

# Sistemas de previsão: conceitos e aplicabilidade

**Dr. Geraldo J. Silva Junior**  
Pesquisador – Dpto de Pesquisa e Desenvolvimento  
[geraldo.silva@fundecitrus.com.br](mailto:geraldo.silva@fundecitrus.com.br)



# Cronograma da aula

- ✓ *Apresentação do Fundecitrus*
- ✓ *Controle químico*
- ✓ *Manejo integrado de doenças*
- ✓ *Sistemas de previsão e avisos: conceitos*
- ✓ *Características de um sistema ideal*
- ✓ *Classificação de modelos de previsão*
- ✓ *Exemplos de sistemas de previsão*
- ✓ *Estudos de caso: sistemas de citros e morango*
- ✓ *Considerações finais*



# Apresentação do Fundecitrus

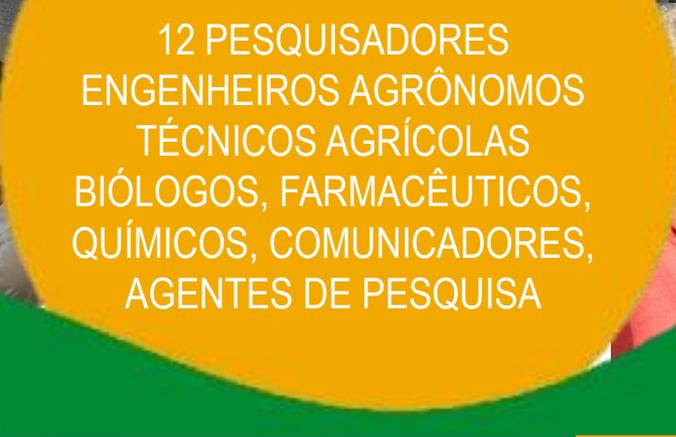
# O Fundecitrus



<https://www.youtube.com/watch?v=D5maHHigGxo>

# Quem somos?

- ✓ Centro de inteligência, referência mundial em pesquisa com doenças e pragas;
- ✓ Mantido por citricultores e indústrias de suco de laranja;
- ✓ Há quase 40 anos busca de soluções sustentáveis para os problemas da citricultura.



**~100 FUNCIONÁRIOS**

12 PESQUISADORES  
ENGENHEIROS AGRÔNOMOS  
TÉCNICOS AGRÍCOLAS  
BIÓLOGOS, FARMACÊUTICOS,  
QUÍMICOS, COMUNICADORES,  
AGENTES DE PESQUISA



# Áreas de atuação



PESQUISA E  
INOVAÇÃO



FORMAÇÃO DE  
PROFISSIONAIS



TRANSFERÊNCIA DE  
TECNOLOGIA

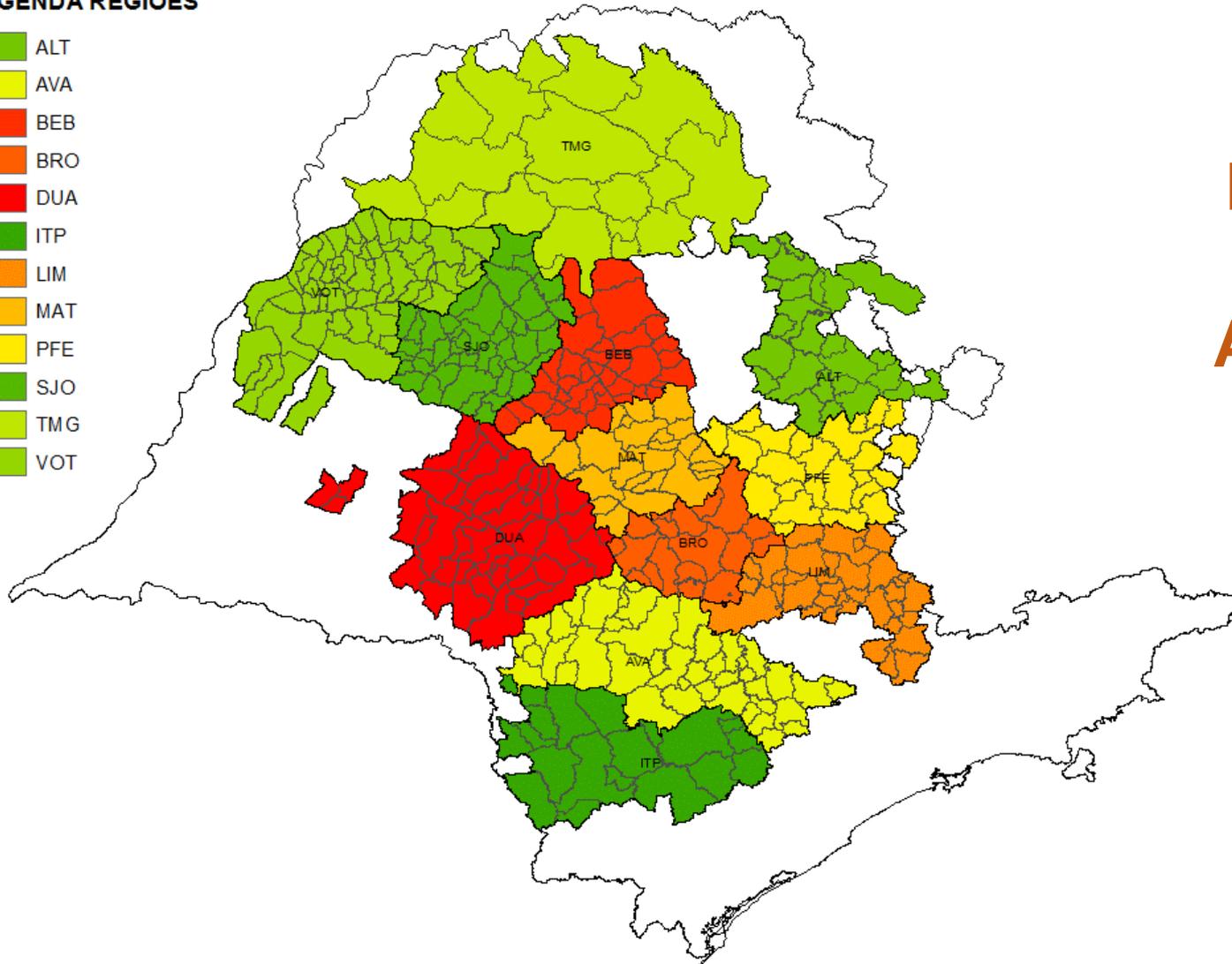


PESQUISA DE  
ESTIMATIVA DE SAFRA

# Áreas de atuação

## LEGENDA REGIÕES

- ALT
- AVA
- BEB
- BRO
- DUA
- ITP
- LIM
- MAT
- PFE
- SJO
- TMG
- VOT



# REGIÕES DE ATUAÇÃO

# Pesquisa e inovação



**ESTUDO**  
DA CITRICULTURA  
TODOS OS DIAS

## PESQUISA E INOVAÇÃO

23 ANOS DE PESQUISA

80 PROJETOS DE PESQUISA

12 PESQUISADORES

1.300 M<sup>2</sup> DE LABORATÓRIOS

21,5 MIL DIAGNÓSTICOS (ano)

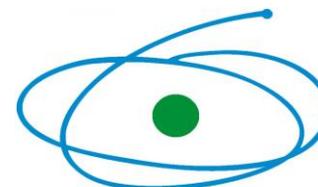
40 ENTIDADES PARCERIAS

76 CAMPOS EXPERIMENTAIS

# Atividades de ensino



MESTRADO PROFISSIONAL EM  
CONTROLE DE DOENÇAS E PRAGAS  
DOS CITROS – MASTERCITRUS



C A P E S

NOTA 4

- ✓ SIMPÓSIO MASTERCITRUS
- ✓ CURSOS DE CONTROLE ESTRATÉGICO DE DOENÇAS E PRAGAS

# Ações de extensão

## SUSTENTABILIDADE

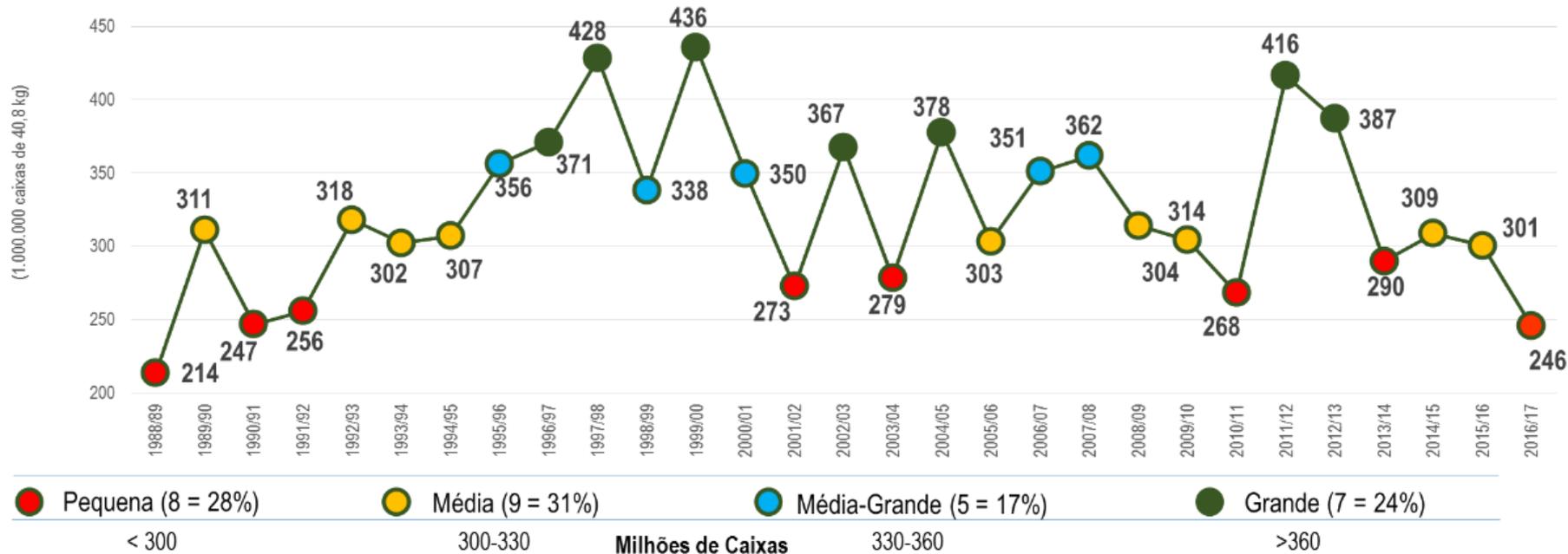
- REDUÇÃO DO VOLUME DE CALDA - 70% de água
  - 50% de produto
  - 40% nos custos
- CONTROLE BIOLÓGICO
  - Criação e soltura de *Tamarixia radiata*
  - Bioinseticidas
- ALERTA FITOSSANITÁRIO
  - Redução das pulverizações
  - Trabalho conjunto



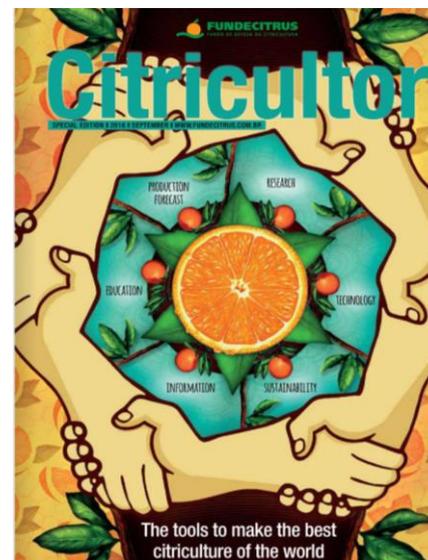
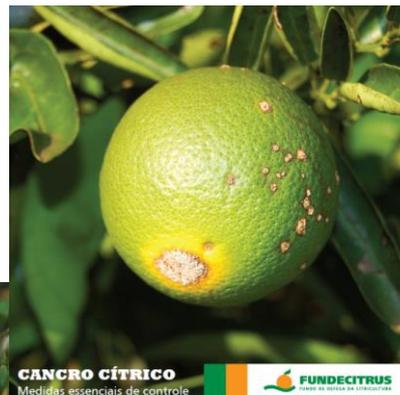
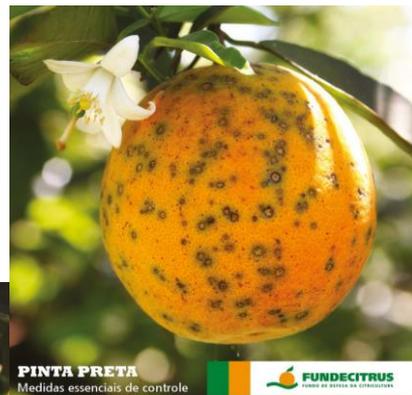
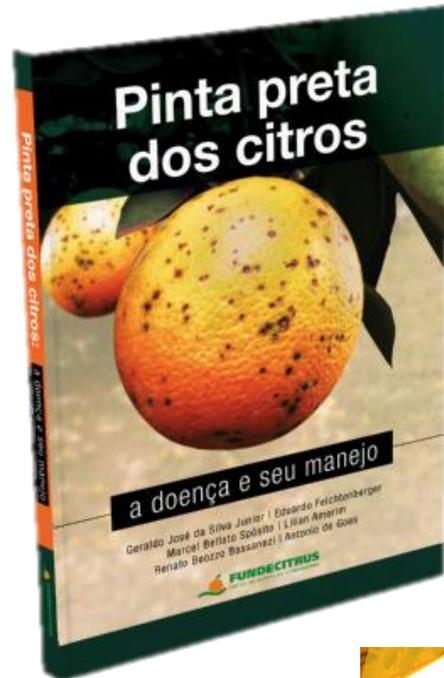
# Estimativa de safra

Árvores produtivas  
175 milhões

Total  
192,01  
milhões



# Publicações técnicas



# Publicações científicas



Plant Pathology (2013)

Doi: 10.1111/ppa.12138

## Spatiotemporal characterization of citrus postbloom fruit drop in Brazil and its relationship to pathogen dispersal

G. J. Silva-Junior<sup>ab</sup>, M. B. Spósito<sup>a</sup>, D. R. Marin<sup>b</sup>, P. J. Ribeiro-Junior<sup>c</sup> and L. Amorim<sup>a\*</sup>

Crop Protection 85 (2016) 38–45

Contents lists available at ScienceDirect



Crop Protection

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/croppro](http://www.elsevier.com/locate/croppro)



Contents lists available at ScienceDirect

Crop Protection

journal homepage: [www.elsevier.com](http://www.elsevier.com)

Spray volume and fungicide rates for citrus black spot control based on tree canopy volume



Geraldo José Silva Junior<sup>a,\*</sup>, Marcelo da Silva Scapin<sup>a</sup>, Flávio Pinto Silva<sup>a,b</sup>, Antonio Reinaldo Pinto Silva<sup>a,c</sup>, Franklin Behlau<sup>a</sup>, Hamilton Humberto Ramos<sup>d</sup>

<sup>a</sup> Fundo de Defesa da Citricultura - Fundecitrus, Departamento de Pesquisa e Desenvolvimento, 14807-040, Araraquara, São Paulo, Brazil

<sup>b</sup> JF Citrus Agropecuária LTDA, 14711-114, Bebedouro, São Paulo, Brazil

<sup>c</sup> Cooperativa de Produtores Rurais - Cooperitrus, 14700-129, Bebedouro, São Paulo, Brazil

<sup>d</sup> Instituto Agronômico de Campinas - IAC, Centro de Engenharia e Automação, 13212-240, Jundiaí, São Paulo, Brazil

Soluble and insoluble copper formulations and metallic copper rate for control of citrus canker on sweet orange trees

Franklin Behlau<sup>\*</sup>, Luis Henrique Mariano Scandelai, Geraldo José da Silva Junior, Fabrício Eustáquio Lanza

Fundo de Defesa da Citricultura (Fundecitrus).

Plant Disease • 2017 • 101:583-590 • <http://dx.doi.org/10.1094/PDIS-06-16-0859-RE>

## Seasonal Variation of '*Candidatus Liberibacter asiaticus*' Titers in New Shoots of Citrus in Distinct Environments

Silvio A. Lopes, Fernanda Q. B. F. Luiz, and Hermes T. Oliveira, Fundecitrus, Araraquara, SP, Brazil; and Juan C. Cifuentes-Arenas and Laudecir L. Raiol-Junior, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, SP, Brazil

# Nosso site

## SISTEMA DE PREVISÃO DE PODRIDÃO FLORAL

ACESSE

Revista



**Citricultor**

PROTEÇÃO CONTRA O FRANGO

Edição 40 aborda eficiência do manejo e plantio diferenciados na borda para reduzir a entrada de HLB no pomar.

Accesse

### RECEBA NOSSA NEWSLETTER

Nome

E-mail

Telefone

Cadastrar



#### Conheça as medidas de controle da mosca negra, praga que pode causar a morte das laranjeiras

A mosca negra é uma praga que causa danos diretos e indiretos nas árvores de citros, pois alimenta-se da seiva das plantas deixando-a debilitada e, em alguns casos, levando-a a morte, se não forem realizadas as medidas de...



#### Safra da Flórida se mantém em 67 milhões de caixas de laranja

O Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA na sigla em inglês) divulgou nesta terça-feira (11) mais uma reestimativa da safra de laranja 2016/17 da Flórida. Os dados apontam uma produção de 67 milhões de caixas, igual a...



#### Parque citrícola de SP e MG fecha safra 2016/17 com 245,31 milhões de caixas

A safra 2016/2017 de laranja foi de 245,31 milhões de caixas, de 40,8 kg cada, segundo o Fundecitrus – Fundo de Defesa da Citricultura no parque citrícola de São Paulo e Minas Gerais. O fechamento desta safra é...



#### Estado de Minas Gerais é oficializado como área de erradicação de cancro cítrico

O Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) oficializou Minas Gerais como área de erradicação ou supressão de cancro cítrico, em publicação no Diário Oficial da União (DOU), em 28 de março. O estado de Roraima também foi...



# Controle Químico

# Setor de defensivos brasileiro

## Vendas - Principais culturas 2013-2015

	2013	2014	2015
Soja	51,3%	55,5%	51,8%
Cana	10,1%	8,4%	10,2%
Milho	9,5%	8,8%	9,8%
Algodão	9,1%	7,5%	7,3%
Trigo	2,1%	2,8%	3,4%
Café	2,6%	2,5%	2,8%
Pastagem	2,2%	2,4%	2,3%
Arroz	2,0%	1,9%	2,2%
Feijão	2,5%	2,2%	1,8%
Demais	8,6%	8,0%	8,4%

## Vendas - Principais Estados 2013-2015

Valor - US\$ Milhões						
	2013		2014		2015	
MT	2.508	21,9%	2.567	21,0%	2.198	22,9%
SP	1.613	14,1%	1.479	12,1%	1.285	13,4%
PR	1.355	11,8%	1.574	12,8%	1.283	13,4%
RS	1.182	10,3%	1.582	12,9%	1.234	12,8%
GO	1.159	10,1%	1.264	10,3%	840	8,7%
MG	975	8,5%	1.015	8,3%	693	7,2%
BA	853	7,5%	732	6,0%	549	5,7%
MS	573	5,0%	698	5,7%	541	5,6%
Demais	1.236	10,8%	1.338	10,9%	985	10,3%

CLASSES	VALOR - US\$ milhões					VARIÇÃO PERCENTUAL			
	2011	2012	2013	2014	2015	15/11	15/12	15/13	15/14
<b>Total</b>	<b>\$8.488</b>	<b>\$9.710</b>	<b>\$11.454</b>	<b>\$12.249</b>	<b>\$9.608</b>	<b>13,20</b>	<b>-1,05</b>	<b>-16,12</b>	<b>-21,56</b>
<b>Herbicidas</b>	\$2.743	\$3.135	\$3.739	\$3.903	\$3.086	12,50	-1,56	-17,46	-20,93
<b>Fungicidas</b>	\$2.315	\$2.469	\$2.592	\$2.907	\$2.901	25,31	17,50	11,92	-0,21
<b>Inseticidas</b>	\$2.945	\$3.607	\$4.554	\$4.893	\$3.171	7,67	-12,09	-30,37	-35,19
<b>Acaricidas</b>	\$110	\$101	\$119	\$117	\$103	-6,36	1,98	-13,45	-11,97
<b>Outros</b>	\$375	\$398	\$450	\$429	\$347	-7,47	-12,81	-22,89	-19,11

# Controle Químico

*Qual a definição de controle químico?*

Utilização de moléculas químicas orgânicas ou inorgânicas, obtidas naturalmente ou sintetizadas, para controle de pragas e doenças em plantas.

O **controle químico** é o mais importante dos métodos de controle.

É eficiente contra insetos, patógenos e plantas daninhas.



# Controle Químico

## ✓ Vantagens

- Eficiente
- Econômico
- Ação rápida
- Fácil de usar
- Geralmente seguro

## ✓ Desvantagens (inconvenientes)

- Pode causar resistência
- Resíduos
- Ambiente: efeito colateral para não-alvos



# Defensivo agrícola ideal

## Biologicamente

Deve ser **efetivo** e consistente no controle

**Não** deve ser **fitotóxico** na dose recomendada

**Não** deve **afetar** de forma adversa outras partes do **ecossistema**

## Formulação

Deve ser **seguro** no transporte e estocagem

Deve ser de **fácil aplicação** e permanecer na planta por longo período

## Toxicologicamente

Deve ser **inócuo** ao aplicador

**Resíduos** não devem causar problemas no **consumo**

## Economicamente

O **lucro** decorrente de seu uso tem que **exceder** o **custo** das aplicações

# Classificação de fungicidas

## Mobilidade na planta

- 🍊 **Tópico**, imóvel, residual, não sistêmico – não penetra na planta
- 🍊 **Mesostêmico**, translaminar, penetrante – move-se no limbo foliar
- 🍊 **Sistêmico** – translocação via vaso

## Princípio geral de controle

- 🍊 **Erradicante** – elimina o inóculo (antes da germinação)
- 🍊 **Protetor** – impede penetração
- 🍊 **Curativo** – impede colonização (pós-penetração)

## Classe toxicológica

De I a IV

## Modo de ação

Núcleo, respiração, membrana, etc.

## Ingrediente Ativo / Grupo Químico

Inorgânico / Cúpricos  
Orgânico / Ditiocarbamatos, Benzimidazóis...

# Resistência de fungos a fungicidas

## Resistência

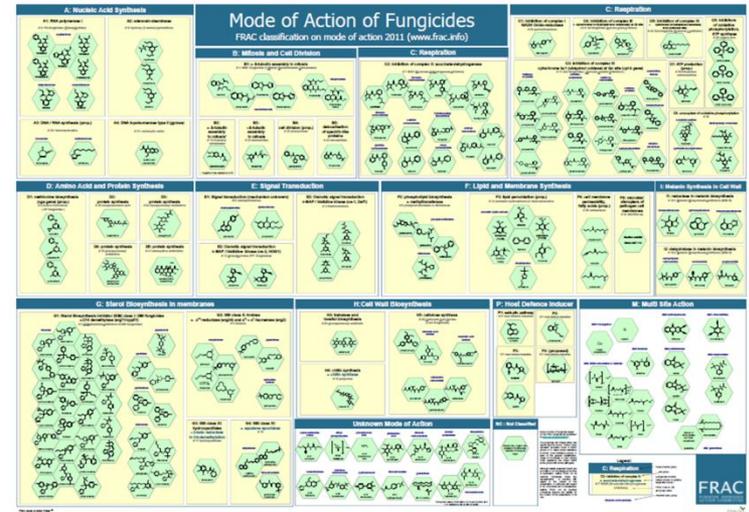
É uma alteração herdável e estável em um fungo em resposta à aplicação de um fungicida, resultando numa redução da sensibilidade deste ao produto.

## Resistência cruzada

Ocorre quando populações de patógenos que desenvolvem resistência a um fungicida tornam-se, automaticamente e simultaneamente, resistentes a outros fungicidas que são afetados pela mesma mutação gênica e pelo mesmo mecanismo de resistência.

## Resistência múltipla

É a resistência de linhagens patogênicas que apresentam mecanismos de resistência separados para dois ou mais fungicidas não relacionados.



# Risco de resistência

		Risco de resistência combinado					
		Baixo (= 1)	Médio (= 2)	Alto (= 3)			
Risco de fungicidas	Alto (= 6)	Benzimidazóis	6	12	18	Risco agrônômico	Alto (= 1)
		Estrobilurinas	3	6	9		Médio (= 0,5)
		Dicarboximidas	1,5	3	4,5		Baixo (= 0,25)
	Médio (= 4)	Triazóis	4	8	12	Alto (= 1)	
		Anilino pirimidinas	2	4	6	Médio (= 0,5)	
		Fenilpirrolos	1	2	3	Baixo (= 0,25)	
	Baixo (= 1)	Multissítios	1	2	3	Alto (= 1)	
		Cúpricos	0,5	1	1,5	Médio (= 0,5)	
		Ditiocarbamatos	0,25	0,5	0,75	Baixo (= 0,25)	
		Baixo (= 1)	Médio (= 2)	Alto (= 3)			
		Patógenos de sementes Patógenos de solo <i>Ustilago</i> sp.	<i>Septoria tritici</i> <i>Cercospora</i> sp. <i>Phytophthora infestans</i>	<i>Blumeria graminis</i> <i>Botrytis cinerea</i> <i>Venturia inaequalis</i>			
Risco para patógeno/doença							

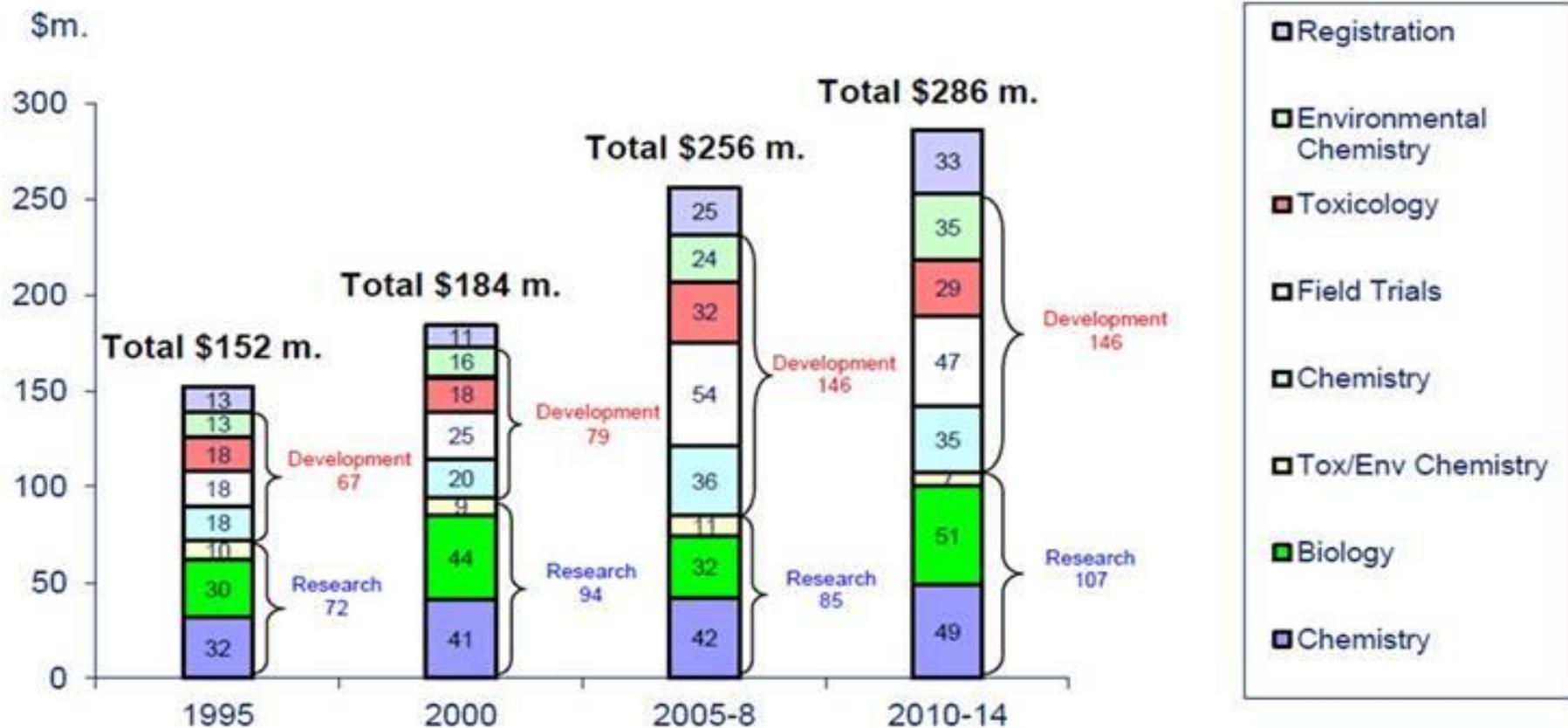
# Estratégias antirresistência

Aplicação <sup>a</sup>				Estratégia antirresistência	Risco de resistência
1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>		
A	A	A	A	Repetição	
A	B	A	B	Alternância	
A+B	A+B	A+B	A+B	Mistura	
A+B	A	A+B	B	Mistura e alternância	
B	B	A+B	B	Combinação	
					Baixo

<sup>a</sup>A, aplicação de fungicida com alto risco de resistência (por exemplo, benzimidazóis, estrobilurinas); B, aplicação de fungicida com baixo risco de resistência (por exemplo, cúpricos, ditiocarbamatos). Fonte: Dekker (1995); Ghini e Kimati (2000).

# Desenvolvimento de defensivos

## Discovery and Development Costs of a New Crop Protection Product



Fonte: PhillipsMcDougall, The Cost of New Agrochemical Product Discovery, Development and Registration in 1995, 2000, 2005-8 and 2010-2014, 2016, march

# Registro de defensivos

PROCESSO REGULATÓRIO	BRASIL	EUA	EUROPA	JAPÃO
Procedimento para o Registro - Geral	Dossiê completo de dados para CLASSIFICAÇÃO TOXICOLÓGICA (ANVISA) + AVALIAÇÃO E EFICÁCIA AGRONÔMICA (MAPA) + AVALIAÇÃO DA PERICULOSIDADE AMBIENTAL (IBAMA). O MAPA faz a consolidação das informações e dá o parecer final do registro.	Registros de pesticidas são realizados pela Agência de Proteção Ambiental dos EUA (EPA). Avaliação de pesticidas da EPA e supervisão é realizada pelo Escritório de Programas de Pesticidas (OPP) dentro do Escritório de Segurança Química e Prevenção da Poluição. O FDA (U.S. Food and Drug Administration) é o órgão responsável pelo monitoramento de resíduos de pesticidas.	A União Europeia tem um procedimento de autorização envolvendo três parceiros: A EFSA, a Comissão Europeia e os Estados-Membros. Cada um deles com tarefas específicas. o papel da EFSA é a realização de avaliações de risco para fornecer a Comissão e os Estados-Membros Europeus com o apoio científico no processo de tomada de decisão.	Para obter um registro do produto químico agrícola de solicitar através do Centro de Inspeção de alimentos e Materiais Agrícolas (FAMIC) agência administrativa incorporada ao Ministério da Agricultura, Florestas e Pescas (MAFF). O ministro ordenou FAMIC para inspecionar / examinar.
Prazo de registro para princípio ativo	de 7 a 9 anos	de 2 a 3 anos	de 2,5 a 3,5 anos	2 anos
Prazo para registro para produto formulado	média de 5 anos	Não obtido	Plant Protection Products (PPPs) - 1,5 anos	Não obtido
Prazo para pós-registro (extensão de uso ou import tolerance)	média de 2 anos	prazo máximo de 2 anos	Não pode ultrapassar 2 anos	1,5 anos
Quantidade de ativos registrados para citros / ou com LMR estabelecido no país.	116	114	228	302
Fontes de pesquisa	fontes: *Lei 7802/1989 – Lei de agrotóxicos e afins; *Decreto 4074/2002; *Instrução Normativa Conjunta Nº 2, DE 27 DE SETEMBRO DE 2006; *Site ANVISA: www.anvisa.gov.br; *Site Agrofit - MAPA	Fontes: *Site EPA: <a href="https://www.epa.gov/pesticides#a">https://www.epa.gov/pesticides#a</a> ; *Site - LMR: <a href="http://www.ecfr.gov/cgi-bin/text-idx?c=ecfr&amp;sid=e327433d0271d304e2f9c559918502cc&amp;tpl=/ecfrbrowse/Title40/40cfr180_main_02.tpl">http://www.ecfr.gov/cgi-bin/text-idx?c=ecfr&amp;sid=e327433d0271d304e2f9c559918502cc&amp;tpl=/ecfrbrowse/Title40/40cfr180_main_02.tpl</a> .	Fontes: *Site Comissão Europeia - <a href="http://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/index_en.htm">http://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/index_en.htm</a> ; *Directives 79/117/EEC and 91/414/EEC; *Regulamento (CE) n.º 1107/2009; *Regulation (EC) No 396/2005 - LMRs.	Fontes: *Site FAMIC - Food and Agricultural Materials Inspector Center: *AGRICULTURAL CHEMICALS REGULATION LAW - (Law No. 82 of July 1, 1948, last amended on 30 March 2007).

# Lista PIC (Produção Integrada de Citros)

- ⦿ A Lista PIC corresponde a ~ 97% dos defensivos utilizados na citricultura;
- ⦿ A inclusão de novos defensivos pode ocorrer a qualquer momento desde que atendam as condições estabelecidas pelo comitê: possuir registro no Brasil e estar em conformidade com as legislações dos principais países importadores (EUA, Europa e Japão);
- ⦿ A exclusão ocorre somente uma vez por ano (Maio);
- ⦿ A lista atualizada é publicada no site de diferentes instituições que participam do Comitê PIC: [www.fundecitrus.com.br](http://www.fundecitrus.com.br), [www.centrodecitricultura.br](http://www.centrodecitricultura.br), etc.

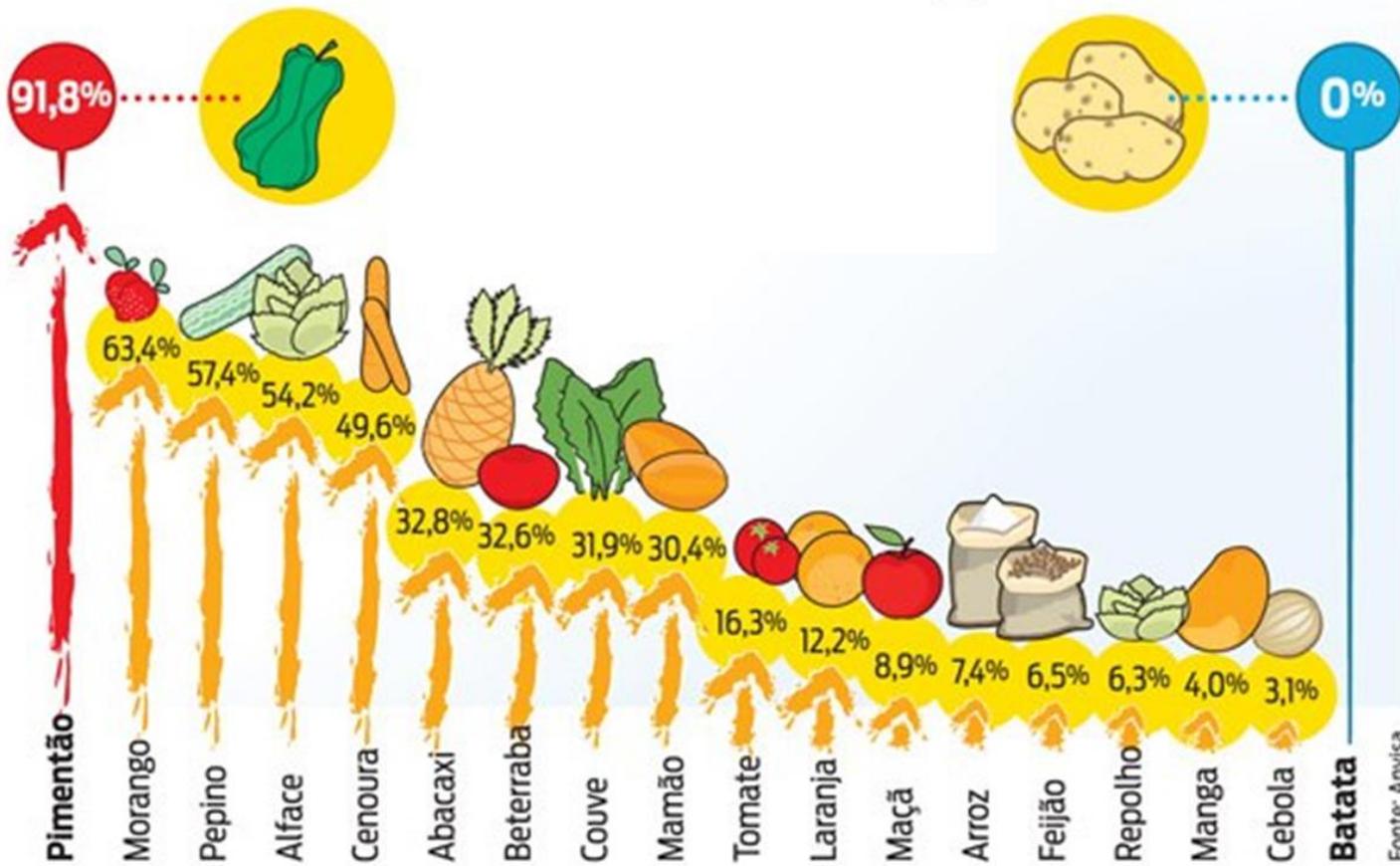


# Resíduos

## ALIMENTOS COM ALTO ÍNDICE DE AGROTÓXICO



## Amostras de alimentos com resíduos de agrotóxicos



Fonte: Anvisa

# Resíduos



# Resíduos

## Laranja e abacaxi estão no topo da contaminação por agrotóxicos

Levantamento da Anvisa considerou 25 tipos de alimentos entre frutas, hortaliças, leguminosas, cereais e raízes

**cotidiano**

folha verão

### Laranja e abacaxi são os alimentos de maior risco por agrotóxico, diz Anvisa

Apu Gomes/Folhapress



Trabalhador em colheita de abacaxi no Rio Grande do Norte; alimento tem alto teor de agrotóxicos

NATÁLIA CANSIAN  
DE BRASÍLIA

POR RENATA MARIZ

25/11/2018 17:46



Laranja foi a fruta mais contaminada por agrotóxico, segundo estudo - Gustavo Stephan / Agência O Globo

BRASÍLIA- Laranja e abacaxi estão entre os alimentos mais contaminados com resíduos de agrotóxicos que representam risco agudo para a saúde, como intoxicações em até 24 horas,



# Manejo Integrado

# Manejo integrado de doenças

## O que é manejo integrado?

*“Utilização de todas as técnicas disponíveis dentro de um programa unificado, de tal modo a manter a população de organismos nocivos abaixo do limiar de dano econômico e a minimizar os efeitos colaterais deletérios ao meio ambiente”*

(NAS, 1969)

Qual a diferença entre **Manejo integrado** e **Integração de medidas**?

# Manejo integrado de doenças

🍊 Cultural

🍊 Biológico

🍊 Físico

🍊 Genético

🍊 Químico

- Calendário de pulverizações
- **Sistema de previsão**

# Manejo integrado de doenças

- ⊗ Como usar o MID para doenças “explosivas”?
- ⊗ O agricultor vai esperar os sintomas surgirem para tomar a decisão?

*Phytophthora infestans?*

**Ferrugens?**

**Podridão floral dos citros?**

***Limiar de dano econômico***

***Como estabelecer um limiar antes do  
aparecimento da injúria?***



# Sistema de previsão e avisos

# Sistema de previsão

Web of Science™ InCites™ Journal Citation Reports® Essential Science Indicators™ EndNote™ Entrar Ajuda Português

WEB OF SCIENCE™ THOMSON REUTERS™

Pesquisa Minhas ferramentas Histórico de pesquisa Lista marcada

Resultados: 69  
(de Principal Coleção do Web of Science)

Você pesquisou por: Tópico: (forecast system) AND Tópico: (Plant disease)  
Tempo estipulado: 2010-2017.  
Índices: SCI-EXPANDED, SSCI, A&HCI, CPCI-S, CPCI-SSH, ESCI.  
...Menos  
Criar alerta

Refinar resultados

Procurar nos resultados...

Categorias do Web of Science

- PLANT SCIENCES (20)
- AGRICULTURE MULTIDISCIPLINARY (12)
- AGRONOMY (11)
- HORTICULTURE (7)
- METEOROLOGY ATMOSPHERIC SCIENCES (4)

mais opções/valores...

Refinar

Tipos de documento

- ARTICLE (39)
- PROCEEDINGS PAPER (19)
- REVIEW (10)
- BOOK CHAPTER (4)
- CORRECTION (1)

mais opções/valores...

Classificar por: Data de publicação -- mais recente para mais antiga

Página 1 de 2

Selecionar página Salvar em EndNote on... Adicionar à Lista marcada

- An epidemic of a rice virus transmitted by a migratory planthopper**  
Por: Matsukura, Keiichiro; Watanabe, Tomonari; Matsumura, Masaya  
JOURNAL OF PEST SCIENCE Volume: 90 Edição: 2 Páginas: 669-682 Publicado: MAR 2017  
S-F-X Texto integral do editor Visualizar resumo  
Número de citações: 0  
(da Principal Coleção do Web of Science)  
Contagem de Uso
- Modeling the decision process for barley yellow dwarf management**  
Por: Walls, Joseph T., III; Caciagli, Piero; Tooker, John F.; et al.  
COMPUTERS AND ELECTRONICS IN AGRICULTURE Volume: 127 Páginas: 775-786 Publicado: SEP 2016  
S-F-X Texto integral do editor Visualizar resumo  
Número de citações: 0  
(da Principal Coleção do Web of Science)  
Contagem de Uso
- Evaluation of Forecasting Models for Fusarium Head Blight of Wheat Under Growing Conditions of Quebec, Canada**  
Por: Giroux, M. -E.; Bourgeois, G.; Dion, Y.; et al.  
PLANT DISEASE Volume: 100 Edição: 6 Páginas: 1192-1201 Publicado: JUN 2016  
S-F-X Texto integral do editor Visualizar resumo  
Número de citações: 0  
(da Principal Coleção do Web of Science)  
Contagem de Uso
- Forest community response to invasive pathogens: the case of ash dieback in a British woodland**  
Por: Needham, Jessica; Merow, Cory; Butt, Nathalie; et al.  
JOURNAL OF ECOLOGY Volume: 104 Edição: 2 Páginas: 315-330 Publicado: MAR 2016  
S-F-X Texto integral do editor Visualizar resumo  
Número de citações: 3  
(da Principal Coleção do Web of Science)  
Contagem de Uso
- Effective onion leaf fleck management and variability of storage pathogens**  
Por: Rasiukeviciute, Neringa; Suproniene, Skaidre; Valiuskaite, Alma  
OPEN LIFE SCIENCES Volume: 11 Edição: 1 Páginas: 259-269 Publicado: JAN 2016  
S-F-X Texto integral do editor Visualizar resumo  
Número de citações: 0  
(da Principal Coleção do Web of Science)  
Contagem de Uso
- Epidemiology and forecasting of insect-pests and diseases for value-added agro-advisory**  
Por: Kumar, Amrender; Bhattacharya, B. K.; Kumar, Vinod; et al.  
MAUSAM Volume: 67 Edição: 1 Edição especial: SI Páginas: 267-276 Publicado: JAN 2016  
S-F-X Visualizar resumo  
Número de citações: 0  
(da Principal Coleção do Web of Science)  
Contagem de Uso

Analisar resultados  
Criar relatório de citações

FUNDECITRUS  
FUNDO DE DEFESA DA CITRICULTURA

# Sistema de previsão



ANNUAL REVIEWS

For Librarians & Agents For Authors

JOURNALS A-Z

MULTIMEDIA

JOURNAL INFO

PRICING & SUBS

Home / Annual Review of Phytopathology / Volume 51, 2013 / Gent, pp 267-289

## The Use and Role of Predictive Systems in Disease Management

### Annual Review of Phytopathology

Vol. 51:267-289 (Volume publication date August 2013)  
First published online as a Review in Advance on May 13, 2013  
DOI: 10.1146/annurev-phyto-082712-102356

David H. Gent,<sup>1,3,\*</sup> Walter F. Mahaffee,<sup>2,3</sup> Neil McRoberts,<sup>4</sup> and William F. Pfender<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>U.S. Department of Agriculture-Agricultural Research Service, Forage Seed and Cereal Research Unit, Corvallis, Oregon 97331; email: dave.gent@ars.usda.gov, bill.pfender@ars.usda.gov

<sup>2</sup>U.S. Department of Agriculture-Agricultural Research Service, Horticultural Crops Research Unit, Corvallis, Oregon 97330; email: walt.mahaffee@ars.usda.gov

<sup>3</sup>Department of Botany and Plant Pathology, Oregon State University, Corvallis, Oregon 97330

<sup>4</sup>Plant Pathology Department, University of California, Davis, California, 95616-8751; email: nmcroberts@ucdavis.edu

<> Full Text HTML

Download PDF

Article Metrics

Permissions | Reprints

\*Corresponding author

### Sections

ABSTRACT

KEYWORDS

INTRODUCTION

TERMINOLOGY AND FORMS OF  
PREDICTIVE SYSTEMS

ASSESSING USE OF DISEASE  
PREDICTORS IN DISEASE  
MANAGEMENT

WWW.ANNUALREVIEWS.ORG

### Abstract

Disease predictive systems are intended to be management aids. With a few exceptions, these systems typically do not have direct sustained use by growers. Rather, their impact is mostly pedagogic and indirect, improving recommendations from farm advisers and shaping management concepts. The degree to which a system is consulted depends on the amount of perceived new, actionable information that is consistent with the objectives of the user. Often this involves avoiding risks associated with costly disease outbreaks. Adoption is sensitive to the correspondence between the information a system delivers and the information needed to manage a particular pathosystem at an acceptable financial risk; details of the approach used to predict disease risk are less important. The continuing challenge for researchers is to construct tools relevant to farmers and their advisers that improve upon their current management skill. This goal requires an appreciation of growers' decision calculus in managing disease problems and, more broadly, their overall farm enterprise management.

# Conceitos

O que são modelos?

O que é simulação?

O que é previsão?

## Modelos

*“São representações simplificadas de um sistema”.*

*“...raramente são completos e nunca perfeitos, ou seja, são uma expressão subjetiva do que o autor pensa do sistema representado.”*

*...tanto para descrever como compreender o que se passa no campo, os epidemiologistas utilizam modelos, que são representações simplificadas da realidade...*

# Conceitos

## Simulação

*Simulação além de incluir o processo de construção do modelo, compreende o uso desse modelo como uma ferramenta experimental para entender o sistema representado pelo modelo*

## Previsão

*“Previsão é a arte de prever”  
...todo o ser pratica a previsão e o agricultor não é diferente!!!*

***“Prever é um trabalho difícil, especialmente prever o futuro”***

Victor Borge

# Conceitos



**Sistema de previsão?**

**Sistema de aviso?**



**Sistema de alerta?**

# Modelos de previsão

## Conceito

*“Qualquer modelo que preveja o início ou desenvolvimento futuro de uma doença a partir de informações acerca do clima, hospedeiro ou patógeno”*

## Objetivos

- ✓ *Maior lucro para o produtor*
- ✓ *Redução do uso de defensivos*
- ✓ *Reduzir o risco de ocorrência de epidemias severas*

## Necessidade

- ✓ *Ao contrário dos modelos de simulação, nem sempre são necessários*
- ✓ *Quando são necessários e justificáveis?*

# Modelos de previsão

## *Justificativas para o uso*

- 1) A doença deve ser de ocorrência esporádica*
- 2) Culturas onde o alto número de pulverizações onera os custos*
- 3) Os defensivos apresentam eficiência rápida no controle da doença*

## *Quando não seria recomendável?*

- 1) Doença sempre importante ou nunca importante em uma área*
- 2) Não ter controle econômico conhecido*
- 3) Doença controlada fácil e economicamente*

# Modelos de previsão

Ambiente



Maioria dos modelos



Doença

- ✓ Temperatura
- ✓ Umidade relativa do ar
- ✓ Precipitação
- ✓ Horas de molhamento

Patógeno  
(Raro)

Hospedeiro?



Difícil de quantificar

# Modelo de previsão ideal

✓ **Confiabilidade**

Dados biológicos e climáticos sólidos

✓ **Simplicidade**

Facilidade de adoção pelos citricultores

✓ **Importância**

Doença esporádica...

✓ **Utilidade**

Doença com controle conhecido e metodologia de avaliação estabelecida

✓ **Disponibilidade**

Tecnologia para avaliar doença e clima

✓ **Multifuncional**

Diferentes doenças...

✓ **Custo**

# Modelo de previsão ideal

**Um modelo com todas as características mencionadas sempre será adotado pelos agricultores?**

**Não!!!**

- ✓ **O agricultor tem “aversão ao risco”**
- ✓ **Exige mão-de-obra qualificada**
- ✓ **Análise de custos – aquisição de equipamentos**
- ✓ **Outras doenças controladas conjuntamente**
- ✓ **Incovenientes nos tratos culturais**

# Equipamentos

## Estações meteorológicas



- ✓ UR, Temp, chuva, vento, radiação solar, etc
- ✓ Padronização de instalação.
- ✓ Problemas com sensores de molhamento.

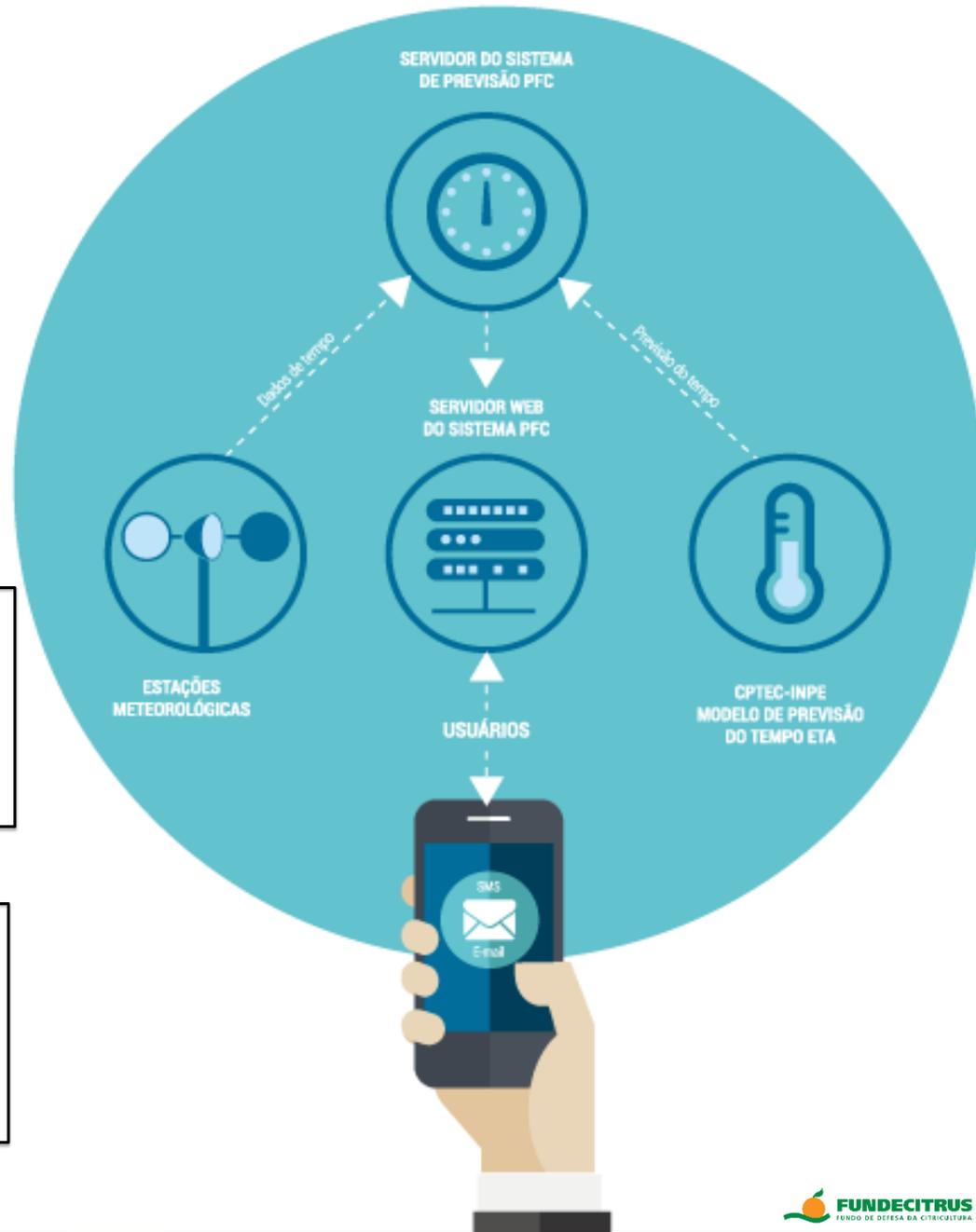
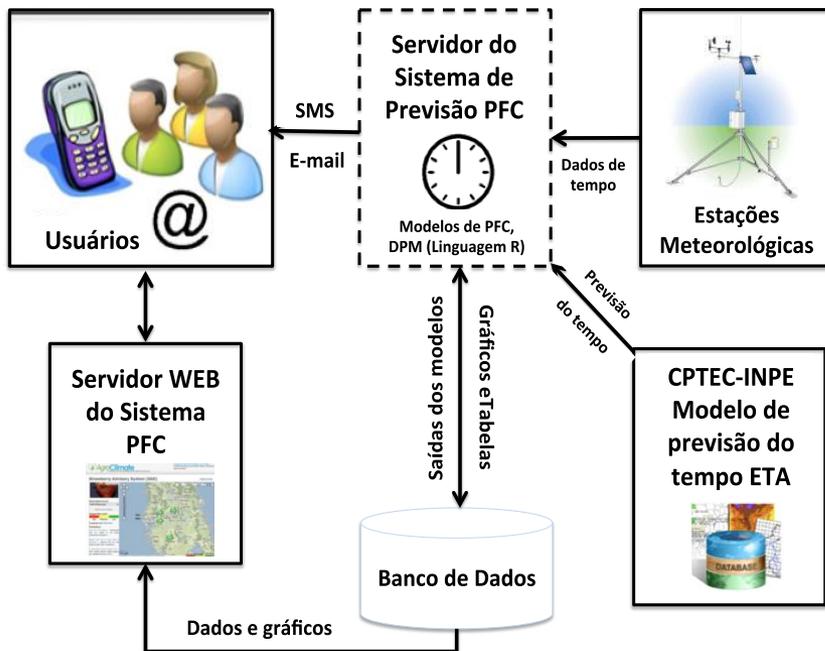
## Coletor de esporos



## Equipamentos de informática



# Infraestrutura moderna



# Classificação de modelos

## 1) *Baseados no inóculo inicial*

- ✓ *Doenças monocíclicas*
- ✓ *Doenças policíclicas de poucas gerações por ciclo da cultura*
- ✓ *Doenças policíclicas com inóculo inicial de grande importância*

## 2) *Baseados no inóculo secundário*

- ✓ *Patógeno com baixo inóculo inicial e vários ciclos secundários*

## 3) *Baseados no inóculo inicial e secundário*

- ✓ *Para doenças policíclicas com importância dos dois inóculo*



# Modelos baseados no inóculo inicial

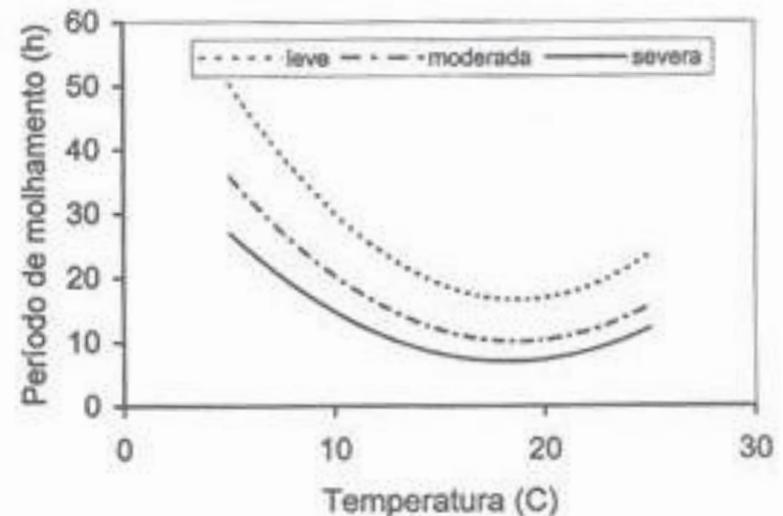
# Modelos baseados no inóculo inicial

## Sarna da macieira (*Venturia inaequalis*)



- ✓ Doença pode causar 70% de redução na produção
- ✓ Fungo sobrevive entre um ano e outro nas folhas caídas
- ✓ Na primavera os ascósporos são ejetados (inóculo inicial)
- ✓ Fatores ligados a infecção e não disseminação (ascósporos no ar)

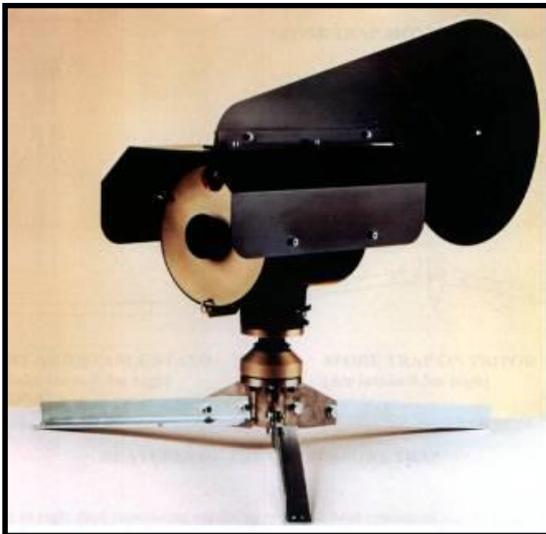
**Modelo (Mills, 1944):**  
definir períodos críticos de infecção



# Modelos baseados no inóculo inicial

## Sarna da macieira (*Venturia inaequalis*)

- ✓ Molhamento base biológica do modelo. Temperatura influencia processo.
- ✓ A quantificação de inóculo no ar tem sido usada para auxiliar (armadilhas).



# Modelos baseados no inóculo inicial

## Sarna da macieira (*Venturia inaequalis*)

**Local:** Santa Catarina, Brasil (Berton, 2004)

**Modelo:** estações de aviso alertam o risco de infecção em função de:

- ✓ Modelo de Mills & Laplante (1951) (*ambiente favorável*)
- ✓ Estádio fenológico das variedades (*suscetibilidade*)
- ✓ Ascósporos (*detectar início e fim da liberação*)

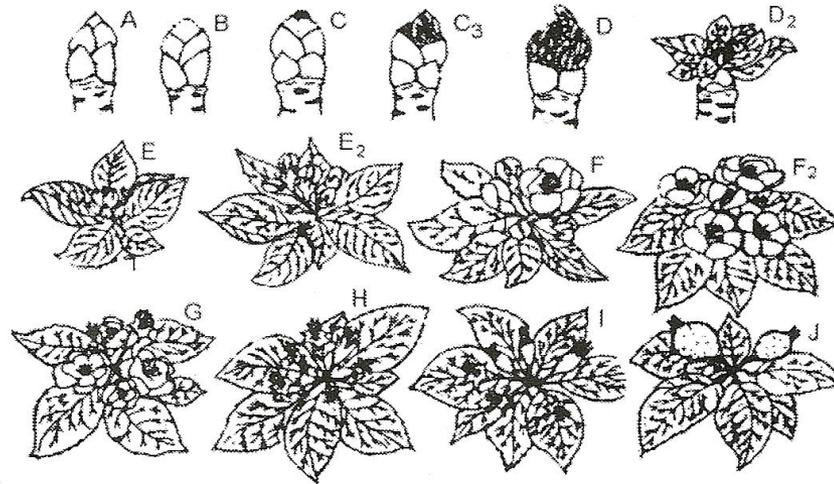
**Medidas de controle:** controle químico

- ✓ Produtores reduziram até 40% o número de aplicações;



# Modelos baseados no inóculo inicial

## Sarna da macieira (*Venturia inaequalis*)



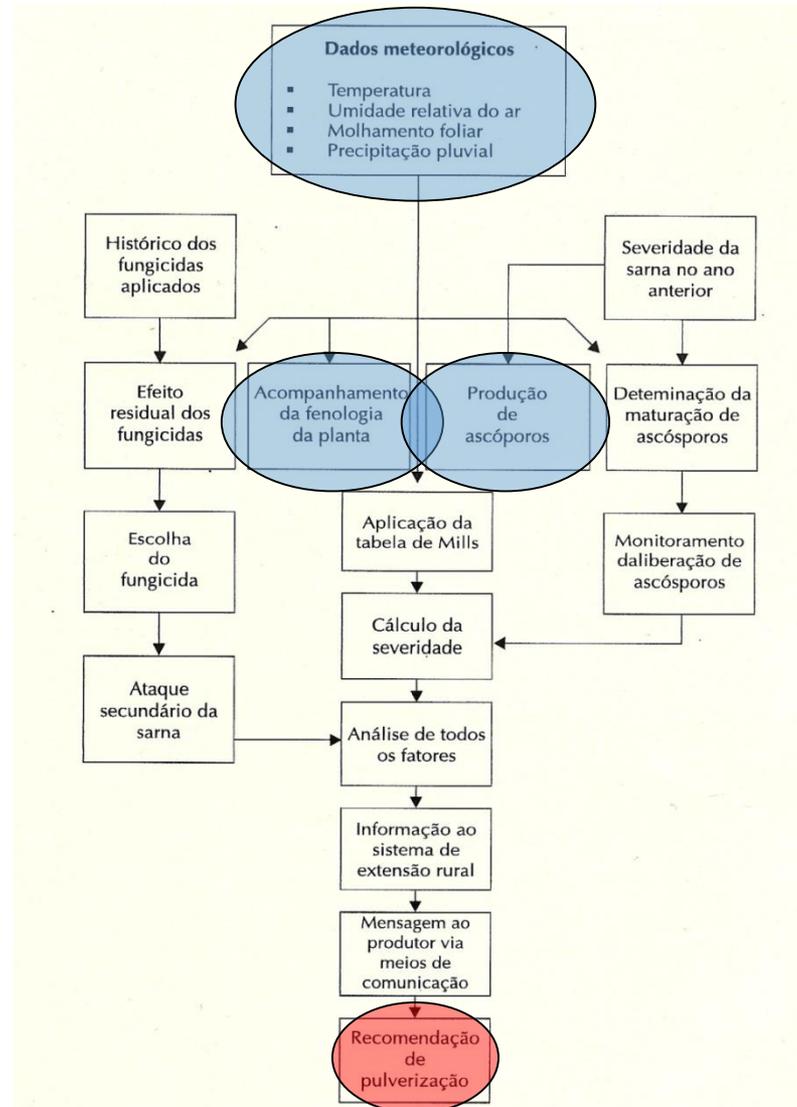
Fonte: Berton e Melzer (1989)

Figura 6.2. Estádios fenológicos da macieira: A – gema dormente, B – gema inchada, ponta de prata, C – pontas verdes, C<sub>3</sub> – 1,3cm verde, D – 1,3cm verde sem folhas, D<sub>2</sub> – 1,3cm verde com folhas, E – botão verde, E<sub>2</sub> – botão rosado, F – início de floração, F<sub>2</sub> – plena floração, G – final de floração, H – queda de pétalas, I – frutificação efetiva e J – frutos verdes.

**Período crítico:** inicia-se com a brotação (pontas verdes) até paralisação da emissão das folhas

# Modelos baseados no inóculo inicial

## Sarna da macieira (*Venturia inaequalis*)



# Modelos baseados no inóculo inicial

## Sarna da macieira (*Venturia inaequalis*)

### Cultivar 'Gala'

SISTEMA	% DE SARNA	Nº DE PULVERIZAÇÕES
PREVISÃO	3,71	11
CALENDÁRIO (CONVENCIONAL)	9,87	17

### Cultivar 'Fuji'

SISTEMA	% DE SARNA	Nº DE PULVERIZAÇÕES
PREVISÃO	2,15	13
CALENDÁRIO (CONVENCIONAL)	1,33	21

# Modelos baseados no inóculo inicial

## Murcha bacteriana do milho (*Pantoea stewartii*)

Stevens, N.E. 1934. Plant Disease Reporter 25: 152-157.

**Policíclica – poucos ciclos secundários**

**Bactéria sobrevive no inseto vetor no inverno**

**Local:** Nordeste dos EUA

**Época:** dez, jan e fev

**Modelo:** Incidência severa → Temp (média mensal)  $\geq 0,7^{\circ}\text{C}$   
Incidência baixa → Temp (média mensal)  $\leq -1,1^{\circ}\text{C}$

**Medidas de controle:** anos severos é variedade resistente e controle vetor

**Obs.:** Modelo sofreu atualizações após ser desenvolvido

# Modelos baseados no inóculo inicial

## Podridão de raízes de ervilha (*patógenos veiculados pelo solo*)

Sherwood & Hagedorn. 1958. Wisc. Agric. Exp. Stn. Bull., 531.

### Monocíclicas

**Local:** Wisconsin, EUA

**Modelo:** amostras de solo das áreas de plantio recebem ervilha em CV

**Medidas de controle:** áreas com incidência severa não são plantadas

# Modelos baseados no inóculo inicial

## Fire Blight em maçã e pera (*Erwinia amylovora*)

Bactéria ataca as flores em populações altas

**Local:** Califórnia, EUA

**Modelo:** correlação entre temperatura e concentração de bactérias

Aplicar quando Temp (média) > 16,7°C (mar), > 15,6°C (abr), > 14,4°C (mai)

**Medidas de controle:** reduziu em até 3 pulv. de bactericidas (anos 70-80)

Modelo sofreu atualizações incluindo-se:

Estádio fenológico, LW, inóculo, graus-dia.

Adaptações: Maryblyt (1990), Cougarblight (1999), BIS95 (1996)

# Modelos baseados no inóculo inicial

## Podridão Branca da cebola (*Sclerotium cepivorum*)

Adams, P.B. 1979. Plant Disease Reporter 63: 349-351.

Monocíclica – inóculo inicial muito importante

Fungo forma esclerócios no solo

**Modelo:** contagem de esclerócios após peneiramento do solo

**Equação:**  $y = 6,41 + 12,38x - 0,65x^2$

y = incidência da doença na colheita;

x = é o número de escleródios em 100g de solo.



# Modelos baseados no inóculo secundário

# Modelos baseados no inóculo secundário

## Requeima da batata e tomate (*Phytophthora infestans*)

Existem vários modelos:



### Tomate

- Hyre
- Wallin
- Blitecast

### Batata

- *PhitoPre*
- Progeb
- Blitecast
- Negfry
- Wallin
- Hyre
- Simcast

# Modelos baseados no inóculo secundário

## Requeima da batata (*Phytophthora infestans*)

Hyre (1954)

A doença aparecerá de 7 a 14 dias após ocorrência de 10 dias consecutivos favoráveis à requeima.

Um dia é considerado favorável quando a média da temperatura do ar dos últimos 5 dias estiver entre 7,2 e 25,5 °C, e a soma das precipitações dos últimos 10 dias for superior ou igual a 30 mm.

# Modelos baseados no inóculo secundário

## Requeima da batata (*Phytophthora infestans*)

Wallin (1962)

Cálculo dos valores de severidade da doença (VSD), em função da umidade relativa (UR) e temperatura média (T).

Temperatura Média (°C) em UR≥90%	Horas de UR maior ou igual a 90%				
7,2 – 11,6	0 – 15	16 – 18	19 – 21	22 – 24	24+
11,7 - 15,0	0 – 12	13 – 15	16 – 18	19 – 21	22+
15,1 - 26,6	0 – 9	10 – 12	13 – 15	16 – 18	19+
VSD <sup>1</sup>	0	1	2	3	4

<sup>1</sup> Valores de Severidade da Doença variando de zero (condições de ambiente desfavoráveis ao desenvolvimento da requeima) a quatro (condições de maior favorabilidade).

# Modelos baseados no inóculo secundário

## Requeima da batata (*Phytophthora infestans*)

Hyre (1959); Wallin (1962); Krause et al. (1975); Mackenzie (1981)

### Modelo: BLITECAST

**Pulverização:** dias favoráveis (Hyre) e total de severidade (Wallin).

Tabela 18.2 - Esquema de pulverizações recomendado pelo modelo BLITECAST, baseado em dias favoráveis à requeima e número acumulado de valores de severidade (Krause et al., 1975).

Dias favoráveis (7 dias)	Valores de severidade (em 7 dias)				
	0-2	3	4	5-6	>7
<5	-1	-1	0	1	2
≥5	-1	0	1	2	2

-1 = não pulverize    0 = alerta    1 = pulverize a cada 7 dias    2 = pulverize a cada 5 dias

-1= não favorável (não pulverizar); 0= ficar alerta; 1= favorável (pulverizar em intervalos de 7 dias); 2= muito favorável (pulverizar em intervalos de 5 dias)

# Modelos baseados no inóculo secundário

## Requeima da batata (*Phytophthora infestans*)

**Modelo: BLITECAST**

**Modelo: SIM-CAST**

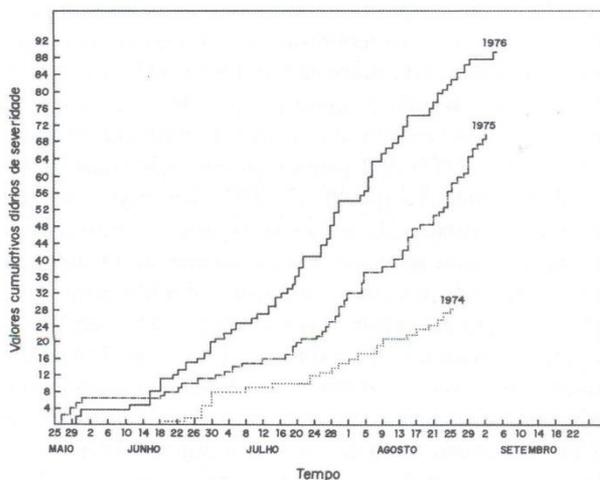


Figura 18.6 – Valores cumulativos diários de severidade, fornecidos pelo sistema BLITE-CAST, no estado da Pensilvânia, E.U.A., em três estações de cultivo (Mackenzie, 1981).

- ✓ **SIM-CAST (Fry et al., 1983) inclui outras variedades e residual de fungicidas**
- ✓ **Necessita ser validado para diferentes regiões**

# Modelos baseados no inóculo secundário

## Requeima do tomate (*Phytophthora infestans*)

(Duarte et al., 2007)

**Local:** Tomate industrial (Brasil)

**Modelo:** Baseado no VSD



### Pulverização:

- ✓ Condições favoráveis: N° pulv. e produção (sistema > calendário);
- ✓ Condições menos favoráveis: fungicida protetor semanalmente;

*“O tempo entre a indicação e a pulverização é curto; pulverizar toda a fazenda em 1 dia; produtor prefere usar uma agenda de tratos culturais”.*

# Modelos baseados no inóculo secundário

## Requeima da batata (*Phytophthora infestans*)

Aplicar sistêmico quando atingir VSD 10, e protetor na semana em que não atingir o VSD.

DIA	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SAB	DOM
T média (°C)	14,1	16,6	15,0	18,2	10,6	25,1	15,0
Molhamento (h)	17	14	11	19	17,5	12	20,0
VSD	2	2	0	4	1	1	3
VSD acumulado	2	4	4	8	9	10	13



1º sintoma= Protetor



sistêmico

DIA	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SAB	DOM
T média	14,5	16,2	23,4	12,3	22,6	16,7	18,9
Molhamento (h)	11	11	9	14,5	8	10,5	13
VSD	0	1	0	1	0	1	1
VSD acumulado	13	14	14	15	15	16	17

Como não atingiu VSD 20 aplica-se o protetor



# Modelos baseados no inóculo secundário

**Manchas castanha e preta do amendoim  
(*Cercospora arachidicola* e *C. personata*)**

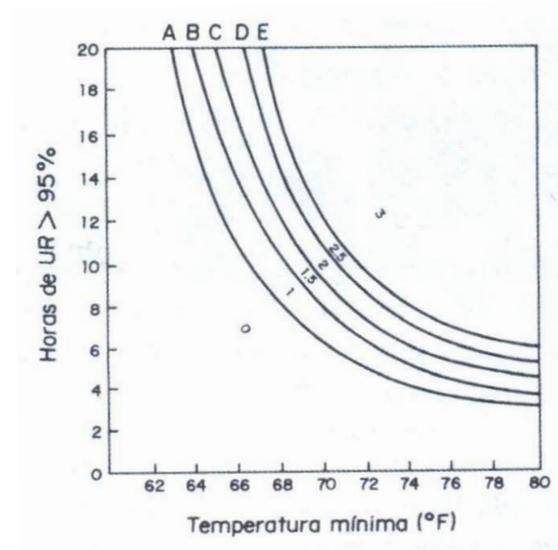
Jensen & Boyle (1966); Bailey et al. (1994); Linvill et al. (1995)

**Local: EUA**

**Modelo: UR > 95% e temperatura mínima**

**Seis categorias de risco**

**5 dias prévios**



**Medidas de controle: pulverização baseada nos índices dos 5 dias**

**Além deste, outro sistema (AUPNUT) usou apenas ocorrência e previsão de chuvas como variável. Testado por 10 anos e reduziu pelo menos 1 pulv.**

# Modelos baseados no inóculo secundário

## Requeima do aipo (*Cercospora apii*)

Berger (1969)

**Local:** Flórida, EUA

**Manejo:** 20 a 35 pulverizações durante 6 meses

**Modelo:** baseado na flutuação de esporos x necessidade de pulv.

Tabela 18.1 - Relação entre o número de esporos de *Cercospora apii* capturados por dia e a frequência semanal de pulverizações recomendada para manter a doença em níveis aceitáveis (Berger, 1969).

Esporos/dia <sup>1</sup>	Pulverizações/semana
0-100	1
100-300	2
300-500	3
>500	3-7

<sup>1</sup>0,48m<sup>3</sup>/h de ar amostrado



# Modelos baseados nos inóculos inicial e secundário

# Modelos baseados nos dois inóculos

## Septoriose do trigo (*Septoria tritici*)

(Shaw & Royle, 1986)

### Modelo: Desenvolvido na Inglaterra

- ✓ Nível de inóculo inicial na primavera (atingir o limiar)
- ✓ Ambiente favorável para disseminação (quantidade e nº chuvas e respingo)  
Respingômetro (mede movimento ascendente das gotas)

**Pulverização:** movimento ascendente ultrapassar limiar e > 14 dias sem pulv.

## Ferrugem da soja (*Phakopsora pachrhizi*)

(Yang et al., 1991; Pivonia & Yang, 2004; Del Ponte et al., 2006)

### Modelos

- ✓ Modelos para avaliar riscos;
- ✓ Modelos para delimitar zonas de favorabilidade (Brasil = alto risco);

# Sistemas integrados de previsão

*“Os sistemas devem integrar o manejo de diferentes doenças e pragas, bem como levar em consideração os diferentes métodos de controle disponíveis, além do controle químico”.*

## Sistema EPIPARE (*Epidemiology for Prediction and Prevention*)

- ✓ Desenvolvido na Holanda por Zadoks (1989);
- ✓ Envolve controle químico e genético;
- ✓ Seis doenças (ferrugens, manchas e oídio) e três pragas do trigo;
- ✓ Enfatiza momentos em que a doença está em níveis baixos e médios (zona de dúvida);
- ✓ O tratamento trará lucro?
- ✓ Exige número alto de informações e tecnologia para “tirar a dúvida”;
- ✓ Usa banco de dados enviados pelos agricultores;
- ✓ O sucesso depende da precisão dessas informações.



Figura 18.12 – O processo de tomada de decisão do sistema EPIPARE e suas recomendações (Zadoks, 1984).

# Monitoramento Fundação ABC

sma.fundacaoabc.org/monitoramento/doencas\_em plantas/trigo



PÁGINA INICIAL CONHEÇA CLIMATOLOGIA **MONITORAMENTO** PREVISÃO DO TEMPO PREVISÃO CLIMÁTICA SIG SERVIÇOS

**1. Comunicado:** Devido a problemas operacionais...

Você está em: [Página Inicial](#) > [Monitoramento](#) > [Doenças em plantas](#)

**Trigo** Área Monitorada: Capão Bonito

Estas informações de estimativa do processo diário até as 08:00 horas, utilizando informações de interesse da Fundação ABC.

### Monitoramento das Estações

- Análise Sinótica
- Risco Incêndio
- Horas de Frio
- Graus Dias Acumulado
- Conforto Térmico Animal
- Doenças em Plantas

### Boletins

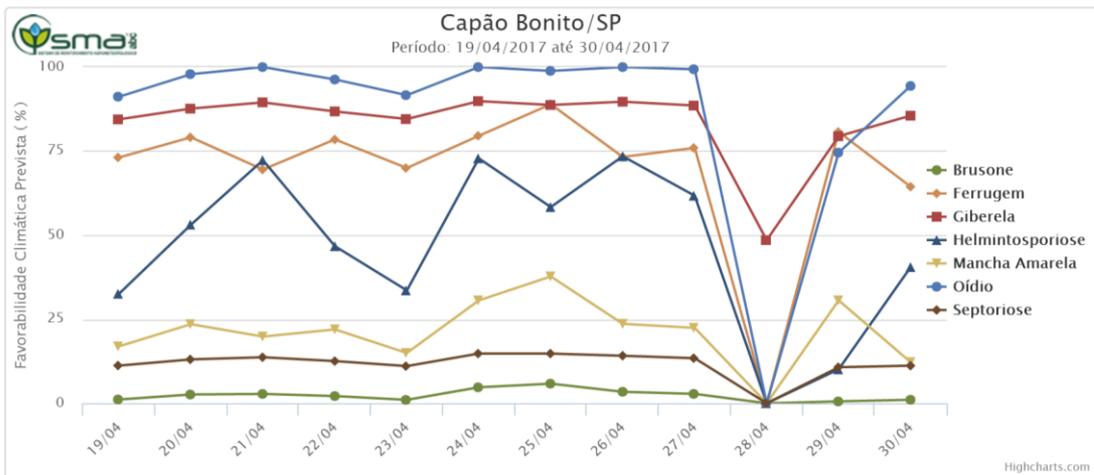
- CPTEC
- INMET
- USDA

### Precipitação por Radar

- Radar SIMEPAR
- Radar IPMET
- Radar CPTEC

### Precipitação por Satélite

- HidroEstimador GOES 12
- HidroEstimador GOES 13



Após escolher o local e a cultura de interesse, o smaABC retornará ao visitante informações sobre o desenvolvimento do processo de infecção em escala entre 0 e 100%, sendo quanto mais próximo de 100%, mais favoráveis estão as condições ambientais para o desenvolvimento da determinada doença. Vale lembrar ao visitante, que para o desenvolvimento epidemiológico das doenças disponíveis no smaABC, são necessárias a conciliação das informações sobre o ambiente (favorabilidade climática), o hospedeiro (estágios fenológicos suscetíveis) e o sobre a presença do patógeno.

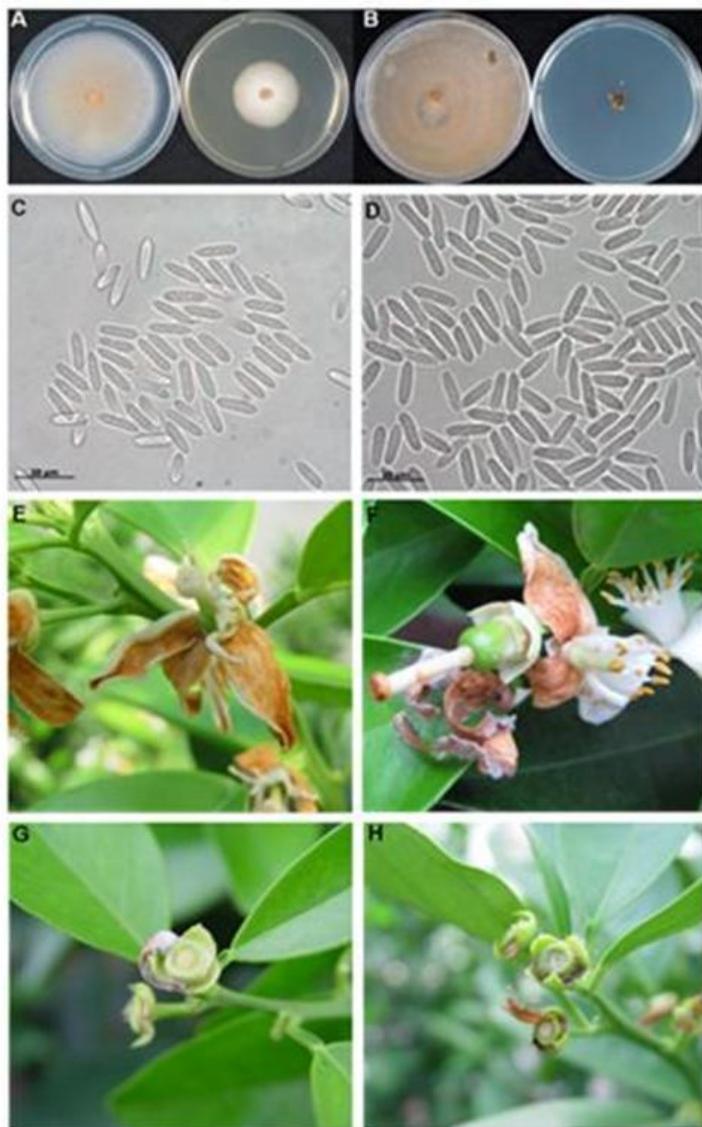


# Estudo de caso

**Os sistemas de previsão  
da Podridão floral dos citros (PFC)  
(*Colletotrichum spp.*)**

# Agentes causais

## *Colletotrichum acutatum* *Colletotrichum gloeosporioides* *Colletotrichum abscissum*



Eur J Plant Pathol (2011) 131:157–165

DOI 10.1007/s10658-011-9795-1

### *Colletotrichum gloeosporioides*, a new causal agent of citrus post-bloom fruit drop

Waléria Guerreiro Lima • Marcel Bellato Spósito •

Lilian Amorim • Fabrício Packer Gonçalves •

Péricles Albuquerque Melo de Filho

Canadian Journal of Plant Pathology



### New report of *Colletotrichum gloeosporioides* causing postbloom fruit drop on citrus in Bermuda

DOI: 10.1080/07060661.2012.670137

Robert J. MCGovern<sup>a</sup>, Teresa E. Seijo<sup>b</sup>, Katherine Hendricks<sup>c</sup> & Pamela D. Roberts<sup>c\*</sup>

Available online: 16 Mar 2012

 Buy now

Fungal Planet description sheets

237

Fungal Planet 357 – 1 June 2015

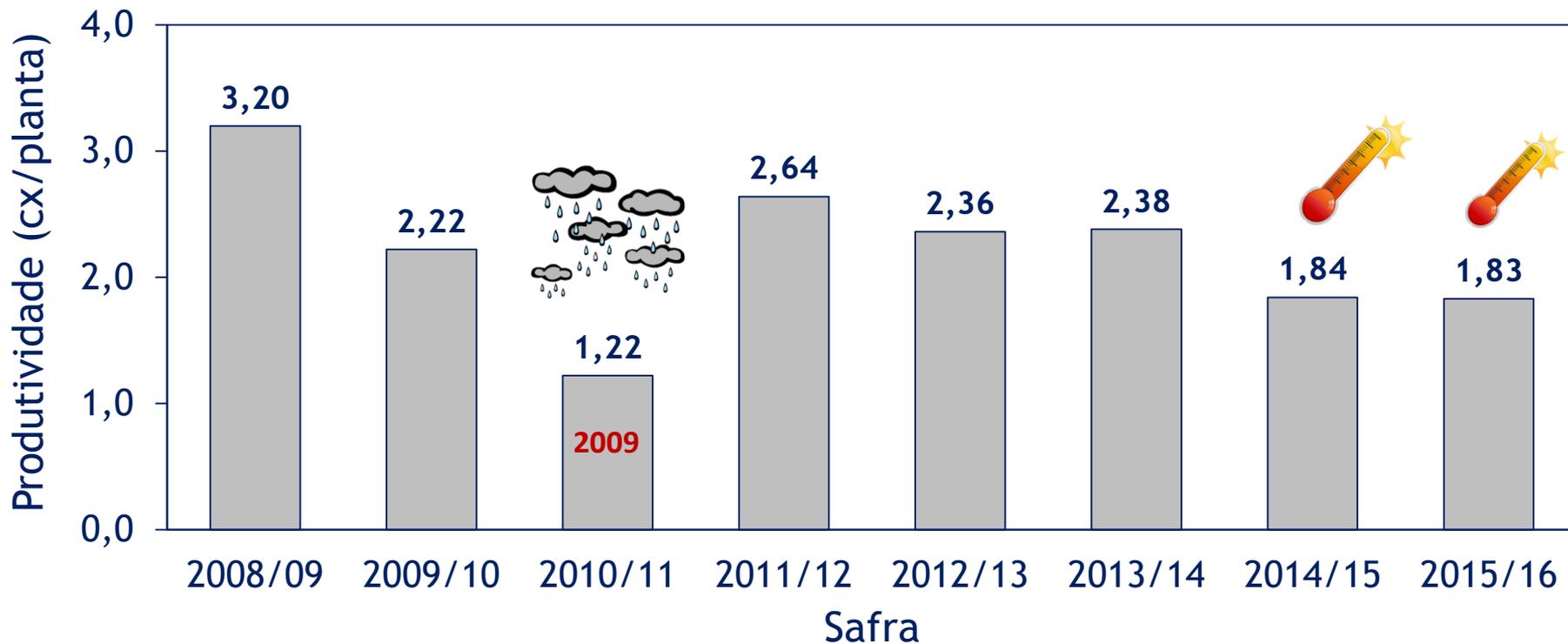
### *Colletotrichum abscissum* Pinho & O.L. Pereira, *sp. nov.*

**Etymology.** Named after the main symptom of the disease, abscission of the fruits.

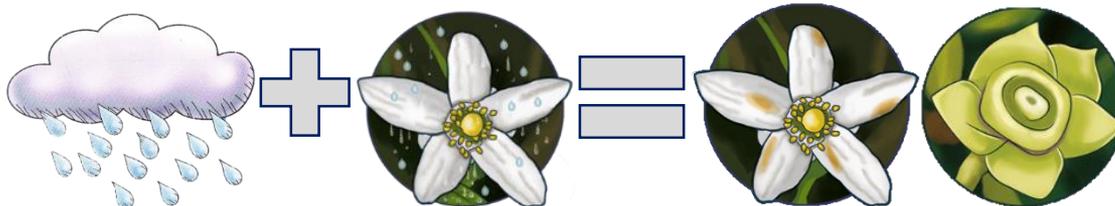
**Classification.** Glomerellaceae, Glomerellales, Sordariomycetes

Americas, with severe outbreaks occurring in the citrus crops in Belize, Brazil, Costa Rica, Caribbean islands, Mexico and the USA. Although *Colletotrichum acutatum* s.l. and *C. gloeosporioides* s.l. are reported to cause post-bloom fruit drop in

# Danos



**Condição favorável para a PFC**



# Sintomas



**Lesões em flores**

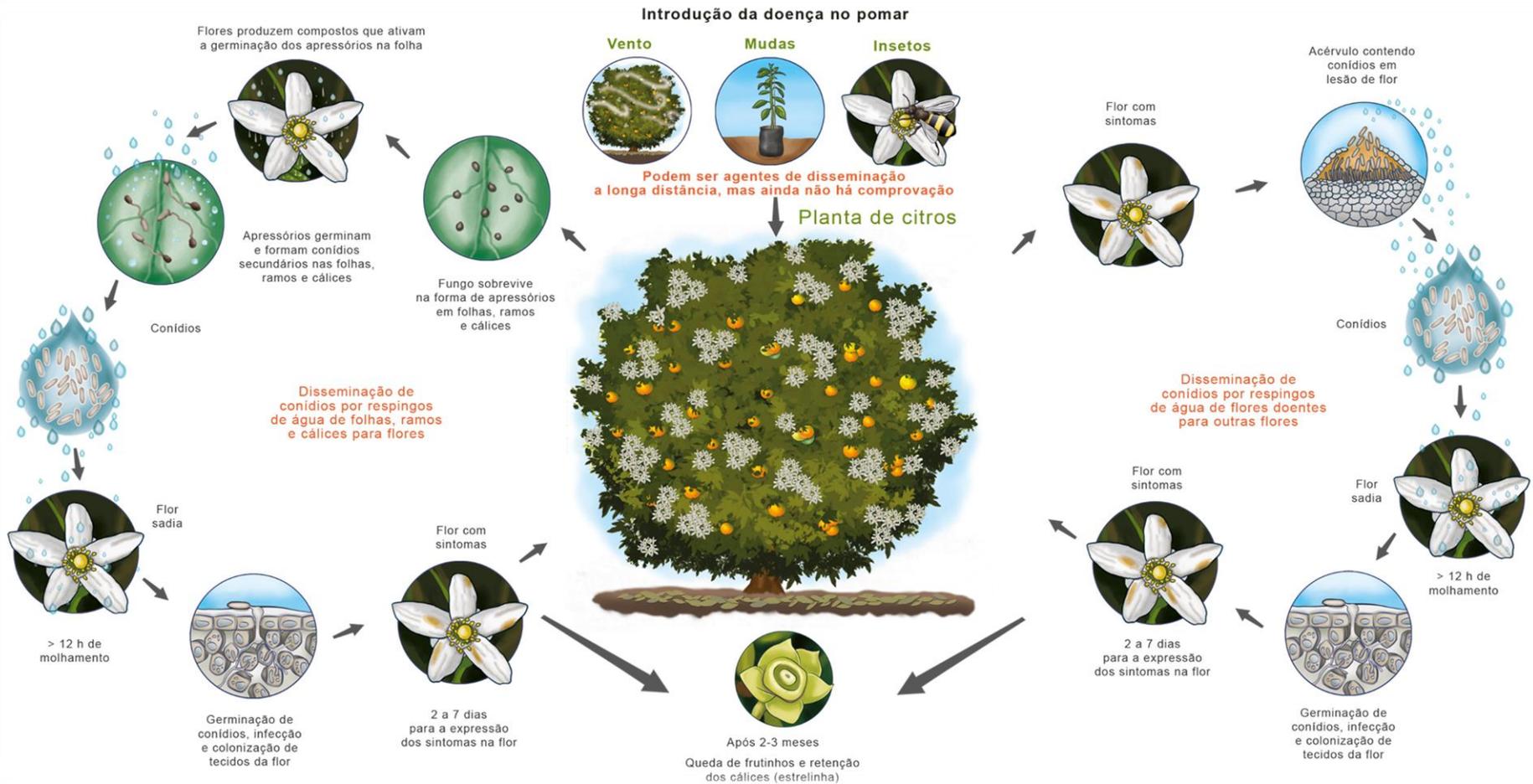


**Amarelecimento e queda de frutos**



**Cálices persistentes  
“estrelinhas”**

# Ciclo



# Sistema PFD-FAD (Florida)

$$Y = - 13.63 + 1.16 \sqrt{TD} + 0.48 \sqrt{(R \times 100)} + 1.77 \sqrt{(LW \times 5)}$$

Y = Porcentagem de flores infectadas em 4 dias

TD = Número total de flores infectadas em 20 árvores

R = Chuva total nos últimos 5 dias (mm)

LW = Número médio de horas de molhamento foliar nos últimos 5 dias - 10 horas

# Sistema PFD-FAD (Florida)



**PFD**

Fungicide Application Decisions System  
for Postbloom Fruit Drop in Citrus



## ***PFD-FAD SYSTEM***

[\[Enter\]](#) [\[Portuguese\]](#) [\[Spanish\]](#)

Postbloom fruit drop (PFD), caused by the fungus *Colletotrichum acutatum*, affects all species and cultivars of citrus. It is often a serious disease in most humid citrus areas of the Americas. The PFD-Fungicide Applications Decisions System is designed to advise growers in all citrus areas as to the need to apply fungicides for control of PFD. Decisions are based on the previous history of PFD in the grove, the weather conditions, and the current disease situation.



## Sistema

### 1. Intensidade da florada

Quantidade de flores suficiente para justificar o custo de aplicação de fungicida  ?

### 2. Estágio da florada

Flores abertas, primórdios e botões florais presentes  ?

### 3. Riscos pré-florada

Incidência PFC nos últimos 5 anos  ?

"Estrelinhas" por árvore  ?

Floradas principais por ano  ?

Suscetibilidade da variedade  ?

Árvores doentes (gomose, declínio)  ?

Sintomas PFC antes florada principal  ?

### 4. Riscos climáticos

Quantidade de chuva nos últimos 5 dias  ?

Molhamento foliar nos últimos 5 dias  ?

Eventos de chuva antes últimos 5 dias  ?

### 5. Riscos inóculo

Poucos focos espalhados pelo pomar  ?

### 6. Aplicação de fungicida

?

Submeter



## **PULVERIZAR**

### **1. Intensidade da florada**

Quantidade de flores suficiente para justificar o custo de aplicação de fungicida

### **2. Estágio da florada**

Flores abertas, primórdios e botões florais presentes

### **3. Riscos pré-florada**

Incidência PFC nos últimos 5 anos: 1-2 anos

"Estrelinhas" por árvore: 1-100

Floradas principais por ano: Múltiplas

Suscetibilidade da variedade: Laranja Pera

Árvores doentes (gomose, declínio): Poucas, dispersas

Sintomas PFC antes florada principal: Presente

### **4. Riscos climáticos**

Quantidade de chuva nos últimos 5 dias: 26-50mm

Molhamento foliar nos últimos 5 dias: 9-16 horas

Eventos de chuva antes últimos 5 dias: 1- 3

### **5. Riscos inóculo**

Poucos focos espalhados pelo pomar

### **6. Aplicação de fungicida**

Nenhuma

» O valor de risco calculado é **15.4**.

# Sistema PFD-FAD (Florida)

## Validação no Brasil

**Quadro 17.** Número médio de cálices e frutos retidos após tratamento com fungicidas em diferentes esquemas de aplicação para o controle da podridão floral. Experimento 3, Itapetininga, 2001.

Tratamento	Número pulverizações	AACPD	● Cálices retidos <sup>▼</sup> / ■ 12 ramos /	● Frutos <sup>∇</sup> /
			planta	12 ramos / planta
Modelo PFD	2	1211 bc	45 b	33 a
Produtor	3	618 c	46 b	31 a
Calendário	2	707 c	46 b	30 a
PFD-FAD	1	2138 b	54 b	29 ab
Testemunha	0	4204 a	91 a	24 b

\* Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente pelo teste t de Waller-Duncan k-ratio, a 5% de probabilidade.

# Sistema PFD-FAD (Florida)

## Conclusões

- ✓ O Sistema PFD-FAD foi eficiente para evitar pulverizações desnecessárias;
- ✓ O Sistema PFD-FAD contribuiu para indicar momento mais crítico de pulverizar;
- ✓ O Sistema PFD-FAD (modificado) é mais acessível ao produtor que o modelo PFD;
- ✓ Não tem sido adotado pelos citricultores no Brasil.

# Novo sistema PFC (Brasil)

## Início de tudo ...2008 a 2009...

Surgiram as primeiras ideias

## ...2009 a 2010...

Avaliamos germinação do fungo em 56 combinações de T°C e molhamento (DPM)

## ...Elaboramos a equação...

$$\text{Germinação (\%)} = 100 * [(t - t_{\min}) / (t_{\text{opt}} - t_{\min})]^{\beta_1 * (t_{\text{opt}} - t_{\min}) / (t_{\max} - t_{\text{opt}})} * [(t_{\max} - t) / (t_{\max} - t_{\text{opt}})]^{\beta_1} * [1 - \beta_2 * \exp(-\beta_3 * \text{DPM})]$$

## ...2010 a 2012...

Avaliamos infecção em flores em 10 combinações de T°C e DPM

Validamos a equação

## ...2013 a 2015...

Avaliamos níveis de doença que indicariam pulverizações

Validamos os níveis 15 e 20%  
Desenvolvemos o site do sistema

## ...2016

Lançamento e início de uso

# Novo sistema PFC (Brasil)



## AVISO PELO CELULAR

Os produtores cadastrados recebem avisos por mensagem de celular ou e-mail sobre o risco da doença e a indicação de pulverização.

**PFC**

Quando menos de 15% de esporos germinam, o sistema mostra "Sem risco"

**PFC**

Quando está entre 15 e 20% ele mostra "Risco moderado"

**PFC**

Quando está entre 20 e 50% é "Alto risco"

**PFC**

Acima de 50% indica "Risco extremo"

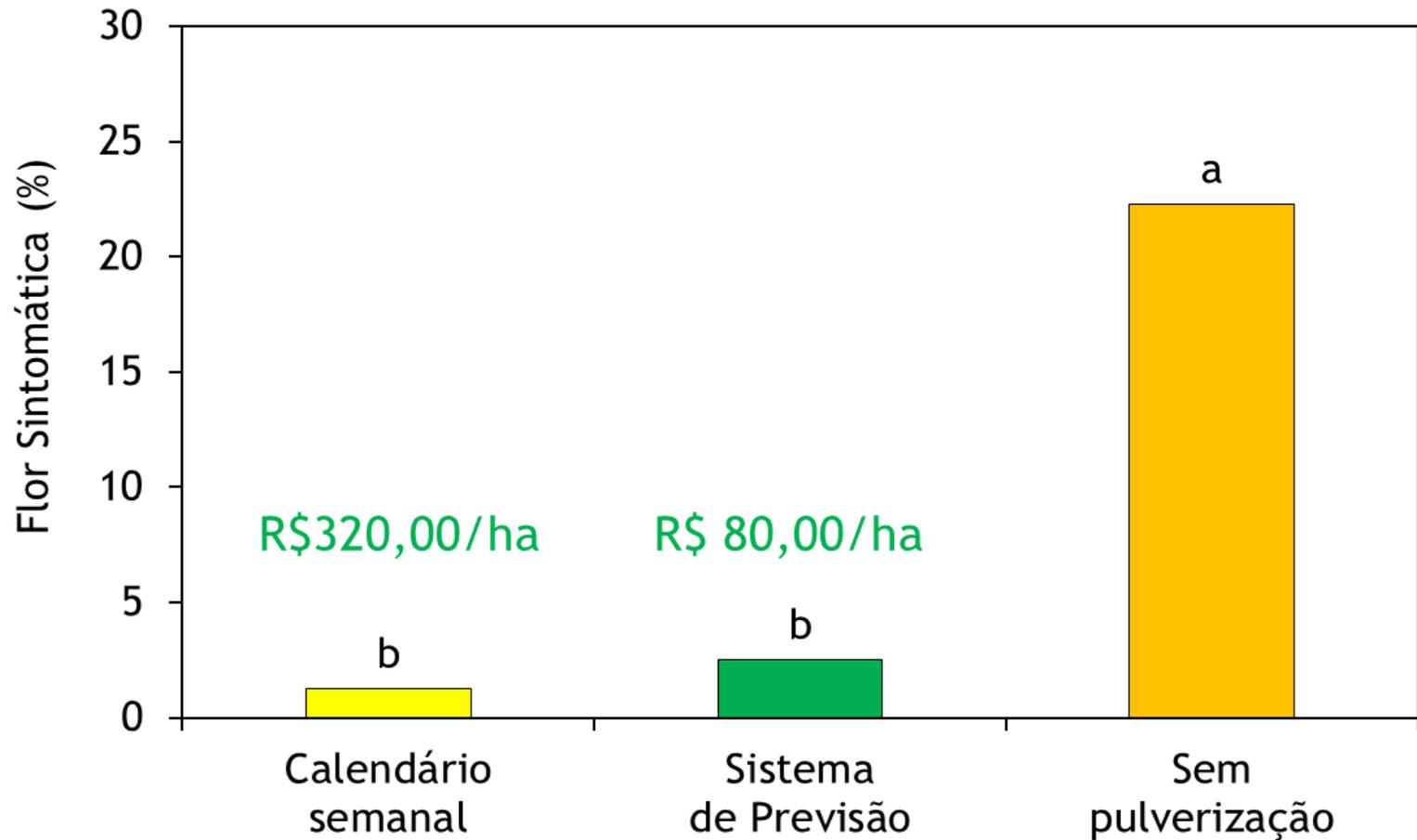
No risco moderado e alto, o sistema indica pulverizações no mínimo a cada 7 dias, mas se o risco for extremo, o sistema pode indicar pulverizações com intervalos inferiores a 7 dias.

# Novo sistema PFC (Brasil)



# Novo sistema PFC (Brasil)

Custo de controle pode ser reduzido em até 75%



# SISTEMA DE PREVISÃO DE PODRIDÃO FLORAL ALERTA CITRICULTOR

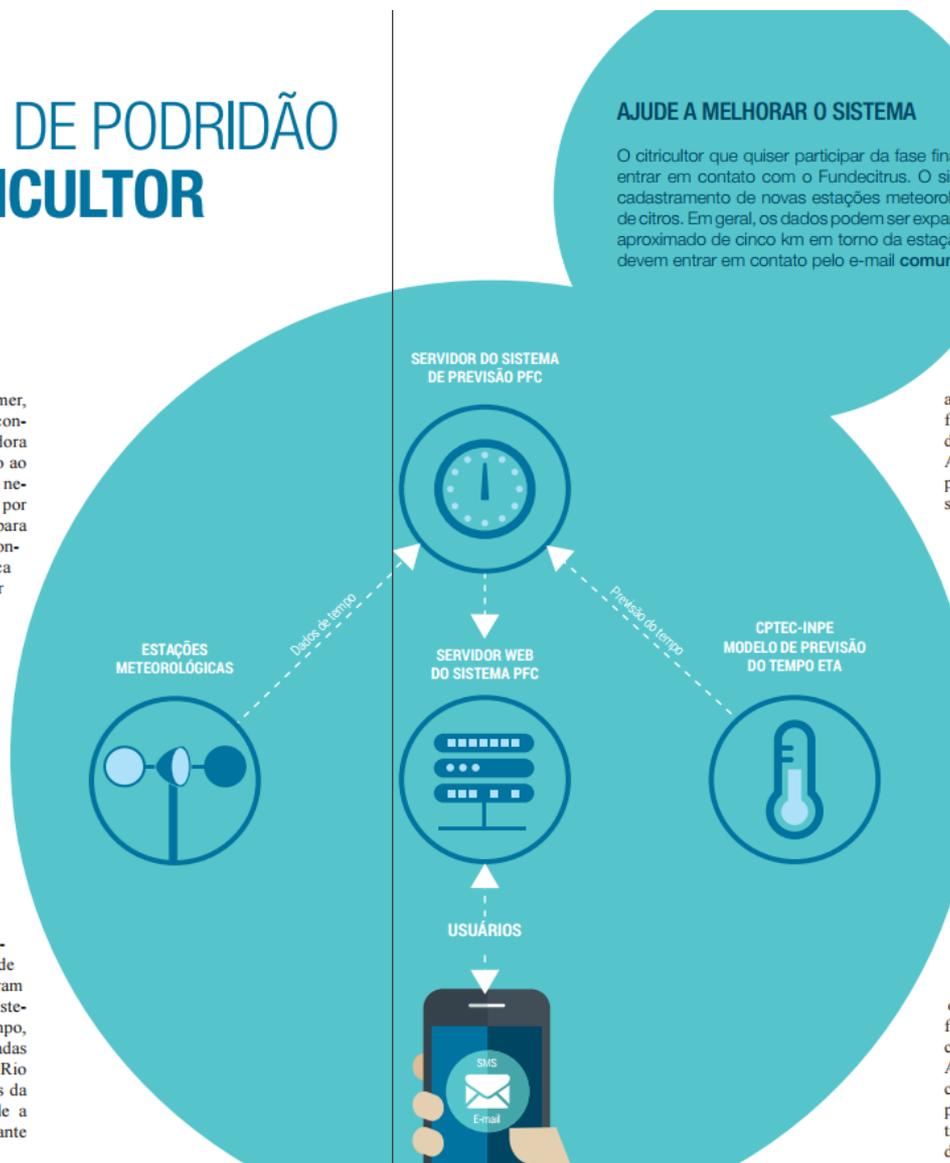
Ainda em fase de testes, plataforma online pode reduzir aplicações em até 75%

A partir de 2016, o citricultor poderá ser avisado por mensagem de e-mail ou celular sobre o momento correto de pulverizar para a prevenção da podridão floral, doença causada por fungos também conhecida como “estrelinha”. O Fundecitrus, em parceria com a Escola Superior de Agricultura ‘Luiz de Queiroz’ (Esalq/USP), a Universidade da Flórida e o Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (CPTEC-INPE) está desenvolvendo um sistema de previsão online de epidemias de podridão floral (PFC) de fácil acesso e utilização pelo citricultor do estado de São Paulo.

Quando as condições climáticas são favoráveis à doença, a ausência de controle da podridão floral pode acarretar perdas de até 80% na produção. “O programa informa dados de temperatura, molhamento, germinação de esporos do fungo e o risco imediato ou futuro (até três dias) da ocorrência da doença. Com isso permite que o citricultor possa planejar as aplicações de fungicida para a proteção do pomar no momento correto e elimina a possibilidade de pulverizações desnecessárias, evitando prejuízos econômicos, pelos gastos com os produtos e sua aplicação, e ambientais, pela dispersão de defensivos no ambiente”, explica a professora da Esalq/USP Lilian Amorim.

Nas décadas de 1990 e 2000 um

equipe do pesquisador Pete Timmer, da Flórida, e adaptado para as condições do Brasil pela pesquisadora Natália Peres. Entretanto, devido ao grande número de informações necessárias para sua utilização e por emitir apenas avisos de risco para o momento, demandando o controle químico imediato, ele nunca foi utilizado em larga escala por produtores no Brasil. O sistema americano dependia de fatores como o estágio predominante da florada, a quantidade de árvores com outras doenças, a quantidade de flores com sintomas de PFC e o histórico da incidência da doença na área. Já o modelo atual se baseia apenas na temperatura e molhamento. Para que isso fosse possível, foram testadas em laboratório 56 combinações de temperatura e molhamento para avaliar a germinação de esporos do fungo causador da doença em cada uma. Dez delas foram validadas por meio de inoculação de flores em casa de vegetação. Foram cinco anos de pesquisas até o sistema começar a ser testado no campo, em 2014, em fazendas localizadas nos municípios de Santa Cruz do Rio Pardo, Iaras e Taquarituba, todos da região Sudoeste do estado, onde a doença historicamente é importante e causa severos prejuízos.



## AJUDE A MELHORAR O SISTEMA

O citricultor que quiser participar da fase final de testes do programa pode entrar em contato com o Fundecitrus. O sistema permitirá ao citricultor o cadastramento de novas estações meteorológicas instaladas em fazendas de citros. Em geral, os dados podem ser expandidos para um raio de pomares aproximado de cinco km em torno da estação. Os produtores interessados devem entrar em contato pelo e-mail [comunicacao@fundecitrus.com.br](mailto:comunicacao@fundecitrus.com.br).

as pulverizações indicadas pelo sistema. Os ensaios foram realizados em pomares adultos de laranja doce com histórico de ocorrência de podridão floral. As pulverizações foram realizadas quando o sistema previa germinação do fungo de 15, 20 e 25%. Os resultados mostraram que quando há condição acima de 20% deve ser emitido o alerta.

Avisos também são emitidos com 15%, indicando ao citricultor que existe um risco moderado e, dessa forma, ele tomará a decisão de pulverizar ou não os pomares mais críticos da fazenda. Ao receber a mensagem, o produtor deve entrar no sistema e informar o estágio de florescimento para ser orientado sobre a necessidade ou não de pulverizar.

“As pulverizações devem ser sempre realizadas de forma preventiva, antes do início das chuvas, em função da previsão que é gerada para os três dias. Entretanto, se o produtor pulverizar e, as condições climáticas após a aplicação permanecerem favoráveis à doença, acima de 50% de germinação de fungo, o sistema irá indicar a reaplicação do produto antes do intervalo recomendado, que é de sete dias”, explica o pesquisador do Fundecitrus Geraldo José da Silva Junior.

Os testes de campo mostraram que é possível reduzir o número de pulverizações em mais de 75%. Nas condições climáticas de 2014, foram feitas duas pulverizações indicadas pelo programa contra cinco feitas pelo manejo usual das fazendas. Ao final, o controle da doença foi semelhante. Nas condições de 2015, a redução foi ainda maior: uma pulverização feita via alerta do sistema contra quatro preventivas realizadas pelas fazendas, em média o que pode representar uma economia em torno

# Próximos passos



Ampliar o uso do sistema no parque citrícola paulista;

Incluir mais estimativas do período de molhamento, além das medições dos sensores;

Aprimorar a previsão para torná-la mais precisa e enviar alertas com maior antecedência;

Lançar as versões IOS e Android após as sugestões dos usuários.

# Considerações do novo sistema

O Sistema de Previsão é gratuito, está disponível online, emitindo alertas via e-mail ou SMS;

Reduz em até 75% as aplicações, contribuindo para a sustentabilidade da citricultura;

O citricultor deve ter a capacidade de pulverizar toda a fazenda em no máximo 3-4 dias;

É preciso possuir estação meteorológica (raio 5 km), e contatar o Fundecitrus para receber *login* e senha.



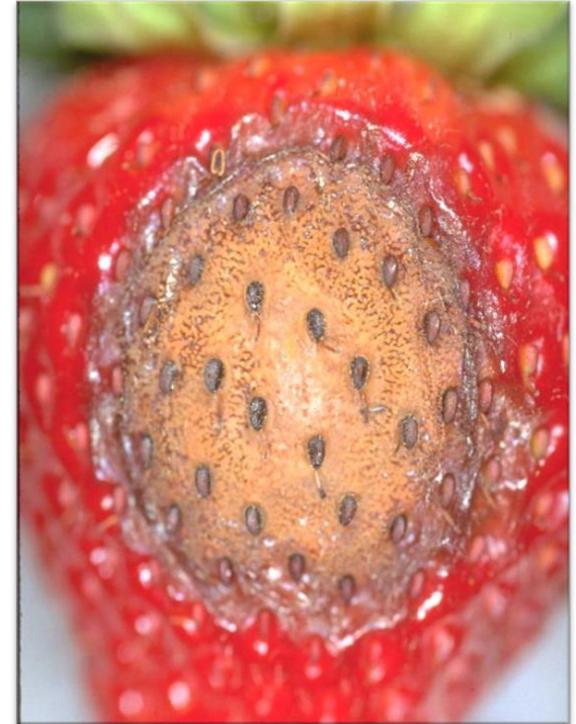
# Estudo de caso

O sistema de previsão  
**SAS - Strawberry advisory system**  
*(Colletotrichum e Botrytis)*

# Sistema de previsão SAS

## Anthracnose (*Colletotrichum acutatum*)

- ✓ Doença de difícil controle;
- ✓ Patógeno não sobrevive entre as safras;
- ✓ Mudanças infectadas (inóculo inicial);
- ✓ Temperaturas amenas ( $> 18^{\circ}\text{C}$ ) e LW ( $> 12\text{h}$ ).



# Sistema de previsão SAS

## Mofo cinzento (*Botrytis cinerea*)



- ✓ Infecta inflorescências
- ✓ Coloniza folhas e frutos
- ✓ Dissemina pelo vento ou por contato de frutos

# Sistema de previsão SAS

## Equação de antracnose para frutos maduros

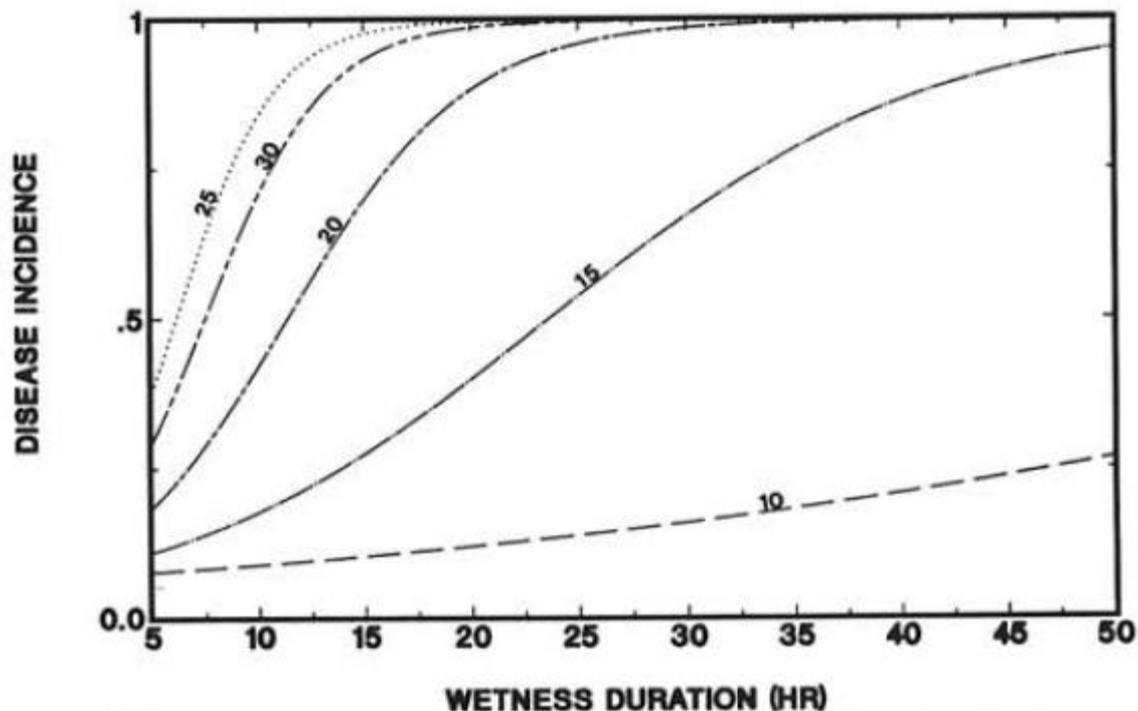


Fig. 5. Effect of wetness duration on the predicted infection level of mature strawberry fruit by *Colletotrichum acutatum* at temperatures of 10, 15, 20, 25, and 30 C (labeled on the lines). Curves were produced using equation 2 with the estimated parameters shown in Table 2 for the combined data.

# Sistema de previsão SAS

## Equação de Mofo cinzento

1) Bulger - Madden model

2) Broome model

- ✓ **Período de molhamento mais recente**
- ✓ **Média de temperatura durante o molhamento**

3) Xu model

- ✓ **Média da UR durante o dia**
- ✓ **Temperatura média durante o dia**
- ✓ **Temperatura Média durante o período noturno**
- ✓ **Duração do molhamento foliar na noite anterior**

# Sistema de previsão SAS

## Use of Leaf Wetness and Temperature to Time Fungicide Applications to Control Anthracnose Fruit Rot of Strawberry in Florida

S. J. MacKenzie and N. A. Peres, University of Florida, Gulf Coast Research and Education Center, Wimauma 33598

[PDF Print \(298 KB\)](#) | [PDF with Links \(381 KB\)](#)

 Open Access.

Anthracnose fruit rot (AFR), caused by *Colletotrichum acutatum*, is a major disease of strawberry in Florida and is generally controlled by weekly fungicide applications. More than 20 applications may be made during the growing season, most commonly using captan and the quinone-oxidoreductase inhibitors. Field experiments were conducted for three seasons on a susceptible and a partially resistant cultivar to evaluate the effectiveness of timing fungicide applications for managing AFR based on a previously published model by Wilson and associates that uses leaf wetness duration and temperature to predict fruit infection by *C. acutatum* under controlled conditions. For most treatments, rules were established where captan was applied when the predicted proportion of fruit infected (*INF*) from the model exceeded 0.15 and pyraclostrobin was applied when *INF* exceeded 0.5. For one model-timed treatment where captan and pyraclostrobin were applied before symptoms first appeared in the field, disease control was as good as the treatment where calendar weekly applications were made and the model-timed treatment utilized 47% fewer sprays. In treatments where fungicide application began after symptom appearance, the number of applications was reduced further but disease control was 40% less effective. Model-timed fungicide treatments that included pyraclostrobin gave better control than the treatments using captan alone. The model relating leaf wetness and temperature to predict AFR infection can be used effectively in a disease-forecasting system to time fungicide treatments and greatly reduce the number of applications without loss of disease control or yield.

**Melhor modelo**

**Wilson-Madden**  
**Pré-sintoma**  
 **$INF > 0.15$  (captan)**  
 **$INF > 0.5$  (QoI)**

***Avaliar em 2-3 variedades e em  
2-3 áreas ou safras!!!***

# Sistema de previsão SAS

## Use of Leaf Wetness and Temperature to Time Fungicide Applications to Control Botrytis Fruit Rot of Strawberry in Florida

S. J. MacKenzie and N. A. Peres, University of Florida, Gulf Coast Research and Education Center, Wimauma 33598

[PDF Print \(296 KB\)](#) | [PDF with Links \(360 KB\)](#)

 Open Access.

Botrytis fruit rot (BFR), caused by *Botrytis cinerea*, is a major disease of strawberry in Florida and is generally controlled by weekly fungicide applications. In this study, disease control programs using fungicides applied on a weekly basis were compared with applications based on three previously published models that correlated disease incidence with weather variables. Field trials were conducted for three seasons on two cultivars, 'Sweet Charlie' and 'Strawberry Festival'. Different thresholds for predicted BFR incidence were evaluated for triggering fungicide applications for the three models. BFR incidence in nontreated control plots of Sweet Charlie and Strawberry Festival was 12.4 and 3.5%, respectively, in 2006–07, 4.2 and 0.8% in 2007–08, and 1.3 and 0.5% in 2008–09. The model of Bulger and associates, with a threshold for disease flower incidence ( $INF_{Bu}$ ) of 0.50, triggered half or fewer fungicide applications compared with a calendar-standard grower program, without significantly increasing BFR incidence or reducing yield. The model of Broome and associates, at a predicted fruit disease incidence threshold ( $INF_{Br}$ ) of 0.62, performed well but required more fungicide applications than the Bulger model ( $INF_{Bu} \geq 0.50$ ). The model of Xu and associates, based on field data to predict the incidence of diseased flowers, required more fungicide applications without improving disease control. Use of higher thresholds resulted in fewer applications but increased disease incidence in some cases. The Bulger model utilizing leaf wetness and temperature during the wetness period as input variables and a threshold of  $INF_{Bu}$  of 0.50 can be used effectively in a disease-forecasting system to time fungicide treatments, and greatly reduced the number of applications without loss of disease control or yield.

Melhor modelo

***Bulger-Madden  $DI=0.5$***

# Sistema de previsão SAS



Current Climate Phase: Neutral  
El Niño watch issued

- Home
- Tools**
- Forecasts
- State Summaries
- Management
- Climate
- Extension
- About

AgroClim

- Climate Risk ▾
- Drought Indices ▾
- Crop Yield ▾
- Crop Disease ▾
- Degree Days and Chill hours ▾
- Footprint Calculators ▾

Strawberry Advisory System

Peanut Leaf Spot

Citrus Copper Application Scheduler

- All
- Climate
- Drought Indices
- Crop Yield
- Crop Diseases
- Degree Days and Chill Hours
- Footprint Calculators



## Climate Risk

Air temperature and precipitation climatology and current observations



## Freeze Risk Probabilities

Freeze probabilities based on El Niño Southern Oscillation (ENSO) phases



## Climate Anomaly Maps

This tool provides maps showing the 3-month temperature and rainfall departures from average (1981-2010 climatology).



## NWS Forecast

Site-specific, detailed 3-day forecast of hourly weather variables

<http://agroclimate.org/>

# Sistema de previsão SAS



Home Tools Forecasts State Summaries Extension Videos Projects About Contact

## Strawberry Advisory System

<http://agroclimate.org/>

AgroClimate > Tools > Strawberry Advisory System



Botrytis

### Strawberry Fruit Rot diseases

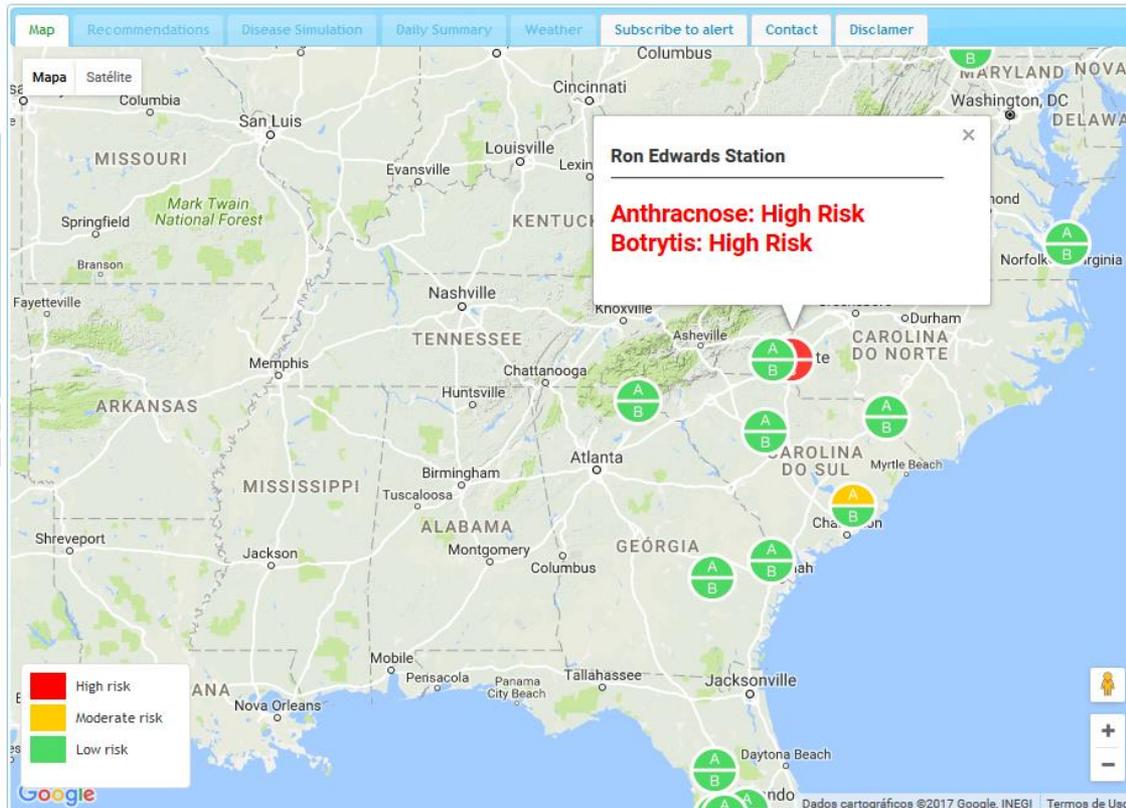
\* [Anthracnose Fruit Rot of Strawberry](#)

\* [Botrytis Fruit Rot or Gray Mold of Strawberry](#)

\* [Florida Strawberry Producers' Experiences with Anthracnose and Botrytis Fruit Rot, and Producers' Use of the Strawberry Advisory System](#)

[About the tool, publications](#)

[Recommended fungicides](#)



# Sistema de previsão SAS



Botrytis

## Strawberry Fruit Rot diseases

\* [Anthracnose Fruit Rot of Strawberry](#)

\* [Botrytis Fruit Rot or Gray Mold of Strawberry](#)

\* [Florida Strawberry Producers' Experiences with Anthracnose and Botrytis Fruit Rot, and Producers' Use of the Strawberry Advisory System](#)

[About the tool, publications](#)

[Recommended fungicides](#)

[Map](#) [Recommendations](#) [Disease Simulation](#) [Daily Summary](#) [Weather](#) [Subscribe to alert](#) [Contact](#) [Disclaimer](#)

## Spray Recommendation - Ron Edwards Station

When was your last fungicide application?

Last 7 days  More than 7 days  None

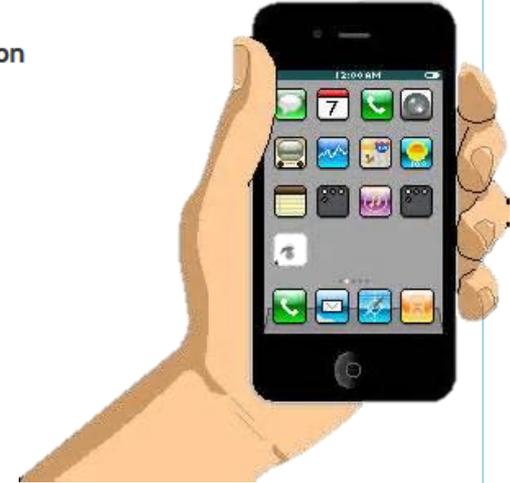
Is it the current peak bloom?

Yes  No

Are anthracnose symptoms present?

Yes  No

[View Recommendation](#)



Notice: Undefined variable: conexao in /srv/www/cloud.agroclimate.org/tools/deprecated/sas/getResultRecommendation.php on line 8

Warning: mysqli\_query() expects parameter 1 to be mysqli, null given in /srv/www/cloud.agroclimate.org/tools/deprecated/sas/getResultRecommendation.php on line 8

Warning: mysqli\_fetch\_array() expects parameter 1 to be mysqli\_result, null given in /srv/www/cloud.agroclimate.org/tools/deprecated/sas/getResultRecommendation.php on line 10

Botrytis: **Products recommended: Switch or Kenja** [Click for more info on products](#)

Anthracnose: **Spray Systemic Fungicide (Products recommended: #)** [Click for more info on products](#)

# Sistema de previsão SAS

## Conclusões

- ✓ O SAS pode ajudar o produtor da Flórida a reduzir o número de aplicações para antracnose e mofo cinzento, sem reduzir o controle da doença e a produção;
- ✓ O SAS tem sido usado com sucesso na Flórida em variedades com resistência moderada (Festival).

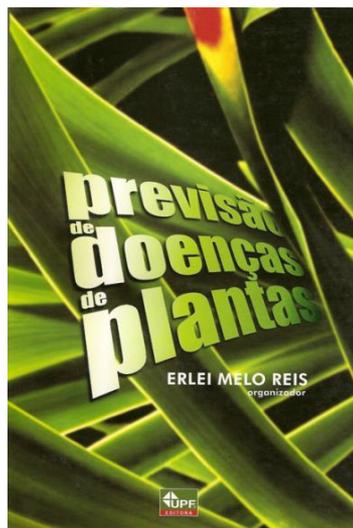
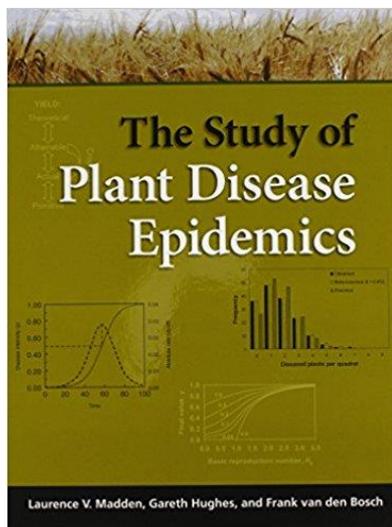
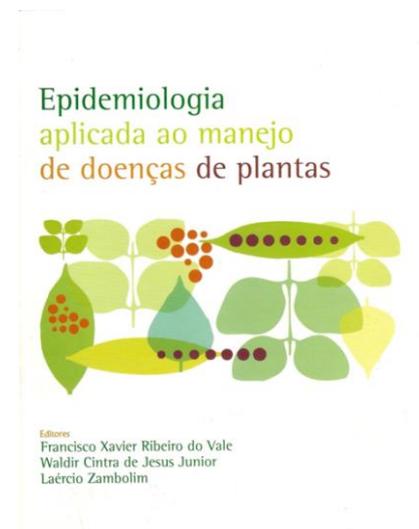
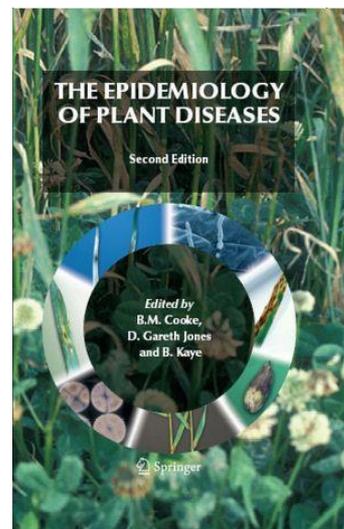
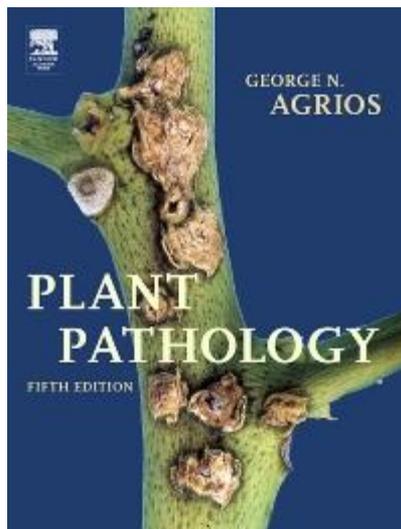
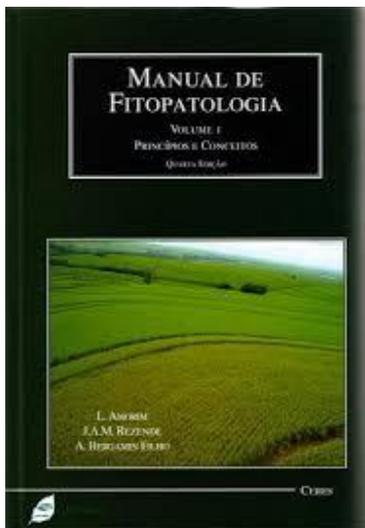
# Considerações finais

- ✓ O sistema de previsão deve ser “bom” ao ponto de ser aceito pelo agricultor;
- ✓ Antes da utilização, o modelo deve ser testado para as diferentes regiões produtoras que farão uso do mesmo;
- ✓ O sistema de previsão quando utilizado de forma correta possibilita a redução dos custos e menores danos ao ambiente;
- ✓ A confiabilidade e simplicidade serão sempre necessárias.

*“Precisamos ter consciência que os agricultores cultivam suas terras para ganhar dinheiro e não para alimentar os milhões de famintos do mundo”*

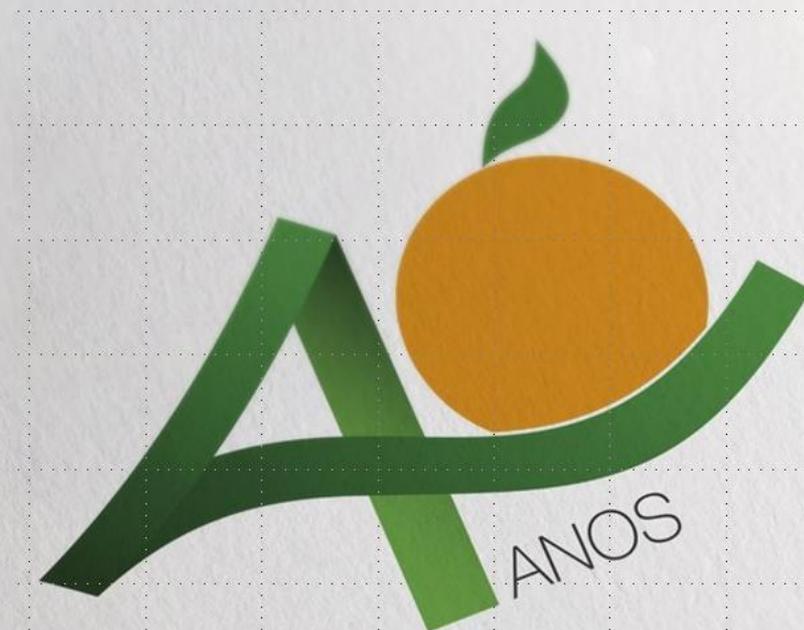
Main (1977)

# Livros para consulta



*“A teoria é a alma e o fundamento da prática, mas sem a prática é vaga indagação”*

**Dr. Geraldo J. Silva Junior – Pesquisador**  
Departamento de Pesquisa e Desenvolvimento  
[geraldosilva@fundecitrus.com.br](mailto:geraldosilva@fundecitrus.com.br)  
[www.fundecitrus.com.br](http://www.fundecitrus.com.br)



**OBRIGADO!**