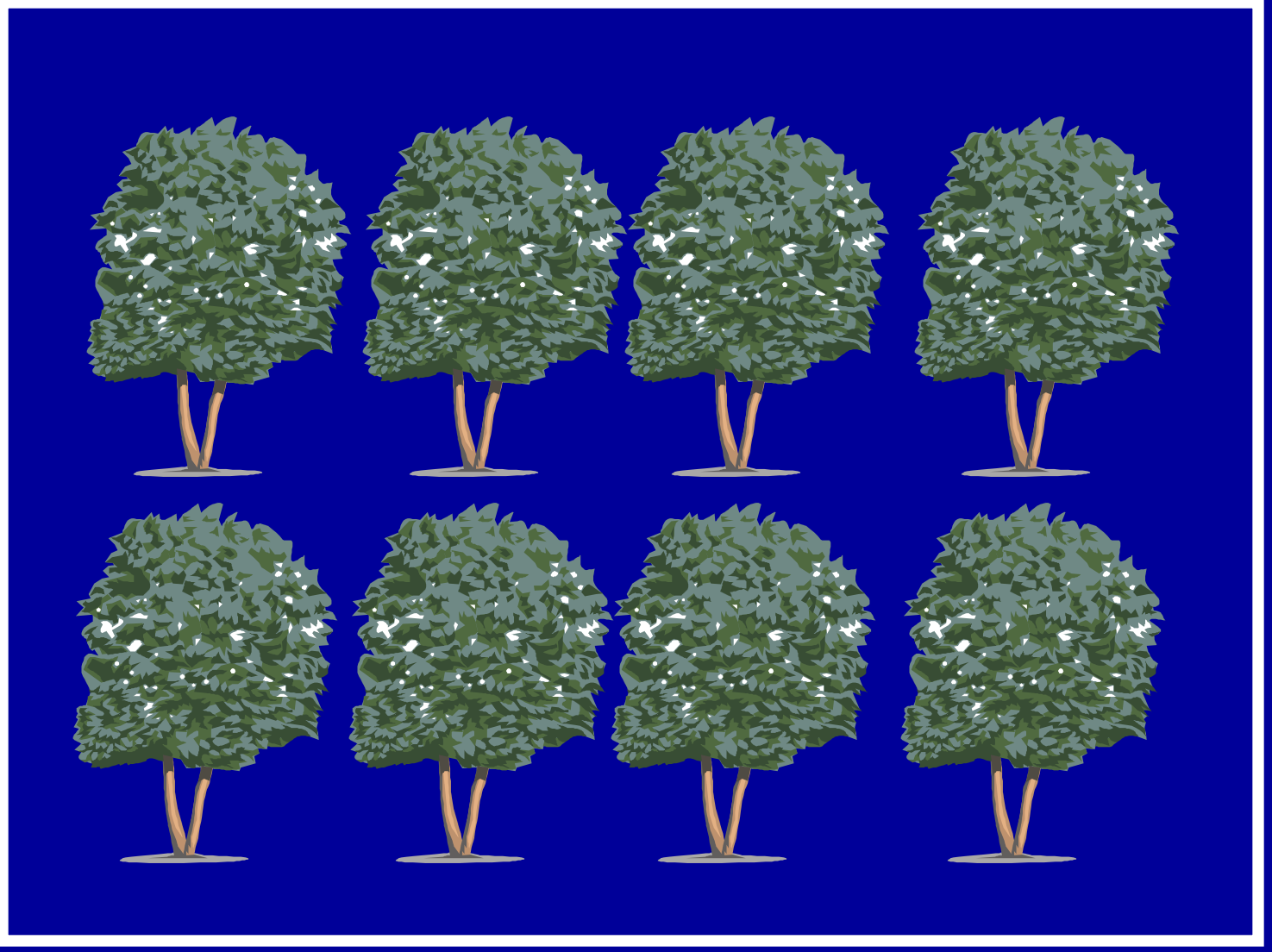
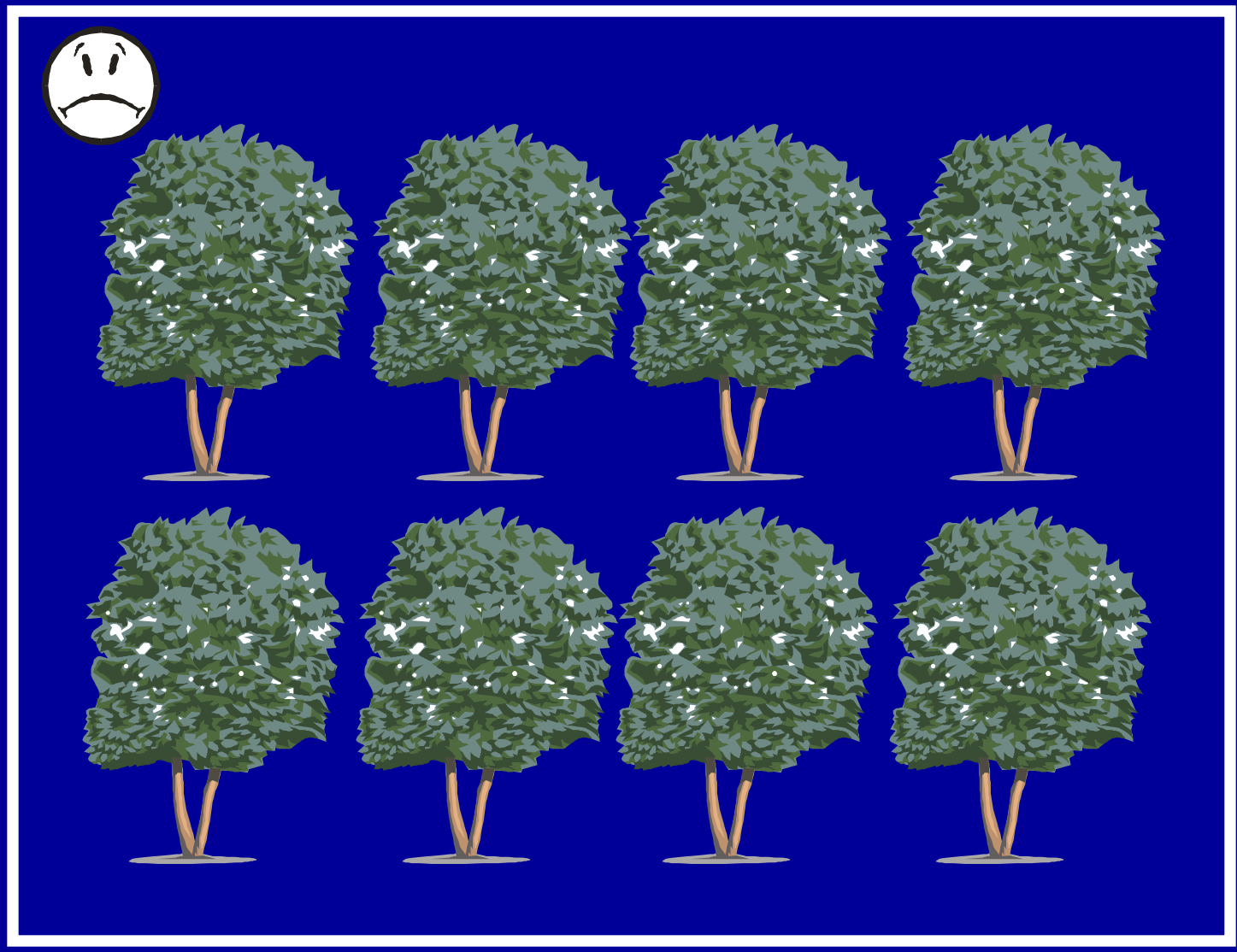
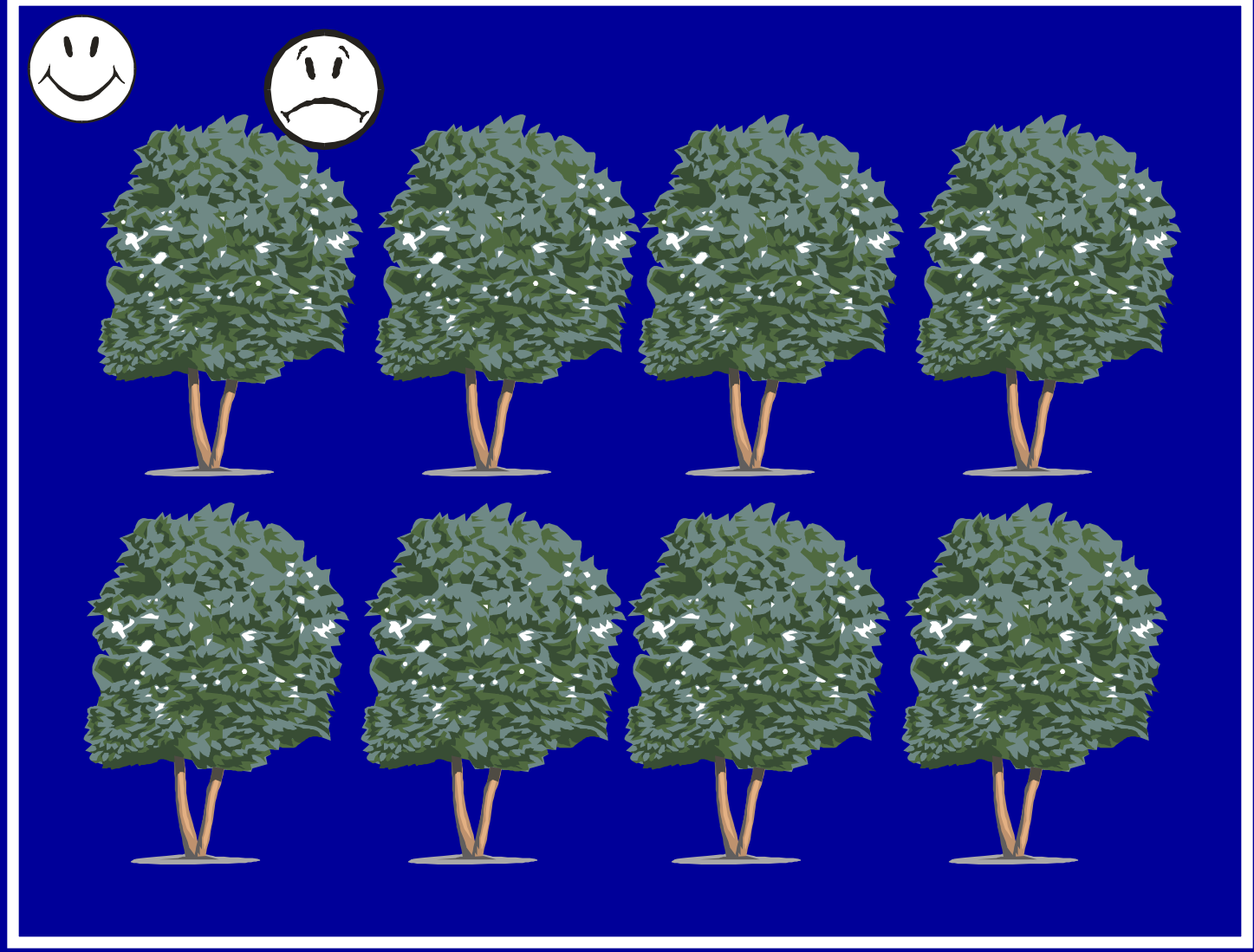
EXCLUSÃO



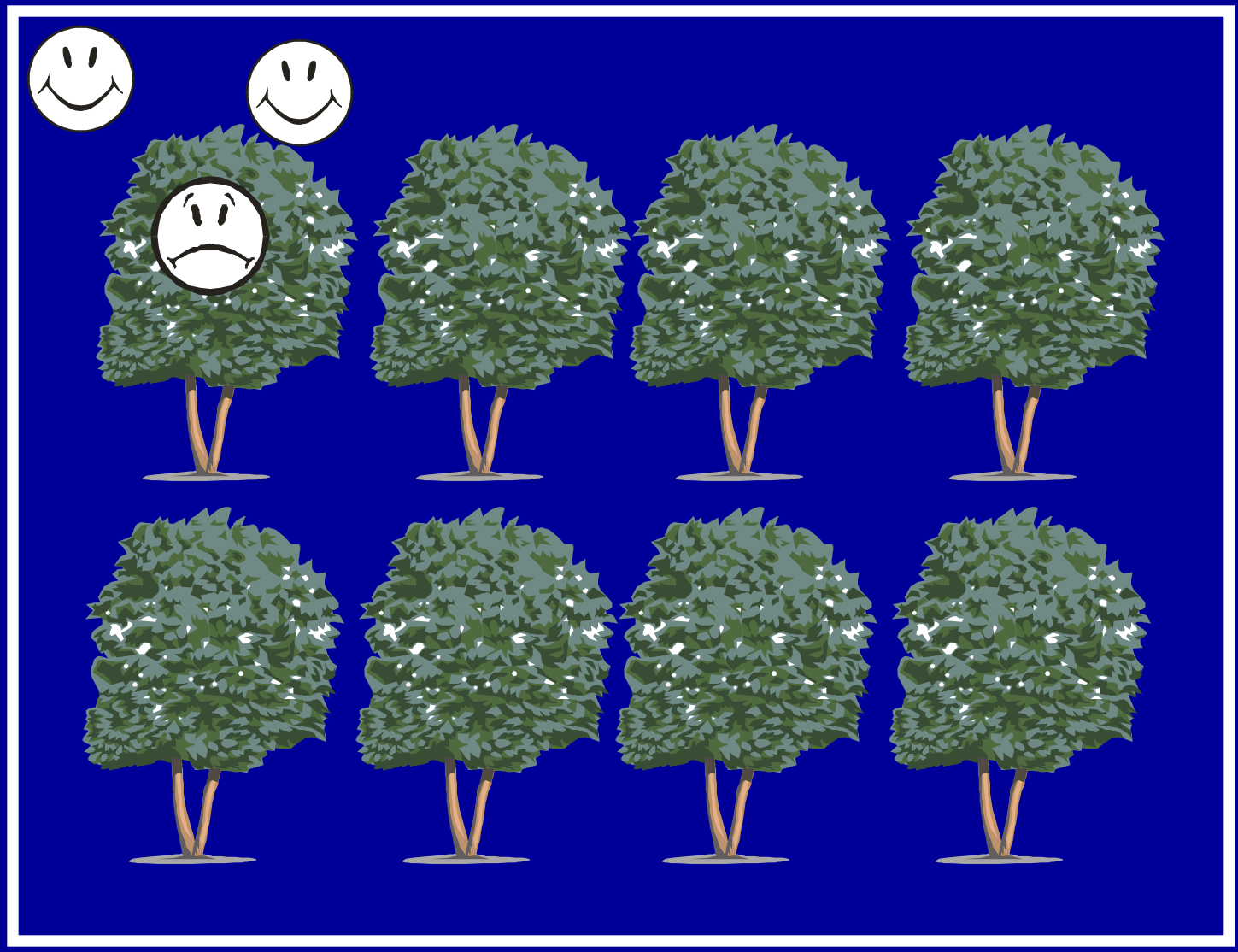
ERRADICAÇÃO



PROTEÇÃO



IMUNIZAÇÃO & TERAPIA



Princípios gerais de controle de Whetzel

• **Exclusão** - prevenção da entrada do patógeno em área não-infestada

• **Erradicação** - eliminação do patógeno de área onde foi introduzido

• **Proteção** - barreira protetora entre partes da planta e inóculo, antes de sua deposição

• **Imunização** - desenvolvimento de plantas resistentes ou imunes em área infestada

• **Terapia** - restabelecimento da sanidade da planta após colonização do patógeno

Princípios gerais de controle

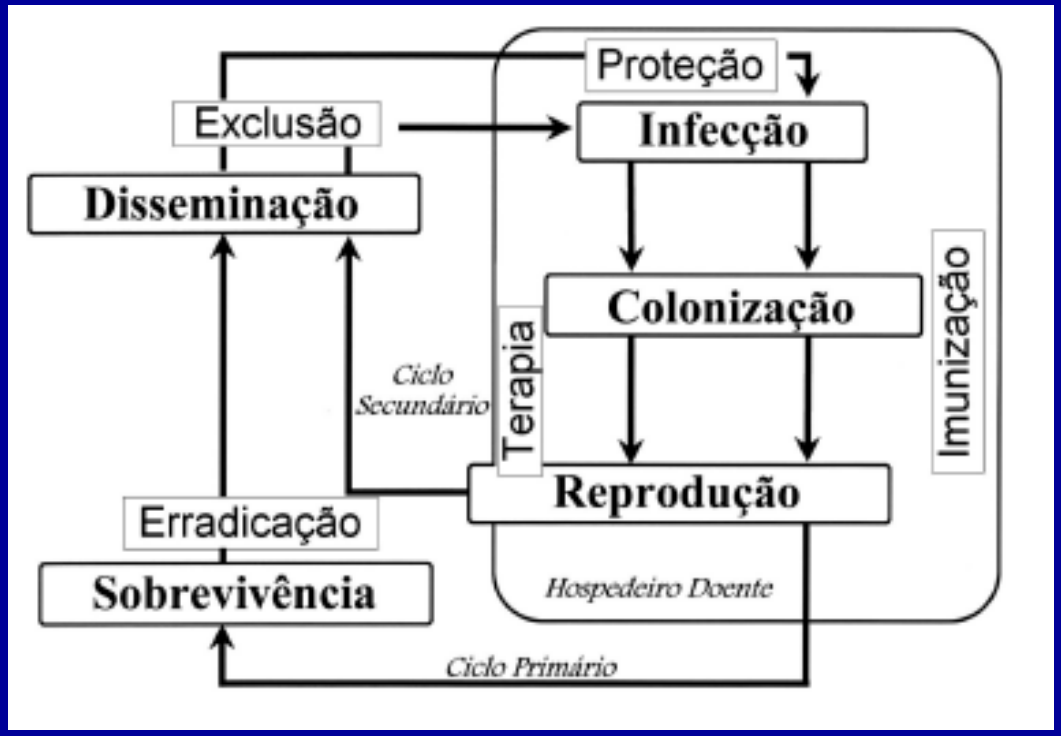
- **Exclusão**
- **Erradicação**
- **Proteção**
- **Imunização**
- **Terapia**

Whetzel

- **Regulação -** alteração do ambiente para prevenir ou reduzir a intensidade de doenças (Marchionatto, 1949)

- **Evasão -** fuga da cultura para locais onde o patógeno está ausente ou é desfavorecido

Princípios gerais de controle



Fases do ciclo onde atuam os princípios de Whetzel

Atuação dos princípios de Whetzel nos componentes do triângulo da doença

EXCLUSÃO
Quarentena

Aeroporto de Nova York
- coleta de 1 dia -

Malásia

Políticas quarentenárias

http://www.agricultura.gov.br/vegetal/importacao/requisitos-fitossanitarios/quarentena/lista-de-pragas

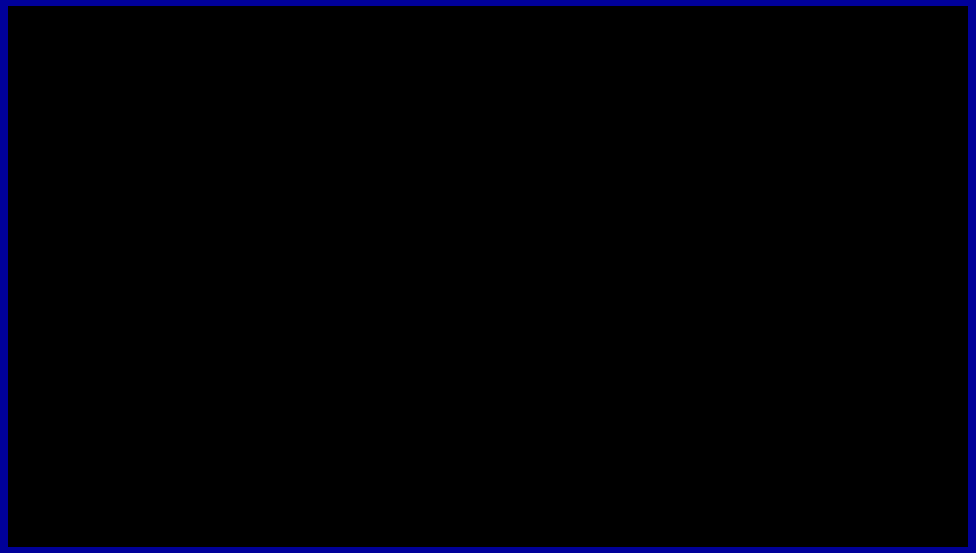
www.cosave.org

EXCLUSÃO

USDA – Campanha contra introdução de organismos exóticos

“Hungry pest”

“Invasive pest”



http://www.aphis.usda.gov/plant_health/plant_pest_info/citrus/index.shtml

Quarentena Federal dos EUA Em Beltsville

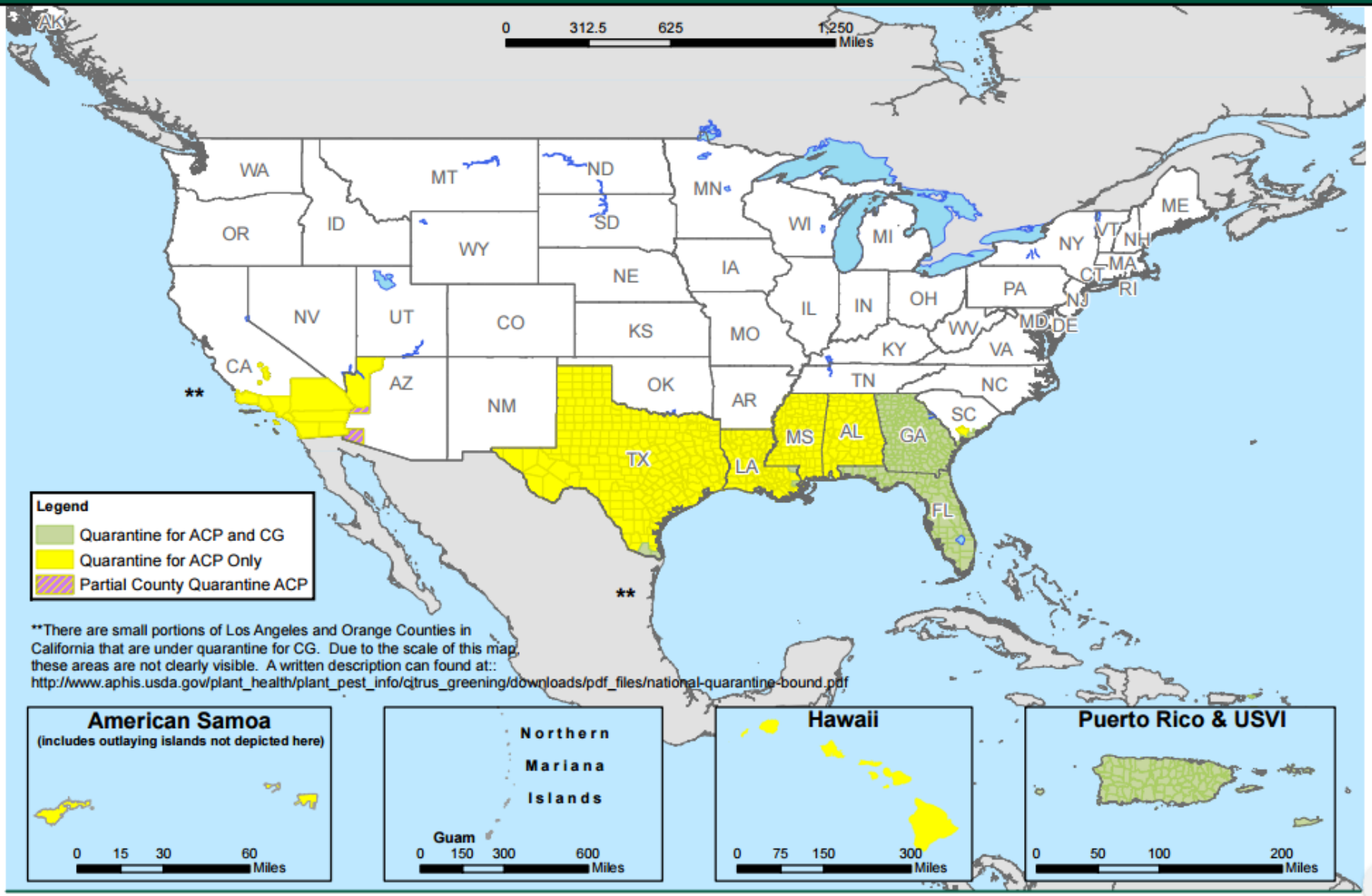
Fig. 3. Checking (A) sugarcane accessions for diseases and (B) grasses for scale insects and mites.

Fig. 4. Tests conducted to detect viruses include (A) the graft test for uncharacterized infectious agents and (B) the sap (mechanical) transmission test.

Fig. 2. (A) Federal plant quarantine facility at Beltsville, Maryland, where prohibited genera are examined for pathogens; (B) interior of greenhouse.

USDA United States Department of Agriculture

National Quarantine Boundaries for Asian Citrus Psyllid and Citrus Greening



**There are small portions of Los Angeles and Orange Counties in California that are under quarantine for CG. Due to the scale of this map, these areas are not clearly visible. A written description can found at:: http://www.aphis.usda.gov/plant_health/plant_pest_info/citrus_greening/downloads/pdf_files/national-quarantine-bound.pdf

USDA, APHIS, PPQ
Jamie Perrie
GIS Specialist
1506 Klondike Rd Suite 306
Conyers, GA 30094

Coordinate System: GCS WGS 1984
Datum: WGS 1984
Date: 5/22/2014
Data Source: USDA APHIS PPQ, ESRI

Document Path: H:\GIS_Data\PPQ\2014\Maps\PPQ_USCitrusQuarantine_20140522.mxd

Quarentena na California

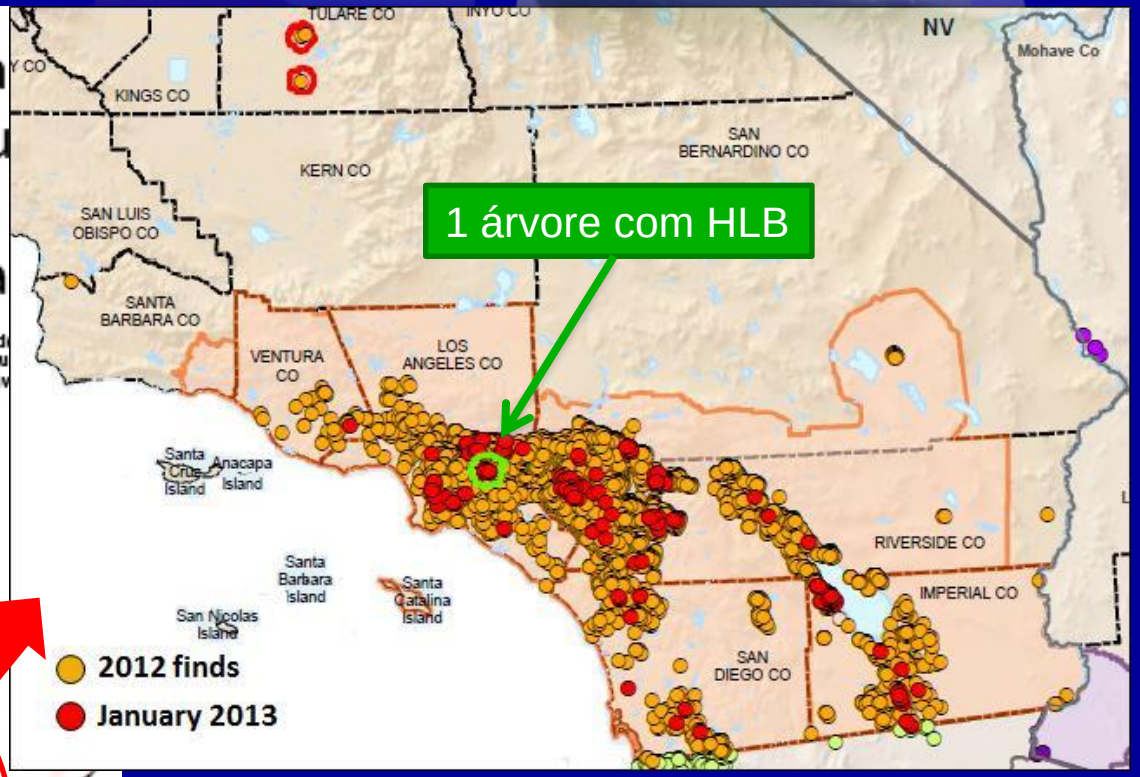
Diaphorina citri

Medidas de exclusão

- Delimitar área quarentenária (AQ)
- Proibir saída de espécies hospedeiras do inseto da AQ sem tratamento químico e rigorosa inspeção
- Impedir na AQ trânsito de espécies hospedeiras em veículos abertos
- Manter programas de inspeção

Quarentena na California

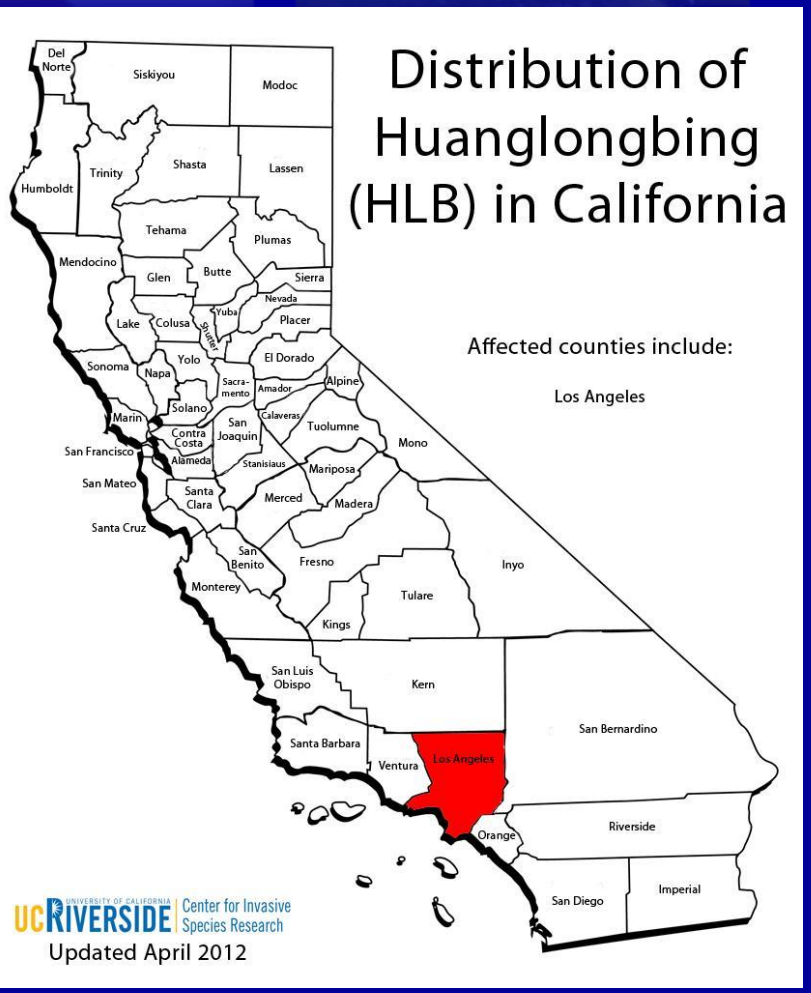
Diaphorina citri



Área contornada em mostarda sob quarentena

Quarentena na California

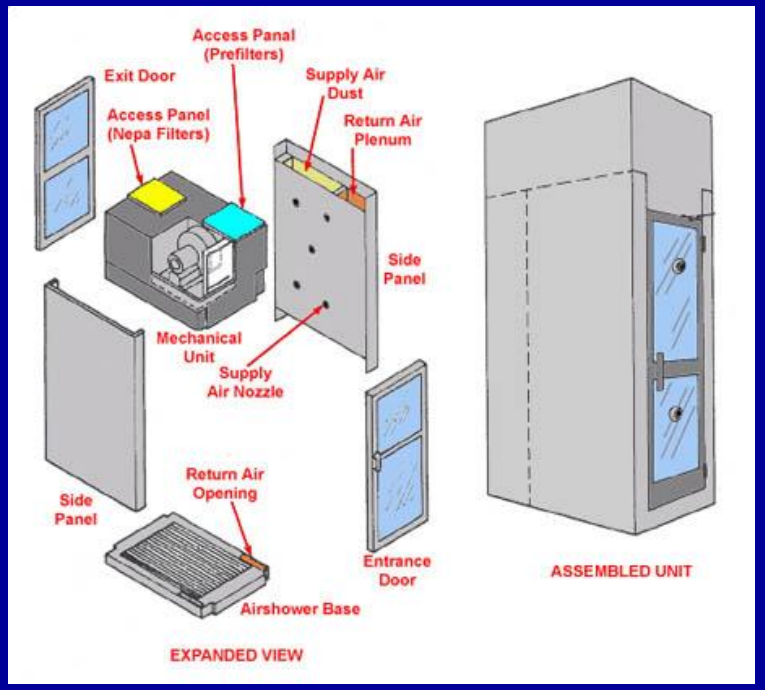
Diaphorina citri



http://ucanr.edu/sites/ACP/Distribution_of_ACP_in_California/

Quarentena em Kew Gardens Inglaterra

Filtros de ar, tratamento de água e de sólidos

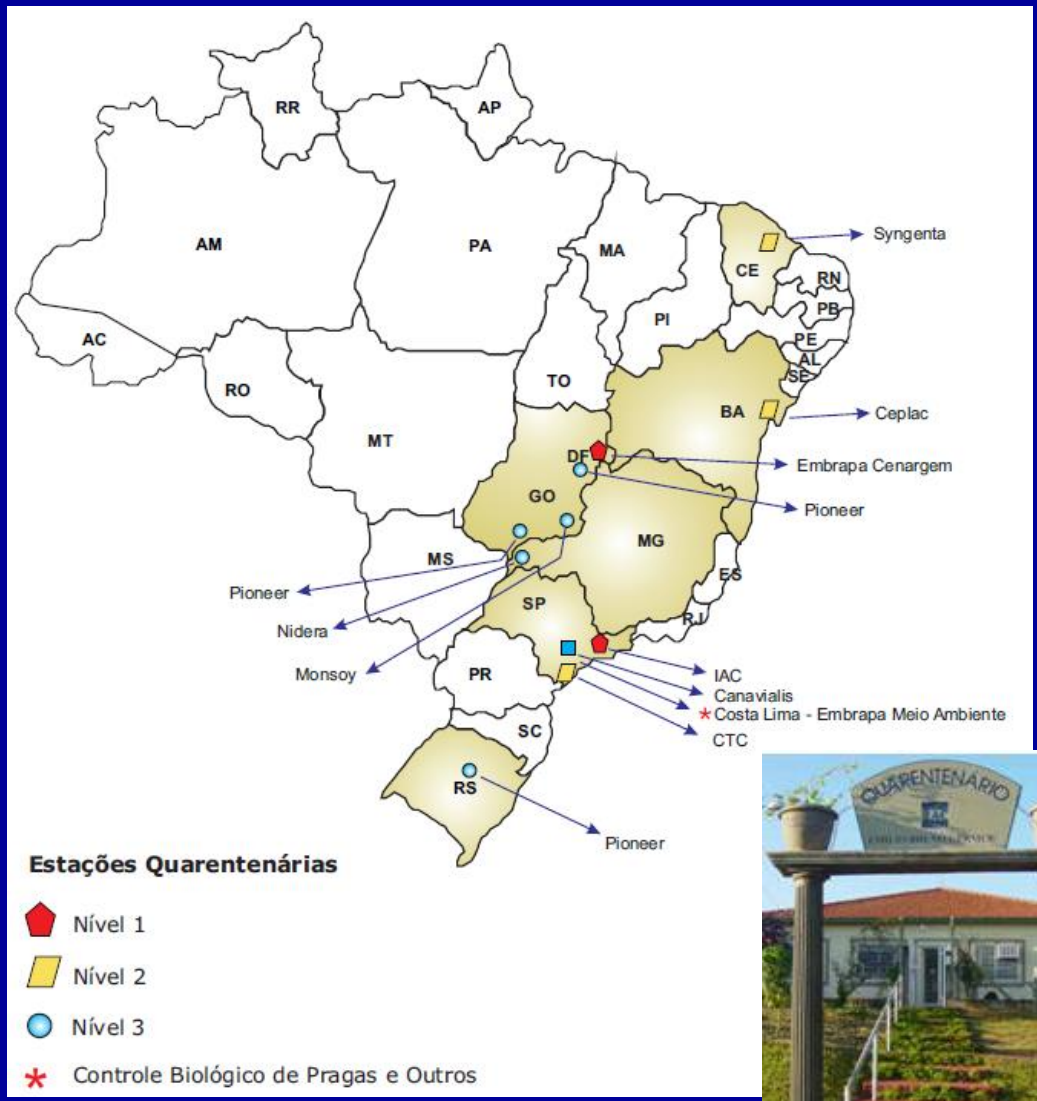


EXCLUSÃO Quarentenas no Brasil

"Nível 1" – Estação quarentenária (EQ) com infraestrutura completa para *todas as espécies vegetais e solo*, com Comissão Interna de Quarentena (CIQ) com pesquisadores capacitados, em todas as especialidades da fitossanidade;

"Nível 2" – EQ... para *determinadas espécies de vegetais*...

"Nível 3" – EQ com infraestrutura parcial própria, no país, e quarentenário principal associado, no exterior, para *determinadas espécies de vegetais*...

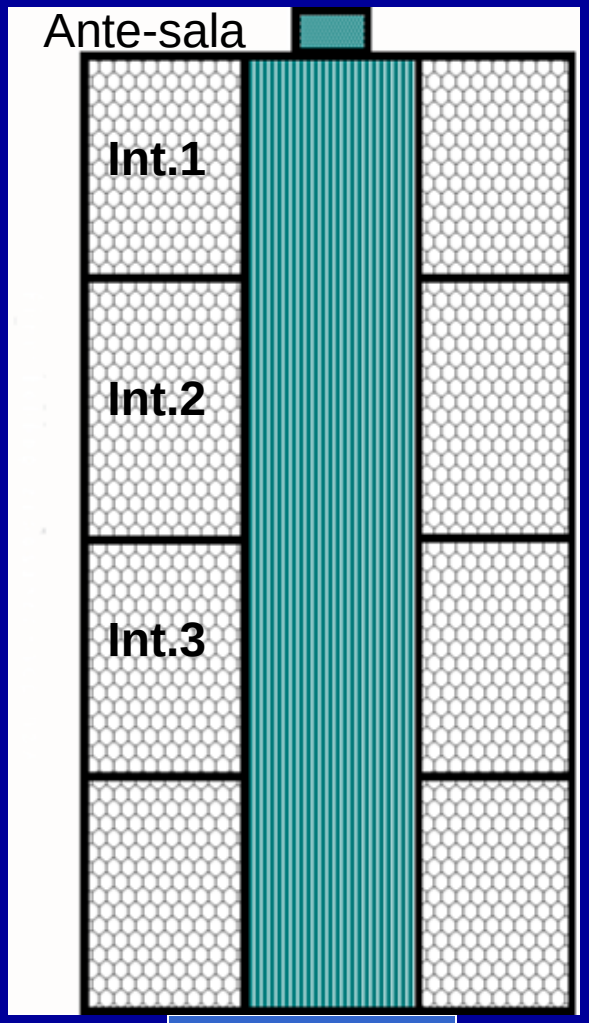


Complexo Quarentenário IAC "Emílio Bruno Germek

Fonte: Dr. Renato Ferraz de Arruda Veiga.

EXCLUSÃO Quarentena de cana-de-açúcar

Casa-de-vegetação blindada



Consequências da ausência de Quarentena

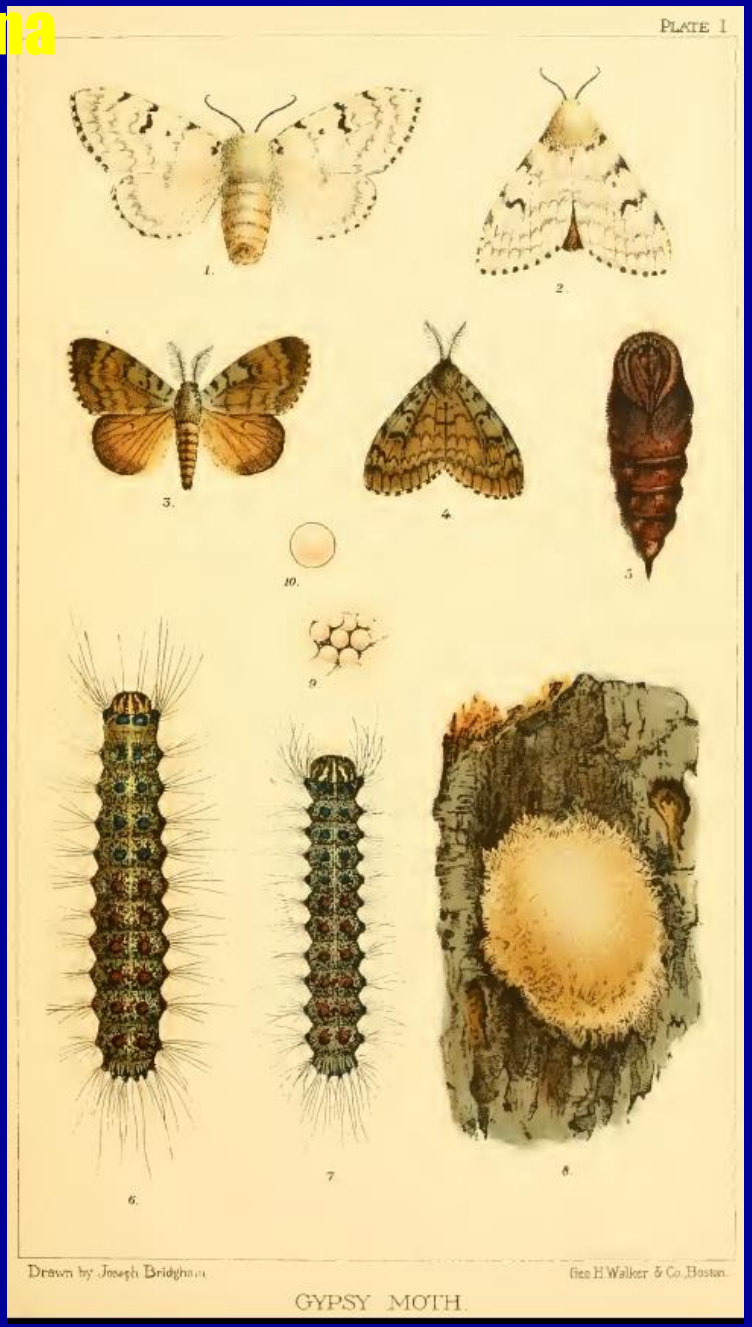
Leopold Trouvelot (naturalista e artista francês)

1868 – Medford, Massachussetts

Limântria (*Lymantria dispar dispar*)

Praga de culturas arbóreas

PLATE II. The Trouvelot house, No. 27 Myrtle Street, Glenwood, Medford, where the gypsy moth was first introduced into America. From a photograph taken in 1895.



Forbush & Fernauld, 1896. The Gypsy Moth. Wrigth and Potter Printing

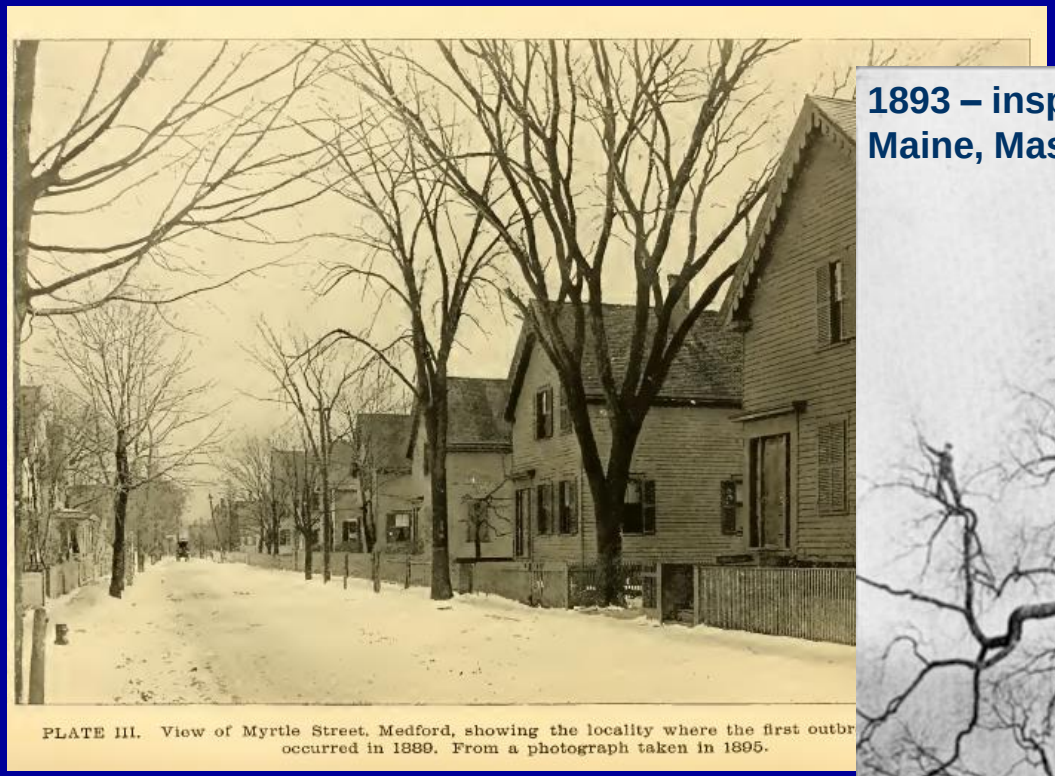
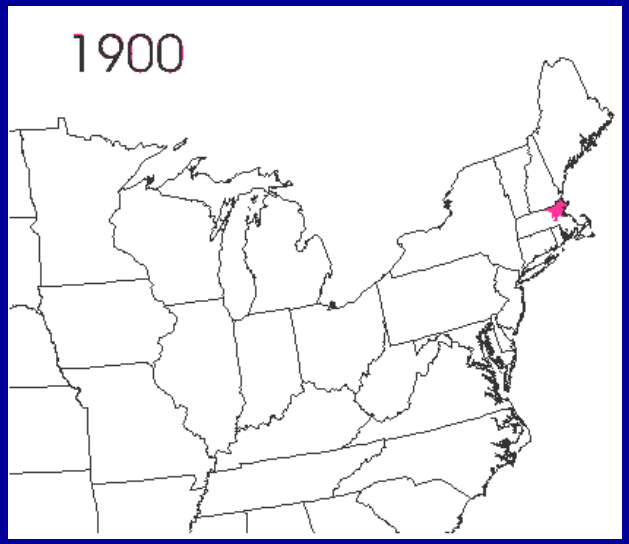
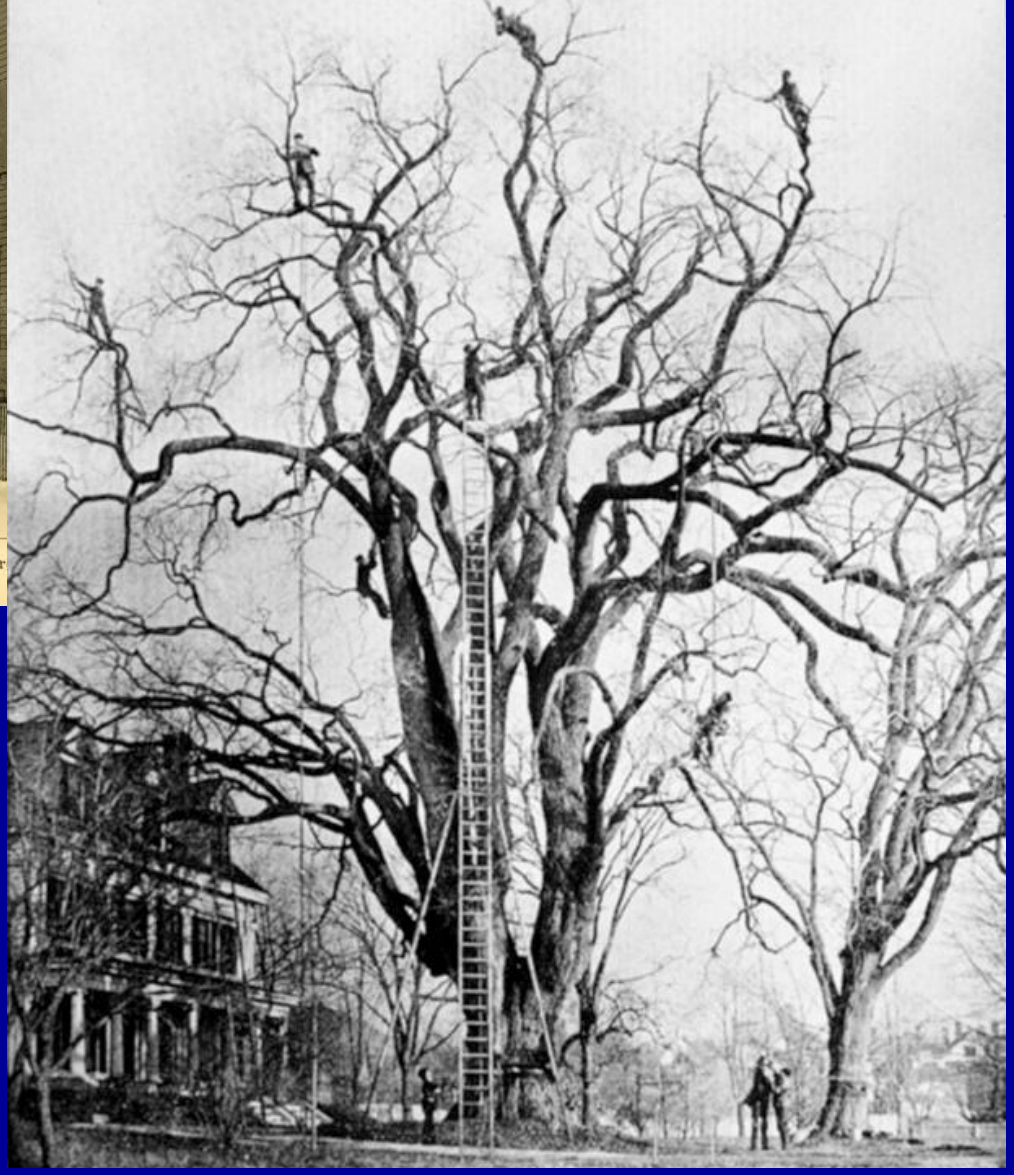


PLATE III. View of Myrtle Street, Medford, showing the locality where the first outbr
occurred in 1889. From a photograph taken in 1895.

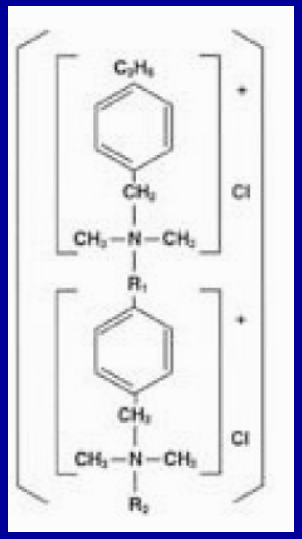


1893 – inspeção em busca de ovos *de L. dispar dispar*
Maine, Massachussetts



http://www.fs.fed.us/ne/morgantown/4557/gmoth/atlas/quar1a.gif

EXCLUSÃO - Cancro cítrico



Bactericida ou
Amônia quaternária

- veículos
- ferramentas
- embalagens...

ERRADICAÇÃO
Cancro cítrico

ERRADICAÇÃO - Cancro cítrico

Até 1999 – Erradicação num raio de 30 m

1999 - 2009
Incidência < 0,5 % Raio de 30 m
Incidência > 0,5 % Área Total
Reincidência < 0,5 % Queima de planta foco

2009 – Erradicação num raio de 30 m

ERRADICAÇÃO – Ferrugem do trigo

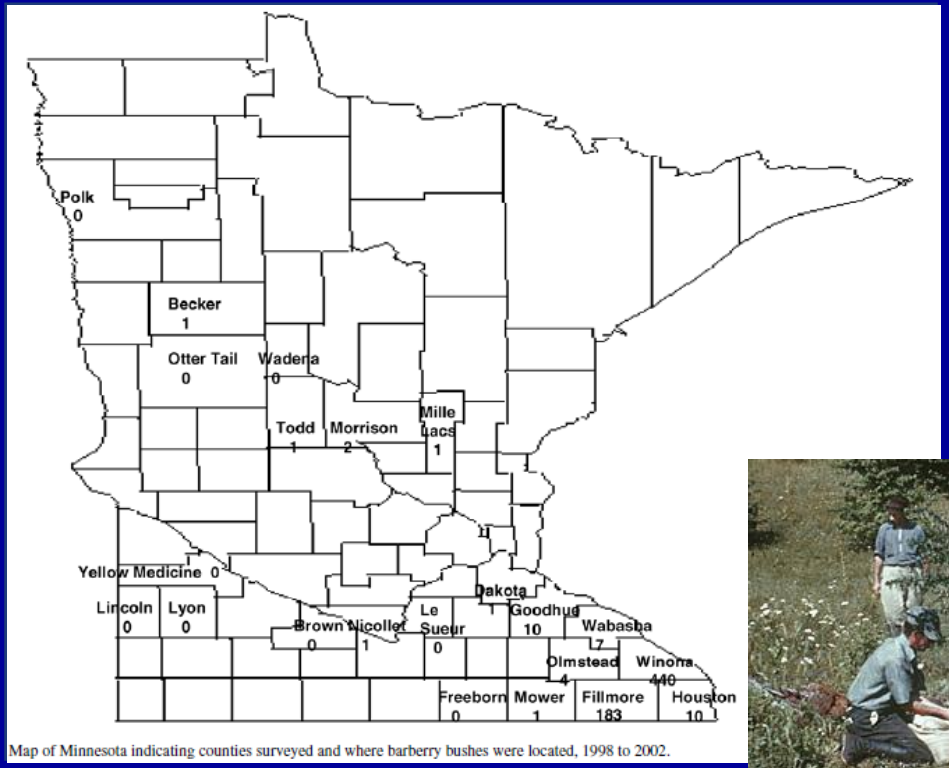
Prevalence and Distribution of Common Barberry, the Alternate Host of *Puccinia graminis*, in Minnesota

P. D. Peterson, Clemson University, Pee Dee Research and Education Center, Florence, SC 29506; **K. J. Leonard,** Department of Plant Pathology, University of Minnesota, St. Paul 55108; **J. D. Miller,** USDA-ARS Northern Crop Science Laboratory, Fargo, ND 58105 (retired); **R. J. Laudon,** Minnesota Department of Agriculture, St. Paul 55107 (retired); and **T. B. Sutton,** Department of Plant Pathology, North Carolina State University, Raleigh 27695

ABSTRACT

Peterson, P. D., Leonard, K. J., Miller, J. D., Laudon, R. J., and Sutton, T. B. 2005. Prevalence and distribution of common barberry, the alternate host of *Puccinia graminis*, in Minnesota. Plant Dis. 89:159-163.

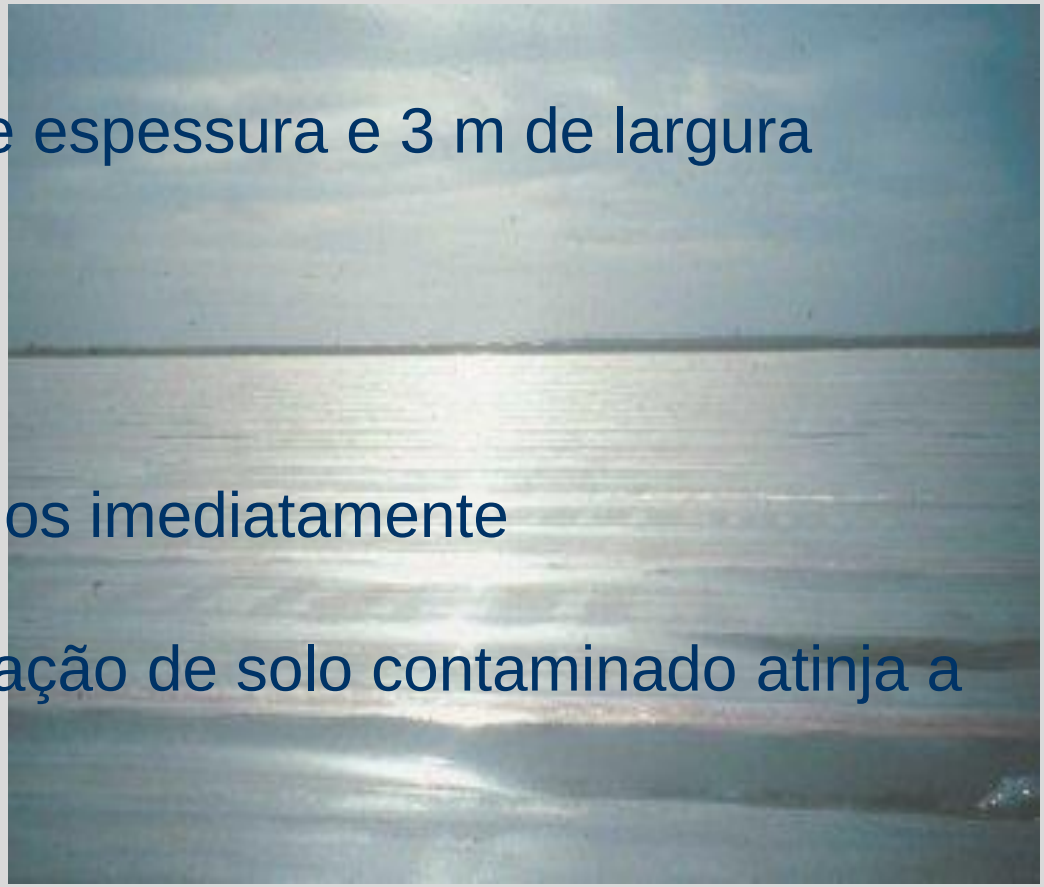
A federal and state program operated from 1918 until the 1980s to eradicate common barberry (*Berberis vulgaris*), the alternate host of *Puccinia graminis*, from the major areas of cereal production in the United States. Over 500 million bushes were destroyed nationally during the program, approximately 1 million in Minnesota. Some sites in Minnesota where barberry bushes were destroyed remained in the "active" class when eradication was phased out in the 1980s. Active sites were defined as those on which there was still a possibility of emergence of barberry seedlings or sprouts arising from the parent bush. In the present study, from 1998 to 2002, 72 of the approximately 1,200 active sites in Minnesota were surveyed. Areas within 90 m of mapped locations of previously destroyed bushes were searched carefully at each site. Reemerged barberry plants were found on 32 sites. The reproductive status and GPS coordinates were recorded for each reemerged bush. More than 90% of the barberry bushes were found in counties with less than 400 ha of wheat per county, mostly in southeastern Minnesota, but one bush was found in a major wheat-producing county in northwestern Minnesota. Reemergence of barberry may serve as a source of new wheat stem rust races in future epidemics.



Map of Minnesota indicating counties surveyed and where barberry bushes were located, 1998 to 2002.

ERRADICAÇÃO - Solarização

- Plástico transparente
  de 25 a 100 μm de espessura e 3 m de largura
- 50 mm de irrigação
- 1 mês
- Evitar furos e consertá-los imediatamente
- Evitar que água de irrigação de solo contaminado atinja a área solarizada
- Duração de 3 safras



Erradicação - Solarização

Patógenos controlados

Bipolaris, Fusarium, Phytophthora, Verticillium
Pythium, Sclerotinia, Sclerotium, Rhizoctonia
Meloidogyne, Heterodera, Globodera...

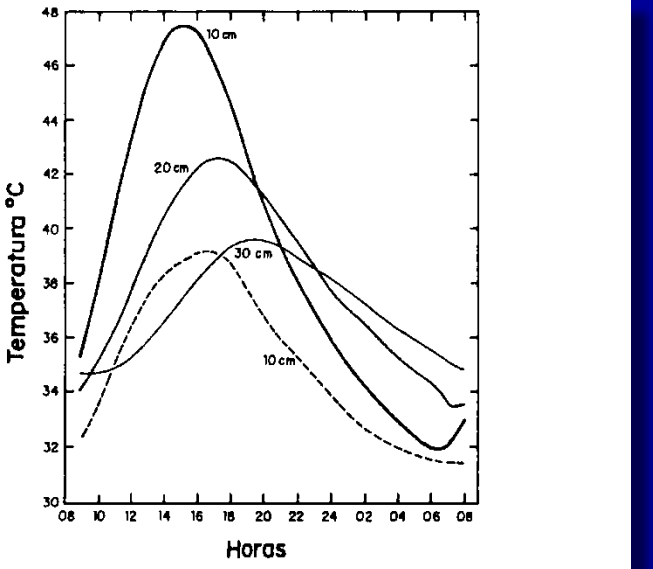
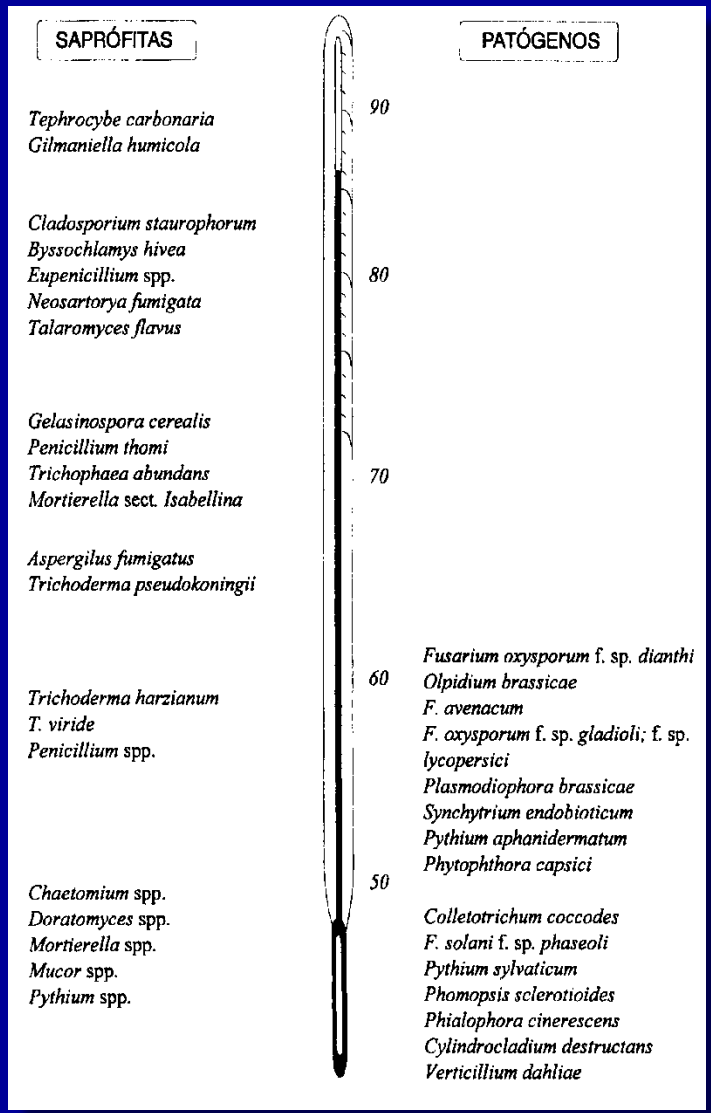


Figura 39.3 - Variação diária da temperatura em profundidades do solo solarizado (linhas contínuas) e não solarizado (linha tracejada). De Katan (1987).



Alface

Aumento de massa fresca
Piracicaba 46%
Mogi das Cruzes 27%

Aumento de massa seca

Patricio, 2004

Erradicação - Solarização

< Doença
> Nitrogênio
> Estrutura do solo
< Competição ervas

Controle da podridão branca e preta da cebola (*Sclerotium cepivorum)* por solarização

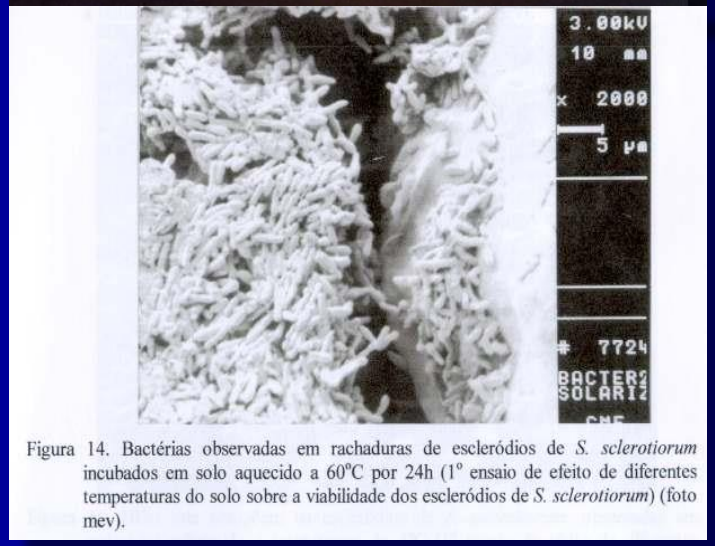


Figura 14. Bactérias observadas em rachaduras de escleródios de *S. sclerotiorum* incubados em solo aquecido a 60°C por 24h (1° ensaio de efeito de diferentes temperaturas do solo sobre a viabilidade dos escleródios de *S. sclerotiorum*) (foto mev).

Solarizado | Não solarizado

Erradicação – Fungicida Fenarimol

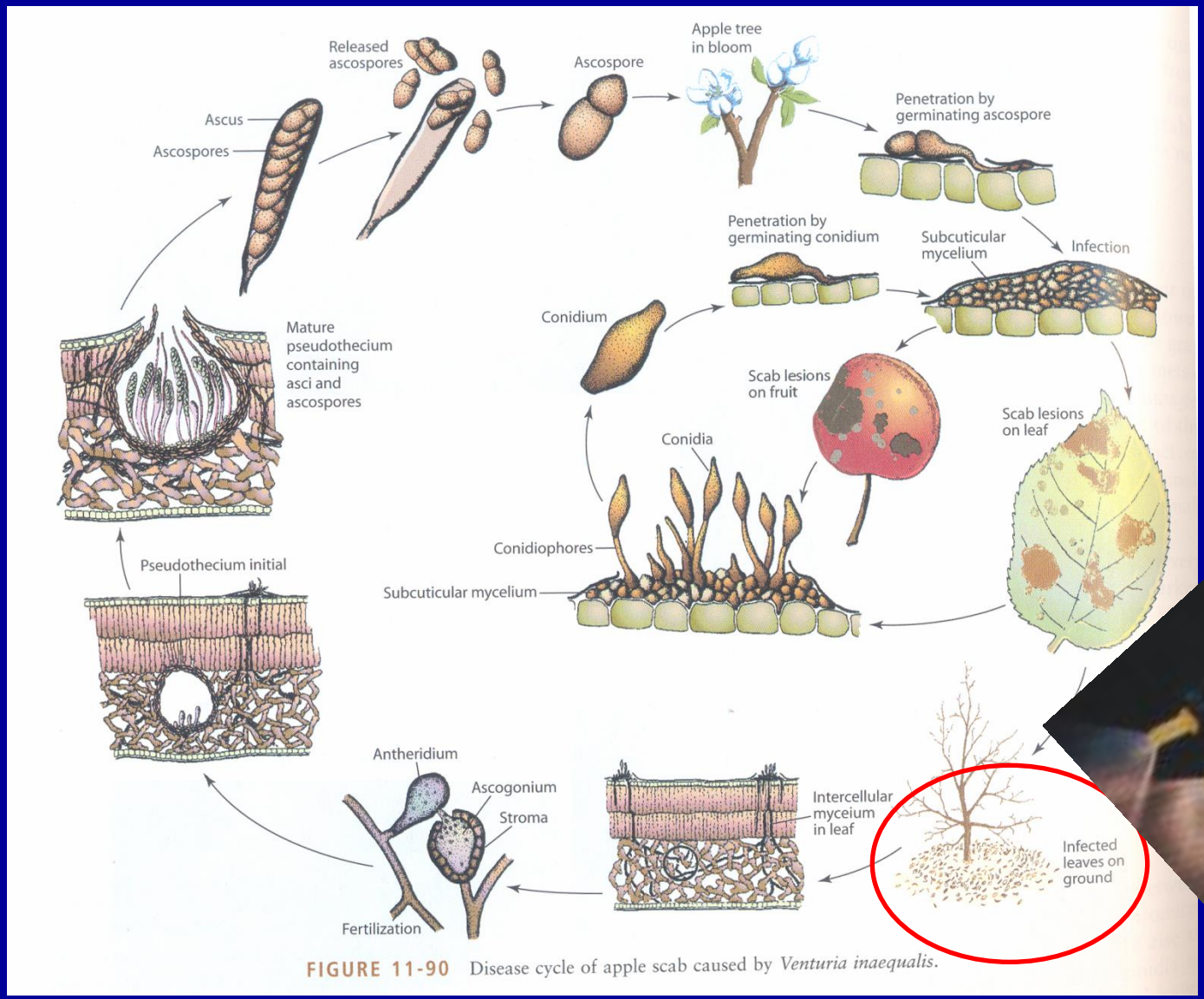
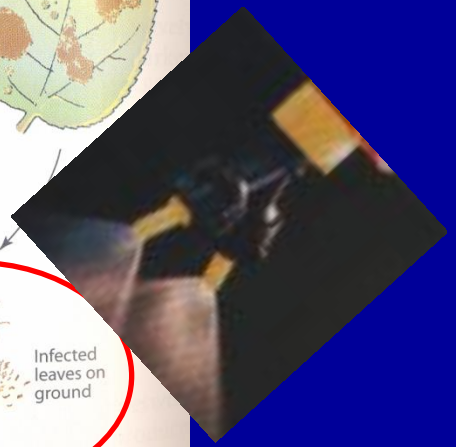
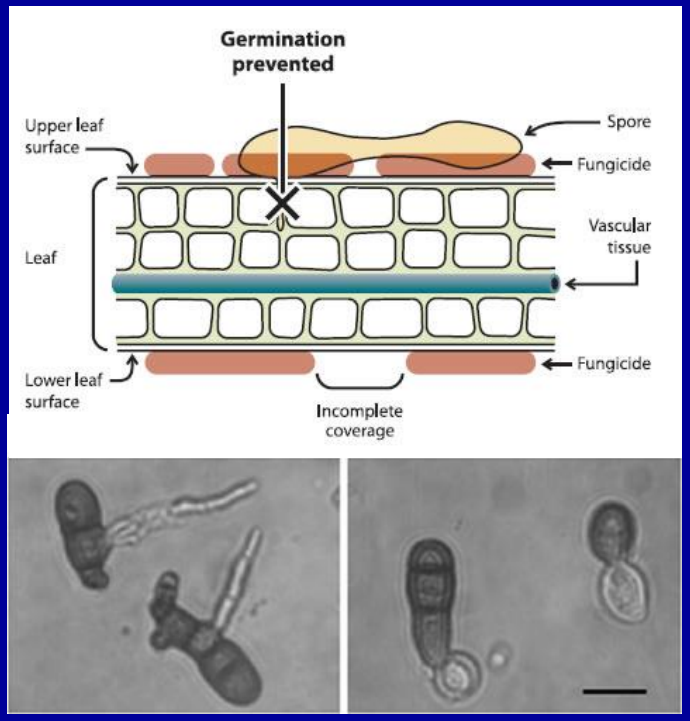


FIGURE 11-90 Disease cycle of apple scab caused by *Venturia inaequalis*.

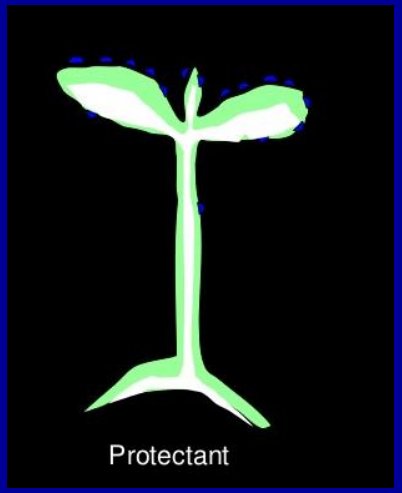
Pulverização das folhas após a colheita para eliminar o inóculo e evitar formação de pseudotécios no ciclo seguinte

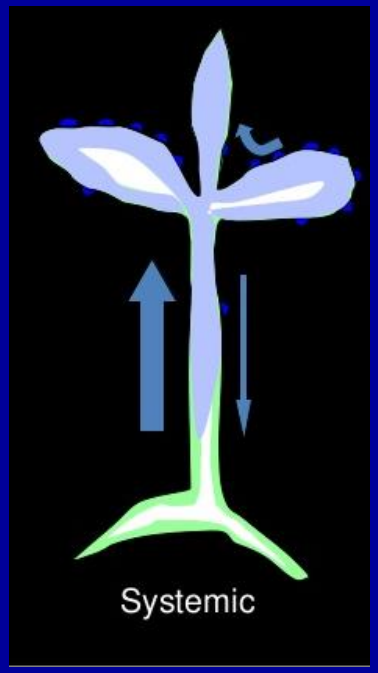


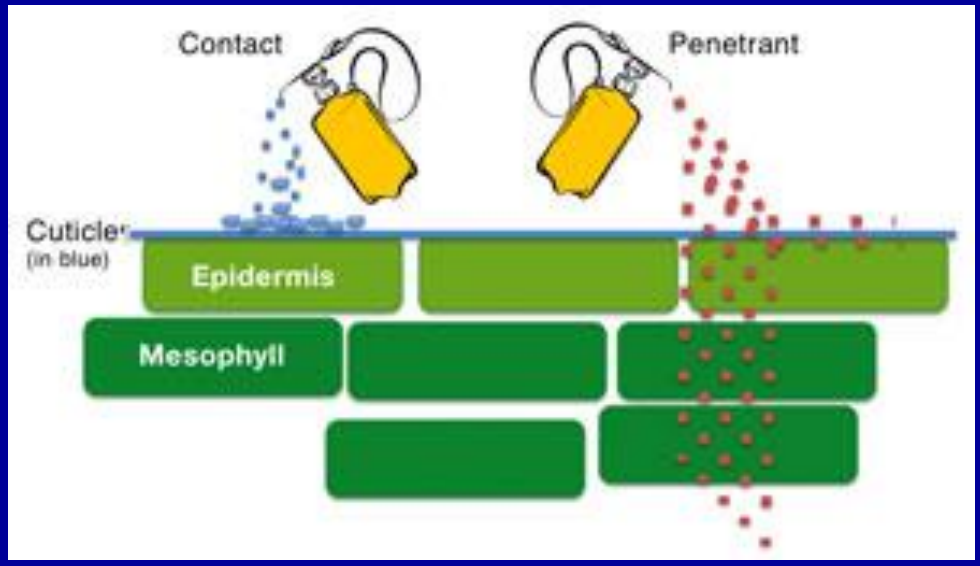
PROTEÇÃO – fungicida protetor

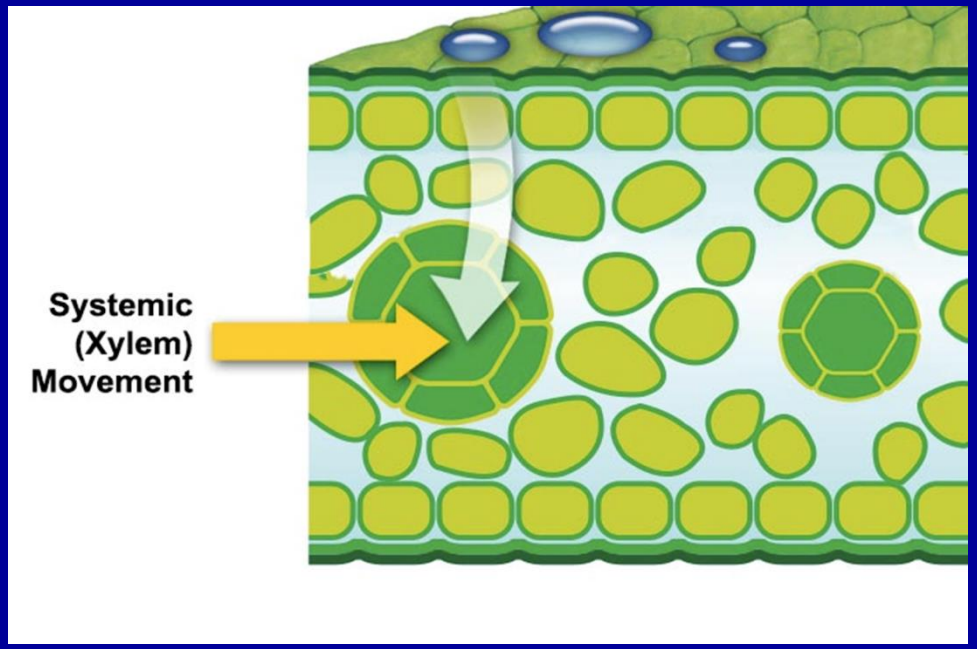


PROTEÇÃO – fungicida protetor









Proteção – Fungicida Fenarimol

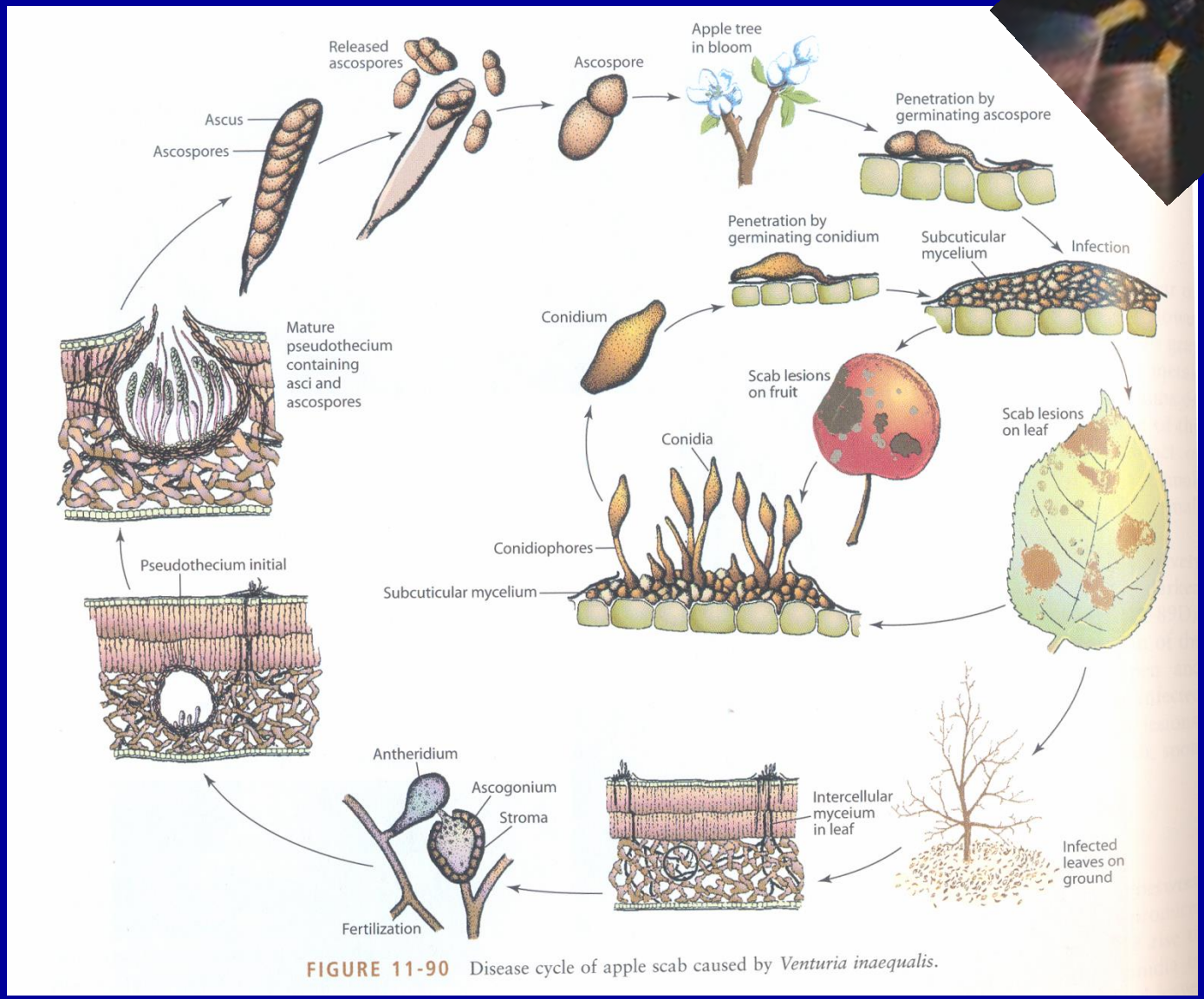


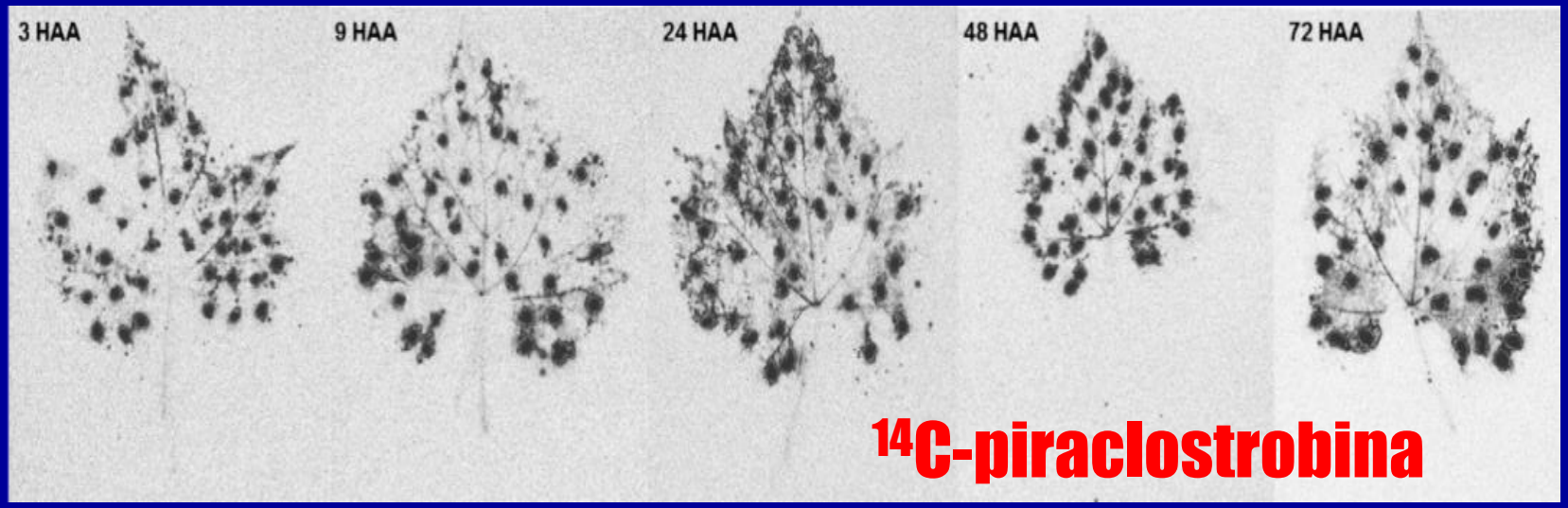
FIGURE 11-90 Disease cycle of apple scab caused by *Venturia inaequalis*.

Pulverização da parte aérea na primavera protegê-la da infecção

Proteção – Fungicida Piraclostrobina (Agrofit Comet– sistêmico)

Distribuição da radioatividade absorvida (%) por diferentes partes da muda de videira, as 3, 9, 24, 48 e 72 horas após a aplicação piraclostrobin . (Santos, 2015)

Piraclostrobina	3	9	24	48	72
Folha tratada (FT)	21,72	26.22	36.18	53.82	53.49
Folha acima da FT	0.01	0.02	0.03	0.05	0.10
Caule acima da FT	0.05	0.02	0.01	0.01	0.00



PROTEÇÃO – ensacamento de frutos

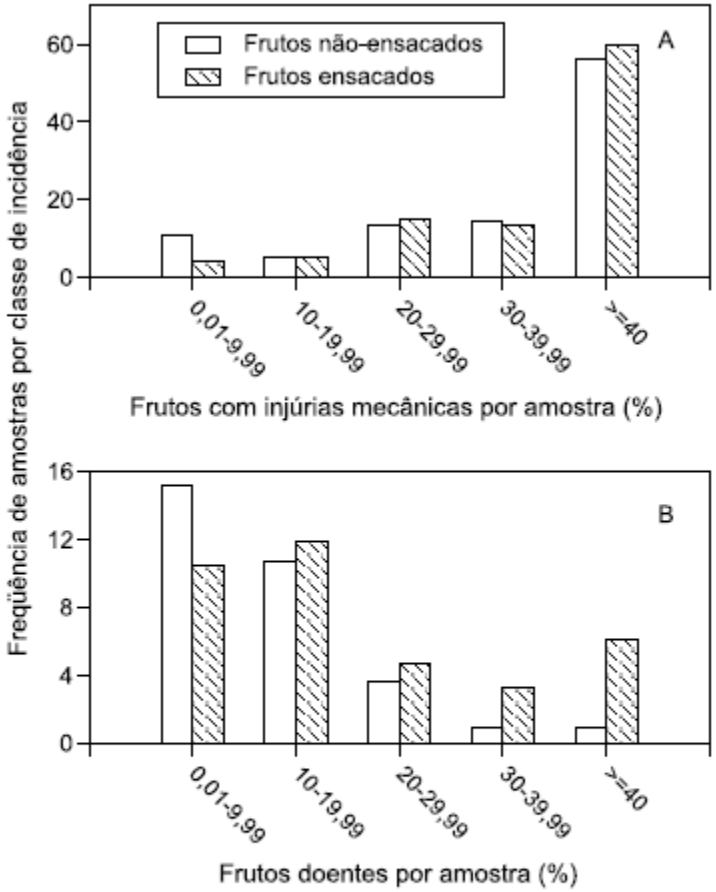


FIGURA 2 - Distribuição de freqüências de amostras (caixas) de goiabas com diferentes incidências de frutos com injúrias mecânicas (A) e com sintomas de doenças pós-colheita (B) provenientes de pomares que ensacam (barras hachuradas) ou não (barras brancas) os frutos.

Martins et al. (2007)

PROTEÇÃO – cera de carnaúba

Monilinia

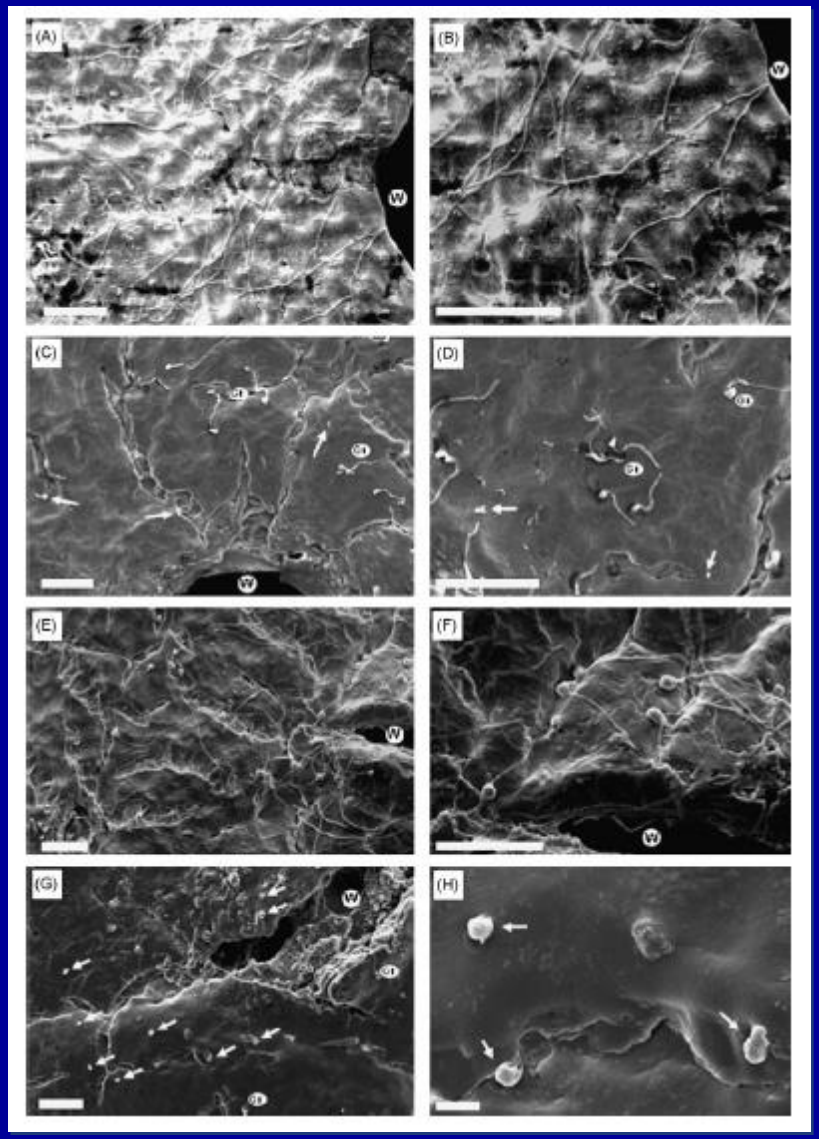
sem cera

com cera

Rhizopus

sem cera

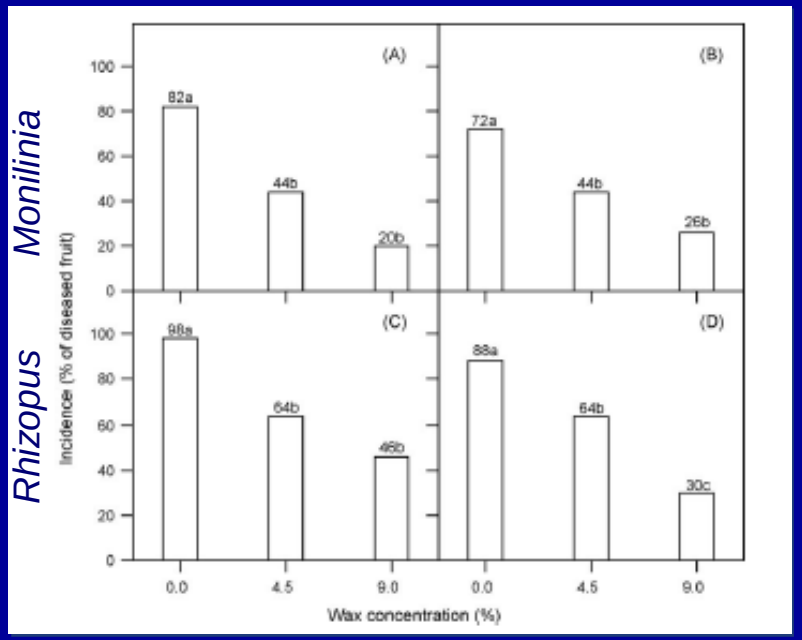
com cera



Podridão parda

Podridão mole

Ameixa Nectarina



Gonçalves et al. (2010)

PROTEÇÃO – cera de carnaúba

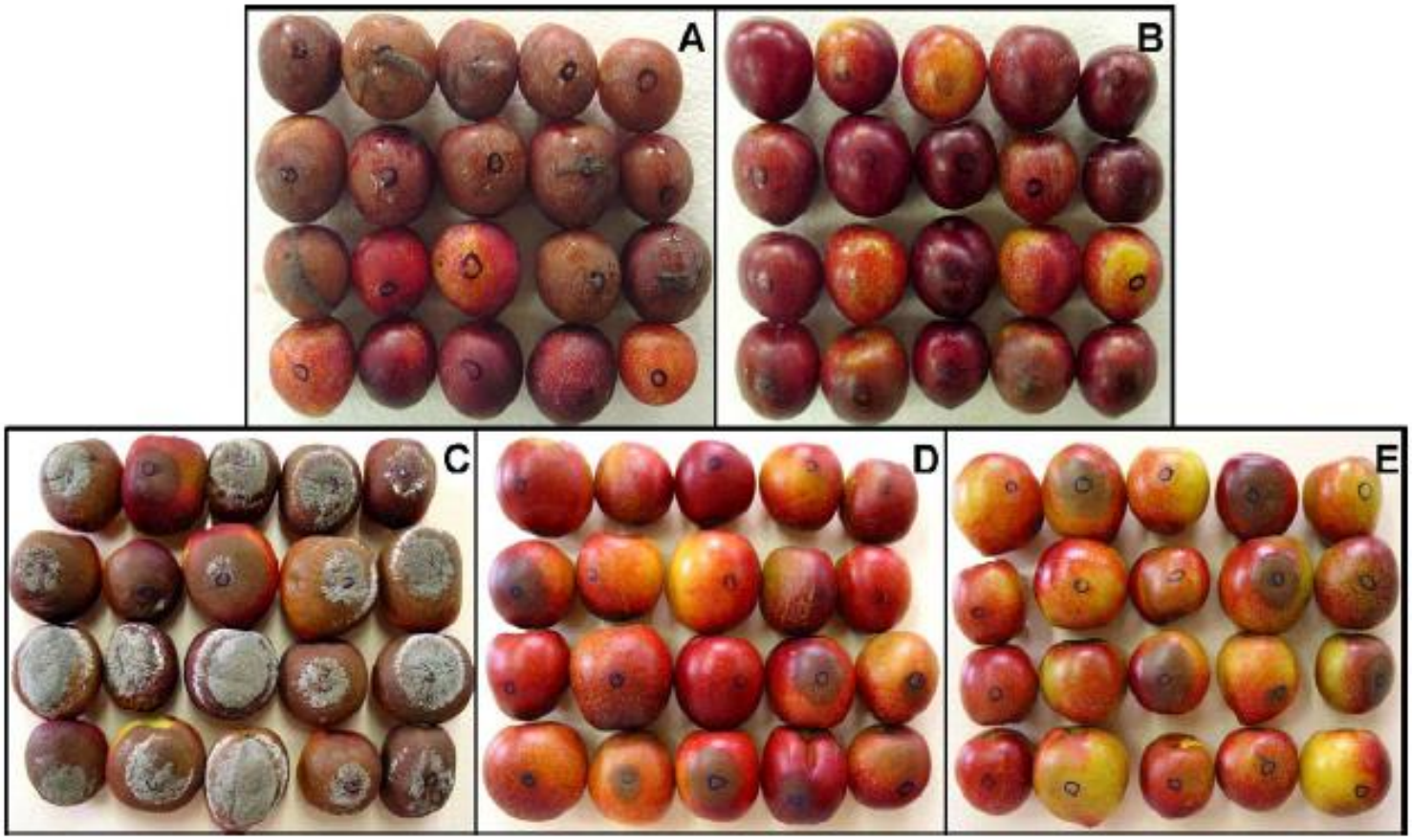


Fig. 4. Plums (A and B) inoculated with *Rhizopus stolonifer* and nectarines (C–E) inoculated with *Monilinia fructicola* treated in a protective manner with 4.5% wax (D) and 9% wax (B and E). Water was applied over fruit in control treatment (A and C).

IMUNIZAÇÃO

Tristeza dos citros: CTV

Laranja Pera
Limão galego
} Suscetível e intolerante

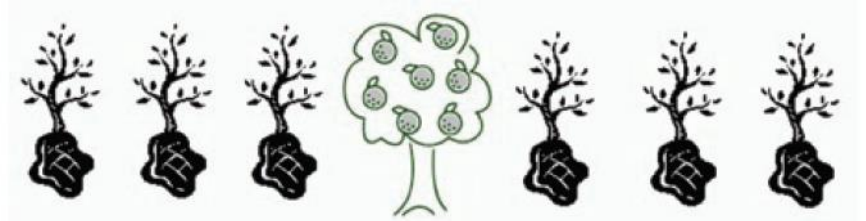
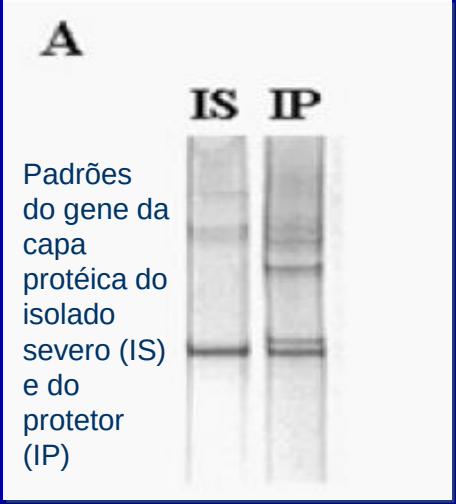
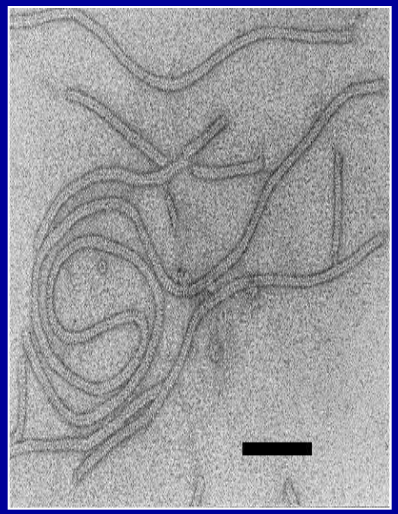


Figura 1. Esquema de seleção de uma planta-elite em pomar com tristeza dos citros.

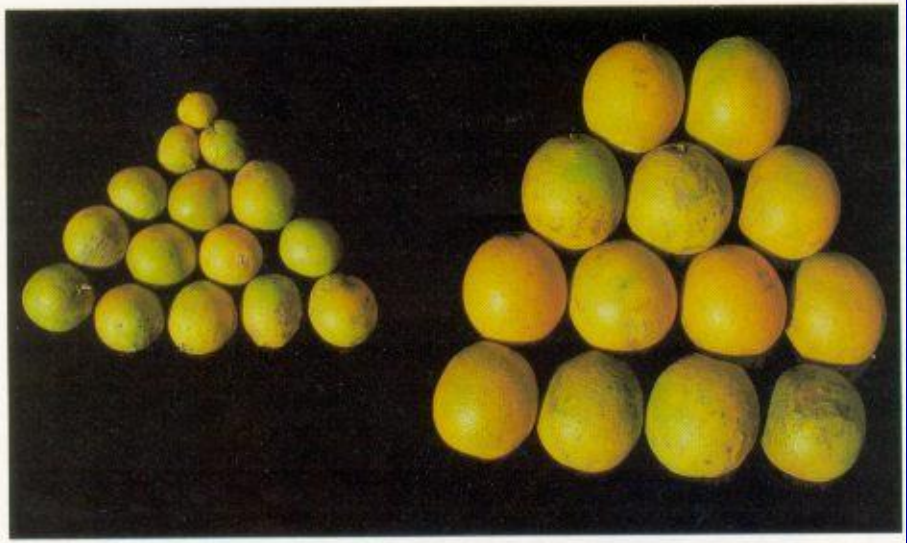


Padrões do gene da capa protéica do isolado severo (IS) e do protetor (IP)



(Santos Costa e Muller, 1980; Souza e Muller, 2006)

Pera sweet orange on Rangpur lime rootstock. (Left) Tree naturally infected with severe strain of tristeza virus and (right) tree cross-protected by mild isolate of the virus. Both plants were exposed under comparable conditions.



Pera sweet orange fruits from (left) tree naturally infected with severe strain of tristeza virus and (right) tree cross-protected by mild isolate of the virus.

IMUNIZAÇÃO

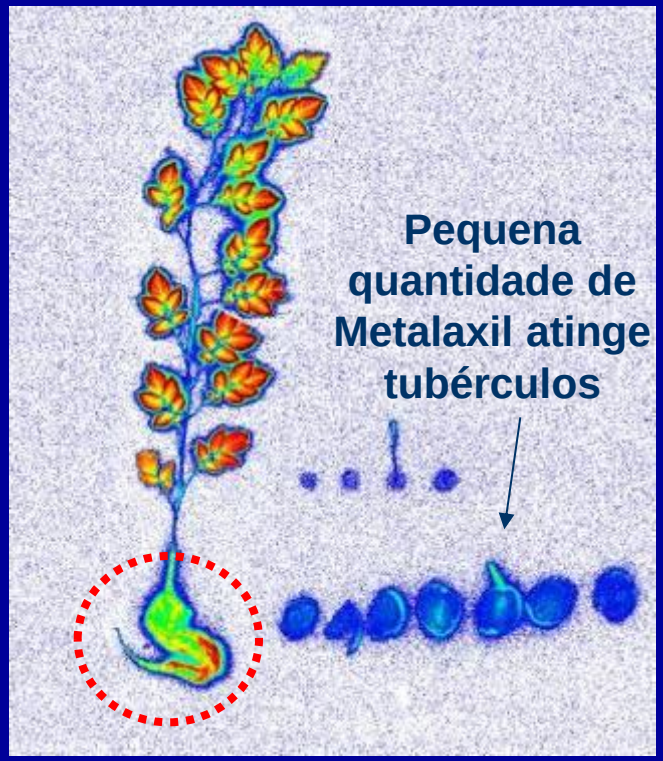
Mosaicos da abobrinha: PRSV-W e ZYMV

premunizadas

Não premunizadas

IMUNIZAÇÃO

ARROZ RESISTENTE E SUSCETÍVEL A BRUSONE



<u>Tratamento via solo:</u> Metalaxil absorvido pela raíz move-se para folhas

Imunização – Fungicida Fenarimol

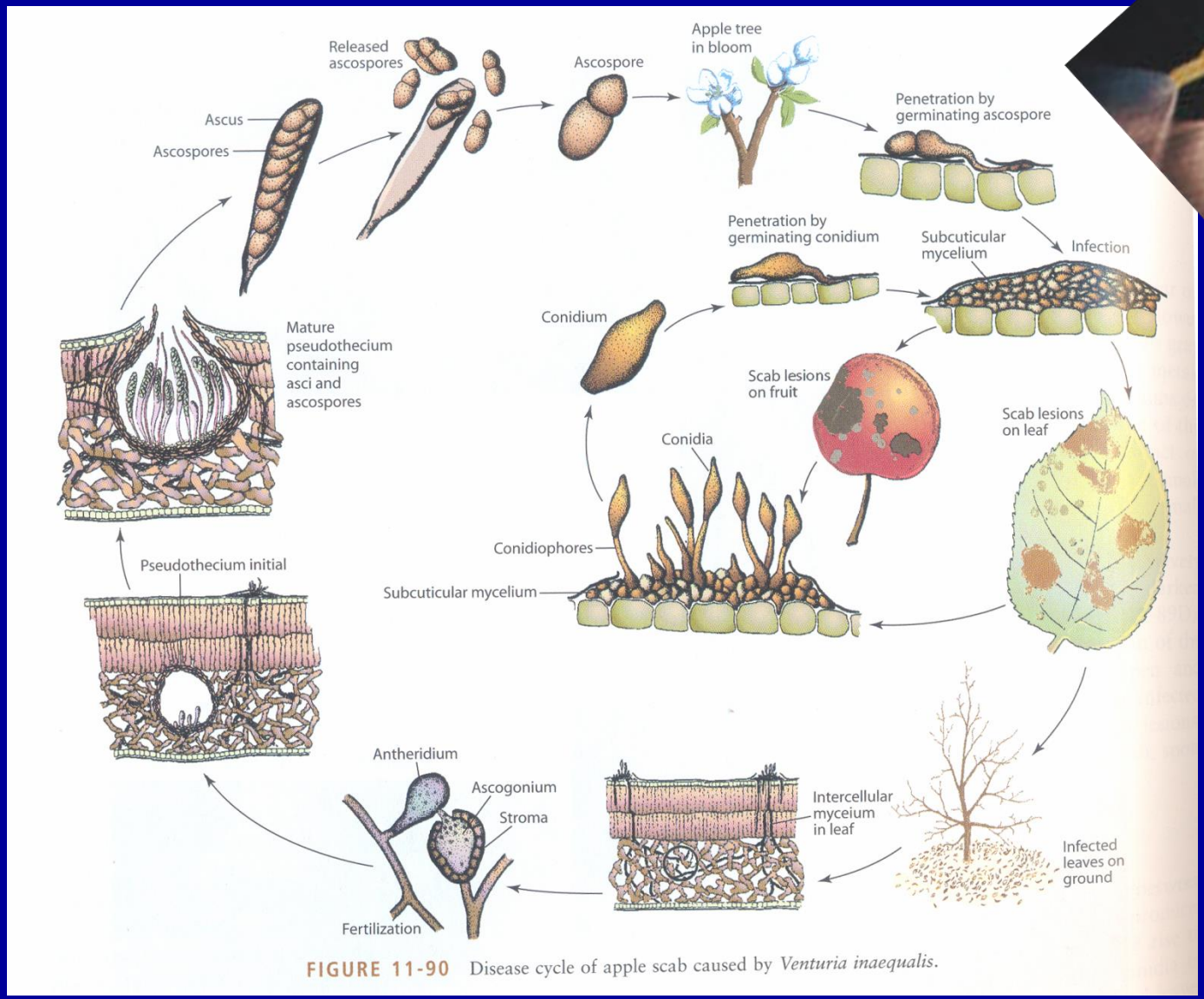


FIGURE 11-90 Disease cycle of apple scab caused by *Venturia inaequalis*.

Pulverização da parte aérea na primavera
A porção translocada para órgãos jovens impedirá a colonização

REGULAÇÃO

5. Fan-jet ventilation uses perforated plastic ducting above the crop canopy.

6. Perforated plastic ducting near the ground improves ventilation around the stems of tall crops. Courtesy of C. von Zabeltitz.

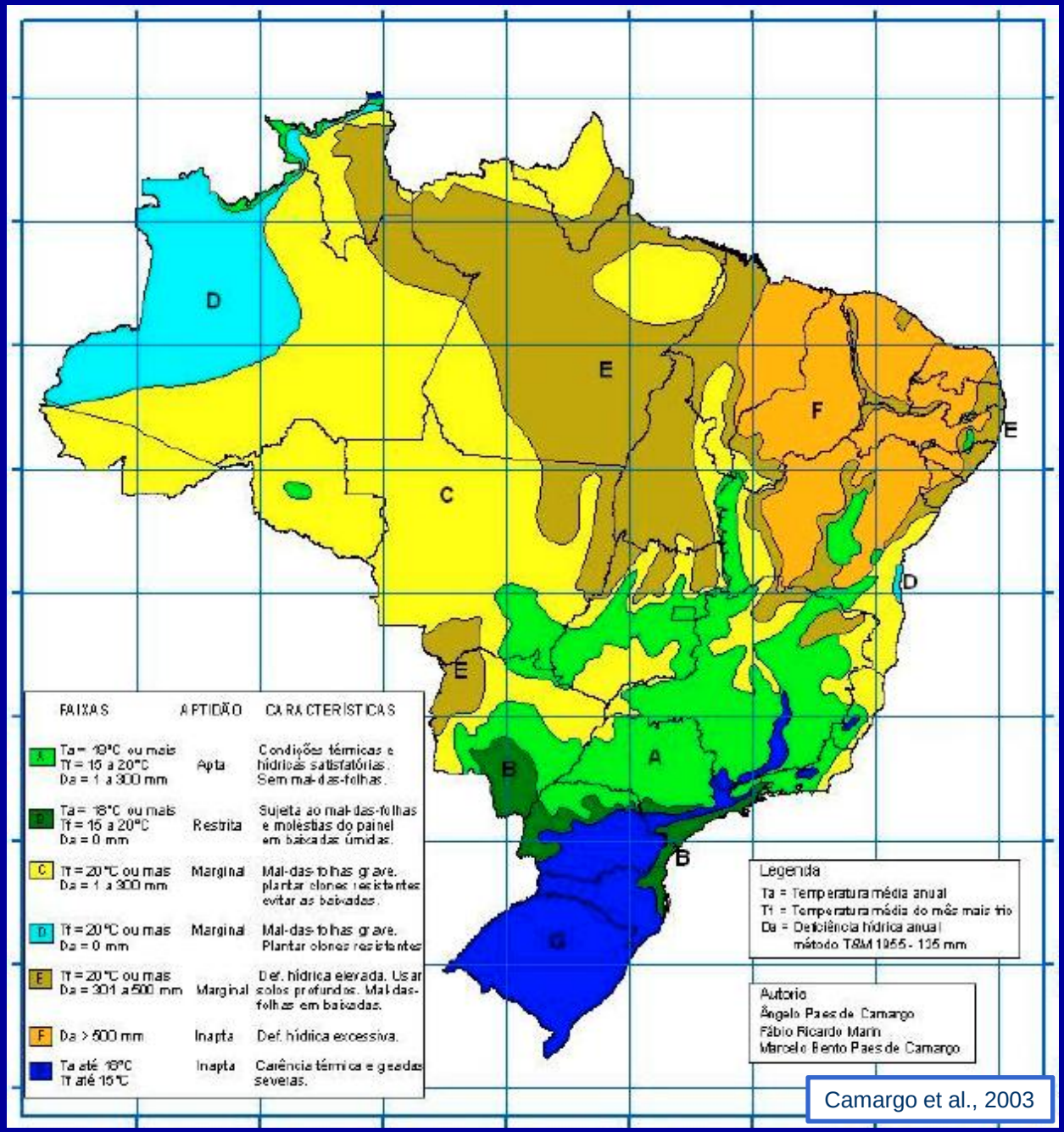
Manejo ambiental de estufas e câmaras frias para armazenamento de produtos perecíveis

EVASÃO

Zoneamento heveicultura no SE

Plantio na região apta – Fuga da doença

(© M. Seguin/CIRAD)



Camargo et al., 2003

TERAPIA – Rubelose dos citros

Erythricium salmonicolor

TERAPIA – Tratamento térmico

Tratamento térmico para eliminação de vírus – Batata doce

sweetpotato feathery mottle virus (SPFMV) & sweetpotato little leaf disease (SPLL)

Temperaturas / tempo de incubação
(Total de 49 dias)
25 ºC / 7 dias
29 ºC / 14 dias
39 ºC / 28 dias

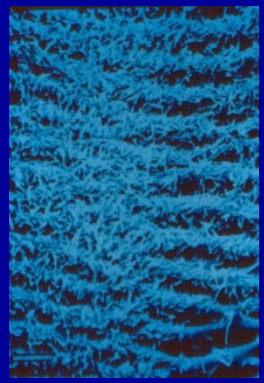
Cultura de meristemas

Aclimatação

O'Donnell et al., Queensland

TERAPIA ou EXCLUSÃO? – Tratamento térmico

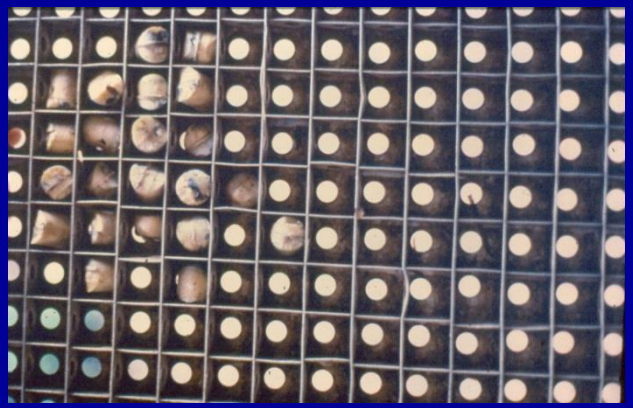
Raquitismo das soqueiras *Leifsonia xyli*



Controle – Termoterapia (50,5 ^{o}C por 2 h ou 54 ^{o}C por 30')

Extração de gemas

Bandejas perfuradas para banho térmico



Viveiro para seleção de gemas viáveis