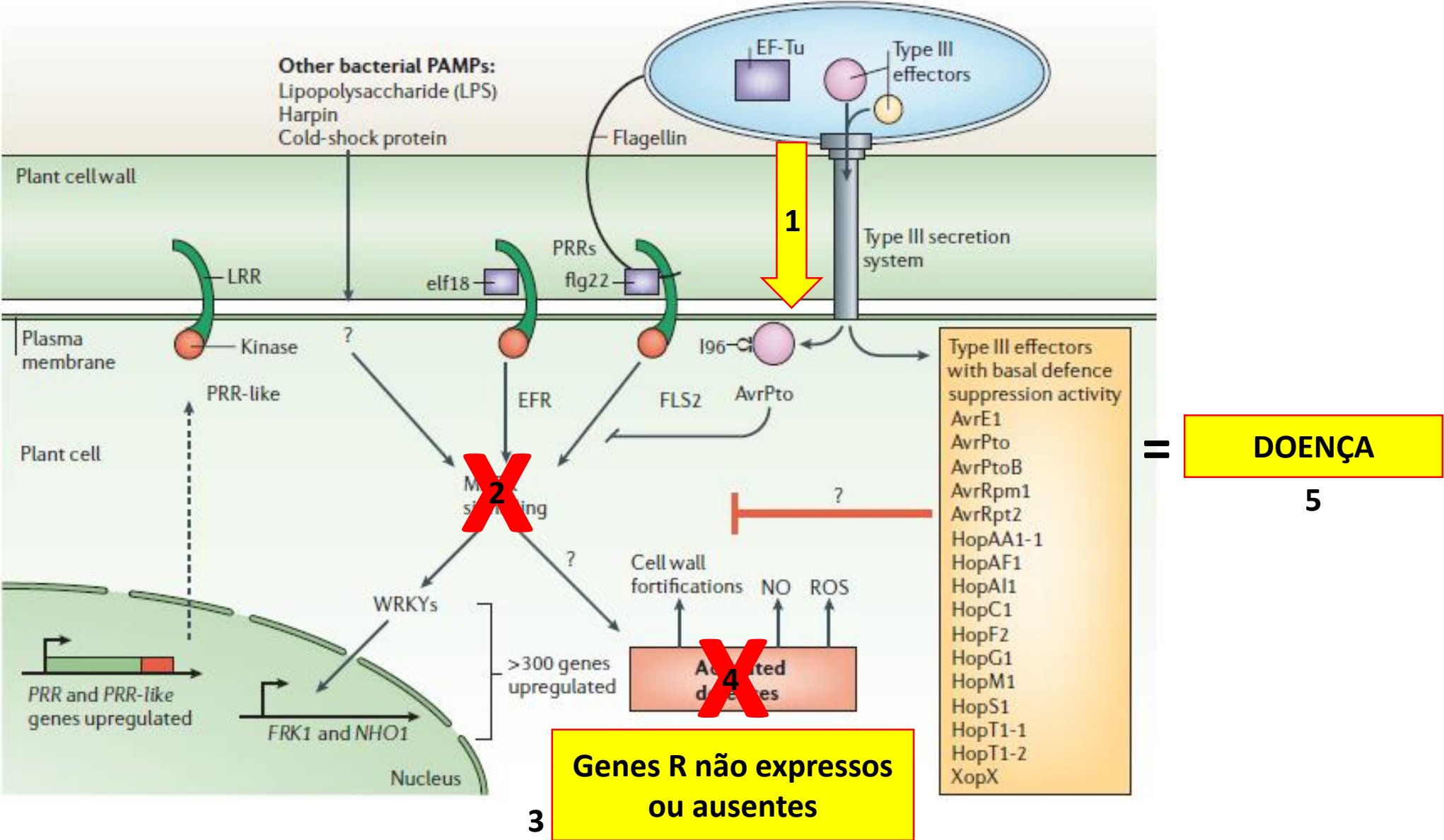
A – biotróficos, B – necrotróficos, C e D - hemibiotrófico

Peres et al. Plant Disease 89(8): 784-96. 2005

O ciclo das relações patógeno-hospedeiro

Colonização

Bactérias



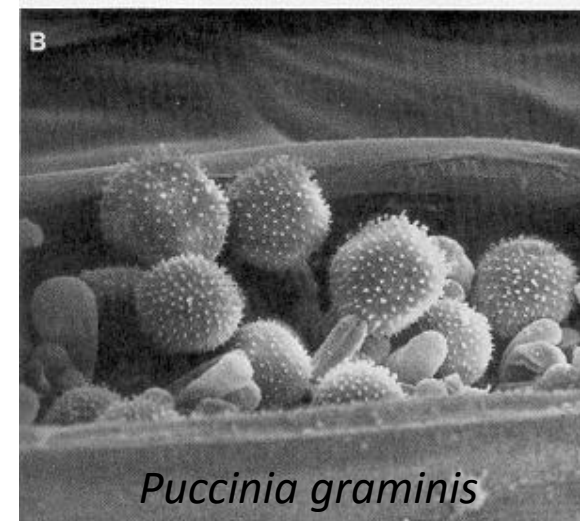
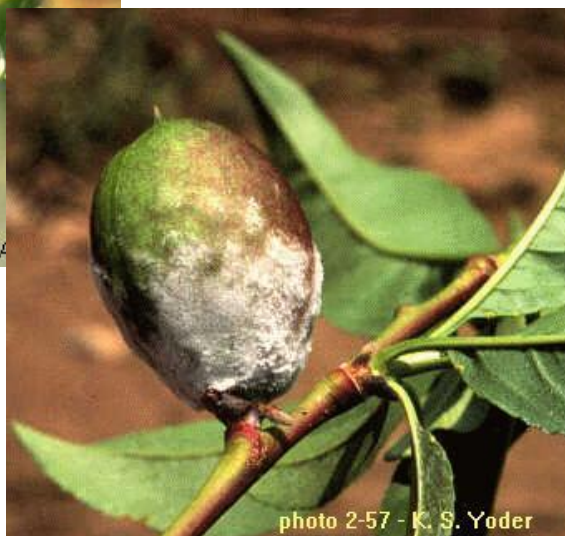
O ciclo das relações patógeno-hospedeiro

Reprodução

Capacidade do patógeno atingir outras partes do hospedeiro e produzir novos propágulos infectivos.



Oídio em nectarina



O ciclo das relações patógeno-hospedeiro

Reprodução

PATÓGENOS VASCULARES

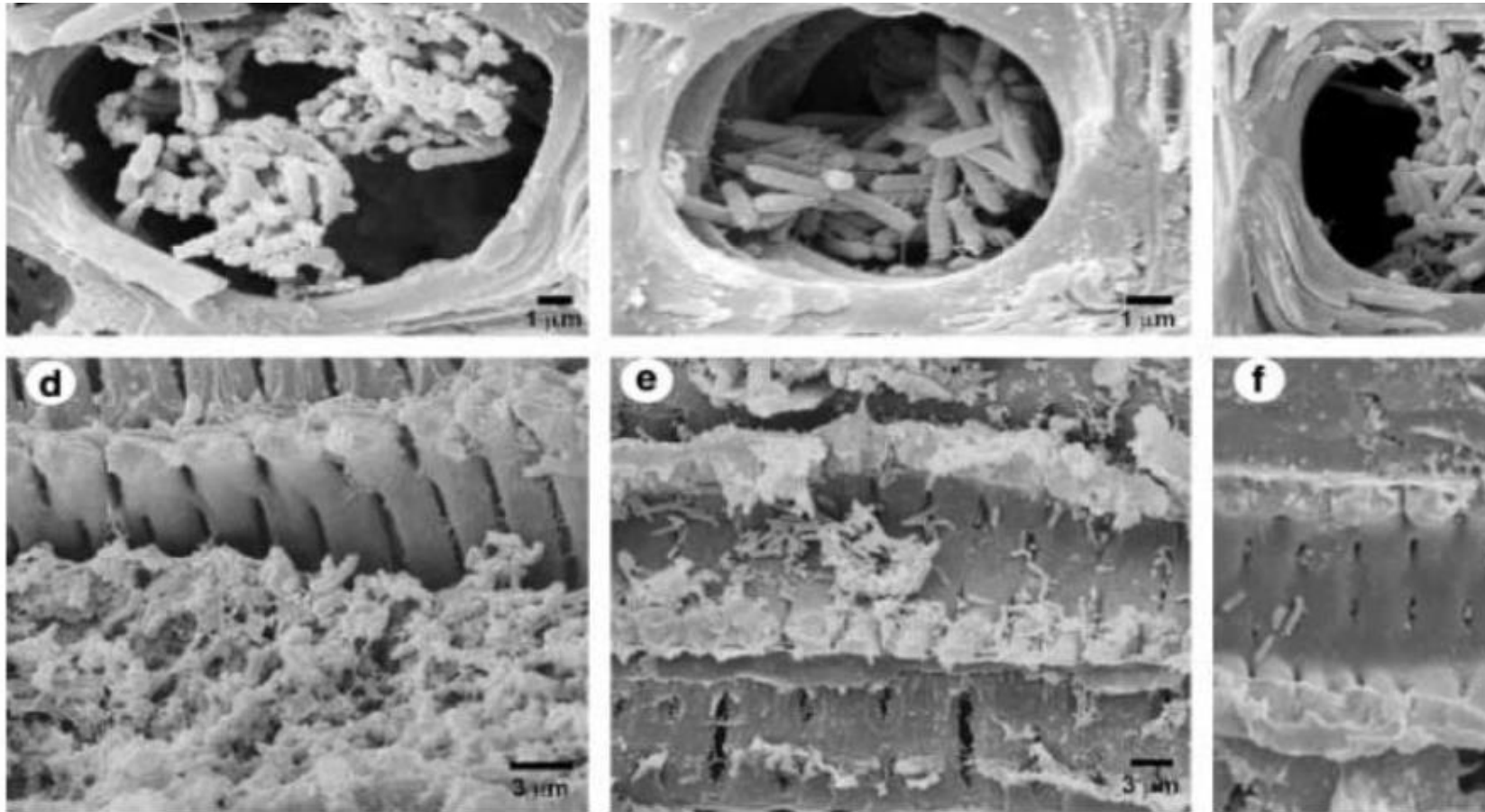


Fig. 4 Scanning electron micrography showing morphological characteristics of *Xylella fastidiosa* and details of its colonization. a = plum, b = coffee and c = citrus. The predominant colonized vessel types for each host is seen. d = reticulate vessels in coffee and f = pitted vessels in citrus

Sintomatologia e diagnose

Murcha



Clorose



Mosqueado



Mosaico



Escurecimento do sistema vascular



Podridões

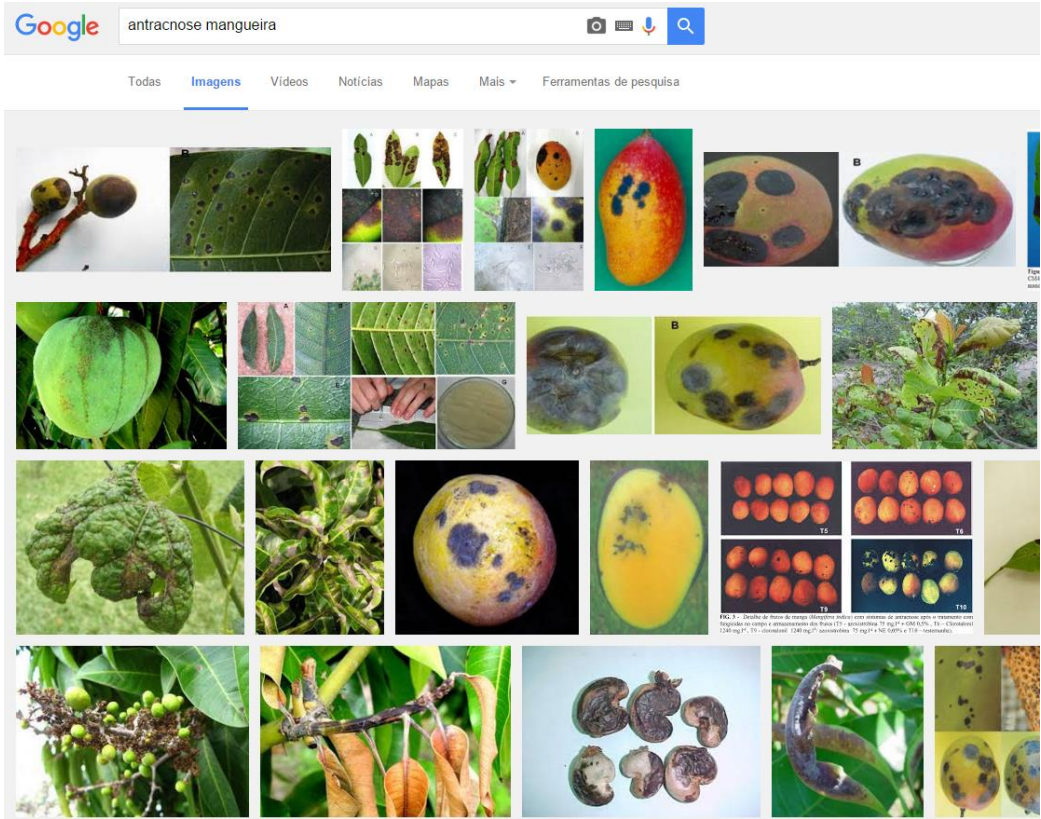
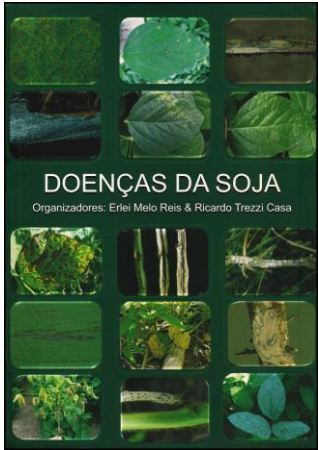
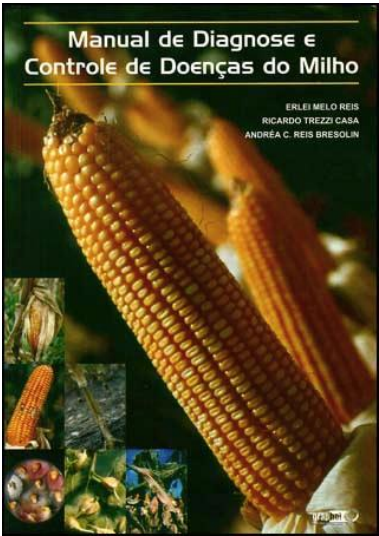
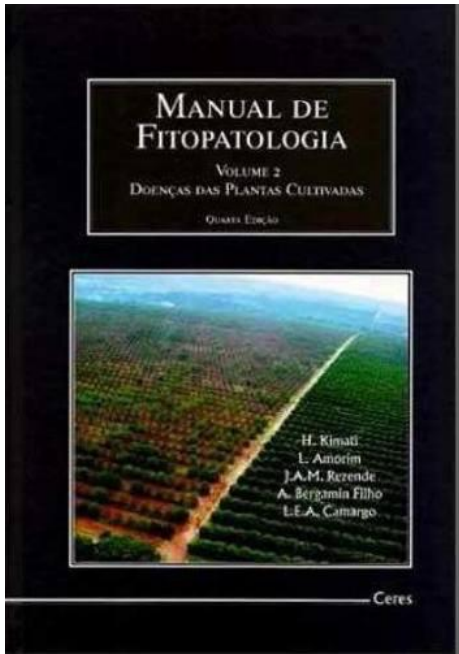


Manchas foliares



Sintomatologia e diagnose

Como efetuar o diagnóstico de doenças conhecidas?



Diagnose

Informe-se sobre a área de cultivo



A close-up photograph showing a hand wearing a bright yellow rubber glove. The hand is cupped, holding a generous amount of small, light blue granular fertilizer. Below the hand, the fertilizer is being poured onto a dark brown, moist garden bed. To the left of the garden bed, there is a dense patch of green, needle-like foliage, likely from a shrub or small tree. The background is slightly out of focus, showing more of the garden bed and some greenery.

A group of students in green uniforms are working in a field. They are using tools like hoes to clear the ground or plant seedlings. There are banana trees and other vegetation in the background.

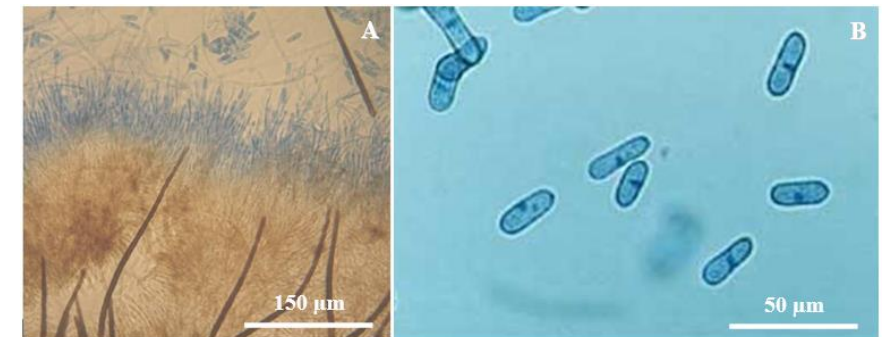
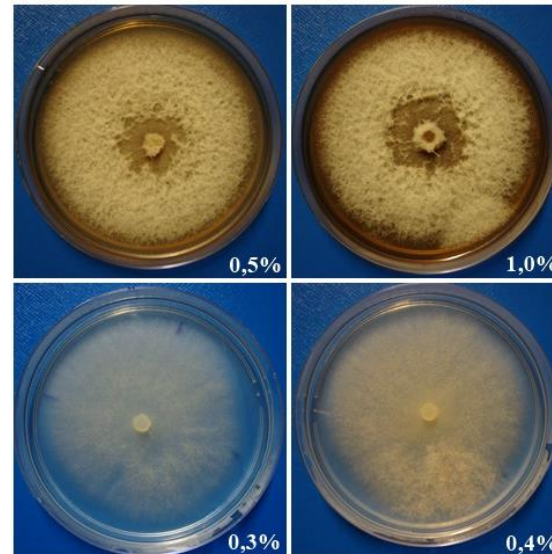
Sintomatologia e diagnose

Diagnose

Analise o material em lupa ou microscópio



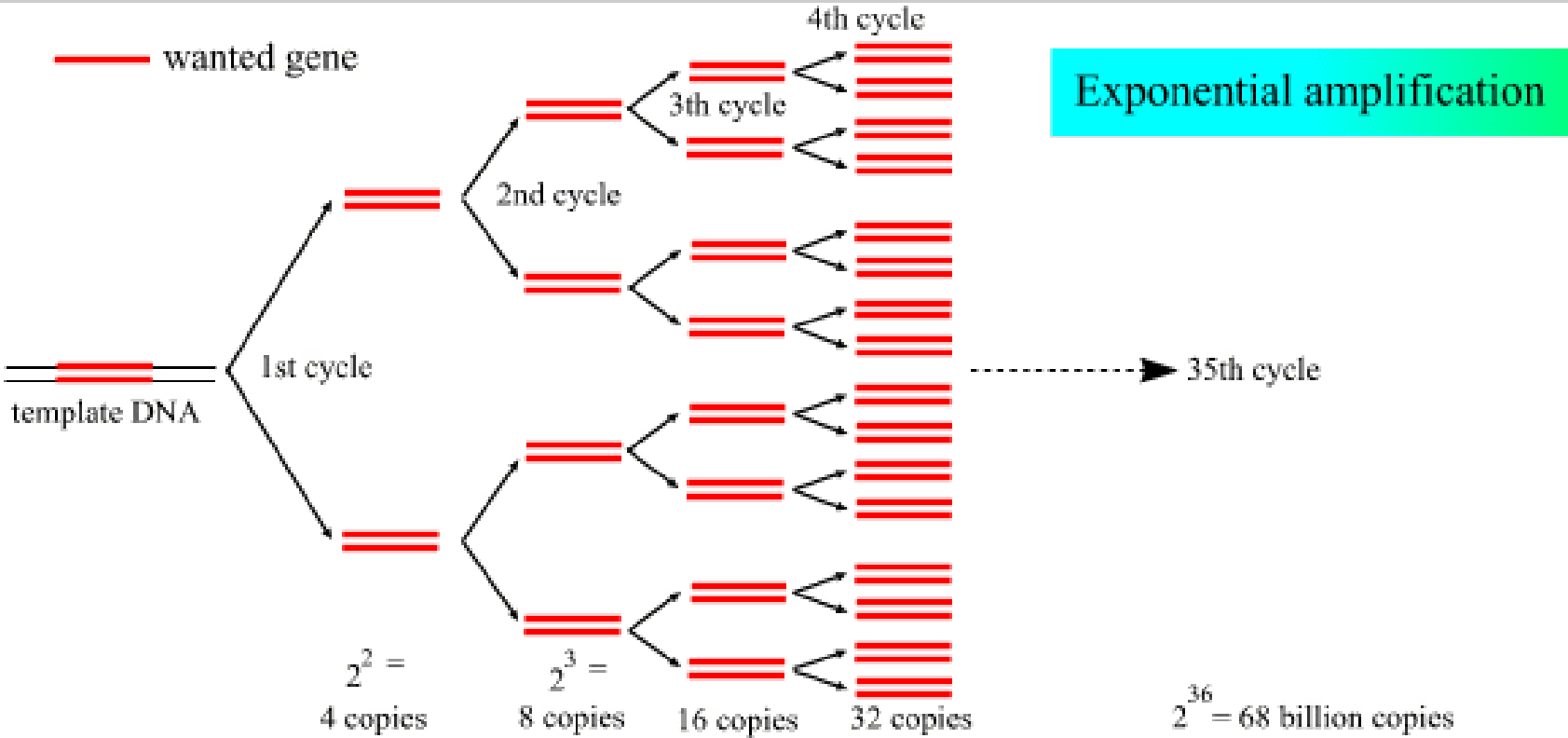
Faça um isolamento



Diagnose

Métodos moleculares

PCR – *Polymerase Chain Reaction*



Como efetuar o diagnóstico de doenças desconhecidas?

Postulado de Koch (1881) – utilizado para o estabelecimento da relação causal de uma doença com um microrganismo.

1. Associação constante patógeno-hospedeiro;
2. Isolamento do patógeno;
3. Inoculação do patógeno e reprodução dos sintomas;
4. Reisolamento do patógeno.

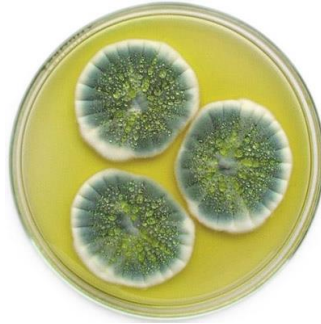
Sintomatologia e diagnose

Como efetuar o diagnóstico de doenças desconhecidas?

Fungo



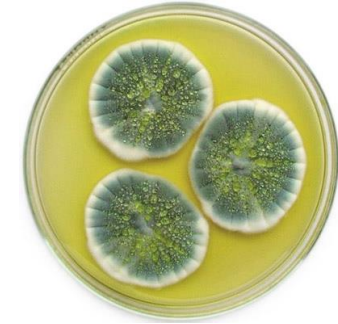
1



2



3



4

Bactéria



1



2



3

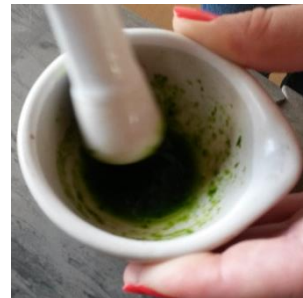


4

Vírus



1



Preparo do inóculo



3



Expressão dos Sintomas

Atividade extraclasses:

Plant Pathology: A Story About Biology

Thomas R. Gordon and Johan H.J. Leveau

Department of Plant Pathology, University of California, Davis, California 95616;
email: trgordon@ucdavis.edu; jleveau@ucdavis.edu

Regras

1. Resumo de uma página do artigo citado
2. Fonte Times New Roman, 12 pt, espaçamento 1,5
3. Entregar dia **12/03/2016 até as 23:59**
4. Enviar para o e-mail: thiagoanchieta@usp.br