

Epidemiologia Epidemiologia aplicada ao controle/manejo de doenças de plantas

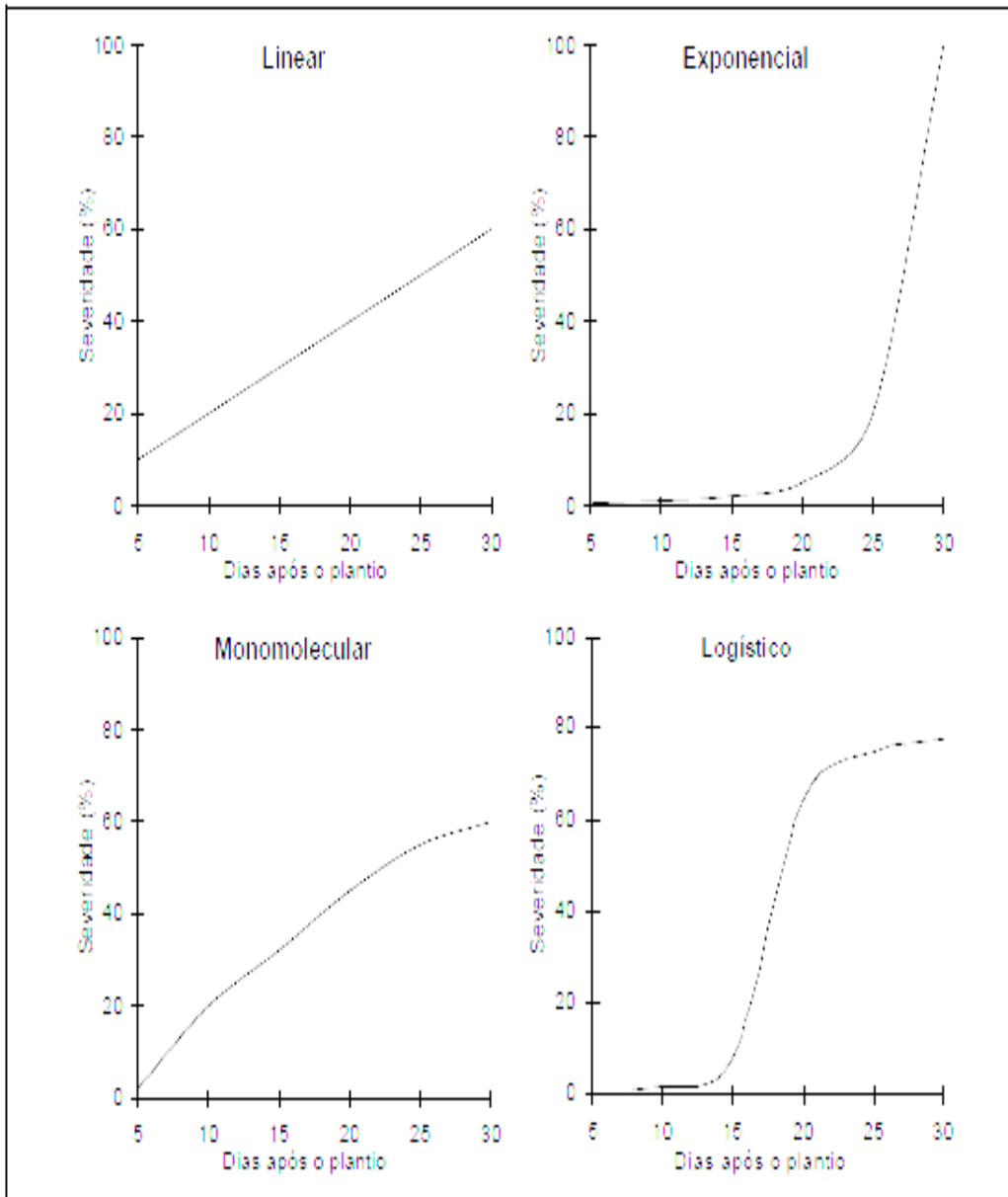


Figura 5. Curvas de crescimento linear, exponencial, monomolecular e logístico da quantidade de doença.

JO, UFRRJ,

AL (IB 238),

2021.3.NÃO AUTORIZO DIVULGAÇÃO DE

SLIDES OU GRAVAÇÕES NA INTERNET

Antes de iniciarmos o assunto

EPIDEMIOLOGIA, lembremos que:

- Toda doença possui **obrigatoriamente um ciclo primário**.
- **Nem todas as doenças** apresentam ciclos secundários de doença.
- O surgimento do **ciclo primário depende do inóculo primário** ou residual.
- Os **ciclos secundários surgem a partir do inóculo secundário**, que é produzido em lesões na planta hospedeira doente.
- **O final do ciclo secundário coincide, frequentemente, com o final do tecido hospedeiro** (morte das plantas anuais e queda de folhas em plantas perenes decíduas).

Conhecendo o significado de ciclo primário e ciclo secundário de doença,

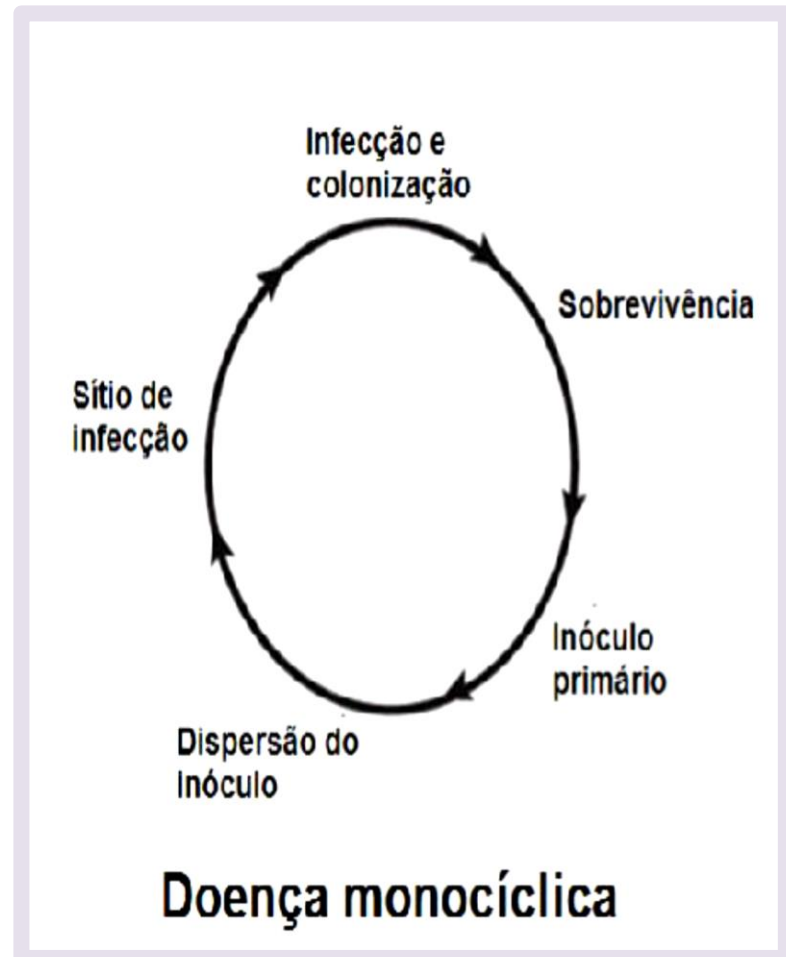
➤ podemos falar nas **doenças monocíclicas e policíclicas.**

Doenças Monocíclicas e Doenças Policíclicas

HELENA GUGLIELMI MONTANO, UFRRJ,
DEnF, FITOPATOLOGIA ESPECIAL (IB 238),
2021.3. NÃO AUTORIZO DIVULGAÇÃO DE
SLIDES OU GRAVAÇÕES NA INTERNET

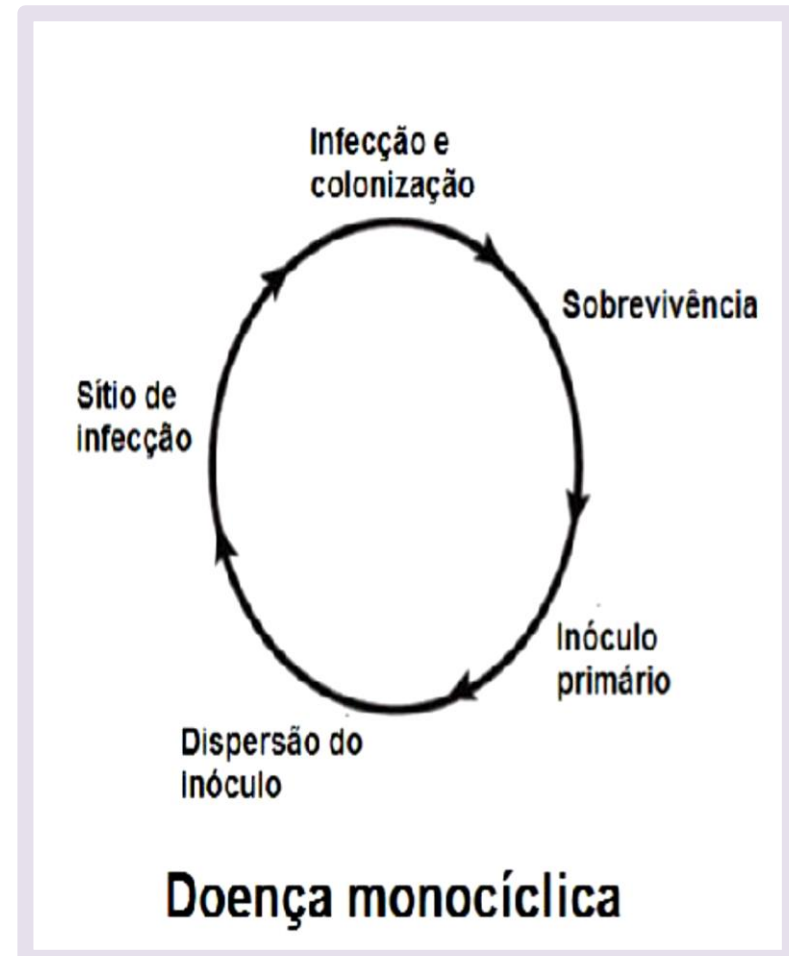
DOENÇAS MONOCÍCLICAS

- **DOENÇAS MONOCÍCLICAS**
- Doenças que apenas apresentam o ciclo primário (e não apresentam ciclos secundários).
- Nas **doenças monocíclicas**, plantas infectadas durante o ciclo da cultura não servem de fonte de inóculo para novas infecções no mesmo ciclo.



DOENÇAS MONOCÍCLICAS

- **DOENÇAS MONOCÍCLICAS**
- Nas **doenças monocíclicas**, os patógenos envolvidos completam 1 ciclo por estação. **O inóculo primário é o único inóculo disponível durante todo o ciclo da cultura** (não há produção de inóculo secundário)

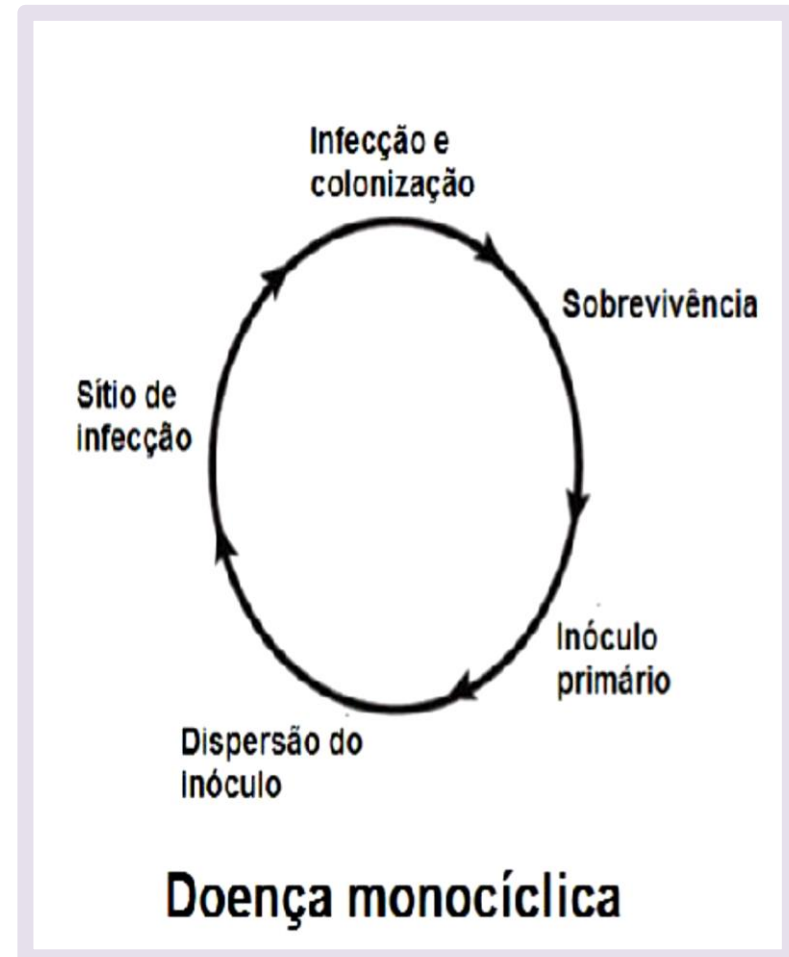


DOENÇAS MONOCÍCLICAS

- **DOENÇAS MONOCÍCLICAS**

- ✓ Doenças como murchas vasculares – patógenos de solo

- murchas de *Fusarium*, murchas de verticílio, murcha bacteriana das solanáceas, galhas radiculares por nematoides



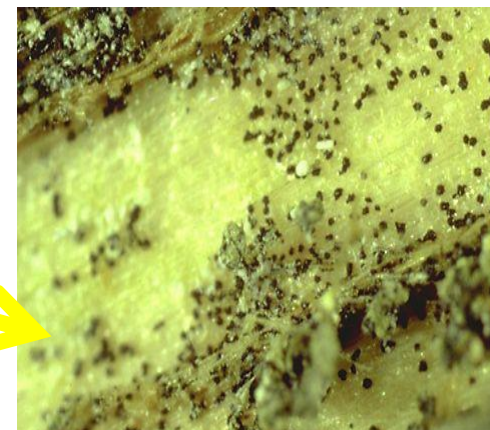
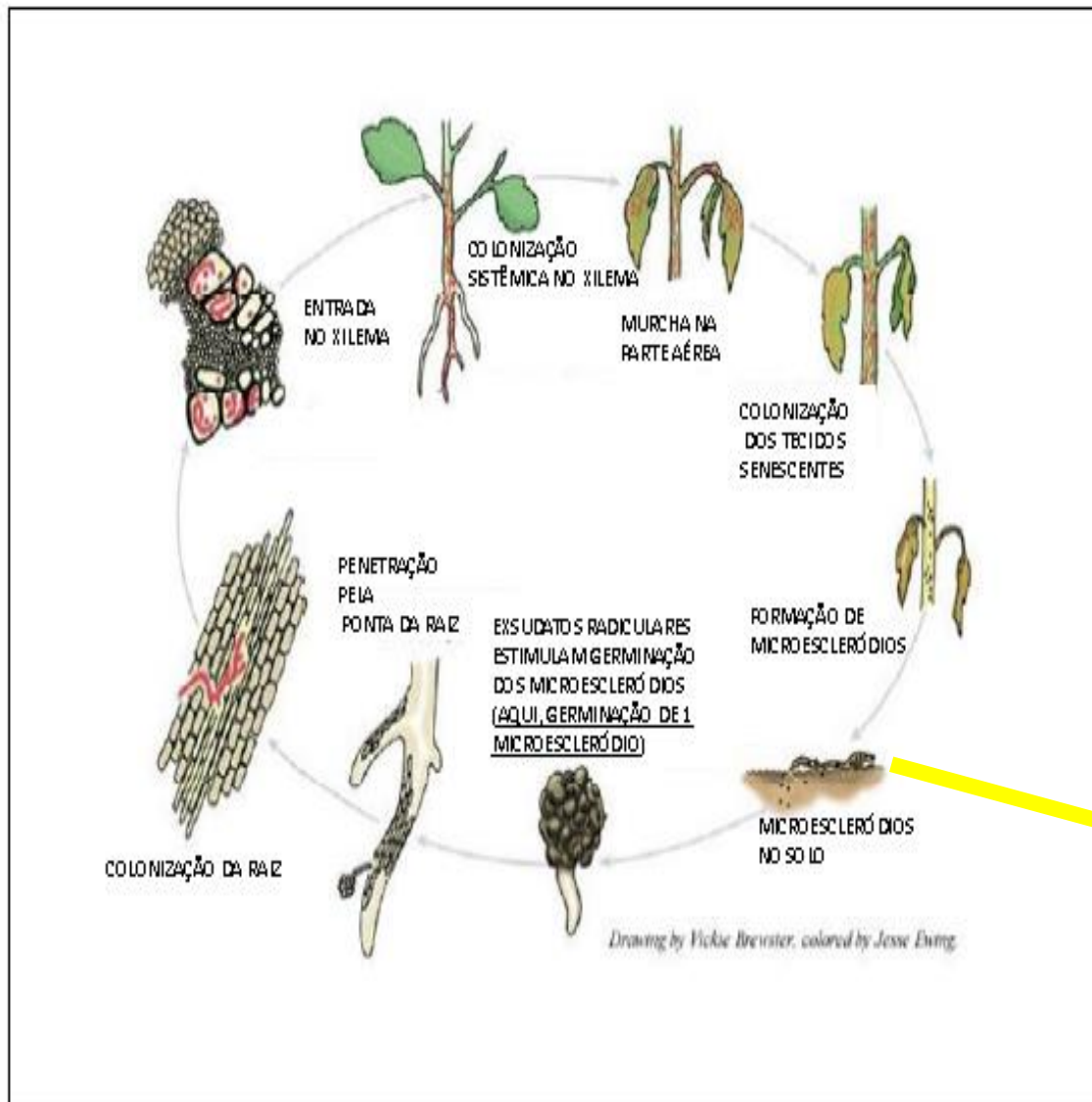
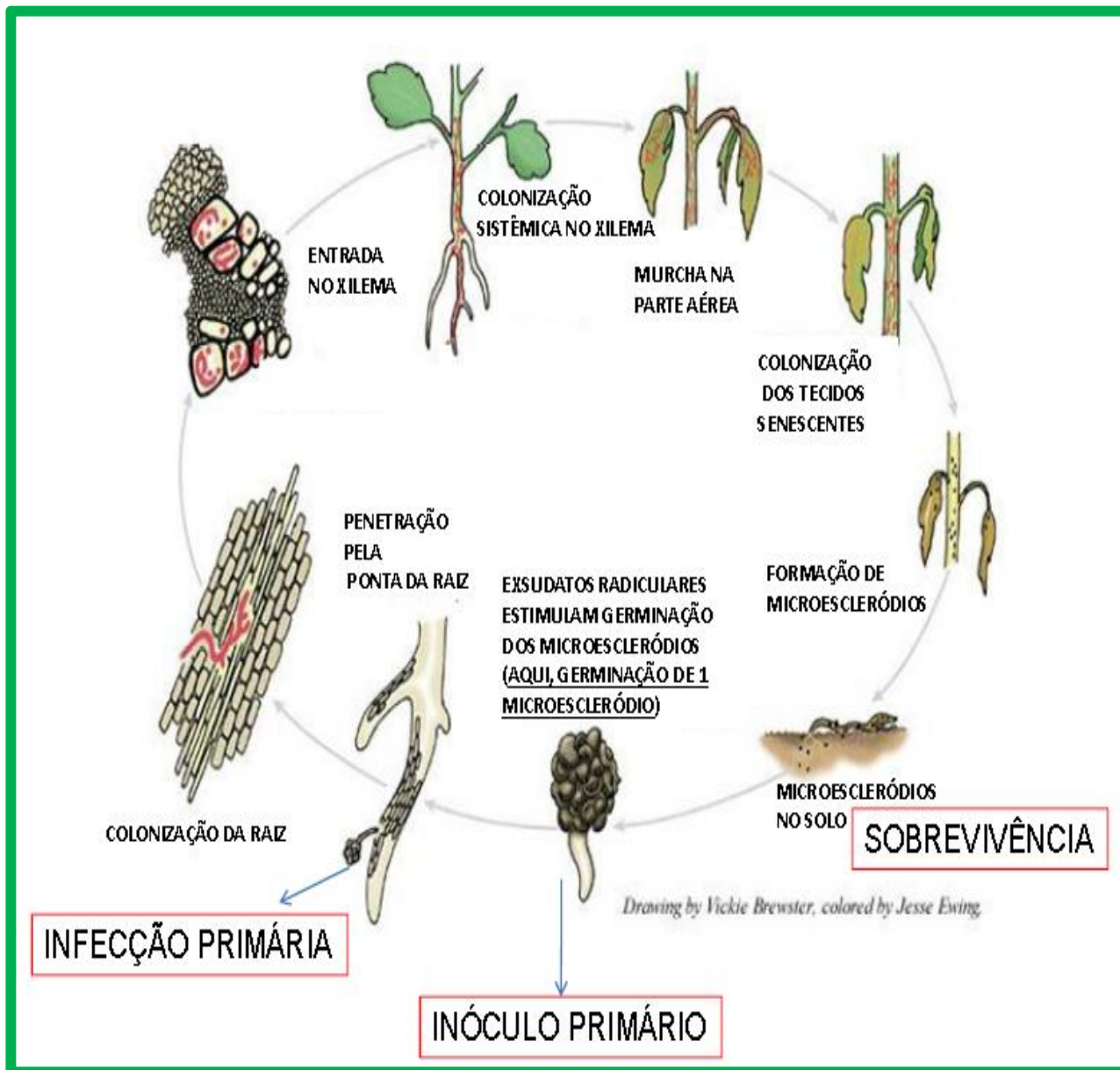


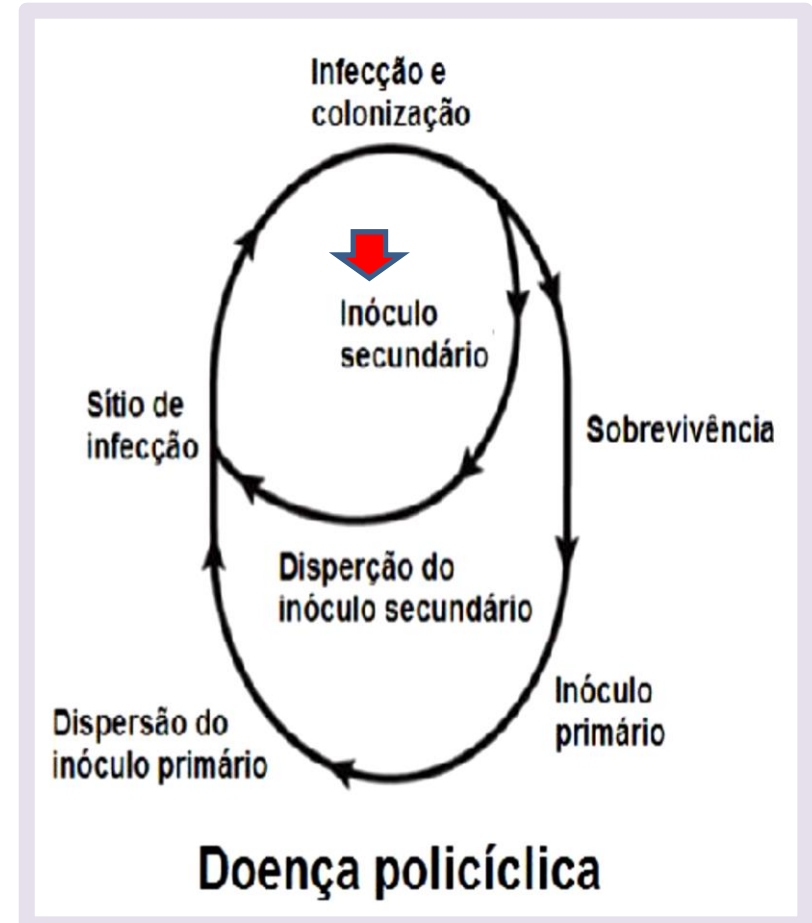
Ilustração retirada de Berlinger, I. and M.L. Powelson. 2000. Verticillium wilt. *The Plant Health Instructor*. DOI: 10.1094/PHI-I-2000-0801-01. Updated 2005. APS net.



HELENA GUGLIELMI MONTANO, UFRRJ,
 DEEnF, FITOPATOLOGIA ESPECIAL (IB 238),
 2021.3. NÃO AUTORIZO DIVULGAÇÃO DE
 SLIDES OU GRAVAÇÕES NA INTERNET

DOENÇAS POLICÍCLICAS

- DOENÇAS POLICÍCLICAS
- Possuem o ciclo primário (como sabemos toda doença tem um ciclo primário) e podem apresentar vários ciclos secundários de doença.
- No caso das **doenças policíclicas**, plantas infectadas durante o ciclo da cultura servem de fonte de inóculo (com a produção do inóculo secundário) para novas infecções no mesmo ciclo.



SARNA DA MACIEIRA

Gauthier,
Nicole. 2018.
Apple
scab. *The
Plant Health
Instructor*.
DOI:
10.1094/PHI-
I-2000-1005-
01
*Updated
2018.*
*Previous
version
by Vaillancour
t, L.J. and J.R.
Hartman.*



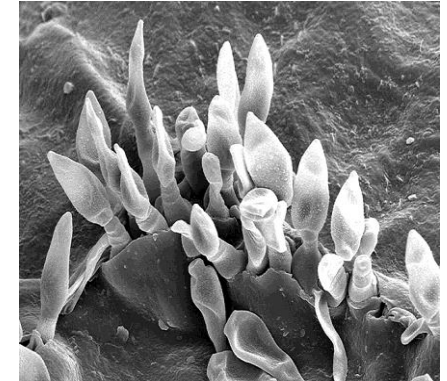
HELENA GUGLIELMI MONTANO, UFRRJ,
DEnF, FITOPATOLOGIA ESPECIAL (IB 238),
2021.3. NÃO AUTORIZO DIVULGAÇÃO DE
SLIDES OU GRAVAÇÕES NA INTERNET

Gauthier, Nicole. 2018. Apple scab. *The Plant Health Instructor*. DOI: 10.1094/PHI-I-2000-1005-01

Updated 2018. Previous version by Vaillancourt, L.J. and J.R. Hartman.



ASCOSPOROS = INÓCULO PRIMÁRIO



CONÍDIOS = INÓCULO SECUNDÁRIO

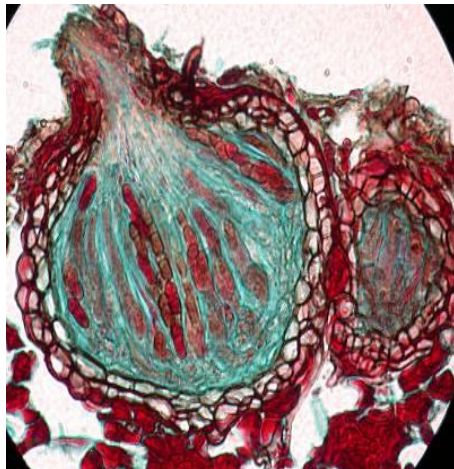
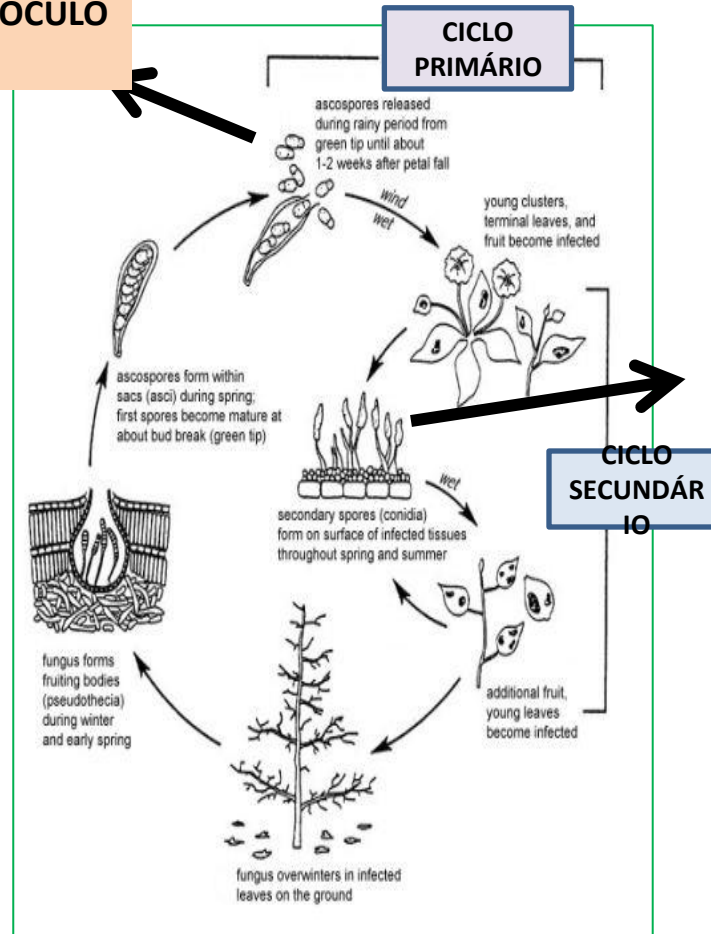
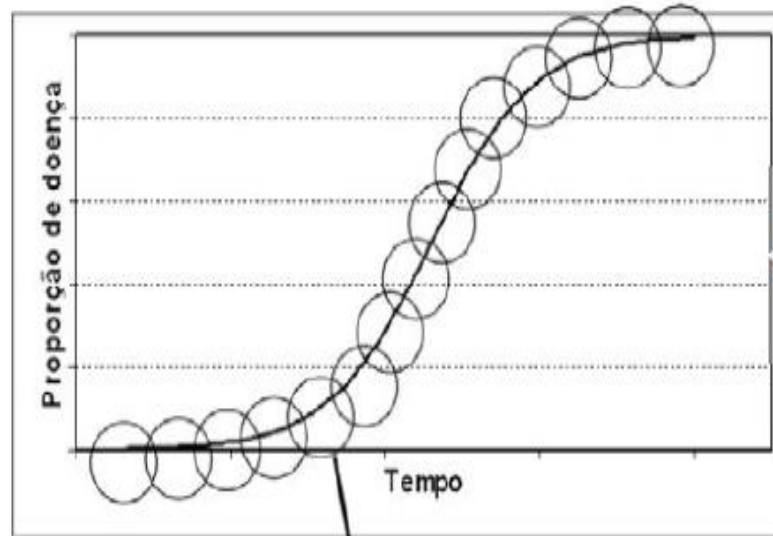


Foto do PSEUDOTÉCIO:
http://botit.botany.wisc.edu/toms_fungi/sep2002.html

HELENA GUGLIELMI MONTANO, UFRRJ,
DEnF, FITOPATOLOGIA ESPECIAL (IB 238),
2021.3. NÃO AUTORIZO DIVULGAÇÃO DE
SLIDES OU GRAVAÇÕES NA INTERNET



MONOCICLO

Figura 5.9 - Representação do ciclo de infecção (monociclo) e da cadeia de infecção (policiclo). Adaptado de Teng et al. (1977).

- Vamos reservar o conhecimento sobre doenças monocíclicas e policíclicas para um próximo momento.....



- **Agora, vamos à epidemiologia.....**

O que é epidemiologia?

- Segundo Agrios (2005), **epidemiologia é o estudo da epidemia e dos fatores que a influenciam.**

[AGRIOS, G. 2005. Plant Pathology. 5th Edition. New York: Academic Press. 2005. 922p.]

➤ **Epidemia** tem sido definida como aumento de doença em uma população

Epidemia é um termo controverso na Fitopatologia porque.....

- “Como pode haver uma **epidemia** em plantas? (Gr. *epi* = sobre; ***demos, gente***). Bem, falando de forma restrita, devemos chamá-la uma **epifitotia (epiphytotic)**, mas o termo “epidemia” se tornou tão amplamente usado em referência à doença de planta e tão arraigado na literatura fitopatológica, que somos forçados a ceder e deixar o termo **epifitotia** aos puristas etimológicos”.

[ARNESON, P.A. 2001 Plant Disease Epidemiology: Temporal Aspects. *The Plant Health Instructor*. DOI: 10.1094/PHI-A-2001-0524-01. (Revised 2011)]

- Definição de **epifitotia**: “de, relacionado a, ou sendo uma doença de planta que tende a recorrer esporadicamente e afetar grandes números de plantas suscetíveis”.

Termos e Conceitos

EPIDEMIOLOGIA

Há diferentes conceitos de epidemiologia:

- (a) É o aumento da doença limitado no tempo e no espaço, numa **população** de plantas. É construída por processos biológicos que se sucedem numa determinada taxa ou velocidade (Zadocks e Schein, 1969);
- (b) É o estudo dos fatores que afetam a velocidade de aumento da doença numa **população** de plantas (Nelson, 1974);
- (c) É o estudo da doença em **populações** (Van der Plank, 1963);
- (d) É a ciência da **população do patógeno** na **população do hospedeiro** desenvolvendo-se sob a influência dos fatores ambientais e da interferência do homem (Kranz, 1974).

Fonte: Erlei Mello Reis e João Américo Wordell Filho, 2004. Princípios de epidemiologia, Capítulo II, p 49-64. In: Previsão de doenças de plantas, Ed. Erlei Mello Reis. Passo Fundo: UPF. 316p.

E podemos observar que em todas as definições, epidemiologia é o estudo da doença nas populações....

- Baseado no conceito de Kranz (1974), Bergamin Filho e Amorim (1996) apresentaram a seguinte definição:

➤ **Epidemiologia** consiste no estudo de populações de patógenos em populações de hospedeiros e da doença resultante dessa interação, sob a influência do ambiente e a interferência humana.



[BERGAMIN FILHO, A. & AMORIM, L. Doenças de plantas tropicais: epidemiologia e controle econômico. Editora Agronômica Ceres Ltda. São Paulo. 289p. 1996.]

ENTENDENDO OS TERMOS.....

- EPIDEMIA NÃO É O OPOSTO DE ENDEMIAS.
- **Epidemia** refere-se ao aumento da doença em uma população de plantas em intensidade e/ou extensão, isto é, aumento na Incidência-severidade e/ou um aumento na área geográfica ocupada pela doença.
- O termo **endemia**, tem uma conotação geográfica, sendo sinônimo de doença sempre presente em uma determinada área e, caracteriza-se por não estar em expansão.

Existe um princípio básico por trás da epidemiologia

- O princípio básico por trás da epidemiologia é que a quantidade de doença no campo é determinada pelo balanço entre dois processos opostos, infecção e remoção.

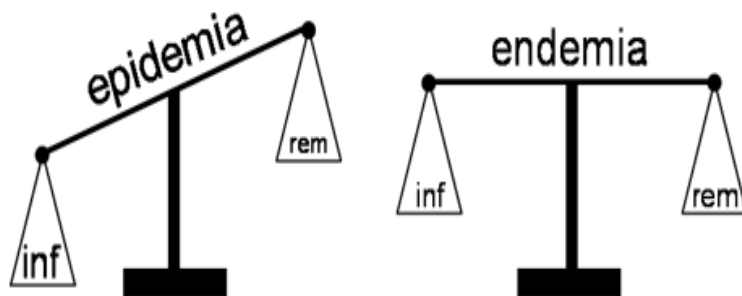
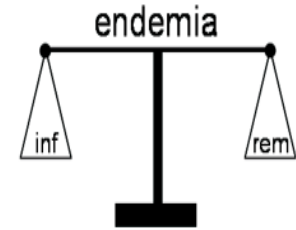


Figura 5.2 - Infecção (Inf), remoção (Rem), epidemia e endemia.

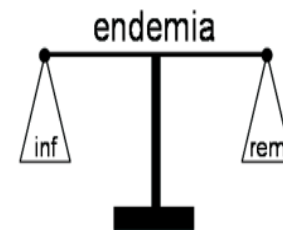
ENDEMIA



Sabemos que na **ENDEMIA** a doença está sempre presente em uma determinada área e, caracteriza-se por não estar em expansão.

- Mas, **ENDEMIA** também implica num **balanço próximo de neutro (= equilíbrio), entre os processos de infecção e remoção**, quando se considera um período de tempo relativamente longo.

Endemia x BALANÇO NEUTRO



BALANÇO NEUTRO significa coexistência entre hospedeiro e patógeno e, reflete a constante presença de ambos numa área, fato este que se constitui na essência da definição de doença endêmica.

✓ *O mal das folhas da seringueira*, causada por *Pseudocercospora (Microcyclus) ulei*, durante a fase extrativista da cultura na região Amazônica, é um bom exemplo de endemia natural.

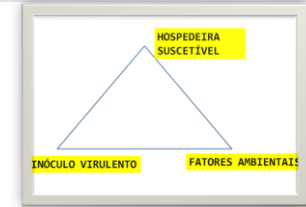
Precisamos saber que.....

- Em doenças endêmicas, pode haver surtos epidêmicos.
- Apesar da definição de epidemia considerar somente o aumento da intensidade da doença, a **epidemiologia** (ciência das epidemias) estuda as doenças que aumentam, como também as doenças que diminuem, em intensidade ou em extensão.

Há diferentes tipos de epidemias.....

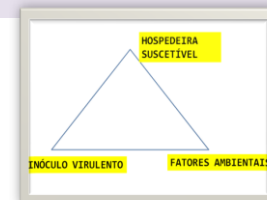
- **epidemia explosiva:** aquela cujo aumento em intensidade seja rápido. Ex. Requeima do tomateiro
- **epidemia tardívaga:** epidemia cujo aumento em intensidade seja lento.
- **epidemia progressiva:** se caracteriza por um aumento em extensão.
- **epidemia cíclica:** ocorre para a ferrugem do cafeeiro.
- **epidemia poliética:** necessita de anos para mostrar significativo aumento na intensidade da doença, havendo numerosos exemplos com doenças de hospedeiros perenes ou patógenos veiculados pelo solo.
- **pandemia:** epidemias progressivas que ocupam uma área extremamente grande, de tamanho continental.

Desenvolvimento de uma epidemia.....



Uma **EPIDEMIA** se desenvolve como resultado da interação dos mesmos elementos (fatores) que culminam no processo doença, ou seja a hospedeira suscetível sadia, o inóculo virulento e condições ambientais favoráveis (TRIÂNGULO DE DOENÇA).

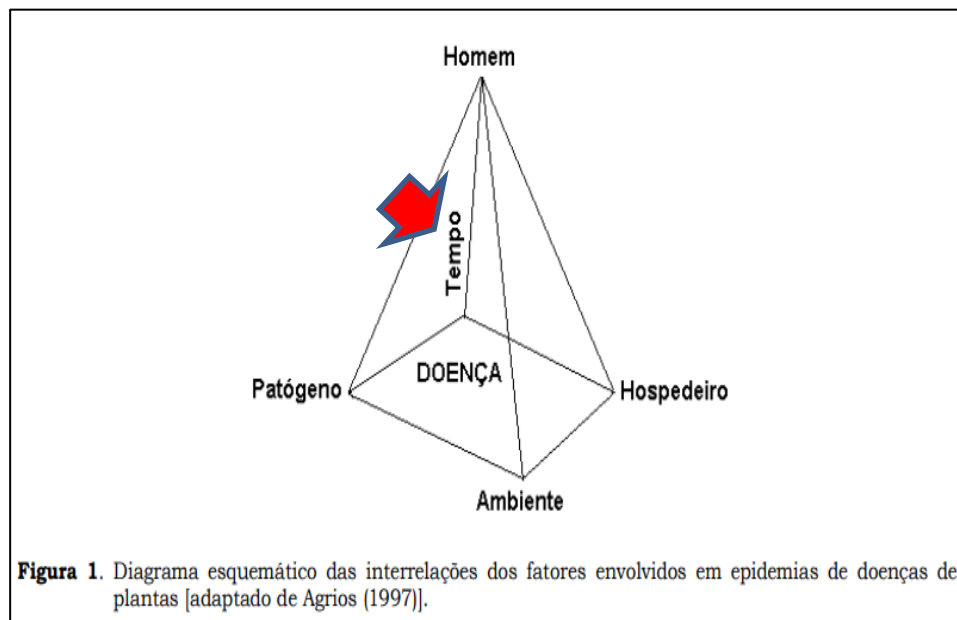
Desenvolvimento de uma epidemia.....



A participação do homem (NO TETRAEDRO DE DOENÇA) pode favorecer o início e o desenvolvimento de epidemias; entretanto o homem também pode interromper o desenvolvimento da epidemia.

O tempo afeta as doenças

- Segundo Agrios (2005), havendo epidemia, a participação de cada componente e suas interações no processo doença são afetadas por um novo componente, o tempo.



Fonte: MICHEREFF, S.J. Fundamentos de Fitopatologia. Recife, PE, 2001 150p.

Condições que Afetam o Desenvolvimento de Epidemias

Há condições que afetam o desenvolvimento de epidemias...

1) Fatores da planta hospedeira

- ✓ nível de resistência genética ou suscetibilidade da hospedeira;
- ✓ grau de uniformidade genética das plantas hospedeiras;
- ✓ tipo de cultura;
- ✓ idade da planta hospedeira.

Há condições que afetam o desenvolvimento de epidemias....

2) Fatores do patógeno

- ✓ nível de virulência;
- ✓ quantidade de inóculo nas proximidades do hospedeiro;
- ✓ ecologia do patógeno;
- ✓ modo de disseminação do patógeno.

Há condições que afetam o desenvolvimento de epidemias....

3) Fatores do ambiente

O AMBIENTE PODE AFETAR:

- disponibilidade, estágio de crescimento e suscetibilidade genética do hospedeiro;
- sobrevivência, vigor, taxa de multiplicação, esporulação;
- o número e a atividade dos vetores dos patógenos.

Há condições que afetam o desenvolvimento de epidemias.....

3) Fatores do ambiente

O AMBIENTE PODE FACILITAR:

- a direção e a distância da dispersão do patógeno,
- a taxa de germinação e de penetração de esporos.

Há condições que afetam o desenvolvimento de epidemias.....

4) Fatores do ser humano

- ✓ Seleção e preparo do local de plantio
- ✓ Seleção do material de plantio
- ✓ Práticas culturais
- ✓ Introdução de novos patógenos

Doença é um evento cíclico que envolve processos

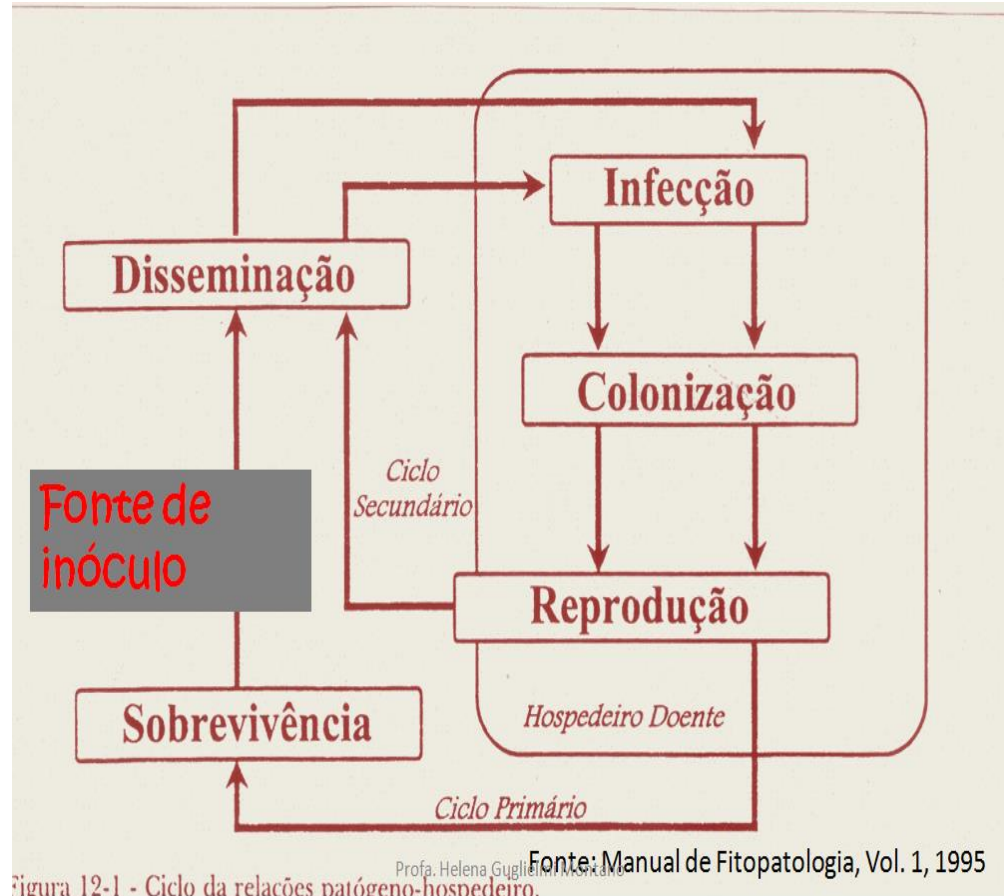
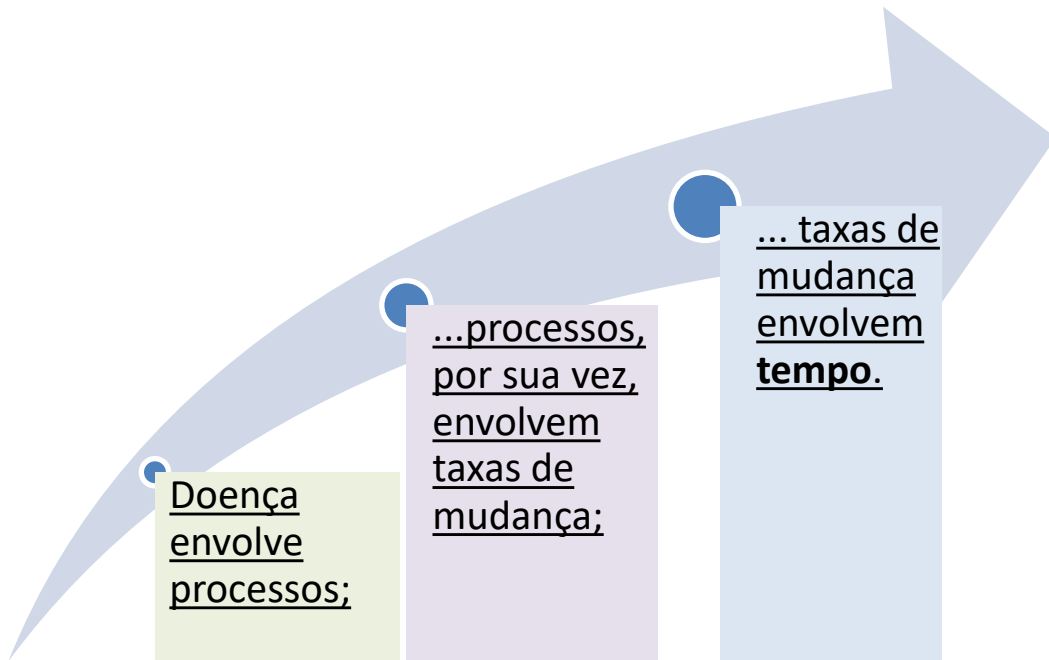


Figura 12-1 - Ciclo da relações patógeno-hospedeiro.

Doença é um evento cíclico que envolve processos



✓ A inclusão do **fator tempo** no ciclo de infecção permite a definição de diversos períodos de interesse epidemiológico:

- ❖ período de incubação
- ❖ período latente
- ❖ período infeccioso

Doença é um evento cíclico que envolve processos

✓ A inclusão do **fator tempo** no ciclo de infecção permite a definição de diversos períodos de interesse epidemiológico:

❖ período de incubação

❖ período latente

❖ período infeccioso



Períodos de interesse epidemiológico

- ✓ **Período de incubação:** período de tempo decorrido entre a deposição do patógeno na superfície do hospedeiro e o aparecimento dos primeiros sintomas;
- ✓ **Período latente:** período de tempo decorrido entre a deposição do patógeno na superfície do hospedeiro e o aparecimento dos primeiros sinais (estruturas reprodutivas);
- ✓ **Período infeccioso:** período de tempo em que uma lesão permanece produzindo estruturas reprodutivas.

A duração dos dois últimos períodos [período latente e período infeccioso] tem grande importância no desenvolvimento de epidemias, já que **influenciam sua velocidade e/ou duração.**

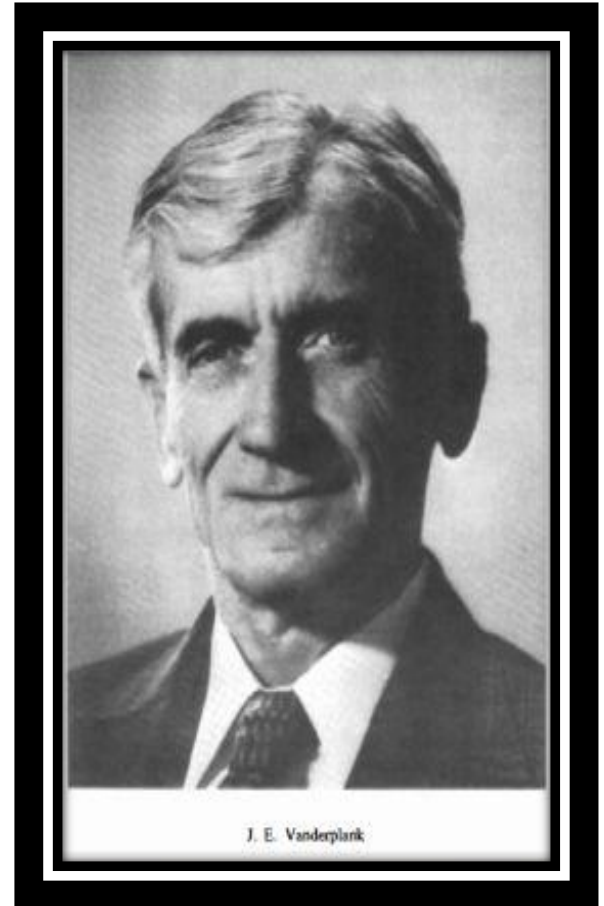
As doenças de plantas seguem dois padrões regulares

De maneira clássica, as **doenças de plantas seguem dois padrões regulares:**

- um dos padrões abrange as **doenças que NÃO apresentam ciclos secundários** - como a murcha-de-verticílio da batata,
 - outro padrão compreende as **doenças que podem apresentar muitos ciclos secundários** -que é exemplificado pela sarna da macieira.
- ❖ AMBOS OS TIPOS, TODAVIA, POSSUEM UM CICLO PRIMÁRIO DE DOENÇA.**

Epidemiologia

- 1963: estabelecimento da epidemiologia como ciência.
- Publicação do livro **“Plant diseases: epidemics and control”**, de James Edward Vanderplank (‘Van der Plank’).



JE vanderplank (1908 - 1997), a "Boots on the ground" researcher, teaching and leading plant disease epidemiology from the front in a courteous and modest manner. his seminal and further Ideas have definitely changed the face of plant pathology and breeding.



A contribuição de Van der Plank para o desenvolvimento da epidemiologia é inestimável, através de seus estudos e publicações.

Além disso, na África do Sul, atuou no programa de melhoramento de batata e no programa de sanitização de citros em pós- colheita.

<https://openplantpathology.org/posts/2021-03-15-vanderplank-contributing-an-epidemic-proportion-to-plant-health/>

#OPPToonS

Open Plant Pathology

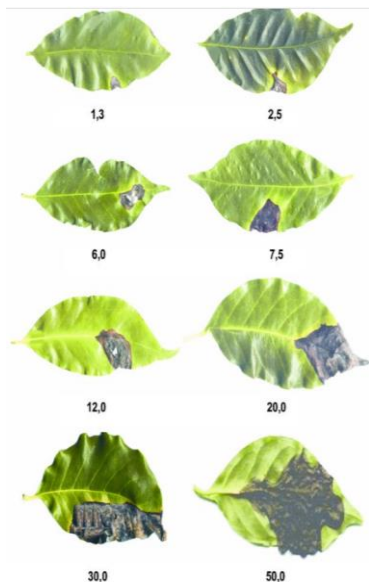
IANO, UFRRJ,
D&N, FITOPATOLOGIA ESPECIAL (IB 238),
2021.3. NÃO AUTORIZO DIVULGAÇÃO DE
SLIDES OU GRAVAÇÕES NA INTERNET

Quais são as principais aplicações da epidemiologia?

- a) estudar a evolução das doenças em populações do hospedeiro;
- b) avaliar os prejuízos absolutos e relativos causados pelas doenças nas culturas;
- c) avaliar os efeitos simples e as interações entre resistência do hospedeiro, medidas sanitárias, uso de fungicidas e outras medidas de controle das doenças;
- d) avaliar a eficiência técnica e econômica das medidas de controle em cada etapa sobre os agroecossistemas;
- e) **estabelecer estratégias de controle das doenças e aperfeiçoá-las para a proteção das culturas.**

- Para se realizar estudos epidemiológicos, necessário quantificar doença..... faz-se

- E a quantificação de doença se faz através da **FITOPATOMETRIA**



FITOPATOMETRIA

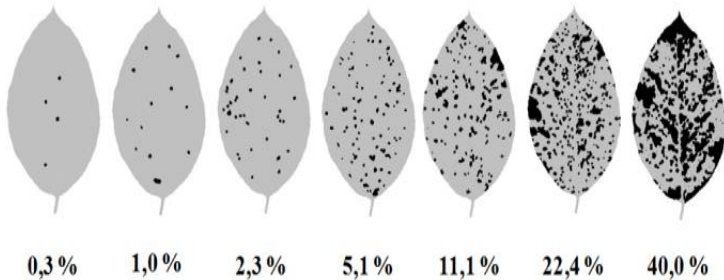


Fig. 1. Escala diagramática com sete níveis para quantificação da severidade de entomsporiose (*Entomsporium mespili*) em folhas de pereira.

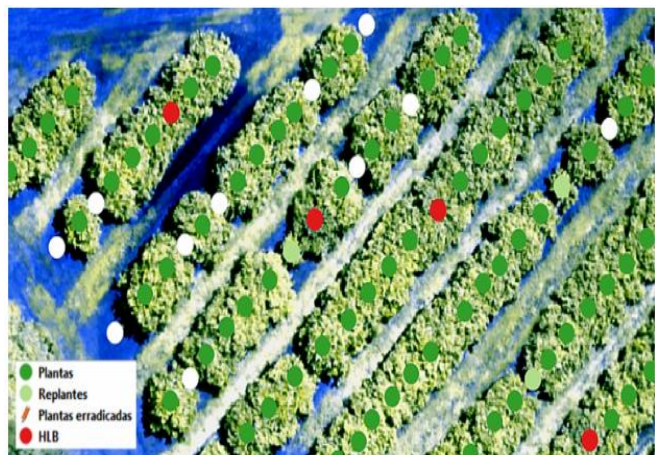


Figura 4. Imagens aéreas de pomar citrico capturadas a 100 metros de altura com sensor espectral embarcado em drone.

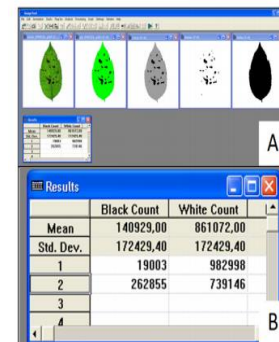


Fig. 4. Tela do software Image Tool. (A) imagens em diferentes etapas de processamento e (B) detalhe da janela de resultados.

Aplicações da FITOPATOMETRIA

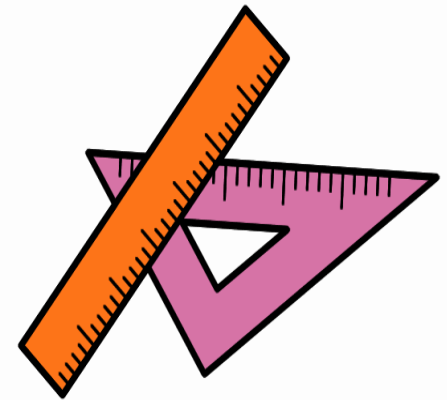
- a) Estudar a prevalência e importância das doenças na cultura;
- b) Determinar danos ou perdas de rendimento;
- c) Comparar a eficiência de fungicidas;
- d) Determinar a época de aplicação de fungicidas;
- e) Verificar o efeito de práticas agrícolas no controle;
- f) Avaliar a resistência de genótipos aos patógenos no melhoramento;
- g) Estudar o progresso da doença ou de epidemias (primeiros sintomas, curvas de desenvolvimento ou evolução da doença);
- h) Elaborar modelos de previsão de doenças.

FITOPATOMETRIA - o que é?



Fitopatometria

- É a ciência da quantificação de doenças de plantas.
- A quantificação de doença é necessária para se realizar estudos epidemiológicos.
- Como quantificar doença?
 - ✓ **Métodos diretos**
 - ✓ **Métodos indiretos**



COMO QUANTIFICAR DOENÇA?

- ✓ Métodos diretos
- ✓ Métodos indiretos



Métodos Diretos de Quantificação de Doenças

Métodos Diretos de Quantificação de Doença

- Métodos diretos de quantificação de doença
 - ✓ Visam **avaliar** os sintomas causados pelos agentes patogênicos nas plantas e, seus sinais.

Parâmetros quantificáveis

➤ **INCIDÊNCIA e SEVERIDADE**

Incidência e Severidade

- **Incidência** é a porcentagem de plantas doentes ou partes de plantas doentes em uma amostra ou população
- **Severidade** é a porcentagem da área ou do volume de tecido coberto por sintomas

Quantificação da Incidência

HELENA GUGLIELMI MONTANO, UFRRJ,
DEnF, FITOPATOLOGIA ESPECIAL (IB 238),
2021.3. NÃO AUTORIZO DIVULGAÇÃO DE
SLIDES OU GRAVAÇÕES NA INTERNET

Quantificação da Incidência

- O parâmetro **incidência** é o de maior simplicidade, precisão e facilidade de obtenção.
- Aplica-se, por exemplo, nos casos de **contagem** do número de espigas de milho com carvão, de frutos de maçã com sarna, de plantas de berinjela com murcha de *Verticillium*, fornecendo uma ideia clara da intensidade de cada doença.
- Os dados obtidos por contagem são reprodutíveis independentemente do avaliador. **Estes valores podem ser expressos em porcentagem** ou através de outros índices.

[BERGAMIN FILHO, A. & AMORIM, L. Doenças de plantas tropicais: epidemiologia e controle econômico. Editora Agronômica Ceres Ltda. São Paulo. 289p. 1996.]

Desvantagens do uso do parâmetro incidência

- ✓ Pouco preciso para doenças foliares.
- ✓ Só pode ser **usado para doenças que afetam a planta toda** (patógenos do solo, causadores de murchas e podridões de raízes) ou quando uma única infecção impede a comercialização (podridões de fruto).

[MORAES, 2007]

Quantificação da Severidade

Severidade

- O parâmetro **severidade** é o mais apropriado para **medir doenças foliares** como ferrugens, oídios, míldios e manchas.
- A porcentagem da área de tecido coberto por sintomas retrata a quantidade de doença
- **Avaliação da severidade** é realizada com uso de **chaves descritivas, escalas diagramáticas e análises de imagem de vídeo por computador.**

[BERGAMIN FILHO, A. & AMORIM, L. Doenças de plantas tropicais: epidemiologia e controle econômico. Editora Agronômica Ceres Ltda. São Paulo. 289p. 1996.]

Desvantagens do uso do parâmetro severidade

- ✓ mais trabalhoso e demorado do que incidência;
- ✓ subjetivo;
- ✓ dependente da acuidade do avaliador e da escala.

[MORAES, 2007]

Quantificação de Severidade

Pode ser realizada através de

- ✓ Escalas descritivas
- ✓ Escalas diagramáticas (ou chaves de campo)
- ✓ Análises de Imagem por Computador
- ✓ Sensoriamento remoto

Quantificação de Severidade

- **Escalas descritivas**

- utilizam chaves com certo número de graus para quantificar doenças.

Exemplo: a escala proposta pela Sociedade Britânica de Micologia para quantificação da requeima da batata. [Michereff, 2001]

Tabela 1. Escala descritiva da requeima da batata (*Phytophthora infestans*).

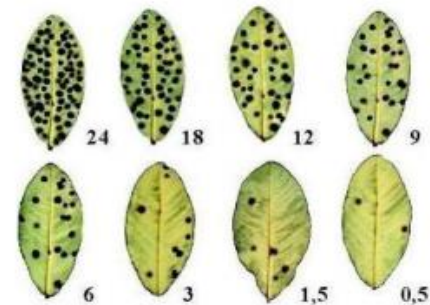
Nota	Grau de intensidade da doença
0	Sintomas ausentes no campo
0.1	Algumas plantas afetadas, até 1 ou 2 lesões em um raio de 10.6 m
1.0	Até 10 lesões por planta ou infecções leves
5.0	Ao redor de 50 lesões por planta ou até 10% de folíolos atacados
25.0	Quase todos os folíolos afetados, plantas ainda normais
50.0	Todas as plantas afetadas com cerca de 50% da área destruída, campo parece verde manchado de marrom
75.0	Cerca de 75% da área destruída, campo sem predominância da cor verde ou marrom
95.0	Apenas algumas folhas verdes no campo, colmos ainda verdes
100.0	Todas as folhas mortas, colmos mortos ou em fase de secamento

Quantificação de Severidade

- Escalas diagramáticas (ou chaves de campo)

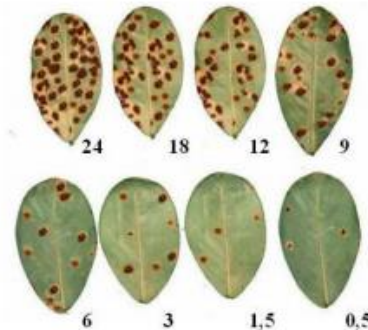
Representações ilustradas de plantas ou partes de plantas (padrões de comparação), mostrando a área necrosada ou coberta pelos sintomas e sinais do patógeno, em diferentes níveis de severidade.

[Moraes, 2007]



Sérgio Almeida de Moraes (IAC, 1988)

Escala diagramática para mancha preta do amendoim
(% de área infectada)



Sérgio A. Moraes (IAC, 1999)

Escala diagramática para mancha castanha do amendoim
(% de área infectada)

Análises de Imagem por Computador

- **Obtenção da imagem** de uma amostra com câmara de vídeo, com posterior **transferência desta imagem gerada**, para realizar a avaliação das áreas sadia e doente, **através de programas ("softwares") desenvolvidos para quantificação de algumas doenças.**

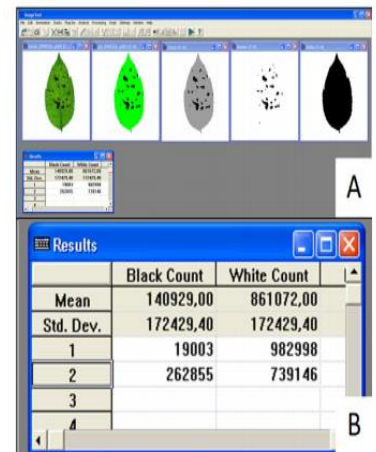


Fig. 4. Tela do software Image Tool. (A) imagens em diferentes etapas de processamento e (B) detalhe da janela de resultados.

Comunicado 120

Técnico

ISSN 1808-6802
Julho, 2012
Bento Gonçalves, RS

Foto: Sívio A. M. Alves



Metodologia para elaboração de escalas diagramáticas para avaliação de doenças em plantas

Sívio André Meirelles Alves¹
Claudia Cardoso Nunes²

Foto: Sívio A. M.



Fig. 3. Sugestão de aquisição de imagem para facilitar a etapa de processamento.

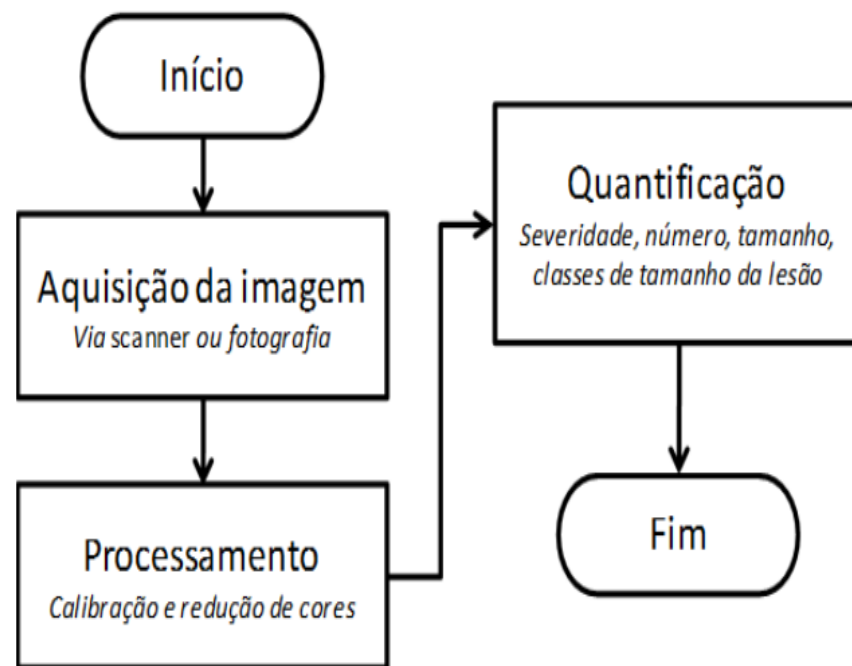


Fig. 2. Fluxograma para a análise de imagem em computador.

Sensoriamento remoto

- Conjunto de técnicas capaz de propiciar informações de um objeto sem que haja contato físico com este objeto.
- As propriedades radiantes de tecido de plantas sadias diferem daquelas de tecidos de plantas doentes.

[Michereff, 2001]

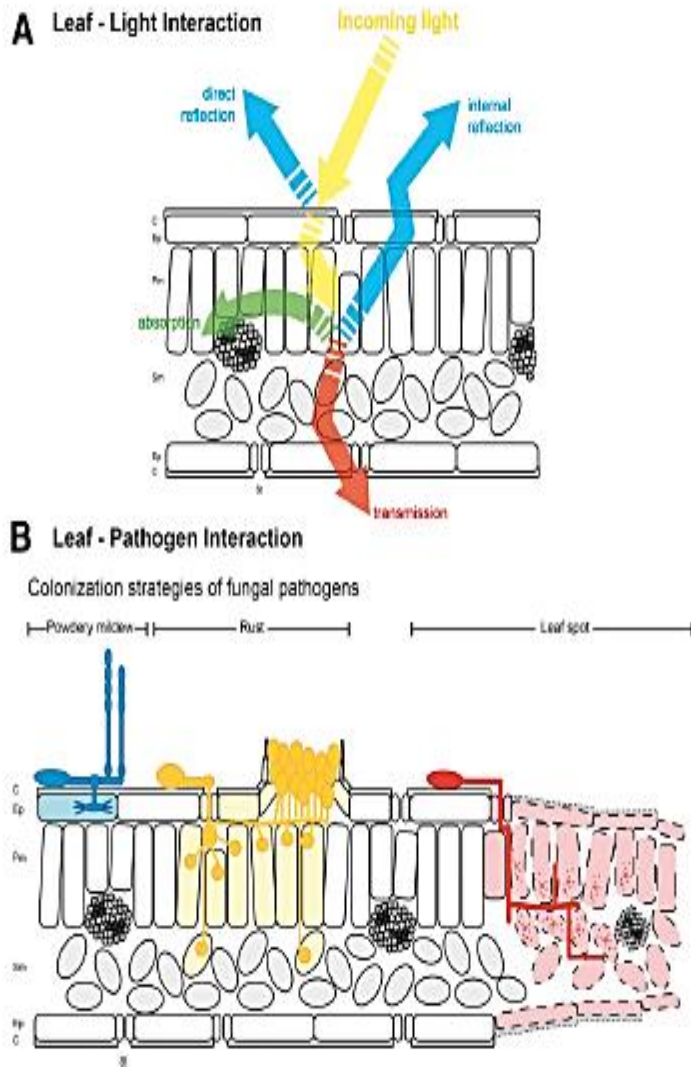


Fig. 3. A, The interaction of leaf tissue with light depends on structural and leaf chemical properties. B, During pathogenesis, leaf pathogens influence leaf structural and chemical properties, and by this the leaf optics are altered.

A) A INTERAÇÃO DO TECIDO FOLIAR COM A LUZ DEPENDE DAS PROPRIEDADES ESTRUTURAIS E QUÍMICAS DAS FOLHAS.

B) DURANTE A PATOGÊNESE, OS PATÓGENOS FOLIARES INFLUENCIAM A ESTRUTURA E AS PROPRIEDADES QUÍMICAS DAS FOLHAS E, PORTANTO, A ÓTICA DA FOLHA É ALTERADA.

Fonte: Mahlein, 2016. Plant Disease 100.

Sensoriamento remoto

- Conjunto de técnicas capaz de propiciar informações de um objeto sem que haja contato físico com este objeto.
- **As propriedades radiantes de tecido de plantas saudáveis diferem daquelas de tecidos de plantas doentes.**
- Em geral, tecidos infectados apresentam menor reflectância na região do infravermelho (comprimento de onda maior que 0,7 mm) quando comparados com tecidos saudáveis.
- Assim a avaliação de doenças pode ser realizada com qualquer instrumento capaz de quantificar as diferenças de reflectância desta faixa do espectro.

[Michereff, 2001]

Fonte: Revista Brasileira de Geografia Física 03 (2010) 190-195. **Sensoriamento remoto como ferramenta aos estudos de doenças de plantas agrícolas: uma revisão.** *Naue, C. R., Marques, M. W., Lima, N. B., Galvíncio, J. D.*

- ✓ O sensoriamento remoto aplicado aos estudos de doenças de plantas pode ser utilizado para **detectar plantas doentes de forma rápida e eficiente;**
- ✓ **Plantas infectadas por fitopatógenos, porém assintomáticas ao olho humano podem ser diagnosticadas** por meio de sensores que mostram mudanças no comportamento espectral da planta;
- ✓ O sensoriamento remoto **dispensa a coleta e o processamento de amostras em laboratório** permitindo levantamentos precisos e confiáveis, em curto espaço de tempo, independente do tamanho da área em questão;
- ✓ O sensoriamento remoto pode **detectar e monitorar doenças que ocorrem em grandes áreas plantadas**, contribuindo para uma melhor produtividade e reduzindo os riscos de poluição por agrotóxicos.

Métodos Indiretos de Quantificação de Doenças

Métodos Indiretos de Quantificação de Doenças

- Empregados quando a avaliação dos sintomas e sinais é difícil de ser realizada, isto é, quando os sintomas observados na planta envolvem apenas redução de vigor, diminuição de produção ou enfezamento (por exemplo doenças causadas por vírus e nematoides).
- Visa identificar a população do patógeno nas plantas infectadas.

[Amorim e Bergamin F., 2011, Cap. 33, Manual de Fitopatologia, Vol. I]

HELENA GHELLER MONTANO, UFRJ,
DENF, FITOPATOLOGIA ESPECIAL (IB 238),
2021.3. NÃO AUTORIZO DIVULGAÇÃO DE
SLIDES OU GRAVAÇÕES NA INTERNET

Métodos Indiretos de Quantificação de Doenças

➤ PARA VIROSES

- ✓ **Indexação (uso de plantas indicadoras), sorológicas e testes moleculares.**

➤ PARA NEMATOSSES

A população patogênica de nematoides é avaliada por métodos específicos, envolvendo amostragem de solo e raízes, com posterior extração e contagem de indivíduos.

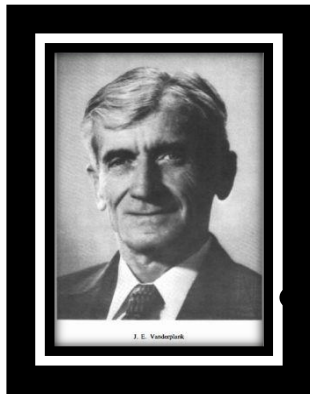
[Amorim e Bergamin Fº, 2011, Cap. 33, Manual de Fitopatologia, Vol. I]



Figura 15. Processo de extração de nematoides de amostras de solo por flotação e peneiramento, seguidos de Funil de Baermann otimizado. Agitação de amostra de solo em balde de 10 litros (A), processo de verter a suspensão sobre conjunto de peneiras (B), recolhimento da suspensão em frasco de vidro com auxílio de pisseta com água (C), amostra depositada em tela de aço inox sobre béquer (D).

Epidemiologia

- 1963:
estabelecimento
da epidemiologia
como ciência.



Publicação do livro
“**Plant diseases:
epidemics and
control**”, de James
Edward
Vanderplank (‘Van
der Plank’).



Vanderplank (middle) at the ceremony in Pretoria where he received the prestigious Stakman Award with Prof. Mike Wingfield (left) and Prof. Mike Martin (right) of the University of KwaZulu-Natal.

**Foto: Coutinho TA, Drenth A,
Wingfield MJ. James E.
Vanderplank: South African and
globally recognised plant
pathologist. S Afr J Sci.
2020;116(11/12), Art. #8264, 3
pages. [https://doi.org/10.17159/
sajs.2020/8264](https://doi.org/10.17159/sajs.2020/8264)**

Classificação Epidemiológica das Doenças

Doenças de Juros Simples
e
Doenças de Juros Compostos



Classificação Epidemiológica das Doenças

Doenças de Juros Simples e Doenças de Juros Compostos

- **Vanderplank** definiu do ponto de vista epidemiológico, dois grupos de doenças:
 - ✓ **doenças de juros simples**
 - ✓ **doenças de juros compostos**
- **A classificação é baseada na analogia entre crescimento de capital (dinheiro) e crescimento de doença.**
- **Modelos epidemiológicos podem ser usados, entre outros fins, para a previsão de níveis futuros de doença**



- Numa abordagem epidemiológica, taxas de juros tornam-se taxas de infecção e capital torna-se doença, sendo caracterizados dois grupos: doenças de juros simples e doenças de juros compostos.



Doenças de Juros Simples = Doenças Monocíclicas

Doenças de juros simples

Doenças monocíclicas

- **Inóculo inicial**: taxa de infecção e total da doença no tempo (t_0)

$$X = x_0 + Q \cdot R \cdot t$$

Q = inóculo existente
 R = taxa de infecção
 T = quantidade de doença

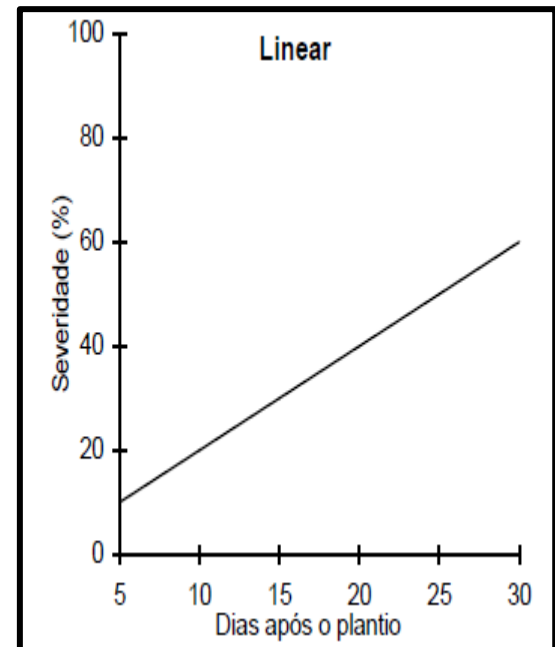
$$\ln [1/(1 - x)] = \ln [(1 - x)] + Q \cdot R \cdot t$$

Onde: $(1 - x)$ = quantidade de tecido sadio

Doenças de Juros Simples (DJS)

Representada pela equação $Y = y_0 + Q.R.t$ (ou $X = x_0 + Q.R.t$),

- onde y_0 é a quantidade de doença no tempo t_0 .
- A curva descrita por essa equação é uma **linha reta**.



[Michereff, 2001]

Doenças de Juros Simples (DJS)

“Para o caso das DJS, considerando que plantas doentes (ou lesões) não dão origem a novas plantas doentes (ou novas lesões) no mesmo ciclo da cultura, a velocidade de aumento da doença não tem qualquer relação com a quantidade de doença em cada instante”.

Bergmin Filho et al., 2014. Cap. 5. Análises temporal e espacial de epidemias. O Essencial da Fitopatologia – Epidemiologia de Doenças de Plantas.

Doenças de Juros Compostos = Doenças Policíclicas

Doenças de juros compostos

Doenças policíclicas

- **Inóculo inicial + inóculo secundário:** taxa de infecção e total da doença

$$X = x_0 \cdot \exp^{rt}$$

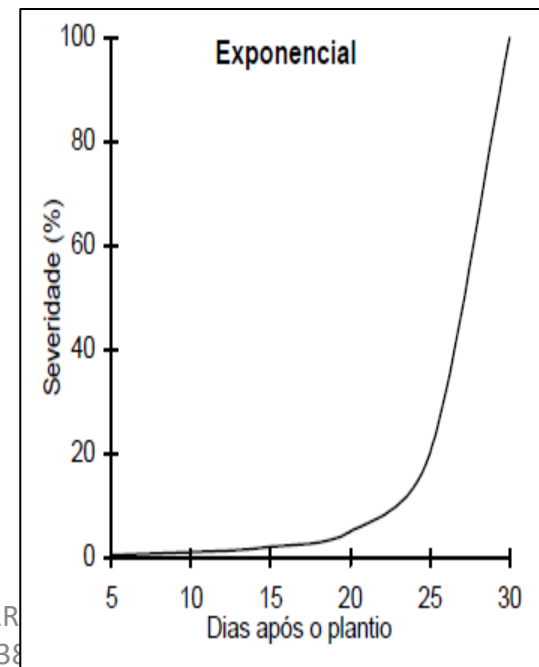
$$\ln [1/(1 - x)] = \ln [1/(1 - x_0)] + Q \cdot R \cdot t$$

Onde: $(1 - x)$ = quantidade de tecido sadio

Doenças de Juros Compostos (DJC)

Representada pela equação $Y = y_0 \exp^{r \cdot t}$ (ou $X = x_0 \exp^{r \cdot t}$)

- onde y_0 é a quantidade de doença no tempo t_0 .
- A curva descrita por essa equação tem a forma típica de J, sendo conhecida como **curva exponencial**.



[Michereff, 2001]

Doenças de Juros Compostos (DJC)

“Para o caso das DJC, considerando que plantas doentes (ou lesões) dão origem a novas plantas doentes (ou novas lesões) no mesmo ciclo da cultura, a velocidade de aumento da doença é proporcional à própria quantidade de doença a cada instante”.

“Assim, se uma lesão der origem a 10 lesões, 10 lesões darão origem a 100, 100 a 1000, 1000 a 10.000 e assim por diante”.

Bergamin Filho et al., 2014. Cap. 5. Análises temporal e espacial de epidemias. O Essencial da Fitopatologia – Epidemiologia de Doenças de Plantas.

Correção das equações e das curvas

Porém.....

- Tanto o modelo linear (DJS) quanto exponencial (DJC) permitem o **crescimento da quantidade de doença até o infinito, o que não ocorre em nenhum processo biológico.**
- Um fator de correção torna-se necessário **para que reduza a velocidade de crescimento da doença proporcionalmente à diminuição da oferta de tecido sadio.**

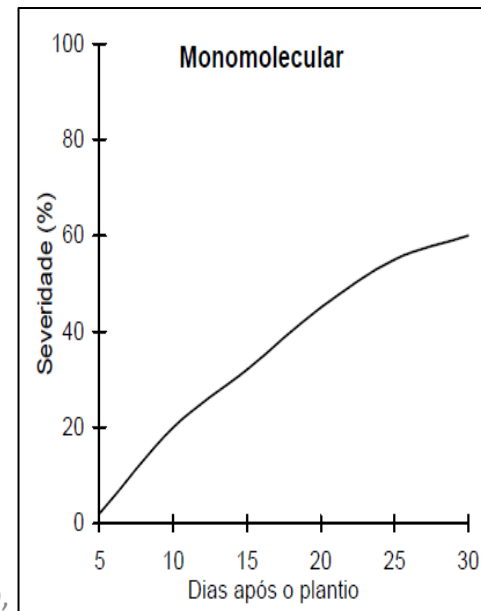
[Michereff, 2001]

A equação de juros simples pode ser alterada para:

- $dy/dt = Q.R.(1-y)$, onde $(1 - y)$ representa a quantidade de tecido sadio (y , neste contexto, é sempre expresso em proporção de doença). A integração dessa equação produz $\ln[1/(1-y)] = \ln[1/(1-y_0)] + Q.R.t$

A curva descrita por essa equação é conhecida como **curva monomolecular**.

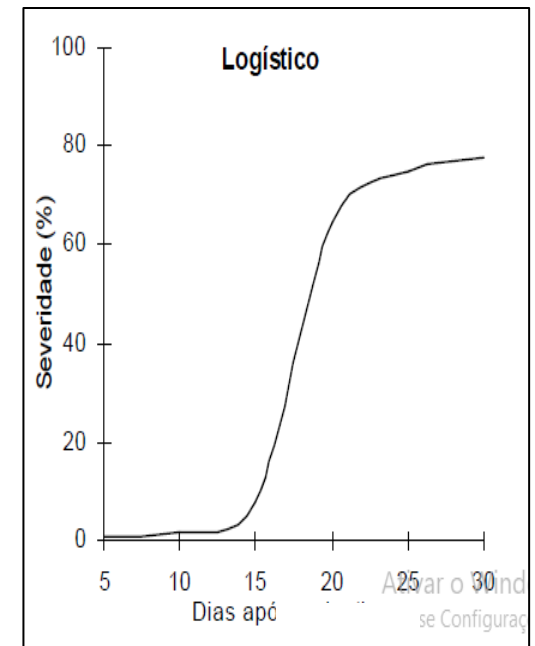
[Michereff, 2001]



A equação de juros compostos pode ser alterada para:

- $dy/dt = r.y.(1 - y)$ onde $(1 - y)$ representa a quantidade de tecido sadio. A integração dessa equação produz $\ln [y/(1-y)] = \ln [y_0/(1-y_0)] + r.t$

A curva descrita por essa equação tem a forma de S, sendo conhecida como **curva logística**.



[Michereff, 2001]

[Michereff, 2001]

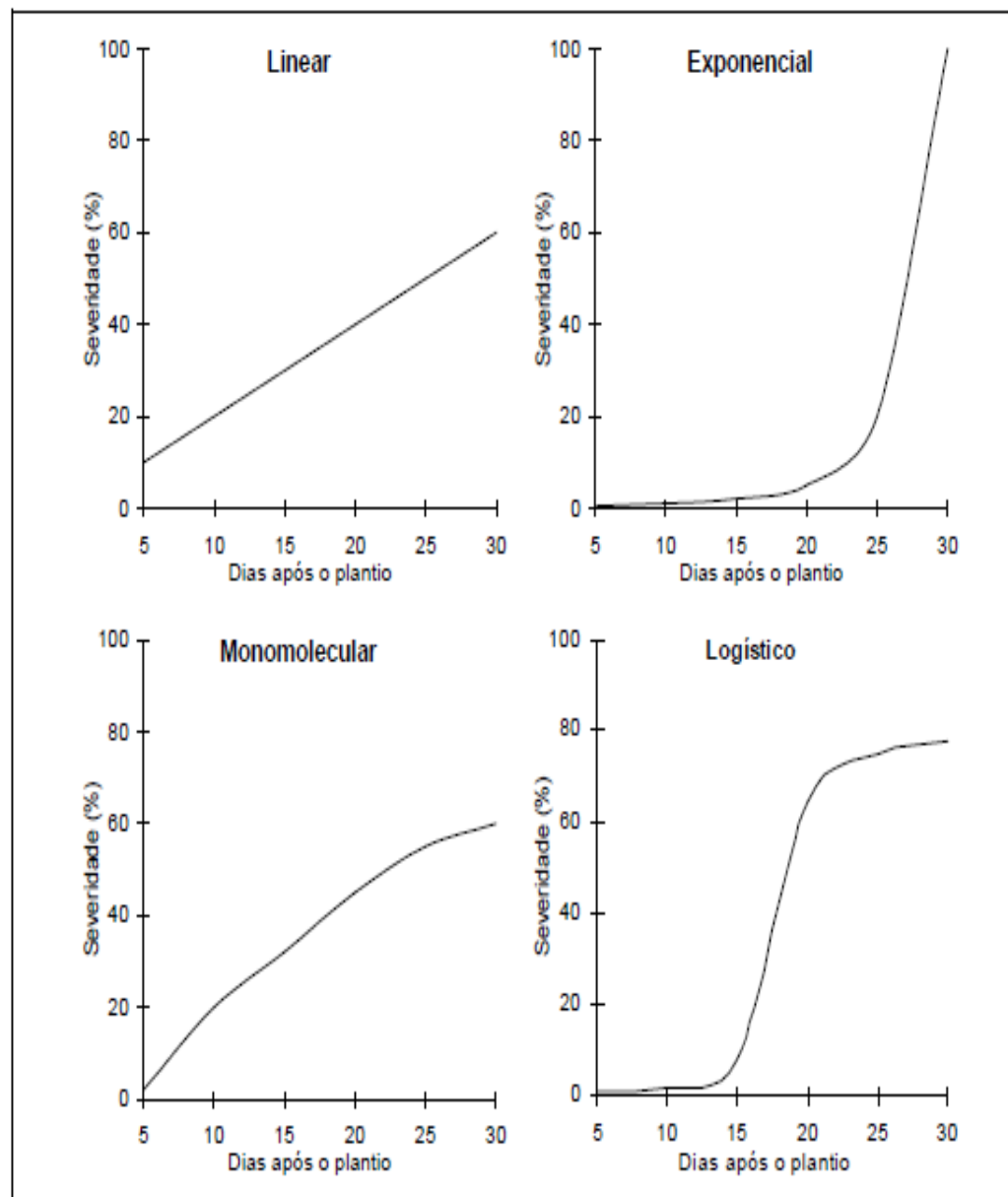
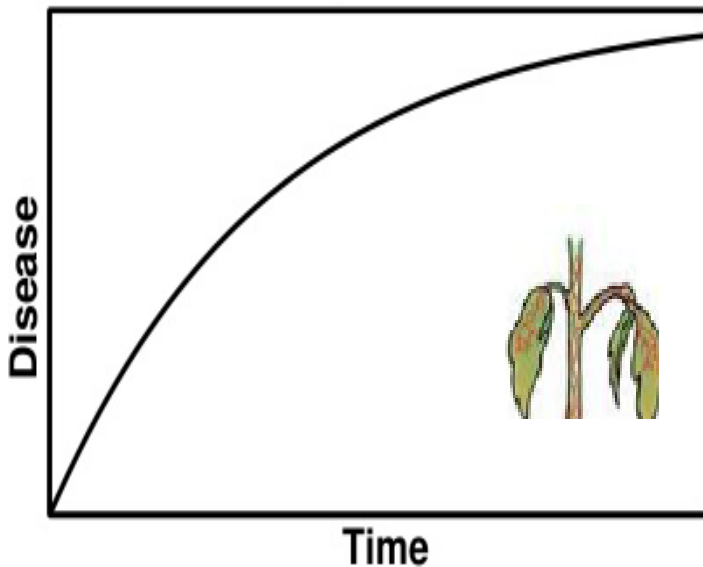
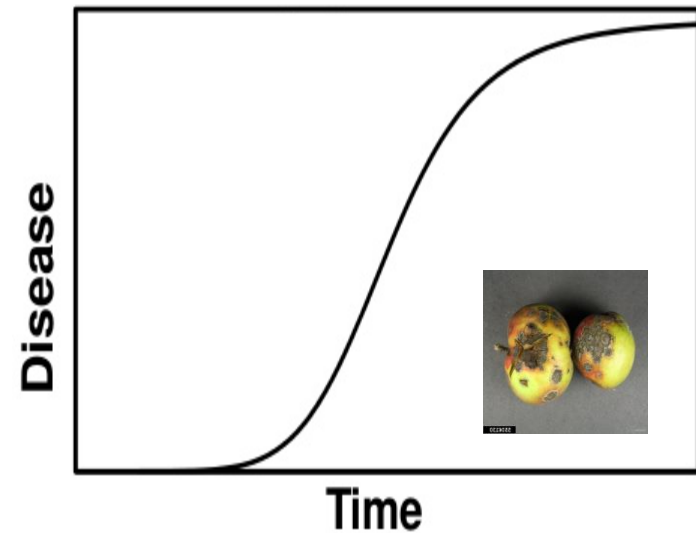


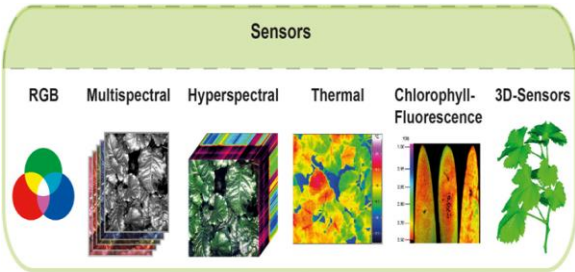
Figura 5. Curvas de crescimento linear, exponencial, monomolecular e logístico da quantidade de doença.

Curva para uma doença de juro simples (= monocíclica)

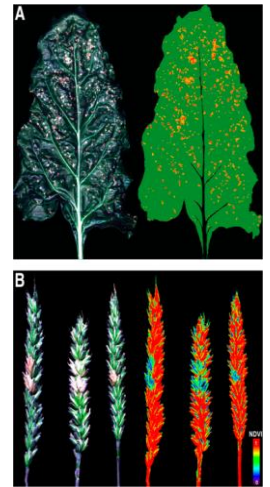


Curva para uma doença de juro compostos (= policíclica)





FITOPATOMETRIA



Aplicações da FITOPATOMETRIA

- a) Estudar a prevalência e importância das doenças na cultura;
- b) Determinar danos ou perdas de rendimento;
- c) Comparar a eficiência de fungicidas;
- d) Determinar a época de aplicação de fungicidas;
- e) Verificar o efeito de práticas agrícolas no controle;
- f) Avaliar a resistência de genótipos aos patógenos no melhoramento;
- g) Estudar o progresso da doença ou de epidemias (primeiros sintomas, curvas de desenvolvimento ou evolução da doença);
- h) **Elaborar modelos de previsão de doenças.**

PREVISÃO DE DOENÇAS DE PLANTAS



HELENA GUGLIELMI MONTANO, UFRRJ,
DEnF, FITOPATOLOGIA ESPECIAL (IB 238),
2021.3. NÃO AUTORIZO DIVULGAÇÃO DE
SLIDES OU GRAVAÇÕES NA INTERNET



REVISÃO DE DOENÇAS DE PLANTAS (PDP)

“Previsão do início (infecção) ou do aumento da intensidade da doença, baseando-se em informações relativas ao clima, à cultura ou ao patógeno.”

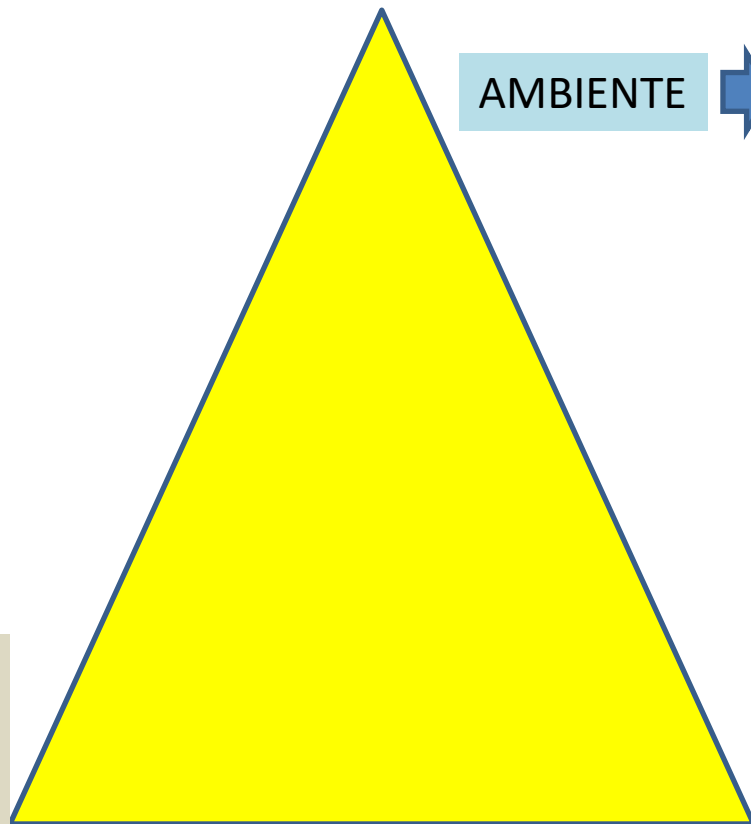
“O conhecimento detalhado da interação hospedeiro-patógeno constitui-se na linha-guia para a previsão de doenças.”

[Fonte: Erlei Mello Reis e João Américo Wordell Filho, 2004. Previsão de doenças de plantas, Capítulo III, p 65-99. In: Previsão de doenças de plantas, Ed. Erlei Mello Reis. Passo Fundo: UPF. 316p.]

Modelos de Previsão de Doenças

- **Justificativa para o uso dos modelos de previsão**
 - ✓ A doença deve ser de **ocorrência esporádica**;
 - ✓ Culturas para as quais o **alto número de pulverizações onera os custos de produção**;
 - ✓ Os **produtos químicos disponíveis apresentam eficiência rápida** no controle da doença.

SISTEMA DE PREVISÃO DE DOENÇAS



AMBIENTE



MAIORIA DOS MODELOS



TEMPERATURA
UMIDADE RELATIVA DO AR
PRECIPITAÇÃO
HORAS DE MOLHAMENTO FOLIAR

Difícil
de
quantifi
car

**PATÓGENO =
INÓCULO VIRULENTO**

HOSPEDEIRO

Slide inspirado na palestra do Dr.
Geraldo J. Silva Jr, Fundecitrus

HELENA GUGLIELMI MONTANO, UFRRJ,
DEnF, FITOPATOLOGIA ESPECIAL (IB 238),
2021.3. NÃO AUTORIZO DIVULGAÇÃO DE
SLIDES OU GRAVAÇÕES NA INTERNET



REVISÃO DE DOENÇAS DE PLANTAS

Principais objetivos de um sistema de PDP

- 1) Reduzir o número de aplicação de fungicida e, portanto reduzir o efeito negativo dos produtos químicos ao homem e ao ambiente. A previsão não necessariamente visa reduzir o número de aplicações, mas, sim, torná-las mais eficiente.**
- 2) Diminuir o risco de perdas econômicas causadas pela doença.**
- 3) Aumentar a renda do agricultor pela racionalização do número de aplicações de fungicidas.**

[Fonte: Erlei Mello Reis e João Américo Wordell Filho, 2004. Previsão de doenças de plantas, Capítulo III, p 65-99. In: Previsão de doenças de plantas, Ed. Erlei Mello Reis. Passo Fundo: UPF. 316p.]

Características de um modelo de previsão ideal

[Bergamin F^o e Amorim, 2011, Cap. 18, Manual de Fitopatologia, Vol. I]

- Um modelo de previsão de doença só poderá ser **considerado bem sucedido caso venha a ser aceito e utilizado pelos agricultores.**

Características de um modelo de previsão ideal

[Bergamin Fº e Amorim, 2011, Cap. 18, Manual de Fitopatologia, Vol. I]

São características indispensáveis:

- ✓ **Confiabilidade:** dados biológicos e climáticos sólidos
- ✓ **Simplicidade:** facilidade de adoção pelos produtores
- ✓ **Importância:** doença esporádica
- ✓ **Utilidade:** doença de controle conhecido e metodologia de avaliação conhecida
- ✓ **Disponibilidade:** tecnologia para avaliar doença e clima
- ✓ **Abrangente :** diversas doenças
- ✓ **Custo**

Há sistemas de previsão para diferentes patossistemas....

- ❖ Monitoramento do ambiente x patógeno x hospedeiro
- ✓ **Sarna da macieira (*Ventura inaequalis*)** ★
- ❖ Monitoramento do ambiente
- ✓ Requeima das solanáceas (*Phytophthora infestans*)
- ✓ Pinta preta do tomateiro (*Alternaria solani*)
- ✓ **Ferrugem do cafeeiro (*Hemileia vastatrix*)** ★
- ❖ Monitoramento do patógeno
- ✓ Queima das folhas do aipo (*Cercospora apii*)

Slide inspirado em aula do Prof. Laércio Zambolim

Sistemas de Previsão de Doenças de Plantas

- Reis e Bresolin (2004) descrevem alguns sistemas de PDP para diferentes culturas.



- **Estações de avisos fitossanitários >>>> emitem boletins de avisos.**

Sistemas de Aviso de Doenças

Monitoramento do ambiente x patógeno x hospedeiro

Monitoramento do ambiente

Monitoramento do ambiente

The screenshot shows the UFLA Portal website. The header is green with the UFLA logo and the text 'Portal UFLA' and 'UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS'. There is a search bar and social media icons. A navigation menu includes 'Sobre a UFLA', 'Equipe de Gestão', 'Serviços da UFLA', 'Contato', and 'Área de imprensa'. The main content area shows a breadcrumb trail: 'Você está aqui: / Início / Notícias / Pesquisa e Inovação / Sistema desenvolvido na UFLA avisa sobre a ocorrência futura de doenças nas plantações de café'. Below this is the article information: 'Escrito por Greicielle Santos | Publicado: Quinta, 13 Fevereiro 2020 10:55 | Última Atualização: Quarta, 13 Mai 2020 15:13 | Acessos: 1391'. A sidebar on the left contains a 'PORTAL UFLA' menu with options: 'Página Principal', 'Notícias', 'Ensino', 'Pesquisa e Inovação', and 'Extensão e Cultura'. The main article title is 'Sistema desenvolvido na UFLA avisa sobre a ocorrência futura de doenças nas plantações de café'.

HELENA GUGLIELMI MONTANO, UFRRJ,
DEnF, FITOPATOLOGIA ESPECIAL (IB 238),
2021.3. NÃO AUTORIZO DIVULGAÇÃO DE
SLIDES OU GRAVAÇÕES NA INTERNET



Ferrugem manchas amarelas na parte superior da folha de café

Com o objetivo de reduzir o uso de agroquímicos na produção cafeeira, pesquisadores da Universidade Federal de Lavras (UFLA) desenvolveram um sistema de aviso de doenças que utiliza modelagem matemática para apoiar a tomada de decisão dos técnicos e produtores. O Sistema de Aviso de Doenças (SAD) é programado para identificar a possível ocorrência, em um futuro próximo, da ferrugem e da mancha de phoma. A tecnologia funciona com base em variáveis ambientais, como chuva e temperatura e possui um nível de controle para prever se pulverizações deverão ocorrer.

“Na prática, o sistema avisa quando a doença vai ocorrer, fazendo com que não seja necessário pulverizar o tempo todo. Você aumenta a sustentabilidade ambiental com

menor número de pulverizações e maior segurança alimentar para os consumidores de café, e ainda possibilita maior lucro para o produtor, a sustentabilidade financeira que ele tanto almeja”, explica o professor do Departamento de Fitopatologia Edson Pozza, que coordena a pesquisa.

A pesquisa teve início em 1998 com o então estudante do doutorado da UFLA Augusto Carlos dos Santos Pinto. Ele desenvolveu, em sua tese, um sistema de alerta para a ferrugem do cafeeiro, avaliando tanto modelos matemáticos quanto redes neurais. Desde então, adaptações foram realizadas para que a fórmula final fosse mais precisa. “O melhor sistema que encontramos é usando uma rede neuronal, que é um sistema de inteligência artificial. Nós fizemos baseado em fórmulas matemáticas, e existe uma interação da fórmula com uma plataforma de campo. Por exemplo, se você tem uma situação de clima no campo, você atualiza o sistema com esses dados. Os cálculos matemáticos são feitos e o resultado informado”, acrescenta o pesquisador Edson Pozza.

O SAD utiliza sistemas de cores para informar ao agrônomo, engenheiro agrícola ou produtor, com uma antecedência de 15 dias, sobre a provável ocorrência das doenças:

VERMELHO: pulverizar

AMARELO: fique em alerta

VERDE: a doença não vai ocorrer



“A tecnologia funciona com base em variáveis ambientais, como chuva e temperatura”

O SAD utiliza sistemas de cores para informar ao agrônomo, engenheiro agrícola ou produtor, com uma antecedência de 15 dias, sobre a provável ocorrência das doenças:

VERMELHO: pulverizar

AMARELO: fique em alerta

VERDE: a doença não vai ocorrer

“O sistema não vai falar para pulverizar ou não. Ele vai avisar se a doença pode ou não pode ocorrer naquela região. É claro que depende de outros fatores, como a nutrição da planta, a condução de podas, a produtividade, entre outros. Por isso, recebendo o aviso, ainda é importante que o produtor vá ao campo com o agrônomo ou com o técnico agrícola para, juntos, decidirem se a pulverização será feita”, completa Edson.



Fundação de Apoio à Tecnologia Cafeeira (35) 3214-1411 Acesso Área de Membros

[Institucional](#)
[Serviços e Produtos](#)
[Eventos](#)
[Cursos](#)
[Publicações](#)
[Contato](#)

Estação de avisos

Estações de Avisos Sul de Minas

Estações de Avisos Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba

Estações de Avisos Mogiana

Estações de Avisos - Sul de Minas / Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba / Mogiana



BOLETIM DE AVISOS FITOSSANITÁRIOS

SUL DE MINAS GERAIS

BOLETIM DE AVISOS Nº 264

AGOSTO/2020

1 – LOCALIZAÇÃO / DADOS CLIMÁTICOS E FENOLÓGICOS DO CAFEIEIRO

VARGINHA Latitude 21° 34' 00" S Longitude 45° 24' 22" W Altitude: 940m	Local	Temperatura Média (°C)		Precipitação (mm)		Balanço Hídrico (mm) T&M ²			
		74/19 ¹	2020	74/19 ¹	2020	ETP	ARM	EXC	DEF
CARMO DE MINAS Latitude 22° 10' 31" S Longitude 45° 09' 03" W Altitude: 1080m	Varginha	18,4	18,3	19,2	17,6	53,8	0,0	0,0	94,1
	Carmo Minas ³	17,2	15,9	20,1	16,0	38,4	18,8	0,0	0,0
BOA ESPERANÇA Latitude 21° 03' 59" S Longitude 45° 34' 37" W Altitude: 830m	Boa Esperança ³	19,3	19,2	11,6	5,2	60,9	0,0	0,0	208,4
	Muzambinho	17,2	17,7	24,7	5,4	49,7	0,0	0,0	93,3
MUZAMBINHO Latitude 21° 20' 47" S Longitude 46° 32' 04" W Altitude: 1033m	Média	18,0	17,8	18,9	11,1	50,7	4,7	0,0	99,0

¹ Média histórica do período entre 1974 e 2019 – Varginha; ² Método Thornthwaite & Mather; ³ Média do período de 2010 a 2019.

4- DICAS PARA MONITORAMENTO

Apesar dos monitoramentos serem realizados na região do terço médio da planta, é aconselhável observar as regiões onde a praga/doença inicia seu desenvolvimento apresentando maior incidência e dano, conforme a imagem abaixo.

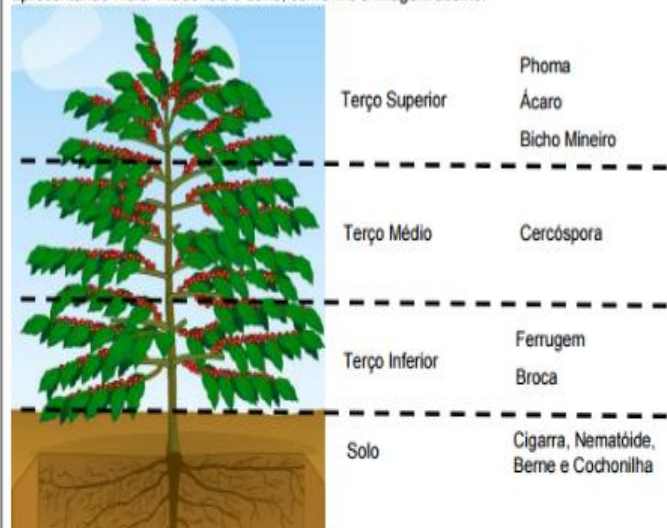
Terço Superior	Phoma Ácaro Bicho Mineiro
Terço Médio	Cercóspora
Terço Inferior	Ferrugem Broca
Solo	Cigarra, Nematóide, Berne e Cochonilha

Colete o terceiro ou quarto par de folhas; (Obs. Broca: frutos da terceira ou quarta roseta)

Vinte a trinta pontos, aleatórios, dentro de cada lavoura

Alternar os lados de coleta entre um ponto e outro

Apesar dos monitoramentos serem realizados na região do terço médio da planta, é aconselhável observar as regiões onde a praga/doença inicia seu desenvolvimento apresentando maior incidência e dano, conforme a imagem abaixo.



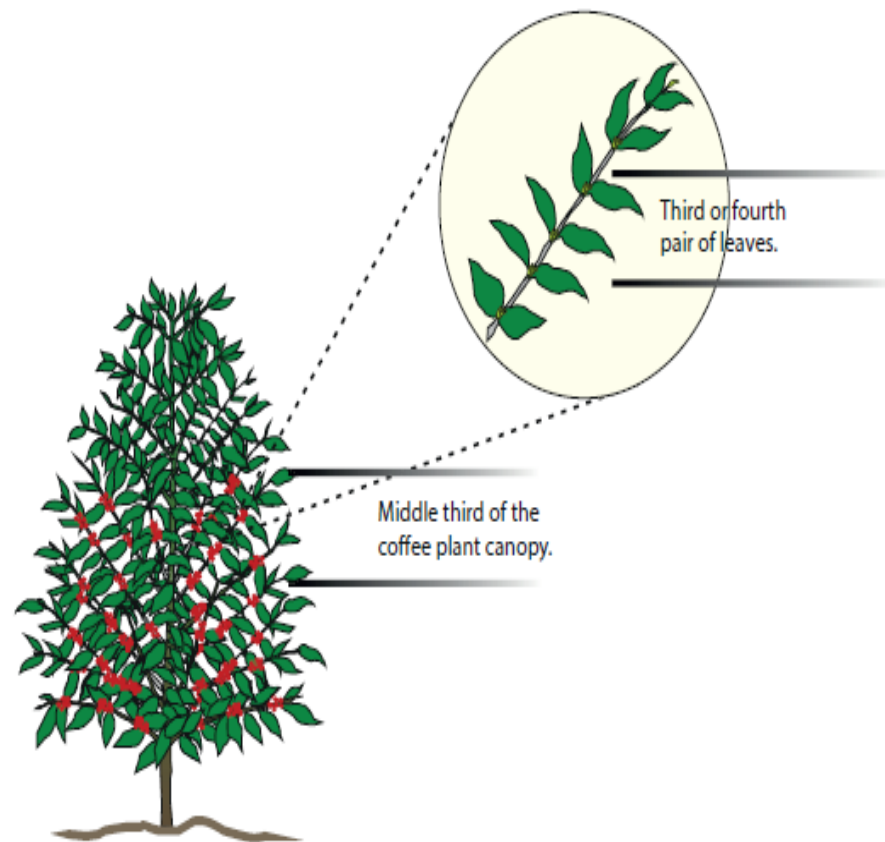
Colete o terceiro ou quarto par de folhas;
(Obs. Broca: frutos da terceira ou quarta roseta)



Vinte a trinta pontos, aleatórios, dentro de cada lavoura



Alternar os lados de coleta entre um ponto e outro



Schematic representation of rust monitoring in coffee plants and sampling on the third or fourth pair of leaves, on branches in the middle third of the plant canopy.

Figura acima de Ventura et al , cap 18. Conilon Coffee / technical editors, Romário Gava Ferrão ... [et al.], 3rd edition updated and expanded - Vitória, ES : Incaper, 2019.



Monitoramento do ambiente x patógeno x hospedeiro

SARNA DA MACIEIRA

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Agropecuária Catarinense, Florianópolis,
v.32, n.1, p.86-91, jan./abr. 2019

Sistema de alerta e previsões para o controle das doenças da macieira no estado de Santa Catarina

Leonardo Araujo¹, Felipe Augusto Moretti Ferreira Pinto¹, Jerônimo Vieira de Araújo Filho², Hugo Agripino de Medeiros³,

Mateus Silveira Pasa⁴ e Reinhard Krueger⁵

Resumo – O controle das doenças da macieira tem sido fundamentado no uso de agrotóxicos, fato que pode trazer algumas consequências, como contaminação ambiental, elevação dos custos de produção e aumento da probabilidade de emergência de populações resistentes aos fungicidas. Diante desse cenário, uma estratégia utilizada para substituir o uso de calendários fixos de pulverizações de agrotóxicos para o controle de doenças é a adoção dos sistemas de alerta e previsões (SAP), que auxiliam os fruticultores na tomada de decisão em relação ao momento de aplicação dos fungicidas. O uso racional dos agrotóxicos pode proporcionar redução nos custos de produção, contaminação ambiental e possibilidade de manutenção dos fungicidas sítio-específico por um período maior. Assim, nesta revisão descreveremos os aspectos positivos, negativos e perspectivas da utilização de SAP em Santa Catarina, abordando sua utilização atual no manejo integrado de doenças da macieira.

Termos para indexação: cancro europeu; mancha foliar de Glomerella; manejo integrado de doenças; sarna da macieira; podridões.

HELENA GUGLIELMI MONTANO, UFRRJ,
DENF, FITOPATOLOGIA ESPECIAL (IB 238),
2021.3. NÃO AUTORIZO DIVULGAÇÃO DE
SLIDES OU GRAVAÇÕES NA INTERNET

Atividade Monitoramento

Previsão da sarna da macieira – Tabela de Mills

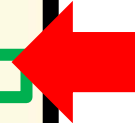
MONITORAMENTO DO AMBIENTE

- 1944 - W.D. Mills criou a tabela de Mills (Mills e La Plante, 1951) que **correlaciona o tempo em horas de molhamento foliar** (ao qual a planta hospedeira encontra-se exposta) **requerido para uma infecção primária de sarna em razão da temperatura do ar** (Berton, 2014. Cap. VII, Previsão e controle da sarna da macieira. In: Previsão de doenças de plantas, Ed. Erlei Mello Reis. Passo Fundo: UPF. 316p.)
- Esse sistema de previsão foi rapidamente adotado na Europa e na América do Norte, onde os pomicultores o usam como um sistema de alerta precoce para novas infecções, permitindo aos produtores aplicação preventiva de fungicidas quando apropriado.

Tabela de Mills

Table 1. Wetting period (in hours) required for apple scab infection at different air temperatures, and time required for development of conidia by lesions at different air temperatures. W.D. Mills, Cornell University, as modified by A.L. Jones, Michigan State University. Adapted from the website of the American Phytopathological Society.

Wetting period (HOURS)					
Average Temperature (F)	Average Temperature (C)	Light Infection	Moderate Infection	Heavy Infection	Incubation Period (days)
78	25.6	13	17	26	...
77	25.0	11	14	21	...
76	24.4	9.5	12	19	...
63-75	17.2-23.9	9	12	18	9
62	16.7	9	12	19	10
61	16.1	9	13	20	10
60	15.6	9.5	13	20	11
59	15.0	10	13	21	12
58	14.4	10	14	21	12
57	13.9	10	14	22	13
56	13.3	11	15	22	13
55	12.8	11	16	24	14
54	12.2	11.5	16	24	14
53	11.7	12	17	25	15
52	11.1	12	18	26	15
51	10.6	13	18	27	16
50	10.0	14	19	29	16
49	9.4	14.5	20	30	17
48	8.9	15	20	30	17
47	8.3	17	23	35	17
46	7.8	19	25	38	17
45	7.2	20	27	41	17
44	6.6	22	30	45	17
43	6.1	25	34	51	17
42	5.5	30	40	60	17



Fonte: Mohammad Babadoost,

RPD No. 800, December 2015

DEPARTMENT OF CROP SCIENCES

UNIVERSITY OF ILLINOIS AT URBANA-CHAMPAIGN

Tabela de Mills

- De acordo com esse modelo, em temperaturas próximas a 20°C os esporos do fungo germinam entre 6 e 9h de molhamento foliar e os sintomas de SDM se manifestam em torno de nove dias (Araújo et al. Agropecuária Catarinense, Florianópolis, v.32, n.1, p.86-91, jan./abr. 2019)

Table 1. Wetting period (in hours) required for apple scab infection at different air temperatures, and time required for development of conidia by lesions at different air temperatures. W.D. Mills, Cornell University, as modified by A.L. Jones, Michigan State University. Adapted from the website of the American Phytopathological Society.

Wetting period (HOURS)

Average Temperature (F)	Average Temperature (C)	Light Infection	Moderate Infection	Heavy Infection	Incubation Period (days)
78	25.6	13	17	26	...
77	25.0	11	14	21	...
76	24.4	9.5	12	18	...
63-75	17.2-23.9	9	12	18	9
62	16.7	8	12	16	10
61	16.1	9	13	20	10
60	15.6	9.5	13	20	11
59	15.0	10	13	21	12
58	14.4	10	14	21	12
57	13.9	10	14	22	13
56	13.3	11	15	22	13
55	12.8	11	16	24	14
54	12.2	11.5	16	24	14
53	11.7	12	17	25	15
52	11.1	12	18	26	15
51	10.6	13	18	27	16
50	10.0	14	19	29	16
49	9.4	14.5	20	30	17
48	8.9	15	20	30	17
47	8.3	17	23	35	17
46	7.8	19	25	38	17
45	7.2	20	27	41	17
44	6.6	22	30	45	17
43	6.1	25	34	51	17
42	5.5	30	40	60	17



Figure 2. Spots, cracking, and deformation of apple fruit caused by apple scab.

Bebadoost

MONITORAMENTO DO PATÓGENO

- **Monitoramento dos ascósporos:** uso de armadilhas que succionam um volume de ar do pomar. Os esporos dispersos no ar ficam aderidos a superfícies adesivas que são, posteriormente, examinadas ao microscópio

(Bergamim Filho e Amorim, 2011, cap. 18. MF, volume 1)

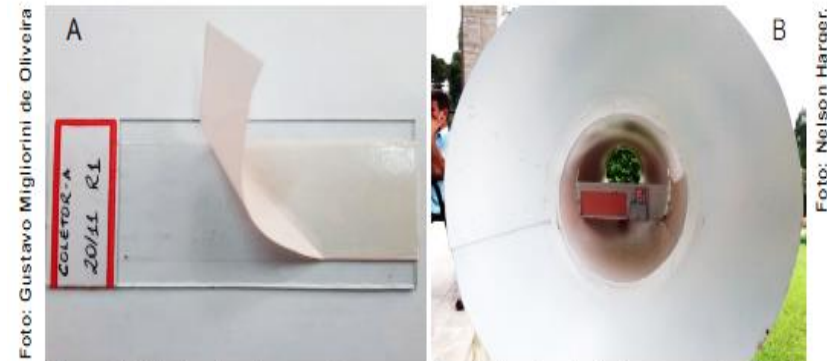


Figura 3. Lâmina de microscopia com a fita adesiva de dupla face e a etiqueta de identificação (A). Visão geral do suporte e posicionamento da lâmina no coletor de esporos (B).

Exemplo de coletor de esporos para *P. pachyrhizi*

ISSN 2176-2864

CIRCULAR TÉCNICA

167

Coletor de esporos:
descrição, uso e resultados
no manejo da ferrugem-
asiática da soja

Gustavo Migliorini de Oliveira, Anderson Luís Helling,
Edivan José Possamai, Claudine Dinalli Santos Seixas,
Osmar Conte, Wagner Teigi Igarashi, Seiji Igarashi

Londrina, PR
Novembro, 2020



Figura 1. Coletor de esporos SIGA em lavoura de trigo (A) e soja (B). Desenho esquemático: 1 - Base do coletor; 2 - Haste de sustentação; 3 - Tubo do coletor de esporos; 4 - Bateria de 12 V; 5 - Termo-higrômetro; 6 - Suporte de lâminas; 7 - Cooler de sucção do ar; 8 - Placa solar.

Fonte: Siga Consultoria Agrícola Ltda.

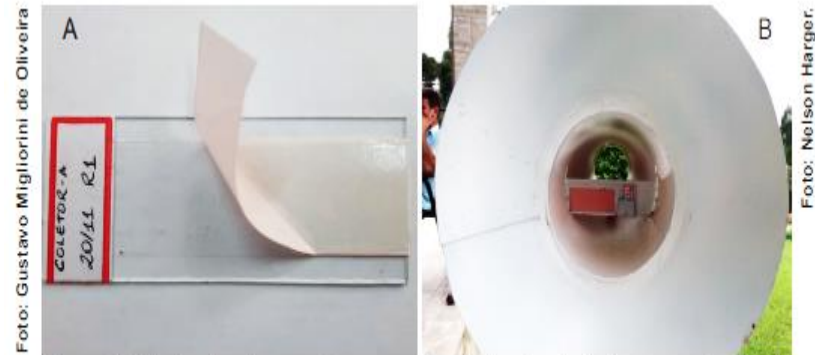


Figura 3. Lâmina de microscopia com a fita adesiva de dupla face e a etiqueta de identificação (A). Visão geral do suporte e posicionamento da lâmina no coletor de esporos (B).

Foto: Gustavo Migliorini de Oliveira

Foto: Nelson Harger.

AVISO FITOSSANITÁRIO - Nº 3

Ciclo 2020/2021

Data: 14/08/2020

DOENÇAS DA MACIEIRA

SARNA

Liberção de ascósporos de *Venturia inaequalis*

Em São Joaquim entre os dias 12 e 13/08 o número de ascósporos liberados durante o período chuvoso foi de grau **muito fraco** (8 e 2 ascósporos nos dias 12 e 13/08, respectivamente) por coletor, composto por duas lâminas de microscopia.

Comentários

Fruticultores que detectarem **o estágio fenológico de ponta de prata para ponta verde** nos pomares de macieiras devem iniciar os tratamentos fitossanitários antes de períodos chuvosos, visando proteger os tecidos da macieira de infecções por ascósporos de *V. inaequalis*.

CANCRO EUROPEU

Como descrito no último aviso fitossanitário, a erradicação de ramos e plantas sintomáticas, bem como a proteção dos ferimentos e aberturas naturais com a aplicação de fungicidas são as principais estratégias para redução de inoculo de *Neonectria ditissima* e epidemias nos pomares.

AVISO FITOSSANITÁRIO - Nº 3

Ciclo 2020/2021

Data: 14/08/2020

DOENÇAS DA MACIEIRA

SARNA

Liberação de ascósporos de *Venturia inaequalis*

Em São Joaquim entre os dias 12 e 13/08 o número de ascósporos liberados durante o período chuvoso foi de grau **muito fraco** (8 e 2 ascósporos nos dias 12 e 13/08, respectivamente) por coletor, composto por duas lâminas de microscopia.



Comentários

Fruticultores que detectarem **o estágio fenológico de ponta de prata para ponta verde** nos pomares de macieiras devem iniciar os tratamentos fitossanitários antes de períodos chuvosos, visando proteger os tecidos da macieira de infecções por ascósporos de *V. inaequalis*.

CANCRO EUROPEU

Como descrito no último aviso fitossanitário, a erradicação de ramos e plantas sintomáticas, bem como a proteção dos ferimentos e aberturas naturais com a aplicação de fungicidas são as principais estratégias para redução de inoculo de *Neonectria ditissima* e epidemias nos pomares.

MONITORAMENTO DO HOSPEDEIRO

Estádios fenológicos da macieira mencionados no aviso fitossanitário são **PONTA DE PRATA e PONTA VERDE.**

Em Santa Catarina:
estádios fenológicos das macieiras GALA, FUJI, GOLDEN

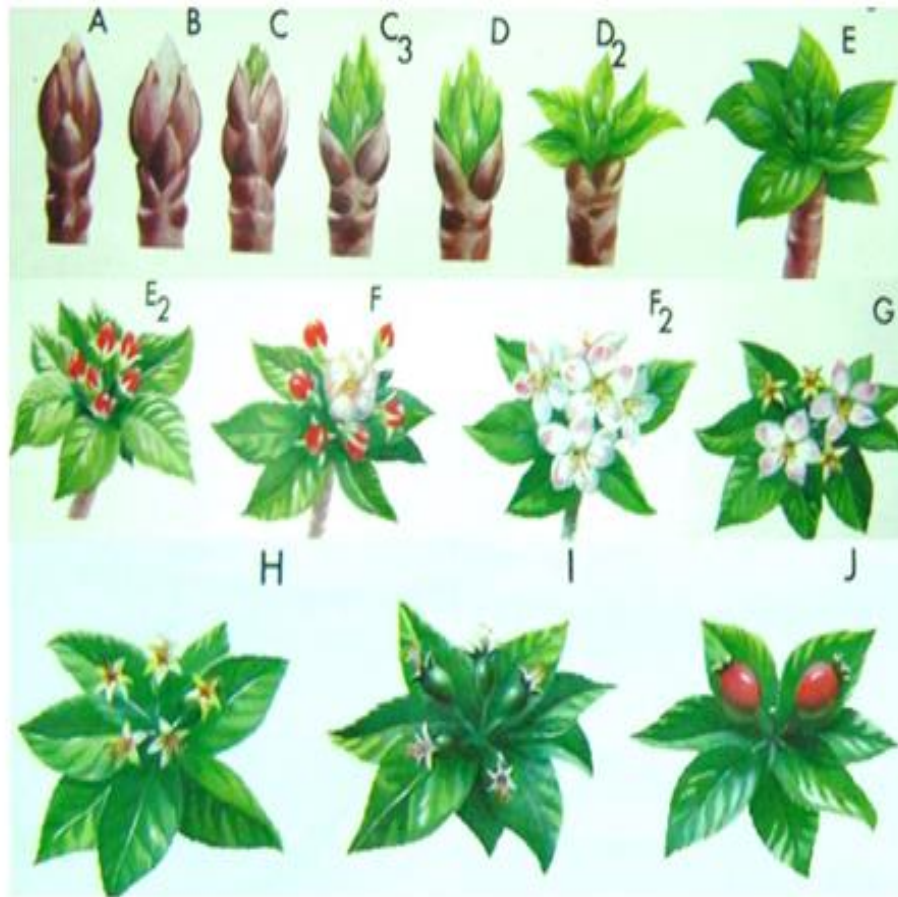


Fig. 4. Apple phenological stages: A (dormant bud); B (silver tip); C-C3 (green tip); D-D2 (bud burst); E (green leaf); E2 (pink); F-F2 (full bloom); G (beginning of petal fall); H (completely petal fall); I (fruit set); and J (fruit development).

A = gema dormente;
B = ponta de prata;
C-C3 = ponta verde;
D-D2 = botão aberto;
E = folha verde;
E2 = rosa;
F-F2 = florescimento pleno;
G = início da queda de pétalas;
H = queda total de pétalas;
I = produção de fruto;
J = desenvolvimento de fruto.