



SOBREVIVÊNCIA, COMPONENTES EPIDEMIOLÓGICOS EPIDEMIOLÓGICOS E CONTROLE DO INÓCULO INÓCULO INICIAL DA PODRIDÃO OLHO DE BOI DE BOI

I Workshop sobre a podridão olho de boi
23 de agosto, Vacaria-RS.

Dr. Pierri Spolti* & Dra. Rosa Maria
Maria Valdebenito-Sanhueza**

* Bayer CropScience

** Proterra Engenharia Agronômica Ltda
Ltda

Foco da apresentação: epidemiologia como base para o manejo da podridão ‘olho de boi’

Revisão de literatura

Apenas trabalhos mais recentes foram considerados (após 2006) exceto em questões mais conceituais, onde se utilizou trabalho relativamente mais antigos (ex.: período de incubação vs. dinâmica dos sintomas, 2002).

Trabalhos do Brasil, EUA e Europa foram considerados tanto em maçã como em pera assumindo sistemas de produção análogos e comportamento biológico semelhantes.

Variações associadas às espécies do patógeno, no entanto, devem ser consideradas.

Perguntas que serão respondidas aqui:

Quais os locais de **sobrevivência do inóculo**?

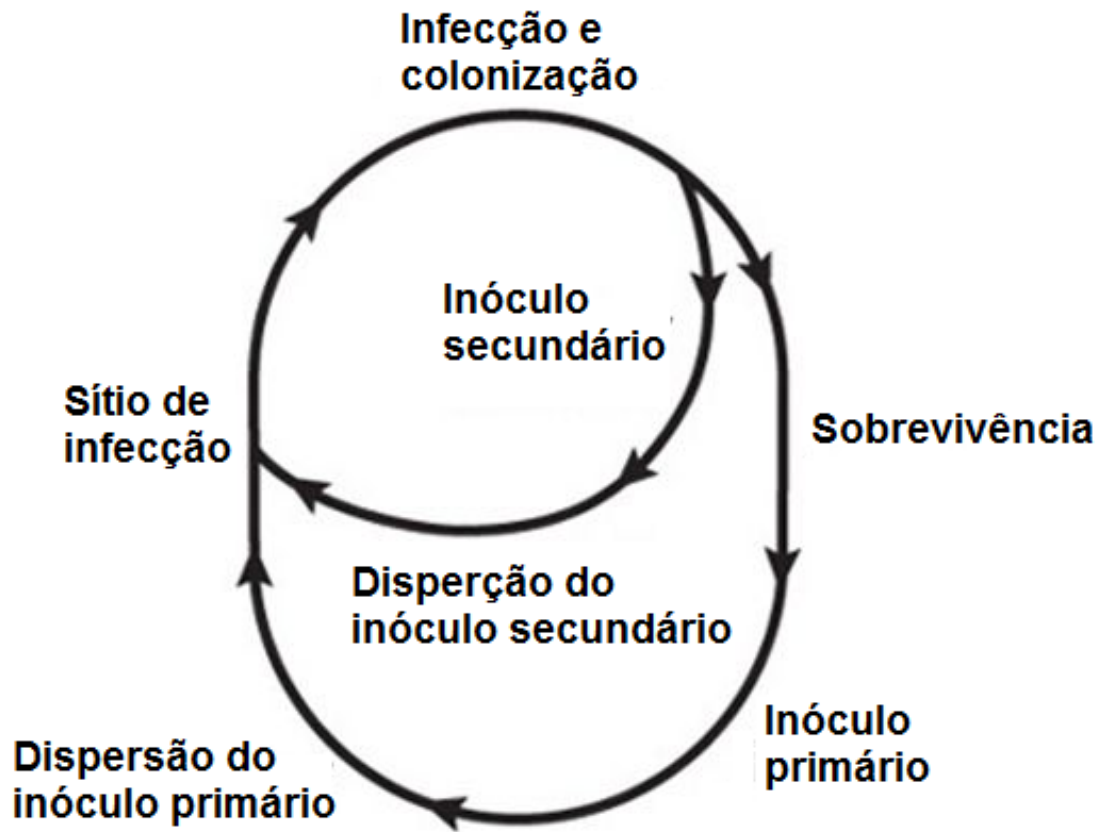
Existe **ciclo secundário** para nas epidemias da ‘podridão olho de boi’?

Qual a **importância relativa do inóculo secundário** se ele existir?

Qual o momento para garantir a proteção dos frutos baseado na **janela de infecção**?

Quais as **práticas de manejo** para reduzir os danos por ‘podridão olho de boi’?

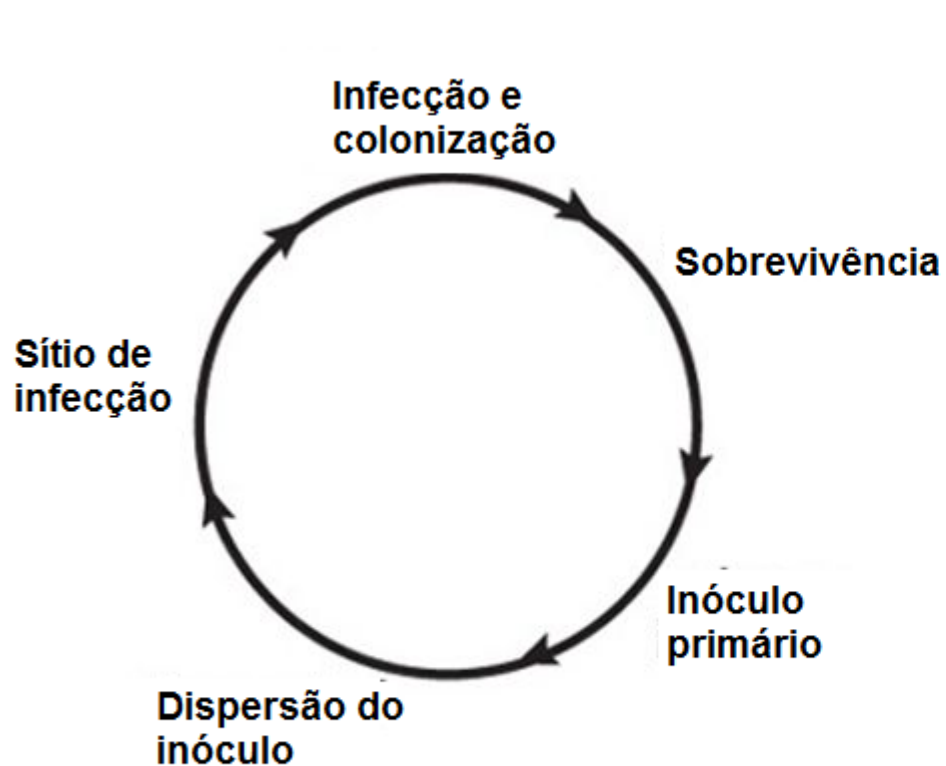
O que nós vamos mostrar nessa apresentação:



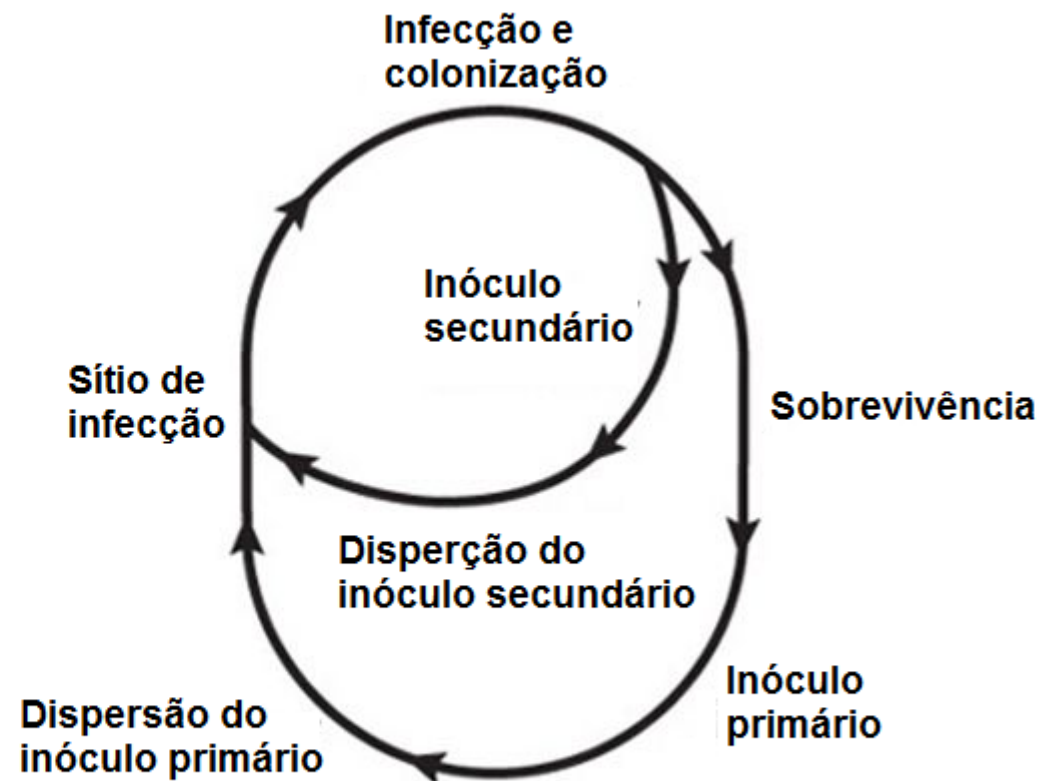
Doença policíclica

1. Podridão 'olho de boi' é uma doença
2. policíclica ?.
3. O inóculo pode sobreviver em estruturas vegetativas e restos culturais do hospedeiro ou não.
4. As infecções podem ocorrer numa janela muito ampla ao longo do desenvolvimento do fruto.
5. O inóculo primário tem maior contribuição para a intensidade da doença.
6. O inóculo é disperso a curtas distâncias, provavelmente por respingos de chuva.
7. As lenticelas são os principais sítios de infecção em frutos sem ferimentos. Temp. $>20^{\circ}\text{C}$ com molhamento superior a 15h determinam alto risco para infecções.

Doenças em plantas podem ser classificadas pelo número de ciclos de infecção. As práticas de manejo tem eficiência diferente de acordo com o tipo da doença.



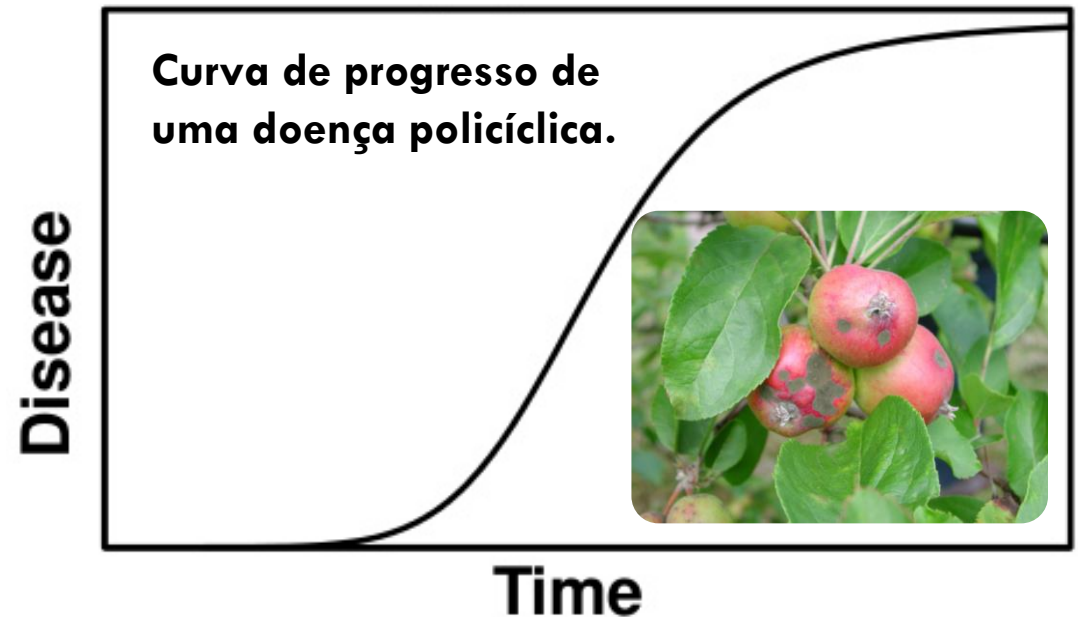
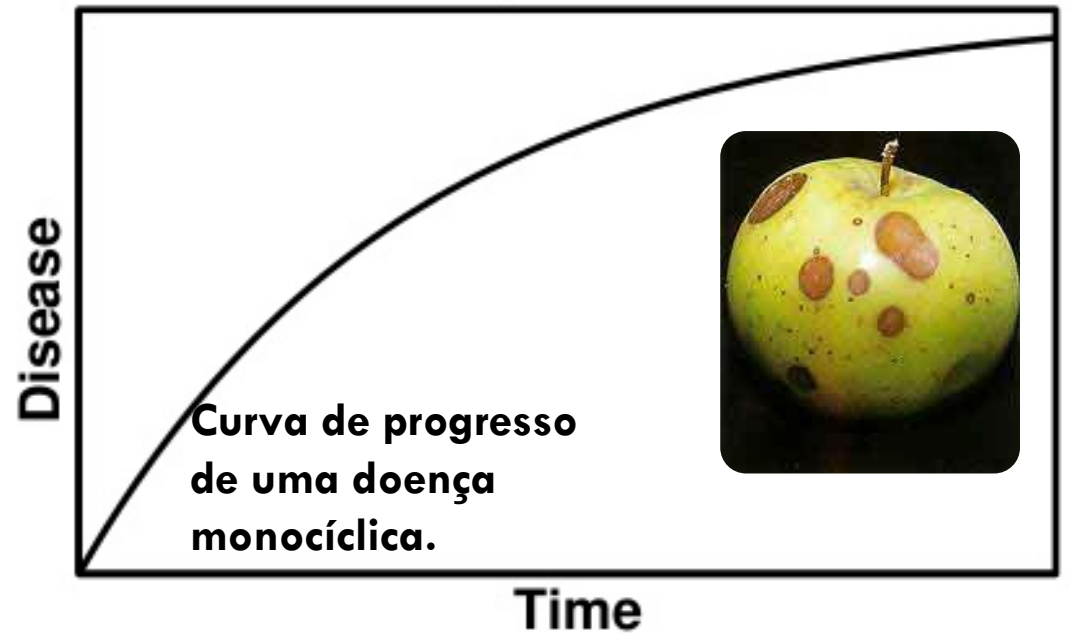
Doença monocíclica



Doença policíclica

**A CURVA DE
PROGRESSO
TEMPORAL DA
DOENÇA É UM BOM
INDICADOR DO TIPO
DA DOENÇA.**

**PODRIDÃO OLHO DE
BOI É UMA DOENÇA
MONICÍCLICA?**



No entanto...

CARTA AO EDITOR / LETTER TO THE EDITOR

DOENÇAS COM PERÍODO DE INCUBAÇÃO VARIÁVEL EM FUNÇÃO DA
FENOLOGIA DO HOSPEDEIRO

ARMANDO BERGAMIN FILHO & LILIAN AMORIM

Departamento de Entomologia, Fitopatologia e Zoologia Agrícola, ESALQ-USP, CEP 13418-900,
Piracicaba, SP, e-mail: abergami@carpa.ciagri.usp.br

(Aceito para publicação em 26/09/2002)

Autor para correspondência: Armando Bergamin Filho

BERGAMIN FILHO, A. & AMORIM, L. Doenças com período de incubação variável em função da fenologia do hospedeiro. Fitopatologia Brasileira 27:561-565. 2002.

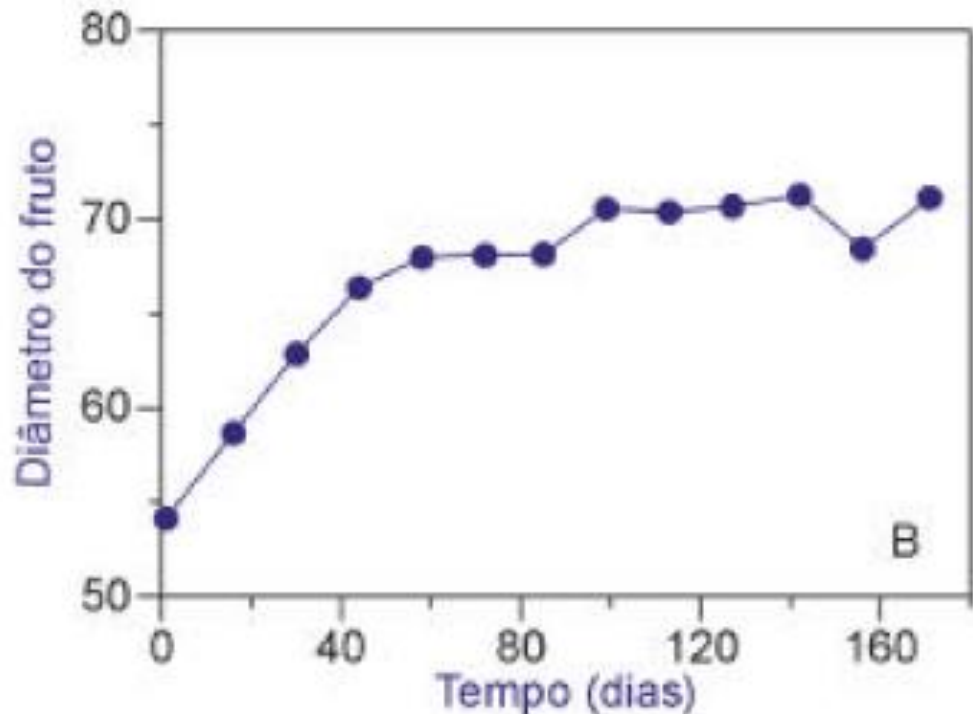
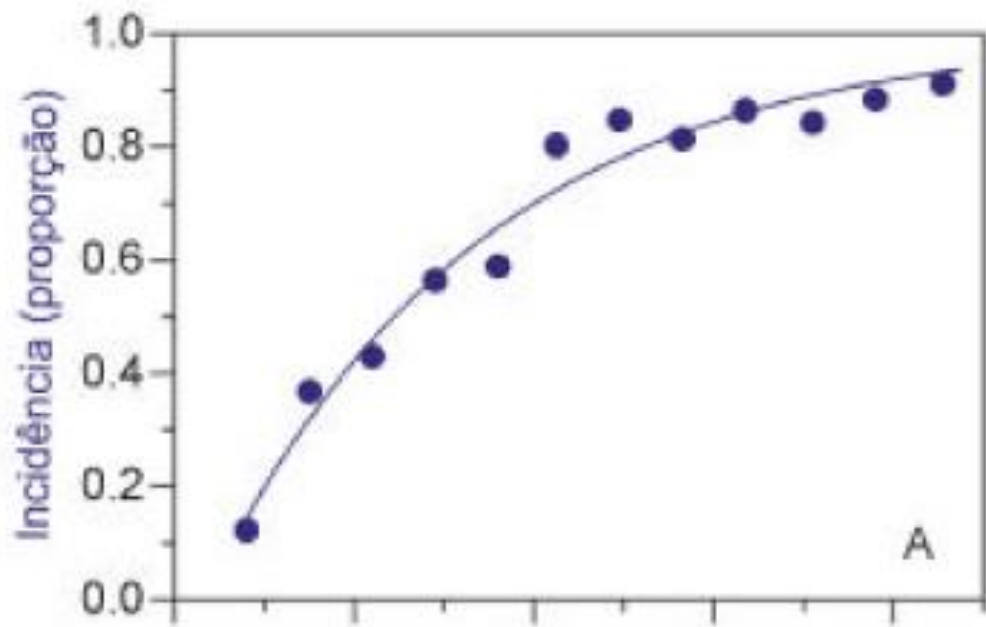
Um período de incubação de cinco dias significa, no contexto da epidemiologia de doenças de plantas, que as infecções que deram origem aos sintomas visualizados no tempo t ocorreram no tempo $t-5$. Há um grupo de doenças, no entanto, que se comporta de modo diferente, isto é, o momento da infecção não pode ser inferido a partir da visualização dos sintomas. Esse grupo de doenças pode ser dividido, para fins didáticos, em função do órgão da planta que exhibe os sintomas: (i) brotações jovens; (ii) perfilhos jovens; (iii) frutos recém-amadurecidos. Nesses três subgrupos, a expressão dos sintomas é função do estágio fenológico do órgão

afetado e tem pouca relação com o momento da infecção. Para essas doenças, maior ênfase é recomendada para estudos que visem a identificação da época mais provável de ocorrência da infecção, em detrimento do simples acompanhamento da expressão dos sintomas. Exemplos são apresentados para cada subgrupo e o modelo de crescimento monomolecular é sugerido como o que melhor descreve o progresso da doença em função do tempo para o grupo como um todo.

Palavras-chave adicionais: *Xylella fastidiosa*, *Guignardia citricarpa*, *Ustilago scitaminea*.

EM ALGUMAS DOENÇAS O PERÍODO DE INCUBAÇÃO É DEPENDENTE DO ESTÁDIO FENOLÓGICO EM QUE OCORREU A INFECÇÃO.

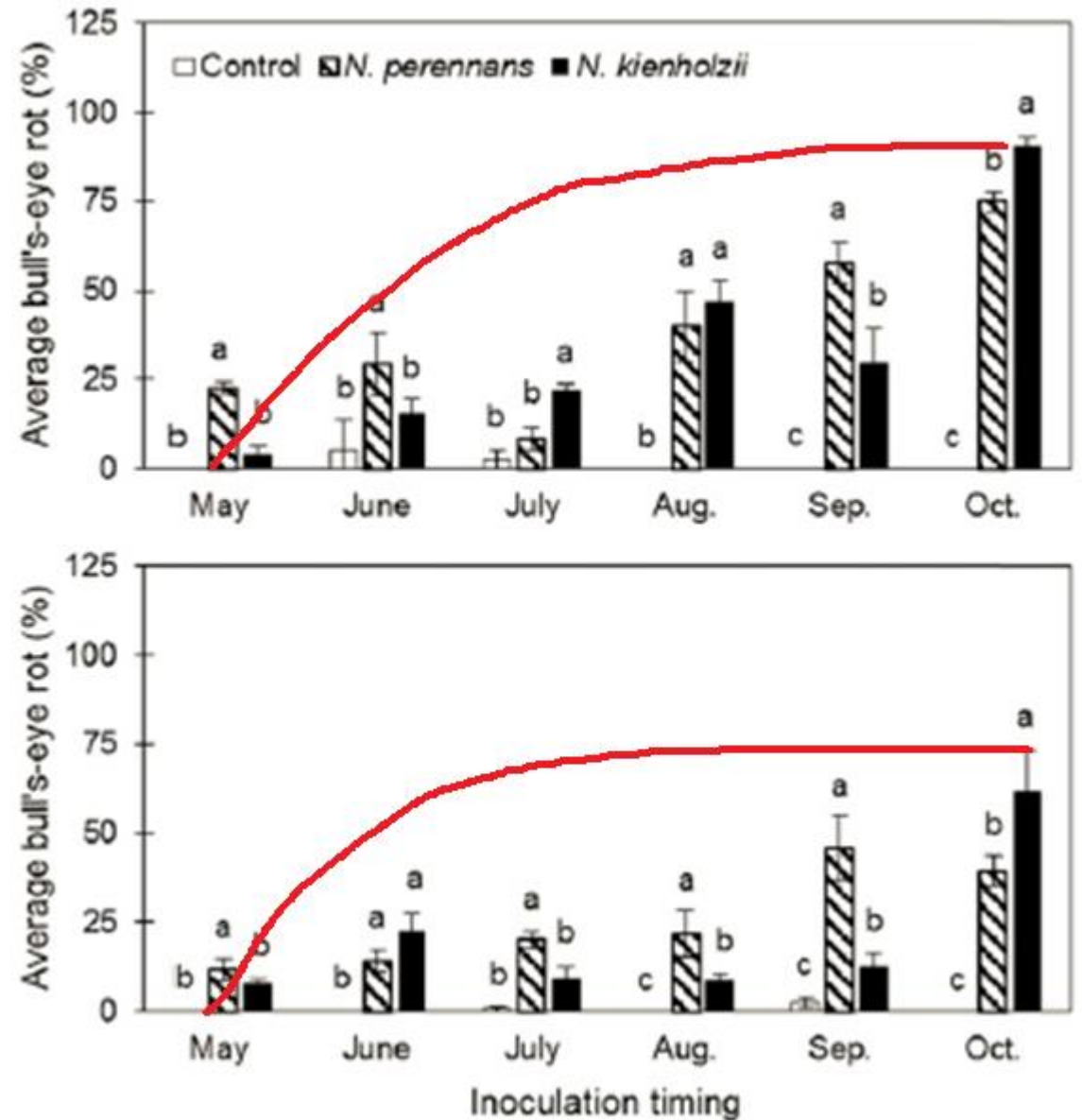
O PERÍODO DE INCUBAÇÃO EM FRUTOS MAIS JOVENS É DIFERENTE QUE EM FRUTOS MAIS MADUROS E DETERMINA O FORMATO DA CURVA....

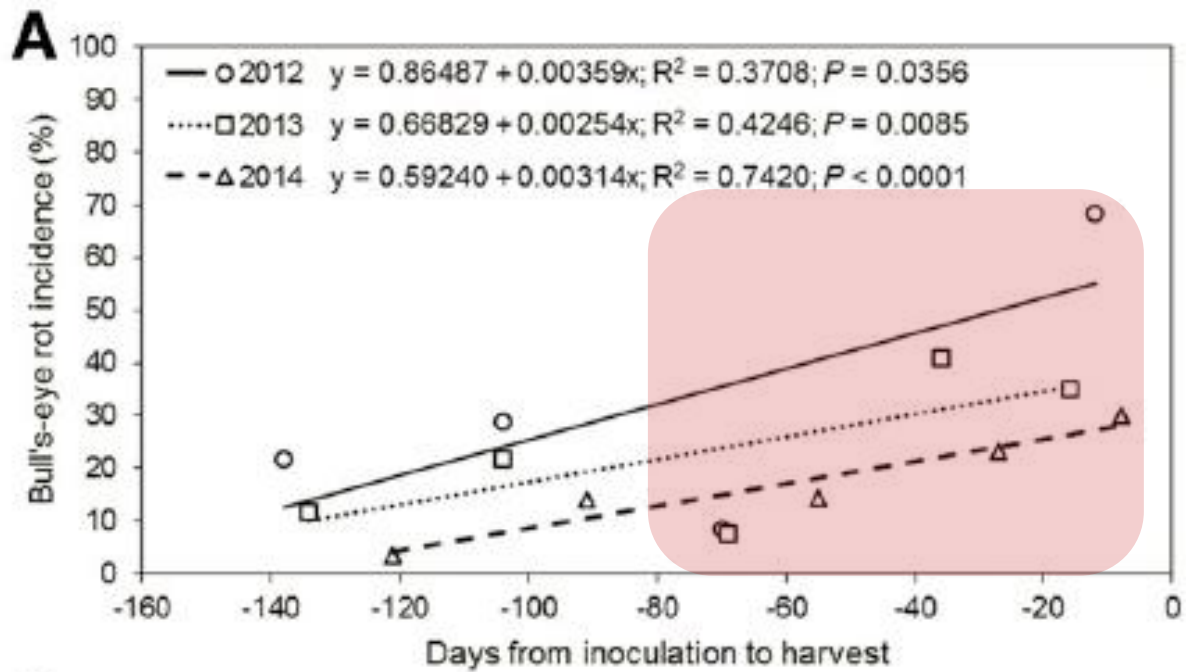


Frutos mais maduros são também mais suscetíveis à podridão ‘olho de boi’.

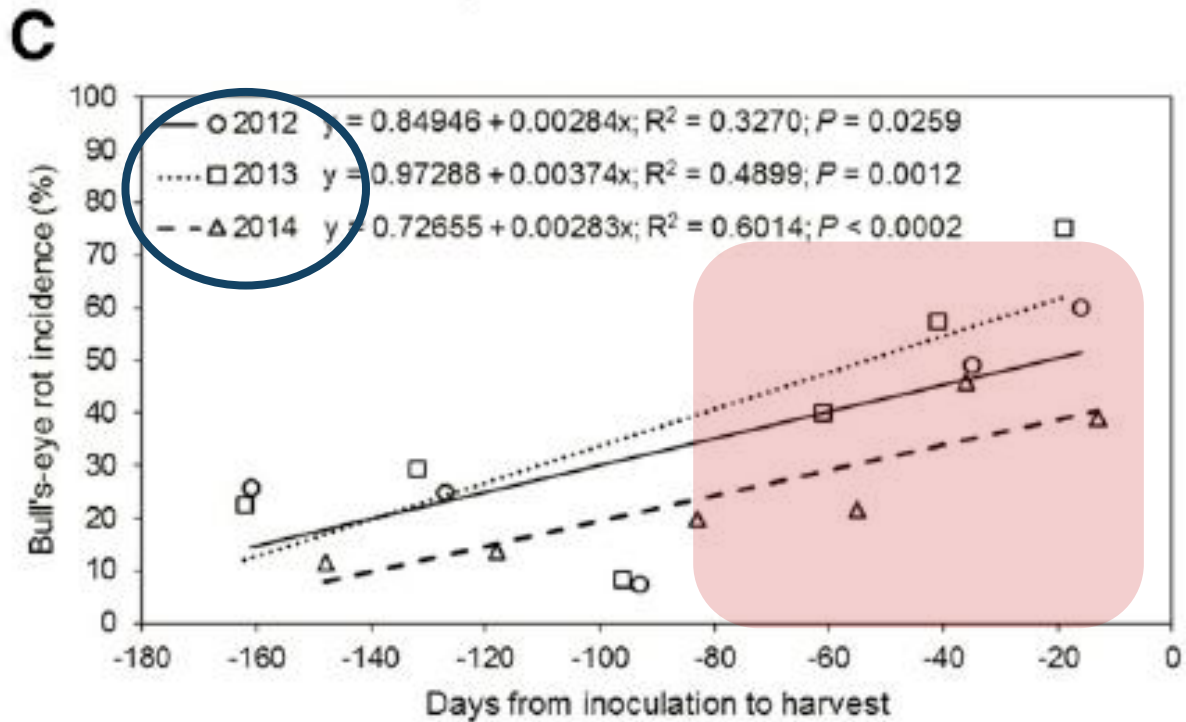
No entanto, os sintomas observados em pós-colheita podem ser consequência de infecções estabelecidas há mais de 4 meses antes da colheita.

Comportamento monocíclico mas pela variação no período de incubação.

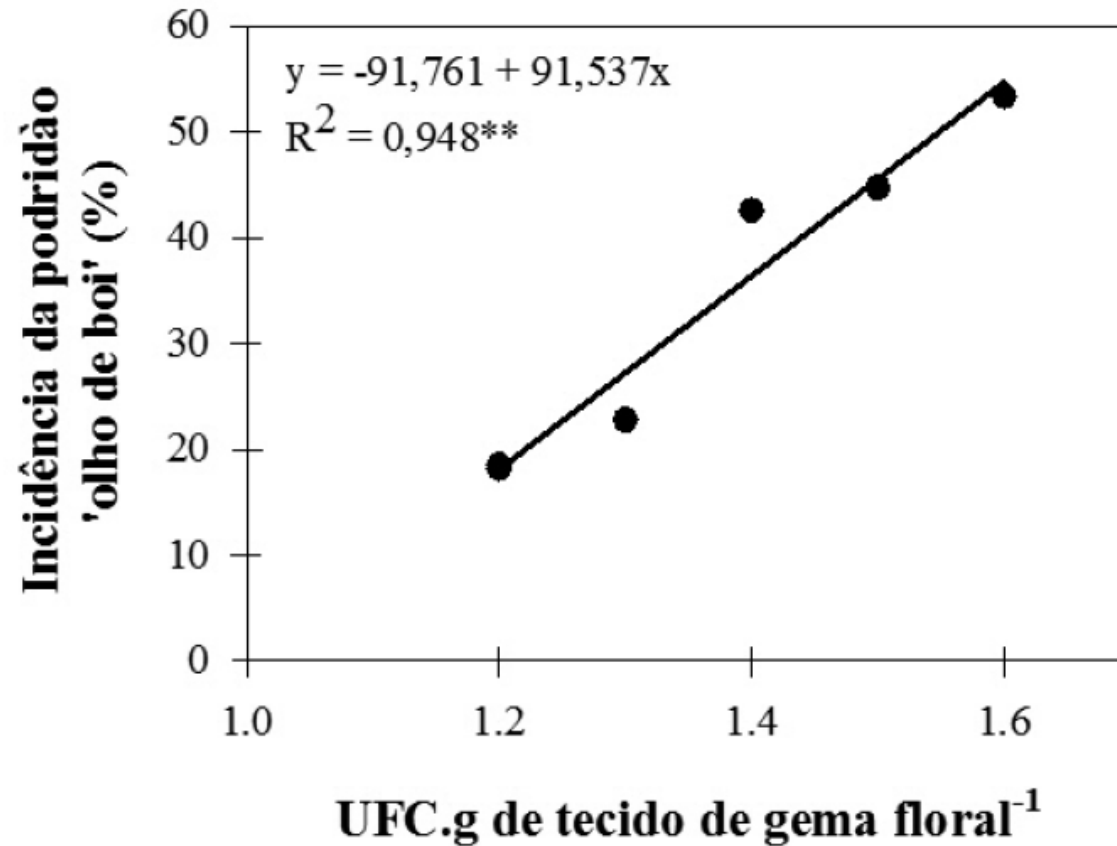
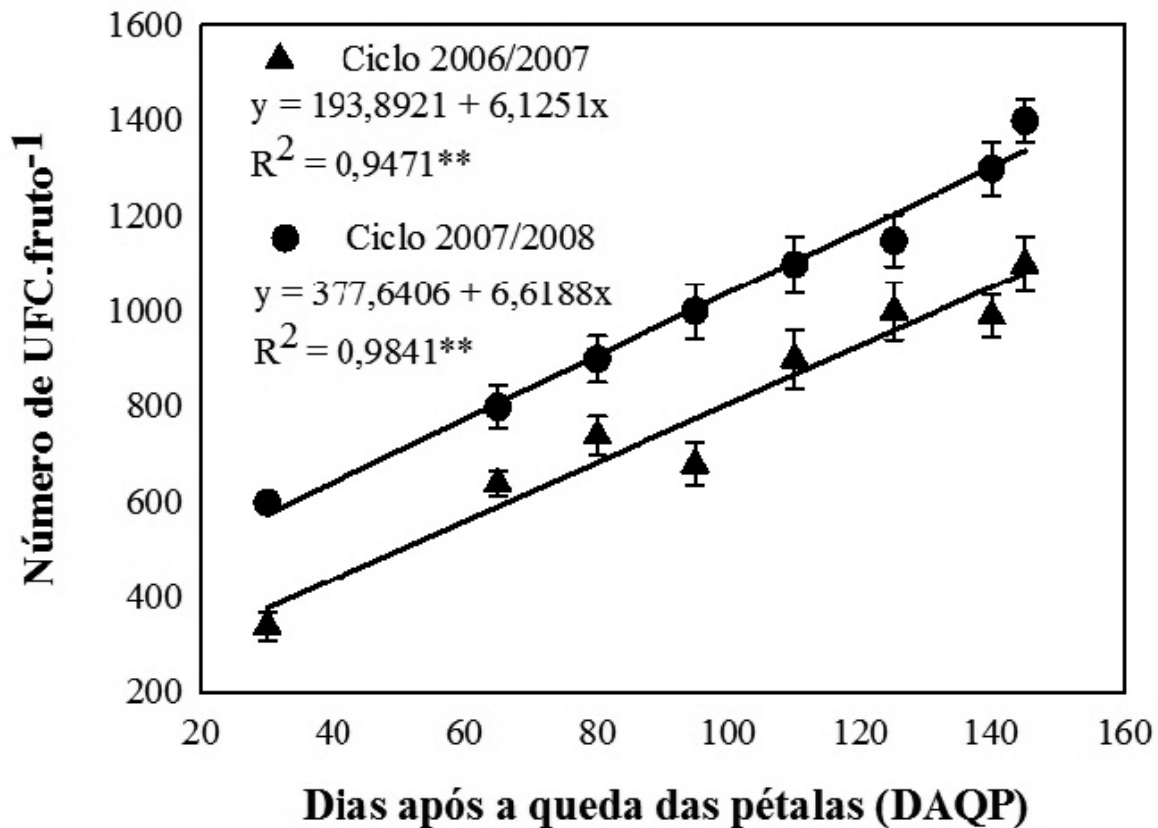




**AS INFECÇÕES NOS FRUTOS
 PODEM OCORRER DESDE 140
 DIAS ANTES DA COLHEITA. O
 PERÍODO CRÍTICO PARECE SER
 OS 2 MESES ANTERIORES À
 COLHEITA.**



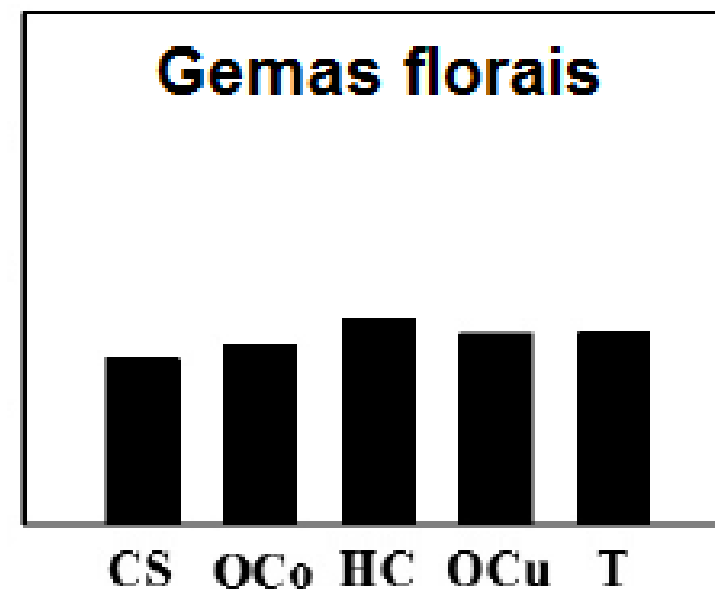
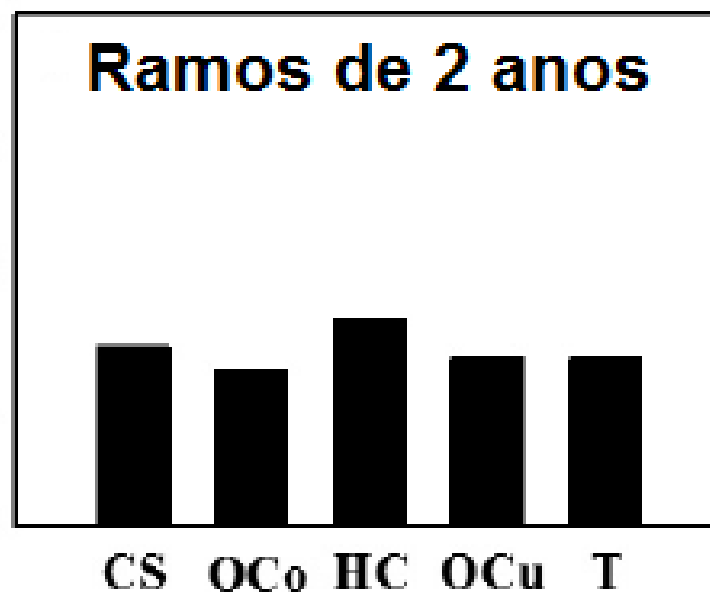
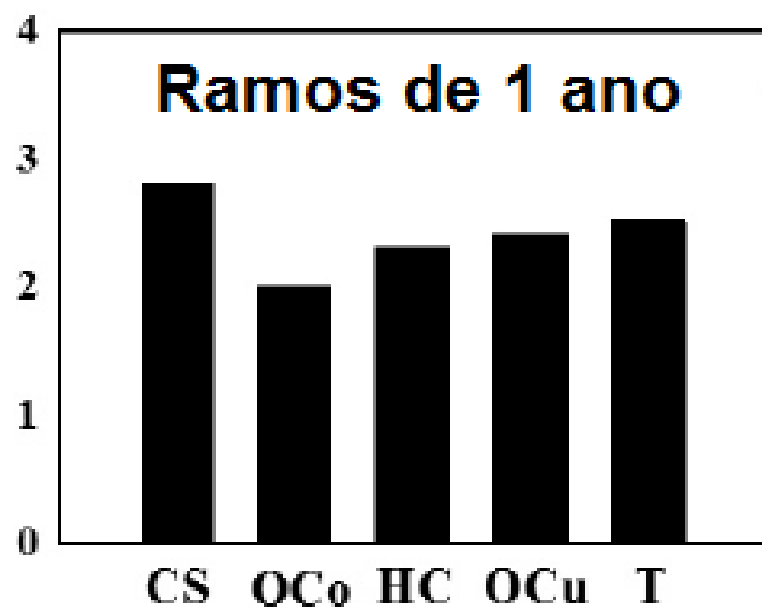
**OCORRE VARIAÇÃO
 ENTRE AS SAFRAS,
 CULTIVARES,
 POMARES...**



EXISTE UM AUMENTO DA DENSIDADE DE PROPÁGULOS NA SUPERFÍCIE DOS FRUTOS AO LONGO DO SEU DESENVOLVIMENTO E UMA RELAÇÃO DESSA POPULAÇÃO COM A INTENSIDADE DA DOENÇA.

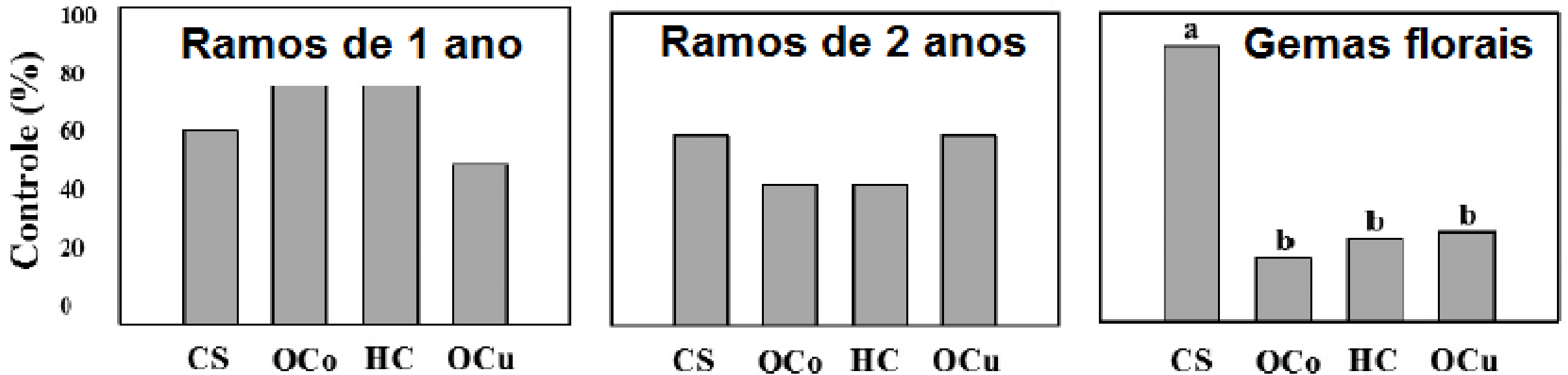
QUAL A FONTE DO INÓCULO?

UFC.g de tecido vegetal⁻¹



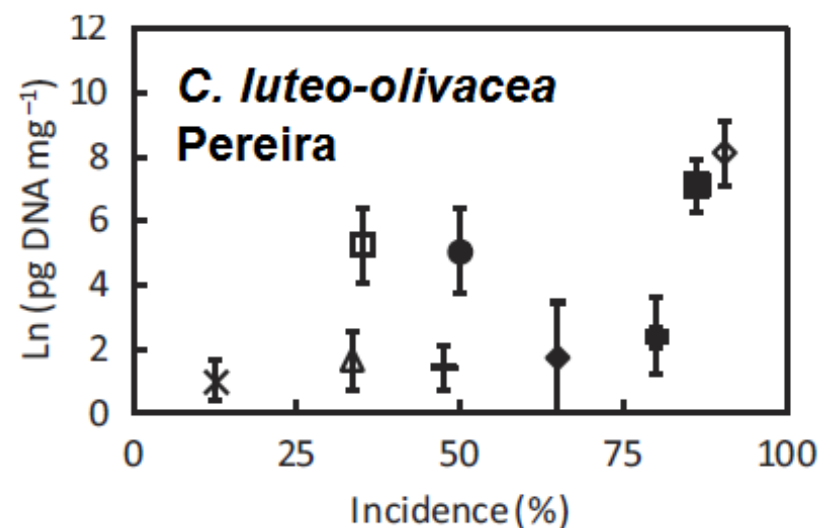
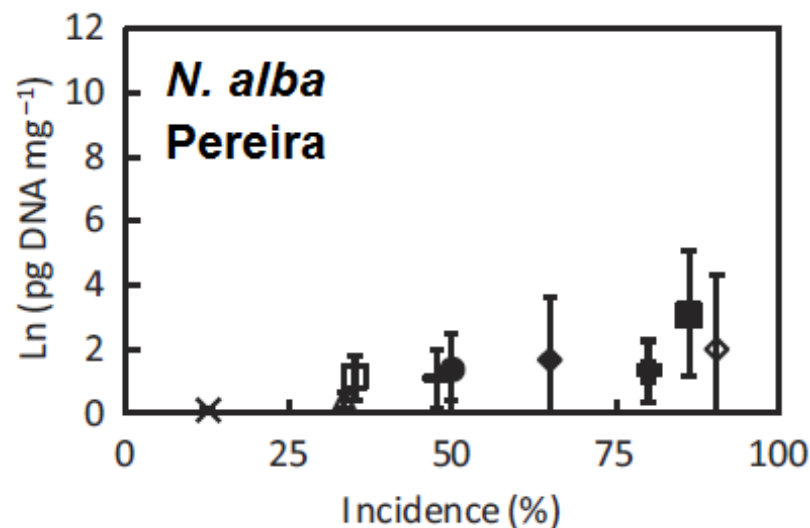
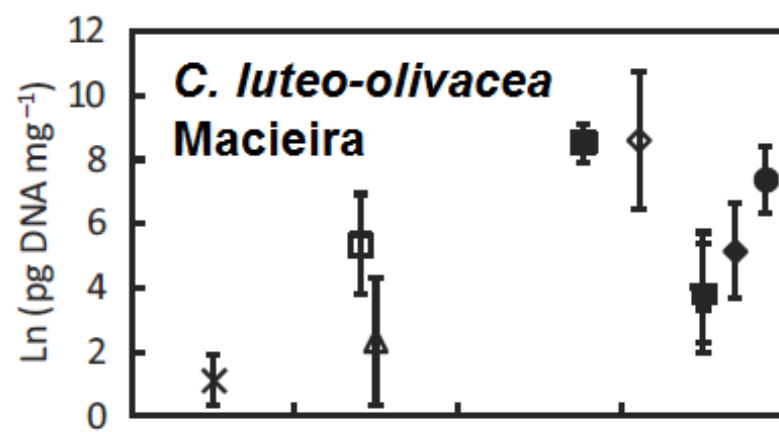
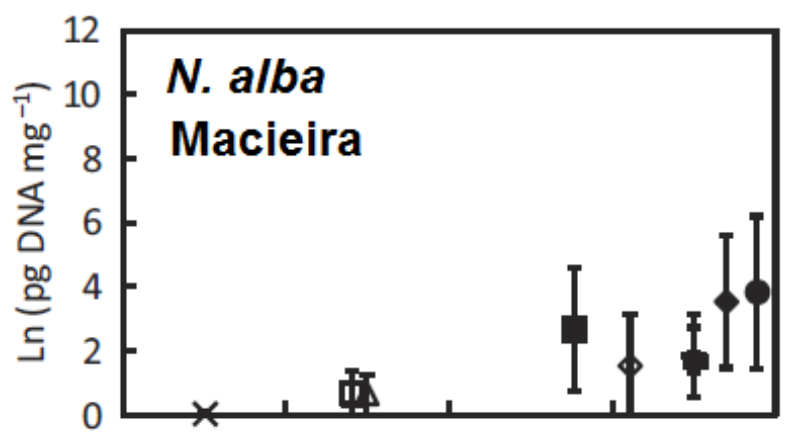
PROPÁGULOS DO PATÓGENO PODEM SOBREVIVER EM RAMOS E GEMAS FLORAIS.

QUAL A EFICIÊNCIA DE CONTROLE ERRADICANTE?



Não houve diferença na densidade populacional população do patógeno nos ramos de 1 ou dois anos, em relação a testemunha não tratada. Apesar de uma redução de até 80% na população de *Neofabraea spp.* (amostragem?) As aplicações foram efetivas na redução do inóculo primário presente nas gemas florais.

QUAIS OUTRAS FONTES INÓCULO?



Tecidos do hospedeiro

- ◆ Cancros
- Folhas caídas no chão
- Frutos mumificados
- Resto de poda (galhos)
- + Gemas florais

Tecidos do não-hospedeiro

- ◇ Plantas daninhas (mortas)
- Pastagem/gramíneas (morta)
- △ Compostagem (adubo orgânico)
- × Solo

- **Técnica molecular** para a detecção e quantificação do inóculo.
- **Diferença no fitness saprofítico** de entre espécies associadas à 'podridão olho de boi'.
- **Sobrevivência** em tecidos do hospedeiro e não-hospedeiro.
- **Profilaxia** aplicada a outras doenças (sarna/folhas) pode auxiliar na **redução do inóculo** para podridão 'olho de boi'.

QUAL O NÍVEL HIERÁRQUICO?

País (América do Sul:
Brasil vs. Argentina)?

Região (Vacaria,
Fraiburgo, São
Joaquim)?

Pomar?



**TEMOS AS MELHORES
FERRAMENTAS PARA O
MONITORAMENTO DO INÓCULO?**

Meio semi-seletivo?

Sondas específicas ?

Timing para geração da
informação vs. tomada de
decisão?

Qual o alvo biológico
(precisamos de sondas
específicas para cada
espécie)?



A ocorrência de infecções latentes (detectadas no armazenamento) é maior que de frutos doentes ainda na planta. Ocorre um padrão agregado da doença no pomar. Isto é típico da dispersão de inóculo a curtas distâncias.

Dataset	Disease incidence (%)	Beta-binomial parameter (θ) ^a			Dispersion index (D) ^b		
		1 × 1	1 × 3	2 × 3	1 × 1	1 × 3	2 × 3
2007 SBFS	61.7	0.113	0.037	0.005	2.94	1.70	1.22 ^{n.s.}
2008 SBFS	21.1	0.117	0.032	0.007	2.84	1.51	1.12 ^{n.s.}
2007 Bitter rot							
Total	26.2	0.145	0.132	0.083	5.36	7.97	10.37
Visible at harvest	8.6	0.059	0.039	0.026	1.62	3.13	3.71
Latent infection	17.6	0.091	0.057	0.041	2.77	4.33	5.94
2008 Bitter rot							
Total	11.9	0.085	0.040	0.032	2.49	3.32	4.75
Visible at harvest	3.0	0.049	0.012	0.010	1.79	1.75	2.17
Latent infection	8.9	0.104	0.035	0.022	2.17	3.01	3.43
2007 Bull's eye rot							
Total	24.8	0.095	0.076	0.045	4.37	5.25	6.28
Visible at harvest	4.8	0.038	0.028	0.020	1.67	2.63	3.46
Latent infection	20.0	0.065	0.037	0.041	2.13	3.13	5.94
2008 Bull's eye rot							
Total	30.7	0.055	0.044	0.047	2.75	3.51	6.50
Visible at harvest	11.7	0.062	0.025	0.015	2.14	2.52	2.92
Latent infection	19.0	0.074	0.029	0.015	2.32	2.71	3.93

**FRUTOS COM
SINTOMAS NA
COLHEITA SÃO FONTE
DE INÓCULO PARA
INFEÇÕES
DETECTADAS EM PÓS-
COLHEITA.**

**ESTES ESPOROS
COMPÕEM O INÓCULO
SECUNDÁRIO.**

Dataset 1	Dataset 2	I_t^a	P value
SBFS × SBFS			
2007	2008	-0.014	0.538
Bitter rot × Bitter rot			
2007 total	2008 total	-0.032	0.603
2007 visible	2007 latent infection	0.761	<0.0001
2008 visible	2008 latent infection	0.411	0.0002
2007 visible	2008 visible	-0.168	0.914
2007 latent infection	2008 latent infection	0.068	0.317
Bull's eye rot × Bull's eye rot			
2007 total	2008 total	0.247	0.012
2007 visible	2007 latent infection	0.596	<0.0001
2008 visible	2008 latent infection	0.432	<0.0001
2007 visible	2008 visible	0.255	0.013
2007 latent infection	2008 latent infection	0.111	0.158

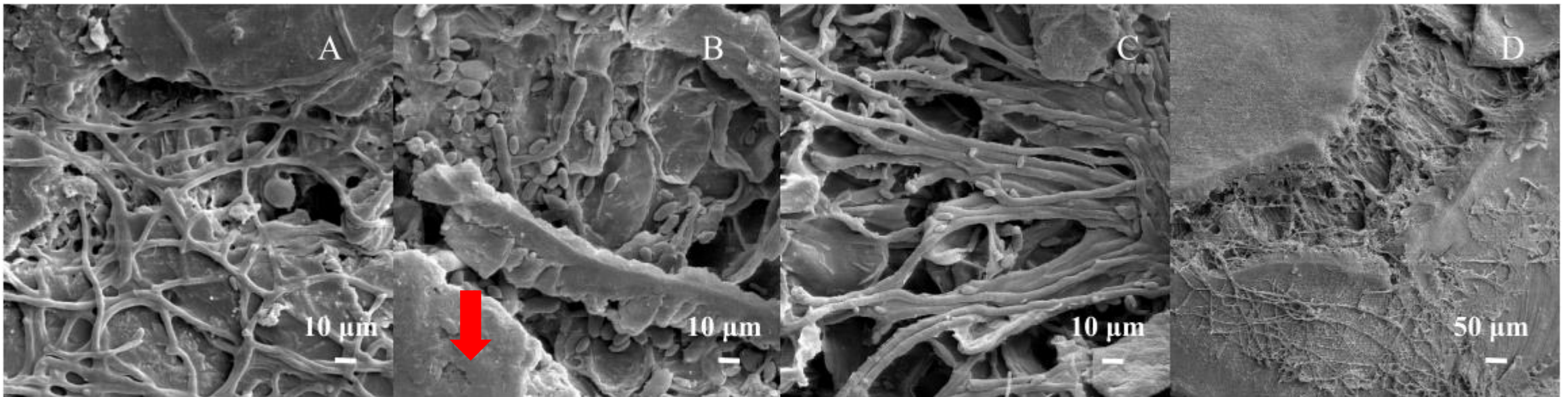
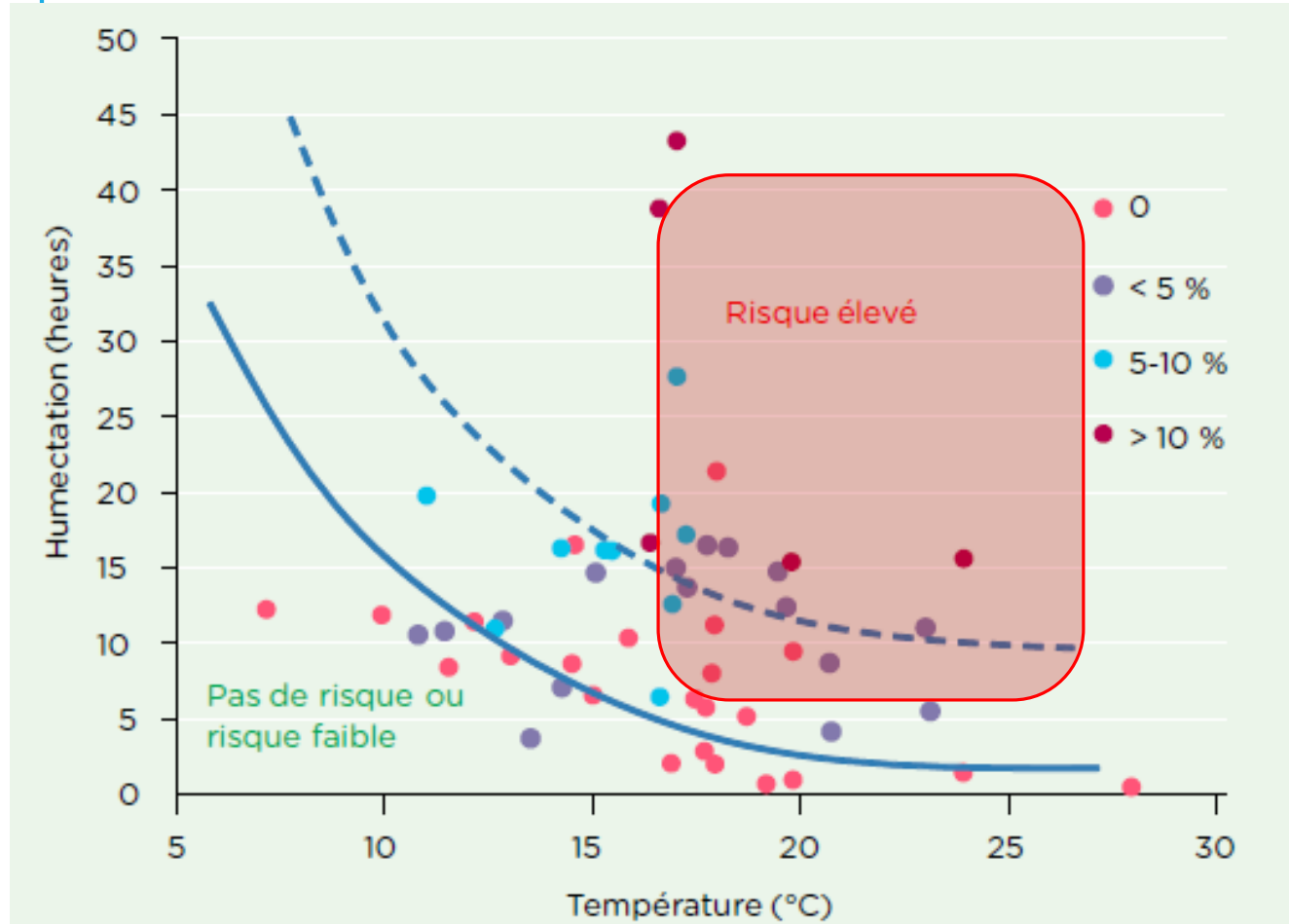


Figura 1. Imagens obtidas por meio de microscopia eletrônica de varredura da colonização da epiderme de maçãs 'Maxi Gala' (A, B e C) e 'Fuji Kiku' (D) após inoculação de *Cryptosporiopsis perennans*. A, presença de micélio; B e C, presença de micélio e conídios nas lenticelas de maçãs 'Maxi Gala'; D, formação de micélio nas lenticelas e tecido adjacente de maçãs 'Fuji Kiku'.

Pode ocorrer a formação de **novos esporos do patógeno em frutos infectados**, à partir da colonização das **lenticelas**. No entanto, a incidência de frutos doentes na colheita é comparativamente menor que em pós-colheita, e a importância do inóculo secundário é menor que do inóculo primário.

A TEMPERATURA E O PERÍODO DE MOLHAMENTO DETERMINAM O ESTABELECIMENTO DAS INFECÇÕES



Neofabraea alba com temperaturas superiores a 20°C (condição mais comum próximo à colheita) mesmo períodos de molhamento inferiores a 15h podem determinar alto risco de infecção.

NECESSIDADE DE ESTUDOS COMPLEMENTARES (?)

Tópico	Implicação para o manejo
Desenvolvimento na área de epidemiologia molecular.	Ferramentas para o monitoramento do inóculo, associado a modelos de risco ambiental podem auxiliar a toma de decisão e gestão de risco.
Elucidação do complexo de espécies associadas à podridão 'olho de boi' e sua especiação.	Entendimento da distribuição das espécies pode refinar as práticas de manejo. Ex.: pode existir diferença entre as espécies na sensibilidade a fungicidas e sobrevivência.
Condições ambientais que afetam a sobrevivência saprofítica.	A dinâmica do inóculo primário pode definir o risco da doença no pomar ou em outras escalas hierárquicas (regiões)
Fisiologia do parasitismo e mecanismos de resistência à podridão 'olho de boi'	Auxiliar no processos de seleções de materiais resistentes a doença e discriminar o efeito das condições ambientais vs. fenologia do hospedeiro no estabelecimento das infecções.

LITERATURA CITADA:

- Aguilar, C.G., Mazzola, M., Xiao, C.L. Timing of apple fruit infection by *Neofabraea perennans* and *Neofabraea kienholzii* in relation to bull's-eye rot development in stored apple fruit. 2017. *Plant Disease* , 101:800-806.
- Aguilar, C.G., Mazzola, M., Xiao, C.L. Control of bull's-eye rot of apple caused by *Neofabraea perennans* and *Neofabraea kienholzii* using pre- and postharvest fungicides. 2018. *Plant Disease* , 102:905-910.
- Bartnicki, V.A., et al. . Água aquecida e radiação UV-C no controle pós-colheita de *Cryptosporiopsis perennans* em maçãs. 2010. *Rev. Bras. Frutic.* 45:124-131.
- Bergamin Filho, A. Amorim, L. Doenças com período de incubação variável em função da fenologia do hospedeiro. 2002. *Fitopatologia Brasileira* 27:561-565.
- Cameldi, I., et al. Influence of harvest data on bull's eye rot of 'Cripps Pink' apple and control chemical strategies. 2016. *Plant Dis.* 100:2287:2293.
- Giraud, M., Moronvalle, A. Maladies de conservation de la pomme. Biologie et épidémiologie des *Gloeosporioses*. 2012. *Techniques Conservation Pomme* 21-29.
- Henriquez, J. L., Sugar, D., and Spotts, R. A. Induction of cankers on pear tree branches by *Neofabraea alba* and *N. perennans*, and fungicide effects on conidial production on cankers. 2006. *Plant Dis.* 90:481-486.
- Henriquez, J. L., Sugar, D., and Spotts, R. A. Effects of environmental factors and cultural practices on bull's eye rot of pear. 2008. *Plant Dis.* 92:421-424.
- Kohl, J. et al. Dynamics of post-harvest pathogens *Neofabraea* spp. and *Cadophora* spp. in plant residues in Dutch apple and pear orchards. 2018. *Plant Pathology* 67:1264-1277.
- Spolti, P. et al. Comparative spatial analysis of the sooty blotch flyspeck disease complex, bull's eye and bitter rots of apples. 2012. *Plant Pathology* 61:271-280.
- Valdebenito-Sanhueza, R. M.; Spolti, P.; Del Ponte, E. M. Controle do inóculo inicial para redução dos danos pela podridão: 'olho-de-boi' em macieiras. 2010. *Ver. Bras. de Frutic.* 32:1044-1054.