

BOLETIM TÉCNICO Nº 147

**Cancros de ramos e outras  
doenças causadas por  
*Botryosphaeria* spp. na  
cultura da macieira**

Onofre Berton



**EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA E EXTENSÃO  
RURAL DE SANTA CATARINA  
FLORIANÓPOLIS  
2009**

Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri)  
Rodovia Admar Gonzaga, 1.347, Itacorubi, Caixa Postal 502  
88034-901 Florianópolis, SC, Brasil  
Fone: (48) 3239-5500, fax: (48) 3239-5597  
Internet: [www.epagri.sc.gov.br](http://www.epagri.sc.gov.br)  
E-mail: [epagri@epagri.sc.gov.br](mailto:epagri@epagri.sc.gov.br)

Editado pela Gerência de Marketing e Comunicação – GMC/Epagri.

Assessoria científica deste trabalho: Yoshinori Katsurayama  
José Itamar da Silva Boneti  
Gilson José Marcinichen Gallotti

Primeira edição: setembro de 2009  
Tiragem: 600 exemplares  
Impressão: Epagri

É permitida a reprodução parcial deste trabalho desde que citada a fonte.

### Referência bibliográfica

BERTON, O. *Cancros dos ramos e outras doenças causadas por Botryosphaeria spp. na cultura da macieira*. Florianópolis: Epagri, 2009. 51p. (Epagri. Boletim Técnico, 147).

Maçã; Doença da planta.

ISSN 0100-7416



# SUMÁRIO

	Pág.
1 Breve histórico da cultura da macieira .....	5
2 Introdução .....	6
3 Importância dos cancrios na cultura da macieira .....	8
4 Por que os fungos causam cancrios de ramos .....	9
5 Objetivos específicos .....	10
6 Material e métodos .....	11
6.1 Local .....	11
6.2 Período dos experimentos .....	11
6.3 Delineamento estatístico .....	11
7 Resultados e discussão .....	11
7.1 Sintomas de cancrios em geral .....	11
7.2 Doenças causadas por <i>Botryosphaeria</i> spp. ....	12
7.3 Espécies mais comumente encontradas .....	14
7.4 Seca dos ramos (cancro de papel) .....	15
7.4.1 Sintomas .....	15
7.4.2 Forma perfeita .....	19
7.4.3 Forma imperfeita .....	20
8 Características culturais e desenvolvimento da doença .....	20
9 Podridão-branca .....	23
10 Mancha de <i>Botryosphaeria</i> nas folhas .....	27
11 Podridão-negra .....	28
12 Previsão da doença .....	29

13 Estudos de liberação de esporos .....	30
14 Epidemiologia da podridão-branca .....	34
15 Controle .....	37
16 Conclusões .....	46
17 Recomendações .....	46
18 Literatura citada .....	47

# **Cancros de ramos e outras doenças causadas por *Botryosphaeria* spp. na cultura da macieira**

Onofre Berton<sup>1</sup>

## **1 Breve histórico da cultura da macieira**

A macieira é originária da região entre o sul do Cáucaso e o leste da China e foi introduzida no Brasil no final do século 19. Segundo dados do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), nas regiões de São Joaquim, Lages, Curitibaanos, São Bento do Sul, Campos Novos e Canoinhas, em 1913, já havia registros da presença de pessegueiros, ameixeiras, macieiras, marmeleiros e figueiras, o que atestava que esses locais eram propícios para a produção de frutas de clima temperado. Há notícias de um pomar em Bom Jardim da Serra em 1940 e outro em Joaçaba em 1955. Os primeiros pomares comerciais foram implantados em 1968 e 1969 na região de São Joaquim, segundo Bleicher (2002). Nesses anos todos, foram muitas as cultivares introduzidas e testadas. São conhecidas mais de 7.000 variedades de macieiras no mundo, mas somente entre 40 e 50 têm importância econômica.

---

<sup>1</sup>Eng.-agr., Ph.D., Epagri/Estação Experimental de Caçador, C.P. 591, 89500-000 Caçador, SC, fone: (49) 3361-2000, e-mail: onofre@zipway.com.br.

Nos anos de 1970 teve início em Santa Catarina o Projeto de Fruticultura de Clima Temperado (Profit). Nas duas décadas seguintes surgiram diversas publicações em diferentes Estados sobre a cultura da macieira. Em 1986 a Empresa Catarinense de Pesquisa Agropecuária S.A. (Empasc) publicou o “Manual da Cultura da Macieira” e em 2002 a Epagri lançou o livro “A Cultura da Macieira”. Essas duas publicações constituem um marco na literatura brasileira sobre o assunto e praticamente uma raridade mundial por tratar de forma abrangente a cultura da macieira. A produção brasileira de maçã representa hoje uma importante fonte de renda e geração de empregos, tendo crescido de 161.032t em 1983/1984 para 1.136.132t em 2007/2008 (Síntese Anual da Agricultura de Santa Catarina, 2008).

## 2 Introdução

Em um levantamento sobre doenças na cultura da macieira, conduzido por Melzer & Berton (1986) anos de 1982 a 1985 no Estado de Santa Catarina, os autores isolaram diversas espécies de fungos associadas a cancrios de ramos. O estudo, inicialmente, mostrou que a maioria dos 84 pomares avaliados apresentava *Botryosphaeria dothidea*. Na sequência do levantamento, observou-se que 82,5% dos 118 pomares avaliados apresentavam cancrios de ramos com esse patógeno (Melzer & Berton, 1988). Desde 1980 se vinha observando a presença de cancrios de ramos incluindo troncos e eventualmente a morte de plantas em diferentes municípios da região produtora. Os demais fungos, por ordem de importância, foram *Phomopsis mali* e *Sphaeropsis malorum*. Entretanto, sabendo-se que *S. malorum* é a forma imperfeita de *Botryosphaeria obtusa*, fica muito claro que *Botryosphaeria* é o principal gênero de fungo causador de cancrios de ramos em macieira. Outros fungos associados a cancrios de ramos na cultura naquele levantamento foram *Corticium salmonicolor* (Figura 1), *Trichothecium roseum*, *Schizophyllum commune*, *Trametes cinnabarina*, *Trametes serialis*, *Stereum hirsutum*, *Coriolus versicolor* e *Coriolus zonatus*. O cancro causado por *Trichothecium roseum* foi descrito por Berton & Bleicher (1990), que relatam sua primeira ocorrência no Brasil (Figura 2).



Figura 1. *Cancro em macieira causado por Corticium salmonicolor*



Figura 2. *Cancro em macieira causado por Trichothecium roseum*

De maneira geral, esses outros fungos podem ser considerados secundários, ocorrendo na macieira quando as plantas estão em decadência. Cancros da macieira têm sido divididos em superficiais, que são causados por dez diferentes espécies de fungos, e profundos, causados por oito diferentes espécies. Apesar de não termos um levantamento atual da situação, parece não haver dúvidas de que *Botryosphaeria* continua sendo o patógeno causador de cancros mais importante da cultura. O fungo pode manifestar-se em todos os órgãos aéreos da planta.

Em pomares, *B. dothidea* tem sido encontrado atacando o tronco de plantas de 'Fuji', as quais secam completamente assim que o patógeno circunda o tronco (Figura 3).



Figura 3. *Plantas mortas por B. dothidea*

### 3 Importância dos cancos na cultura da macieira

A ocorrência de cancos de ramos em pomares de macieira está na dependência direta de diversos fatores, como estresse, localização do pomar, densidade de plantas, compactação do solo, exposição do pomar, ferimentos causados pelo arqueamento, raleio, poda verde, arames de sustentação, sensibilidade varietal, excesso ou deficiência de elementos minerais, pH, entre outros. Tem-se observado com muita frequência que pomares malnutridos e de modo geral malcuidados são imediatamente atacados por insetos e patógenos. Os danos são os mais variados possíveis e a recuperação torna-se praticamente inviável. Felizmente a maioria dos patógenos associados a cancos nos pomares é de baixa virulência e cresce saprofiticamente. Para ocorrer uma epidemia de cancos o pomar precisa estar muito malcuidado. Entretanto, é preciso considerar que, de maneira geral, os pomares recebem diversos tratamentos com produtos químicos, muitos dos quais acabam causando

fitotoxides, predispondo as plantas ao ataque de pragas e patógenos. Na literatura são encontrados muitos exemplos de cancrios causados por diversos patógenos. Marsh (1939) observou *Nectria galligena* causando cancrios nos ramos de macieira. Hutton (1947) relata a ocorrência de *Dothiorela* sp., atualmente *Fusicoccum* sp., causando cancrios em macieira. Leyendecker Jr. (1952) descreve a ocorrência de cancro na cultivar Rome Beauty causado pelo fungo *Cytospora* sp. Sprague & Hord (1952) relatam *Stereum purpureum* causando cancrios em macieira. Shay & Sitterly (1954) observaram que as cultivares Rome Beauty e Gallia Beauty eram bastante susceptíveis a *Fusicoccum* sp. Anderson (1956) observou que os fungos *Phyllosticta solitária*, *Physalospora obtusa*, *Nectria galligena*, *Botryosphaeria ribis* e *Phomopsis mali* eram causadores de cancrios em rosáceas. Sewell & Glasscock (1958) descrevem a ocorrência de *Verticillium* sp. em gemas e em ramos de maçã na cultivar Cox's Orange Pippin. Galli et al. (1968) fazem referência aos patógenos *Botryosphaeria ribis* e *Physalospora malorum*. Bovey et al. (1971) cita *Nectria galligena*, *Cytospora* sp. e *Cytosporina* como patógenos causadores de cancrios em macieira. Reis & Zanetti (1975) relatam a ocorrência de *Sphaeropsis malorum* causando cancro de ramos em macieira no Rio Grande do Sul.

As doenças da macieira causadas por *Botryosphaeria* spp. assumem muita importância nas regiões produtoras que apresentam verões muito quentes e úmidos em todo o mundo.

## 4 Por que os fungos causam cancrios de ramos

Do ponto de vista da biodiversidade e da sustentabilidade, um pomar de macieiras deve ser visto como uma monocultura. Portanto, os benefícios da autorregulação de pragas e doenças são perdidos proporcionalmente à intensificação do sistema utilizado. A sustentabilidade de um sistema requer complexidade e diversidade, requisitos que sofrem drástica redução nas monoculturas. Entretanto, não é assim tão rígido. No caso de doenças, mesmo em pomares de alta densidade, já está provado que podem ser controladas com manejo adequado e boa insolação com consequente secagem rápida da folhagem. Os espaços entre as fileiras dos pomares com cobertura vegetal bem manejada podem fornecer suporte no controle de pragas. A longevidade das plantas, associada à sanidade, requer um desempenho harmônico de muitos fatores, como a escolha do terreno, preparo do solo, calagem, adubação, manejo, etc. É fácil perceber que as

plantas frutíferas que se conservam mais sadias são as que apresentam vigor e crescimento notável. Para isso, dois fatores são muito importantes: qualidade genética do material e nutrição adequada. Nesse caso, a variabilidade maior ocorre em relação à nutrição, mesmo porque a variabilidade dos solos é muito grande e os requerimentos de nutrientes variam com a idade, porte das plantas, cultivar, desenvolvimento, produção, etc. O vigor decresce com a idade e, conseqüentemente, os requerimentos também. Cancros de ramos estão diretamente associados a plantas debilitadas, estressadas, em decadência, com poucos lançamentos e malcuidadas. Nesses casos, a resistência natural contra pragas e doenças também fica muito baixa. Os escolétídeos, pequenos coleópteros que perfuram os ramos e fazem galerias nos troncos e ramos grossos, nunca são encontrados em plantas vigorosas, sadias, mas sempre em plantas debilitadas, que já apresentam algum tipo de cancro. Plantas nessas condições liberam substâncias voláteis que atraem esses insetos. Por outro lado, patógenos causadores de cancros invadem prontamente os cortes de poda. Portanto, é possível que plantas com bom vigor e sanidade possam vir a apresentar cancros, daí a recomendação de proteção dos cortes. Porém, em pomares com boa sanidade, nos quais a fonte de inóculo é muito baixa, a incidência de cancros a partir de cortes de poda é igualmente baixa. Na natureza os fungos cumprem o importante papel de reciclagem dos materiais e felizmente é o que a grande maioria faz. Os fitopatógenos que desenvolveram a habilidade de invadir tecidos sadios e causar doenças precisam transpor a barreira de defesa natural das plantas e, se comparados ao enorme número de espécies existentes na natureza, são relativamente poucos. O caso de *Botryosphaeria* é bastante típico. O fungo pode invadir os tecidos diretamente, mas se encontrar uma porta aberta causada por um ferimento, um corte de poda, até mesmo a região de abscisão de folhas, a invasão será bem mais rápida. Portanto, os fungos podem causar cancros de ramos quando se conjugam diversos fatores.

## 5 Objetivos específicos

- Proporcionar aos profissionais que trabalham com a cultura da macieira uma visão geral sobre cancros de ramos.
- Permitir aos profissionais da fruticultura o reconhecimento de cancros e outras doenças causadas por *Botryosphaeria* spp. na cultura da macieira.

- Propiciar aos profissionais da fruticultura conhecimento sobre o desenvolvimento e o monitoramento dessas doenças e técnicas de seu manejo e controle.

## **6 Material e métodos**

### **6.1 Local**

O levantamento de doenças especialmente voltado para o estudo de cancos foi realizado em 14 municípios de Santa Catarina. Os trabalhos de pesquisa em campo, laboratório e casa de vegetação foram realizados na Epagri/Estação Experimental de Caçador.

### **6.2 Período dos experimentos**

Os experimentos e observações constantes deste Boletim Técnico foram conduzidos entre 1982 e 2006. Nesse período foram estudados materiais coletados em Santa Catarina, Paraná e Rio Grande do Sul, e amostras recebidas pelo Laboratório de Fitopatologia da Epagr/Estação experimental de Caçador para análise e diagnóstico.

### **6.3 Delineamento estatístico**

Nos diversos experimentos conduzidos em campo, laboratório e casa de vegetação foram utilizados basicamente os delineamentos estatísticos blocos completos ao acaso e blocos inteiramente casualizados. Para o teste de comparação de médias utilizou-se Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro e a transformação de dados quando necessária foi feita por  $(\sqrt{x}) + 0,5$ , satisfazendo os testes de normalidade dos dados.

## **7 Resultados e discussão**

### **7.1 Sintomas de cancos em geral**

Para os fungos envolvidos, os cancos superficiais são a garantia de produção de inóculo e a sobrevivência durante o ciclo, com perdas

mais leves dos diversos órgãos das plantas. Os cancrios profundos acabam causando perdas de ramos grossos e de áreas do tronco e mesmo a morte de plantas. Os cancrios profundos são, em geral, causados por parasitas que infectam prontamente os ferimentos e causam alterações profundas nas camadas suberificadas. Progridem lentamente através do lenho e obstruem os vasos lenhosos. O crescimento do micélio é rápido e ao mesmo tempo destrutivo. A tendência de crescimento radial tem sido observada com mais frequência em ramos jovens, que rapidamente secam e podem ser localizados facilmente nas plantas. Os casos de morte de plantas podem ser diferenciados de podridões de raízes, embora os sintomas iniciais sejam muito semelhantes. Nas plantas mortas por cancro no tronco surgem sinais do patógeno com estruturas típicas e normalmente os cancrios não aparecem em plantas mortas por podridão de raiz.

## 7.2 Doenças causadas por *Botryosphaeria* spp.

*Botryosphaeria* foi descrita em 1863 (Cesati & De Notaris, 1863, citados por Slippers et al., 2004) e inicialmente foram incluídas 12 espécies no gênero, mas sem características morfológicas das espécies. Estudos recentes feitos por esses autores usando sequência de DNA,  $\beta$ -tubulina e  $EF1-\alpha$  genes consideram *B. dothidea* distinta de *B. ribis* e sinônimo de *B. berengeriana*. Além disso, *Fusicoccum aesculi* é aceito como forma imperfeita de *B. dothidea* e *F. ribis* como forma imperfeita de *B. ribis*. Nos pomares de macieira do sul do Brasil parece não haver dúvidas de que *Botryosphaeria dothidea* é a espécie que prevalece.

*Botryosphaeria* é um fungo bastante disseminado e infecta muitas espécies vegetais, principalmente plantas frutíferas (rosáceas, caqui, castanheira, videira, citros, etc.) e essências florestais. Smith (1934) demonstrou a patogenicidade de *Botryosphaeria* em 50 espécies de plantas por meio de inoculações artificiais. Na Região do Vale do Rio do Peixe, *Botryosphaeria* tem sido isolado de pereira, ameixeira, pessegueiro, damasco, pínus e eucalipto. Em damasco e pínus a constatação foi feita em 2003, na Epagri/Estação Experimental de Caçador (Figura 4).

Até a presente data são conhecidos 75 hospedeiros para *Botryosphaeria*. Úrbez-Torres et al. (2006) demonstraram que *Botryosphaeria* é um importante patógeno em videira. Em um levantamento realizado em 166 vinhedos na Califórnia (EUA), *Botryosphaeria* foi isolado de 148 e dos 1.735 cancrios estudados o fungo foi isolado de 818. Dentre as espécies foram encontradas *B. dothidea*, *B. obtusa* e *B. stevensii*, constatadas em pomares de maçã no Alto Vale do Rio do Peixe, SC.



Figura 4. Cancros de *Botryosphaeria* em pessegueiro, ameixeira, damasco e pínus

Na África do Sul, Slippers et al. (2004) usaram técnicas moleculares de combinação múltipla de genealogias e características fenotípicas e conseguiram diferenciar várias espécies previamente identificadas como *B. dothidea*.

Em seu livro “The Coelomycetes”, Sutton (1980) faz uma caracterização do gênero *Fusicoccum* abordando os diversos autores e a confusão que já houve com *Botryosphaeria* e procura esclarecer características de *Fusicoccum aesculi*.

Smith et al. (2001) encontraram diferenças nos vários isolados de *Fusicoccum* sp. causando doença em pistache. Eles utilizaram técnicas moleculares e morfologia de conídios, comparando-os com isolados bem caracterizados de *B. dothidea*, *B. ribis* e *Fusicoccum luteum*.

Ogata et al. (2000), em estudo sobre características de isolados de *Botryosphaeria* spp., classificaram-nos em três grupos, dois dos quais são *B. dothidea* e *B. obtusa* isolados de pera, quiuí, caqui e maçã.

Pradella Filho et al (1995) descreveram a ocorrência da forma perfeita de *Botryosphaeria dothidea* causando a podridão do lenho e a morte de plantas de videira cultivar Itália.

Reilly & Okie (1982) estudaram a distribuição e a severidade da gomose em pessegueiro causada por *B. dothidea* em diversos Estados americanos.

Ma & Michailides (2002), em estudo realizado na Califórnia, obtiveram 85 isolados de *B. dothidea* de pistache e outros hospedeiros e dividiram-nos em três grupos. Os grupos comportaram-se de forma diferente com relação ao crescimento em meio de cultura e sensibilidade a fungicidas.

Ntahimpera et al. (2002) monitoraram a presença e o comportamento de contaminações externas e a infecção latente de brotações para *B. dothidea* de quatro plantações comerciais de pistache na Califórnia. Observaram que as infecções ocorreram imediatamente após a formação dos brotos e o número de propágulos por brotação foi maior quando a precipitação pluviométrica foi alta.

Jachobs & Rehner (1998) compararam 22 isolados relacionados à fase imperfeita de *Botryosphaeria* utilizando características conidiais, morfologia da cultura, taxas de crescimento e sequência de nucleotídeos do rDNA nuclear. A maioria dos isolados foi classificada como *Fusicoccum aesculi*, forma imperfeita de *B. Dothidea*.

Sutton (1981) observou a presença de ascósporos e conídios de *Physalospora obtusa* e *B. dothidea* em ramos de poda naturalmente infectados durante o ciclo da cultura da maçã. A quantidade e a duração da chuva foram os fatores mais importantes na disseminação de ascósporos e conídios.

### **7.3 Espécies mais comumente encontradas**

Na Região do Vale do Rio do Peixe, Santa Catarina, foram encontradas três espécies de *Botryosphaeria* na cultura da macieira: *B. dothidea*, *B. obtusa* e *B. stevensii* (Berton, 2004 ). E essa é a ordem de importância e a frequência com que aparecem nos pomares. *B. dothidea* e *B. obtusa* têm sido encontrados em muitas cultivares em praticamente todos os anos e *B. stevensii* foi constatado por meio do coletor de esporos (colespor) em testes de laboratório e pouco se sabe sobre sua ocorrência nos pomares.

## 7.4 Seca dos ramos (cancro-de-papel)

No Estado de Santa Catarina a seca dos ramos, também conhecida como cancro-de-papel – *Botryosphaeria dothidea* (Moug. Ex. Fr.) Ces. & De Not. (= *B. berengeriana* De Not.) (forma imperfeita *Fusicoccum aesculi* Corda), é considerada a mais importante doença de ramos da macieira, sendo seu ataque muito mais severo do que os cancrios causados por *Phomopsis*, *Phoma* e *Sphaeropsis* (Melzer & Berton, 1986). A doença está amplamente disseminada nas regiões produtoras de frutas que apresentam invernos mais amenos e verões quentes e úmidos.

### 7.4.1 Sintomas

Os sintomas da doença aparecem durante a primavera e o verão, e sua ocorrência é mais severa em anos quentes e chuvosos. Observa-se murchamento das folhas e secamento progressivo dos ramos (Figura 5).



Figura 5. Murcha e secamento progressivo das folhas e dos ramos de macieira causados por *B. dothidea*

Nos Estados Unidos têm sido reportadas perdas de até 50% dos frutos e cancos que causaram a morte de muitos ramos e plantas. Com o desenvolvimento da lesão sob condições próprias de umidade e temperatura, a epiderme dos ramos se desprende causando o que se conhece por cancro-de-papel (Figura 6).



Figura 6. *Cancro típico de B. dothidea também conhecido como cancro-de-papel*

Nos ramos as lesões iniciais são de coloração marrom, pouco profundas, com até 1cm de comprimento. Embora seja mais comum observar os sintomas em ramos espalhados pela copa das plantas, o fungo pode atacar o caule e o porta-enxertos (Figura 7).

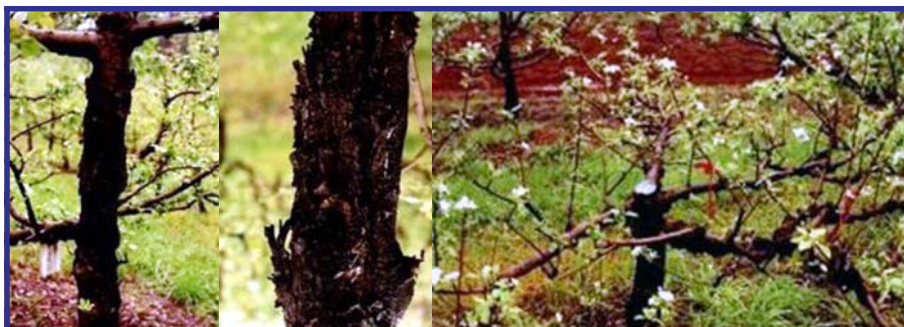


Figura 7. *Caules de macieira atacados por B. dothidea*

Em Santa Catarina, por ocasião do levantamento de doenças realizado entre 1982 e 1985, foram constatados casos em que todas as plantas de pequenos pomares estavam infectadas no caule causando a morte delas quando o fungo tomou conta de toda a periferia do tronco. *B. dothidea* tem sido encontrado em plantas mortas no primeiro ano de pomares cujas mudas passaram da câmara fria para o solo diretamente. Essas perdas têm sido associadas ao choque térmico recebido pelas mudas em plantios tardios, geralmente após o mês de setembro (Figura 8).



Figura 8. Mudanças de pessegueiro que sofreram choque térmico

Uma necrose pode ser observada no colo da planta; ela se estende progressivamente para a parte superior da macieira. Praticamente sem exceção, as estruturas do fungo aparecem rapidamente na região necrosada.

Devido ao fato de *B. dothidea* causar infecções latentes em ramos e frutos, é provável que o choque térmico tenha apenas propiciado o desenvolvimento do patógeno, o qual se encontrava nessas condições.

Após a seca dos ramos, forma-se grande quantidade de estruturas de coloração escura facilmente visíveis a olho nu. Embora a forma imperfeita seja a mais comum, podem-se encontrar picnídios e também pseudotécios nos ramos atacados (Figura 9).



Figura 9. *Presença de picnídios e pseudotécios em ramo atacado por B. dothidea*

Quando se corta um ramo atacado é possível observar forte descoloração interna, que se estende além do ponto da infecção (Figura 10).



Figura 10. *Descoloração interna e presença de toxinas de B. dothidea*

Essa descoloração é causada por toxinas produzidas pelo fungo. Se a remoção do ramo atacado não for além desse ponto, o remanescente logo manifestará as estruturas do patógeno na parte externa, com o avanço da toxina internamente e abundante esporulação na superfície.

#### 7.4.2 Forma perfeita

*Botryosphaeria dothidea* (Moug.: Fr.) Ces. & De Not. 1863 = *B. berengeriana*. A forma perfeita (Figura 11) foi descoberta na Epagri/Estação Experimental de Caçador em 2005, submetendo-se diversas amostras de ramos das cultivares Gala e Fuji ao colespor (Berton, 2004), equipamento desenvolvido para estudar a liberação de esporos de fungos.



Figura 11. Asca e ascósporos de *B. dothidea*

*B. dothidea* forma ascostroma que surge através da casca com tamanhos variados entre 200 e 500 $\mu$ m de diâmetro. Pseudotécios podem ser formados de maneira agregada com até 100 unidades ou, às vezes, solitários, globosos, com um ostíolo central que emerge do tecido que muito raramente pode estar imerso. A coloração é inicialmente marrom passando a preto. A parede pode conter de cinco a 15 camadas. As ascas são bitunicadas, clavadas, com 60 a 130 x 13,5 a 20 $\mu$ m com 8 ascósporos cuja superfície parece craquelada por numerosos septos. São fusiformes a ovoides, às vezes com uma das pontas mais afilada e variando de 17 a 24 x 6 a 10 $\mu$ m. Os ascósporos são hialinos, lisos, com conteúdos granulares.

### 7.4.3 Forma imperfeita

As espécies de *Fusicoccum* geravam confusões no passado porque nenhum especialista reexaminou o material original de *F. aesculi* estudado por Sutton (1980). Hoje se sabe que conídios de *F. aesculi* são não septados. *F. aesculi* apresenta-se numa faixa de temperatura de 10 a 35°C, sendo ótima a temperatura de 28°C. A forma imperfeita *Fusicoccum aesculi* Corda é muito mais comum na natureza e os picnídios são produzidos nos cancrios, frutos infectados e casca. Os picnídios variam de 150 a 200µm em diâmetro, com formas variadas, geralmente esféricos. Os conídios são estreitos, fusiformes, lisos, com conteúdos granulares, frequentemente irregulares, com tamanhos variando de 17 a 24 x 4 a 6µm, hialinos, unicelulares, não septados, podendo raramente formar um septo antes da germinação (Figura 12). O micélio é septado, hialino e torna-se escuro em culturas velhas (Brown & Britton, 1986; Sutton, 1981).

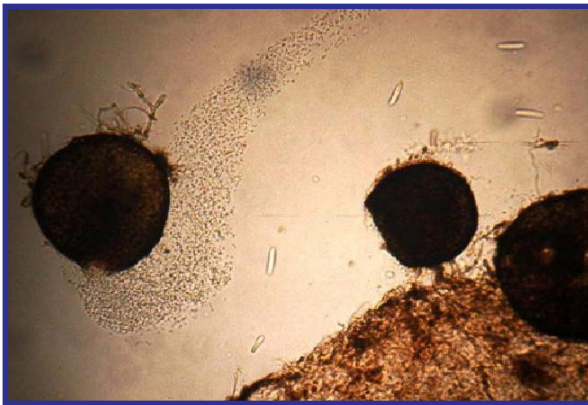


Figura 12. Conídios de *Fusicoccum aesculi* sendo liberados de um picnídio

## 8 Características culturais e desenvolvimento da doença

Pesquisadores têm encontrado grande variabilidade nas características culturais e de patogenicidade de *Botryosphaeria* (Fulkerson, 1960; Sutton & Boyne, 1983). Devido a isso, Sutton & Arauz (1991) sugerem que seja utilizada uma mistura de isolados para se determinar os critérios da infecção de frutos.

*F. aesculi* cresce bem em meio da cultura Batata Dextrose Ágar (BDA), apresentando inicialmente micélio oliváceo a cinza e escuro quando velho. A temperatura ótima para seu crescimento é 25°C e ele é capaz de tomar totalmente uma placa de Petri após 4 dias no escuro. Picnídios são formados em água-ágar, em ramos esterilizados de *Malus* sp., eucalipto e acículas de pinus, num período de 7 a 14 dias. Aparecem na superfície com formato globoso, em geral solitários e cobertos por micélio. A forma perfeita praticamente não aparece em cultura, mas a esporulação da forma imperfeita é muito comum. As diferenças entre *B. dothidea* e *B. ribis* são pequenas e não serão tratadas.

As primeiras infecções podem ocorrer no início da brotação até o estágio H (queda de pétalas). Cortes nos ramos e danos por frio resultaram em 100% de infecção e apenas 12% em ramos sem ferimentos. O desenvolvimento de células parenquimatosas restringe a infecção em ramos sem ferimentos. Nesse caso, há uma redução das infecções, embora algumas possam ocorrer através das lenticelas. Cortes de poda são prontamente colonizados por *B. dothidea* (Figura 13) e a invasão do fungo no ponto de abscisão das folhas também já foi observada.



Figura 13. Corte de poda colonizado por *B. dothidea*

A principal fonte de inóculo são ramos mortos dentro da planta, cancos de ramos, ramos podados que permanecem no pomar e frutos mumificados. Conídios e ascósporos são produzidos durante o ciclo e liberados e dispersos durante um período chuvoso (Sutton, 1981; Sutton & Boyne, 1983). Pode-se dizer que conídios são disseminados dentro da planta e ascósporos são carregados pelo vento e disseminados entre plantas. Entretanto, descargas de esporos a partir de ramos utilizando o colespor possibilitaram a captura de ambos (Berton, 2004). A diferença está em que conídios são bem mais abundantes do que ascósporos (Sutton, 1981).

Em países onde ocorre “fire blight” (fogo bacteriano), *Botryosphaeria dothidea* e *Physalospora obtusa* são frequentemente encontrados nos ramos mortos pela bactéria.

É muito provável que insolações fortes no inverno estejam relacionadas ao aparecimento de cancos na parte superior das plantas. Cálculos efetuados pelo autor em ramos com praticamente toda a superfície tomada por picnídios e pseutotécios deram uma estimativa de 178 estruturas/cm<sup>2</sup> e uma produção de 2,5 milhões de esporos.

A germinação de ascósporos e conídios ocorre rapidamente sob condições favoráveis, sugerindo que infecções por meio de ferimentos necessitam ser evitadas utilizando-se um fungicida protetor. Após a germinação o fungo invade os tecidos do hospedeiro, causando a descoloração pela presença de taninos e suberinas produzidas nas células atacadas. Brown & Hendrix (1981) relatam que em ramos feridos pela poda os conídios levam cerca de 4 horas para penetrar. Além disso, a doença se desenvolve mais rapidamente em frutos queimados pelo sol, danificados por granizo ou atacados por insetos. Deste modo, safras cujo ataque de insetos é intenso geralmente apresentam aumento na incidência de podridão-branca, pois favorecem a penetração de fungos (Santos et al., 2008).

Plantas fracas ou estressadas são mais susceptíveis a infecções do que as sadias e bem nutridas.

O uso de fungicidas após a infecção somente seria justificado mediante bom efeito erradicante e controle satisfatório de outras doenças de verão.

## 9 Podridão-branca

A podridão-branca – *Botryosphaeria dothidea* (Moug. Ex. Fr.) Ces. & De Not. (= *B. berengeriana* De Not.) (forma imperfeita *Fusicoccum aesculi* Corda) foi descrita pela primeira vez no Brasil em 1986 por Melzer & Berton. As lesões nos frutos tornam-se visíveis entre seis e oito semanas antes da colheita (Parker & Sutton, 1993), muito embora a infecção possa ocorrer no início do ciclo vegetativo. A presença de inóculo durante o ciclo da cultura e a susceptibilidade dos frutos em todas as idades sugerem que o uso de fungicidas para o controle é bem limitado. As lesões iniciam com pequenas pontuações escuras, circulares e normalmente circundadas por um halo avermelhado (Figura 14).



Figura 14. Frutos com lesões características de podridão-branca

À medida que as lesões evoluem, vão-se formando anéis concêntricos de coloração marrom-clara alternada com marrom-escura. Nessas lesões forma-se grande quantidade de picnídios e os frutos podem cair das plantas ou desidratar-se e permanecer aderidos (Figura 15).

A infecção latente dos frutos pode ser detectada com antecedência pela imersão em hipoclorito de sódio e álcool, incubados a 25°C por 10 dias. Após esse período eles são avaliados. Os frutos infectados exibirão os sintomas permitindo ao produtor o acompanhamento do efeito das



Figura 15. Frutos infectados por *B. dothidea* que podem permanecer aderidos às plantas como fonte de inóculo

práticas utilizadas na incidência da doença e a previsão das perdas de frutos para comercialização (Sanhueza et al., 2003).

Melzer & Berton (1986) observaram comportamento diferenciado de algumas cultivares com inoculações artificiais em ramos destacados (Tabela 1).

Tabela 1. Comparação de diferentes cultivares de macieira ao ataque de *B. dothidea*<sup>(1)</sup>

Cultivar	Expansão do cancro <sup>(2)</sup> (mm)
Royal Red Delicious	34,4 a
Granny Smith	30,2 ab
Starkrimson	25,2 bc
Fuji	23,3 bc
Pome-3	20,6 bc
Melrose	20,4 c
Golden Delicious	18,8 c
Rainha	10,5 d
Gala	7,9 d

<sup>(1)</sup>Valores seguidos pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 1% de probabilidade de erro.

<sup>(2)</sup>Média de 15 ramos por cultivar, observados 30 dias após a inoculação.

Biggs & Miller (2003) testaram a susceptibilidade a *Botryosphaeria dothidea* em 25 cultivares de maçã em campo e em laboratório. O resultado permitiu classificar as cultivares em três grupos: mais susceptíveis, moderadamente susceptíveis e menos susceptíveis. O estudo mostrou que algumas novas cultivares apresentam maior resistência ao fungo do que cultivares mais antigas.

Biggs (2004) testou um isolado de *B. dothidea* nas concentrações de  $1 \times 10^4$ ,  $1 \times 10^5$ ,  $1 \times 10^6$  e  $1 \times 10^7$  conídios/ml em frutos destacados, sem ferimentos, e observou que a incidência de infecções aumentou com o aumento da concentração de inóculo. Dezenove dias após a inoculação as concentrações de  $1 \times 10^4$  e  $1 \times 10^7$  esporos/ml produziram 14,6% e 81,9% de infecções, respectivamente.

Sutton & Boyne (1983) coletaram ascósporos e conídios de *B. dothidea* na água da chuva em quatro pomares de maçã na Carolina do Norte (EUA) e verificaram que todos os isolados coletados de cancrios e frutos com podridão-branca foram patogênicos sobre frutos. Houve variação de patogenicidade em todos os isolados. A podridão-branca pode ser mais severa em áreas com temperaturas médias mais elevadas, ou seja, nas regiões mais baixas comparadas com regiões de montanhas.

Em um estudo sobre o efeito da concentração de inóculo e sais de cálcio na infecção de frutos de maçã por *B. dothidea*, Biggs (2004) utilizou cinco isolados, cinco cultivares de maçã e quatro concentrações de inóculo. As infecções em frutos destacados, sem ferimentos, aumentaram com a concentração de inóculo. Dentre as cinco cultivares, Fuji mostrou-se a mais susceptível e Gala, a menos. Dentre os isolados, dois foram mais virulentos. O uso de sais de cálcio em frutos com ferimentos aumentou o diâmetro das lesões. A germinação de esporos de três isolados aumentou com o uso de sais de cálcio.

Testando a relação entre danos da mosca-das-frutas e a incidência de podridão-branca em frutos de 'Catarina' e 'M13/00' com e sem ferimentos, Santos et al. (2008) concluíram que houve associação positiva para a frequência de lesões de podridão-branca entre a cultivar Catarina e o dano causado pela mosca-das-frutas. Ferimentos por estilete ou inoculação sem ferimentos não diferiram quanto à frequência de lesões de podridão-branca, mas apresentaram frequência de lesões inferior à observada quando os danos são causados pela mosca-das-frutas.

Os isolados de *B. dothidea* cultivados em BDA possuem uma grande variação morfológica. Geralmente apresentam inicialmente cor branca, tornando-se verde-oliva ou verde-oliva-escuro à medida que a colônia vai envelhecendo. O fungo causador da podridão-branca sobrevive de um

ano para o outro na própria planta infectada, na forma de micélio, picnídios e pseudotécios presentes nos cancrios que se formam nos ramos e frutos mumificados (Figuras 16).



Figura 16. *Cancros nos ramos e frutos mumificados são as mais importantes fontes de inóculo*

Os ascósporos e os conídios também são produzidos nos ramos eliminados durante a poda e deixados próximo aos pomares durante todo o ciclo vegetativo da cultura (Sutton, 1981). O fungo pode infectar várias espécies de plantas silvestres, muitas delas presentes nas matas localizadas próximo aos pomares; entretanto, há muito pouca informação no Brasil sobre a ocorrência e a importância dos hospedeiros alternativos na sobrevivência do fungo.

Em países de clima temperado, *B. dothidea* produz conídios e ascósporos durante todo o ciclo vegetativo da cultura. A chuva desencadeia o processo de liberação dos conídios e dos ascósporos, sendo esse mecanismo mais importante de disseminação dos conídios, principalmente dentro da planta. Os ascósporos, por outro lado, podem ser transportados pelo ar, sendo responsáveis pela disseminação entre plantas ou da fonte de inóculo para as plantas do pomar. O número de conídios e ascósporos liberados durante a chuva está relacionado diretamente com a quantidade e a duração da chuva (Sutton, 1981; Melzer & Berton, 1986).

A temperatura ótima para a germinação dos conídios em água varia, de acordo com o isolado, entre 26,7 e 29,5°C (Sutton & Arauz, 1991). A germinação é significativamente maior em presença de água livre, porém pode ocorrer em condições de umidade relativa acima de 96%. A viabilidade dos conídios diminui rapidamente nos 20 primeiros minutos quando expostos para secagem ao ar. Os ascósporos germinam numa ampla faixa de temperatura, sendo a ótima de 24,6°C, com umidade relativa entre 92% e 100%.

Muita chuva entre ponta de prata e antes do botão rosado determina uma infecção. A infecção dos frutos pode ocorrer no início do ciclo vegetativo, cerca de 1 mês e meio após a queda das pétalas, quando o fungo permanece latente por longo período e os sintomas tornam-se visíveis somente quando os frutos iniciam o processo de maturação (Parker & Sutton, 1993). Segundo Kohn & Hendrix (1983), não se observam lesões com crescimento ativo antes que o nível de sólidos solúveis nos frutos atinja 10,5%, ou seja, seis a oito semanas antes da colheita. Para a proteção dos frutos é muito importante o controle de insetos.

## 10 Mancha de *Botryosphaeria* nas folhas

A manifestação de *Botryosphaeria* nas folhas não é comum e certamente exige condições favoráveis de calor e umidade. A cultivar Fuji é bastante susceptível e provavelmente a primeira a manifestar os sintomas. Tal como nos frutos, os sintomas causados por *B. dothidea* nas folhas são manchas circulares de tamanhos variados (Figura 17).



Figura 17. Lesões de *B. dothidea* em folhas de macieira da cultivar Fuji

A coloração geralmente varia de marrom-claro a marrom-escuro em forma de faixas com tonalidades diferentes. O número e o tamanho das lesões por folha podem variar muito. Geralmente, um pequeno número de lesões produz lesões maiores, que tendem a permanecer individualizadas. Não é muito comum observar lesões que coalescem. Lesões nas folhas causadas por *B. obtusa* manifestam-se como manchas necróticas conhecidas como olho de rã. A importância das folhas na produção de inóculo de ambos os patógenos ainda não foi determinada.

## 11 Podridão-negra

A podridão negra – *Botryosphaeria obtusa* (Schwein.) Schoemaker. (= *Phyalospora obtusa* (Schwein.) Cooke; forma imperfeita *Sphaeropsis malorum* Berk. – também é relativamente comum nos pomares do sul do Brasil, principalmente formando cancrios nos ramos com numerosas frutificações do fungo e nos frutos com a formação de uma podridão escura característica (Galli et al., 1968), (Figura 18).

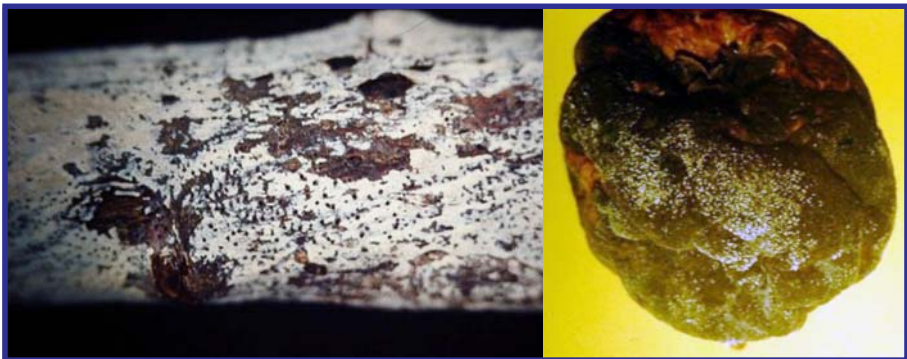


Figura 18. *Ramo e fruto atacados por B. obtusa*

À semelhança de *B. dothidea*, conídios são muito mais abundantes do que ascósporos. Os picnídios são globosos, com ostíolo, medindo 200 a 300 $\mu$ m de diâmetro. Os conídios são unicelulares, raramente com um septo, medindo 16 a 36 x 7 a 10 $\mu$ m, de forma elipsoidal ou piriforme. Conídios imaturos são hialinos e quando maduros apresentam coloração marrom (Figura 19).

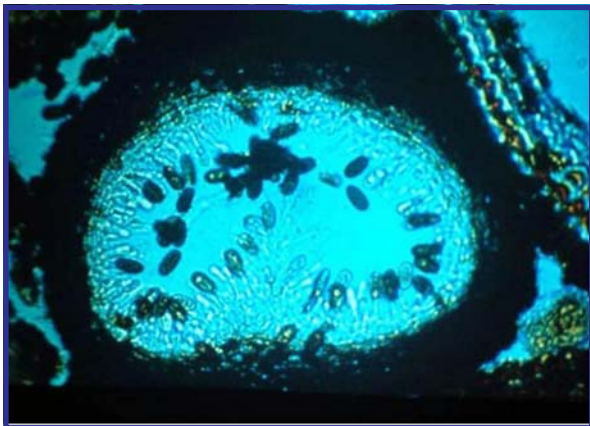


Figura 19. *Picnídio de B. obtusa em corte longitudinal*

O patógeno sobrevive ao inverno em cancrios de ramos, na casca morta e em frutos mumificados. Na primavera é comum observar todas essas fontes de inóculo com conídios viáveis. A descarga de esporos na primavera depende da maturidade dos picnídios, da temperatura e da umidade (Arauz & Sutton, 1989; Sutton, 1981). A disseminação dos esporos ocorre com chuva, vento e insetos. O período de incubação varia de 2 a 4 dias para infecção nas folhas, 2 a 9 dias para ramos e 2 dias para frutos (Foster, 1937). É um parasita de feridas e não infecta frutos e ramos sem ferimentos. Nas folhas a infecção ocorre através dos estômatos. *B. obtusa* pode ocorrer cedo no ciclo, podendo infectar as sépalas durante o período de botão rosado e queda das pétalas (Smith & Hendrix, 1984).

## 12 Previsão da doença

Parker & Sutton (1993) desenvolveram um modelo de previsão de ocorrência de podridão-branca baseado na relação entre a temperatura e o período de molhamento. Verificaram que a doença aumenta proporcionalmente ao aumento da temperatura (8 a 28°C) e da duração do período de molhamento (ver Controle neste Boletim). O fungo não necessita de ferimentos para causar a infecção; entretanto na presença deles ocorre rápida colonização e desenvolvimento das lesões. À semelhança de *Colletotrichum* spp., é muito provável que *B. dothidea* necessite de uma concentração mínima de inóculo para causar infecção sem ferimentos. Em ramos com ferimentos causados pela poda, os

conídios levam cerca de 4 horas para que haja a penetração (Brown & Hendrix Jr., 1981). Os requerimentos de temperatura e umidade relativa diferem não só para ascósporos e conídios mas também para espécies e isolados. Baixas temperaturas durante o inverno parecem suprimir a produção de esporos, mas não são limitantes durante o ciclo da cultura. Verão e primavera apresentam os períodos favoráveis para a liberação de esporos.

Copes & Hendrix Jr. (2004), estudando o efeito da temperatura na esporulação de *B. dothidea*, concluíram que a máxima esporulação ocorreu a 24°C e entre 18 e 24°C para *B. obtusa*. Parker & Sutton (1993), estudando o efeito da temperatura e da duração do período de molhamento foliar na infecção de frutos e atividade erradicante de fungicidas para *B. dothidea*, determinaram, como período favorável 12°C e 14 horas de molhamento foliar e como período crítico 16°C e 24 horas de molhamento foliar. Não foi detectada diferença significativa entre os fungicidas benomyl, fluzilazole, tebuconazole, triflumizole e mancozeb em aplicações pós-infecção e preventivas.

Sutton & Arauz (1991) estudaram a influência da temperatura e da umidade na germinação de ascósporos e conídios de *B. dothidea* e observaram variabilidade entre os isolados. Em água livre, a temperatura ótima para germinação de conídios foi de 26 a 30°C. Dois isolados germinaram a 8°C após 24 horas. Para ascósporos a temperatura foi menor do que para conídios, mas poucos germinaram a 8°C. A umidade relativa (UR) também influenciou na germinação. Menos de 5% de conídios germinaram a 95% de UR após 24 horas. Para *B. obtusa* houve germinação a 92% de UR e ascósporos germinaram sob uma faixa maior de UR. Os autores observaram que a viabilidade de conídios se reduz muito se o ar seca por 20 minutos.

### **13 Estudos de liberação de esporos**

A liberação de esporos de *B. dothidea* é estudada há 3 anos na Epagri/Estação Experimental de Caçador. Na Figura 20 pode-se visualizar o número de esporos de *B. dothidea* coletados em função da precipitação pluviométrica. A liberação de esporos a partir de ramos que permaneceram no pomar foi diretamente proporcional à quantidade de chuva.

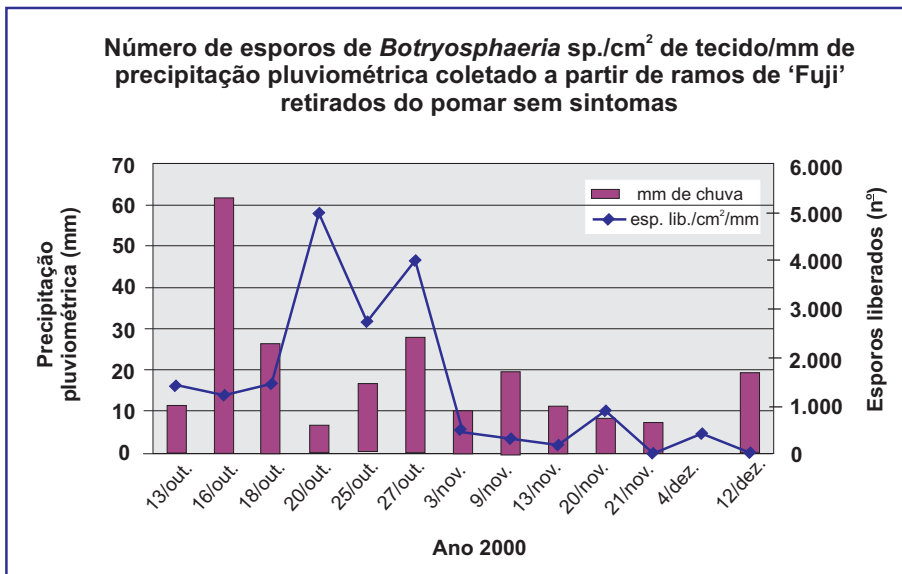


Figura 20. Número de esporos de *B. dothidea* coletados em função da precipitação pluviométrica

Em um trabalho sobre formação e liberação de esporos de *Botryosphaeria*, ramos de 'Gala' e 'Fuji' dos experimentos de produção integrada (PI) e produção convencional (PC) conduzidos no município de Fraiburgo, SC, foram coletados ao acaso e deixados em caixas de madeira com tampa e fundo de tela, nos próprios locais, sobre a relva. A cada 15 dias foi feita uma avaliação do número de ramos que desenvolveram estruturas e amostras foram coletadas para estudar a liberação de esporos das estruturas formadas. Os resultados podem ser vistos nas Figuras 21, 22, 23 e 24.

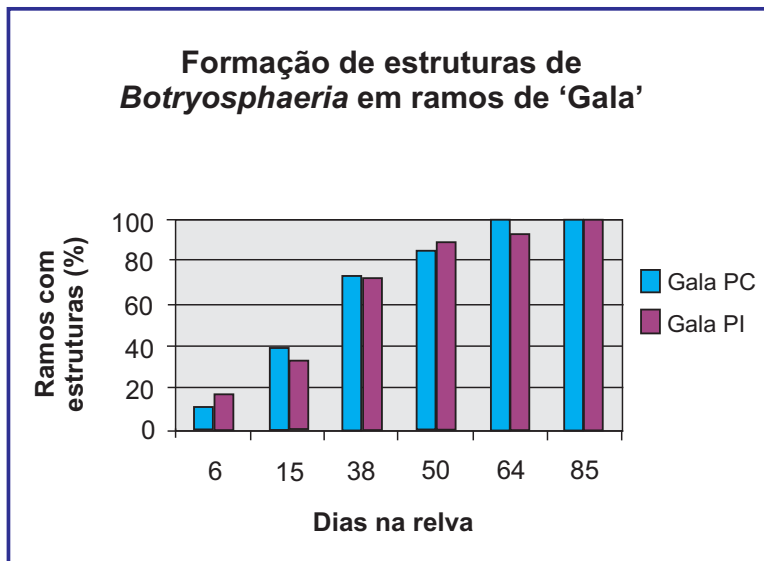


Figura 21. Formação de estruturas de *B. dothidea* em ramos de 'Gala' de produção convencional (PC) e de produção integrada (PI)

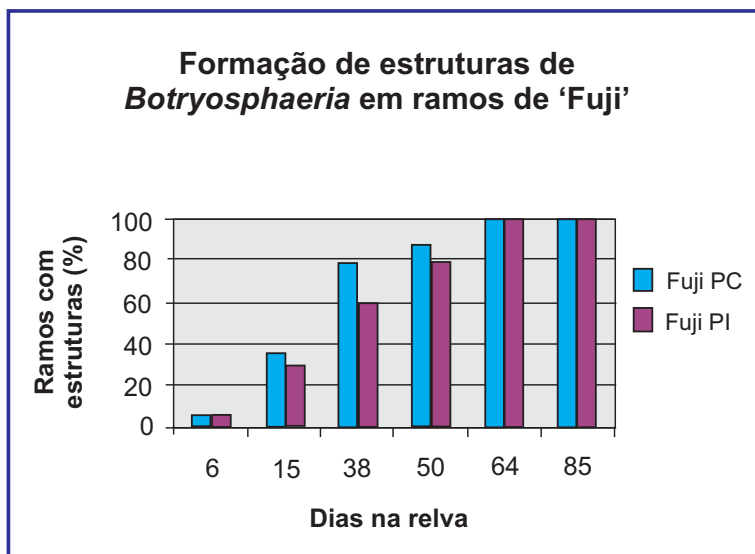


Figura 22. Formação de estruturas de *B. dothidea* em ramos de 'Fuji' de PI e de PC

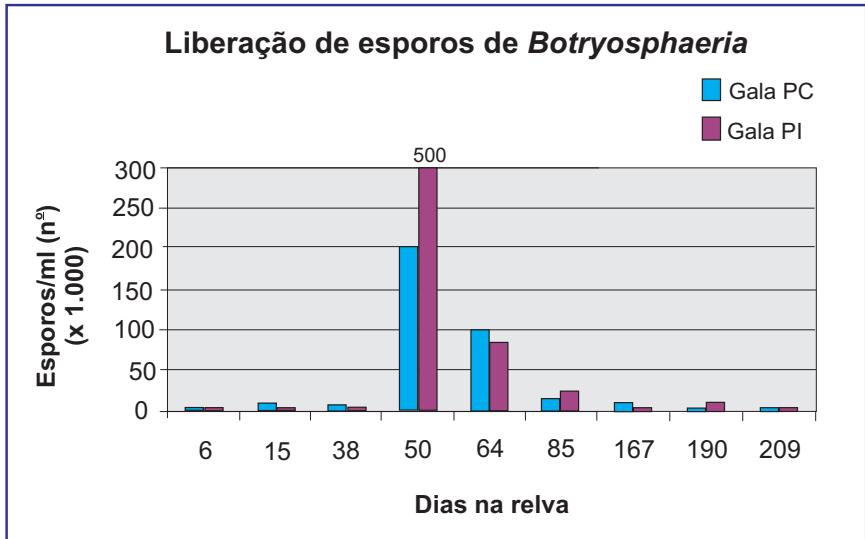


Figura 23. Liberação de esporos de *B.dothidea* de ramos de ‘Gala’ de PI e de PC

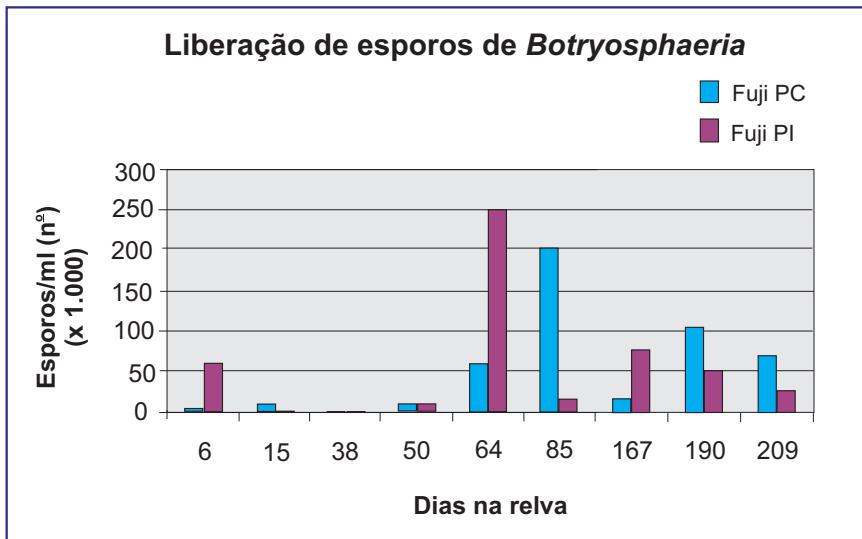


Figura 24. Liberação de esporos de *B. dothidea* de ramos de ‘Fuji’ de PI e de PC

## 14 Epidemiologia da podridão-branca

No ano agrícola 2000/01 se estudou a influência de fatores climáticos no desenvolvimento da podridão-branca na cultivar Fuji. Foram ensacados 800 frutos da cultivar com aproximadamente 1cm de diâmetro. Lotes de 30 frutos foram sistematicamente desensacados e expostos ao ambiente por ocasião da ocorrência de períodos de infecção e em seguida novamente ensacados, seguindo o modelo de Parker & Sutton (1993), descrito no item 15 deste Boletim (Controle). Nesses períodos de exposição, num total de 18, houve um mínimo de dois e um máximo de oito períodos favoráveis, e entre zero e três períodos críticos. A relação entre ocorrência desses períodos e o número de frutos doentes foi de modo geral muito baixa. Em pelo menos três períodos nos quais houve períodos favoráveis e mesmo críticos, segundo o modelo, a incidência da doença foi zero. A correlação positiva observada confirma os dados de outros pesquisadores de que a incidência da doença aumenta com a aproximação da maturação dos frutos, conforme relatam Kohn & Hendrix (1983).

Um amplo estudo sobre a epidemiologia da podridão-branca na cultivar Fuji foi conduzido por este autor e pelo colega e Becker durante 4 anos na Epagri/Estação Experimental de Caçador. Observou-se grande variabilidade nos quatro ciclos, com incidência considerada bastante baixa nos 3 primeiros anos e praticamente nula no último ano. As plantas não receberam pulverização com fungicidas e o pomar localizava-se em uma área considerada muito favorável à podridão-branca. O modelo seguido também foi o de Parker & Sutton (1993) (Figuras 25, 26, 27, 28 e 29).

Esses resultados reforçam a hipótese de que *Botryosphaeria* spp., à semelhança de *Colletotrichum* spp., necessitam de condições favoráveis que devem atuar em conjunto para produzir quantidade expressiva da doença em folhas e frutos. Dentre essas condições estão potencial de inóculo, condições meteorológicas de precipitação pluviométrica abundante e frequente e temperaturas elevadas ocorrendo em períodos de susceptibilidade dos órgãos considerados. Não há informações sobre desenvolvimento das folhas e susceptibilidade. Durante a fase de estudos tentou-se inocular frutos em campo, colocando ramos com as estruturas do patógeno sobre os mesmos, mas os sintomas não apareceram até o final do ciclo. Em um estudo de laboratório observou-se a necessidade de ferimentos para causar infecção nos frutos, mesmo em concentrações relativamente altas. Este fato reforça o grau de dificuldade de se trabalhar com este patógeno com experimentação em campo.

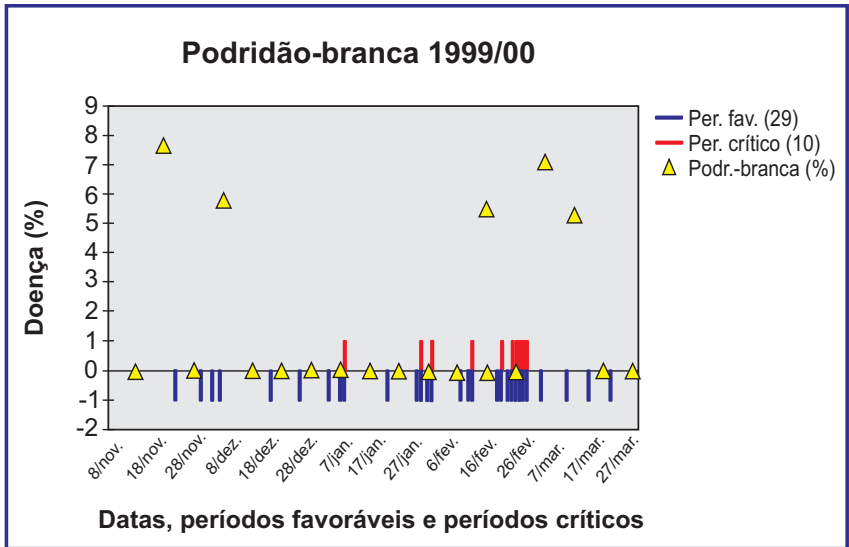


Figura 25. *Períodos favoráveis, períodos críticos e ocorrência de podridão-branca na cultivar Fuji – 1999/00*

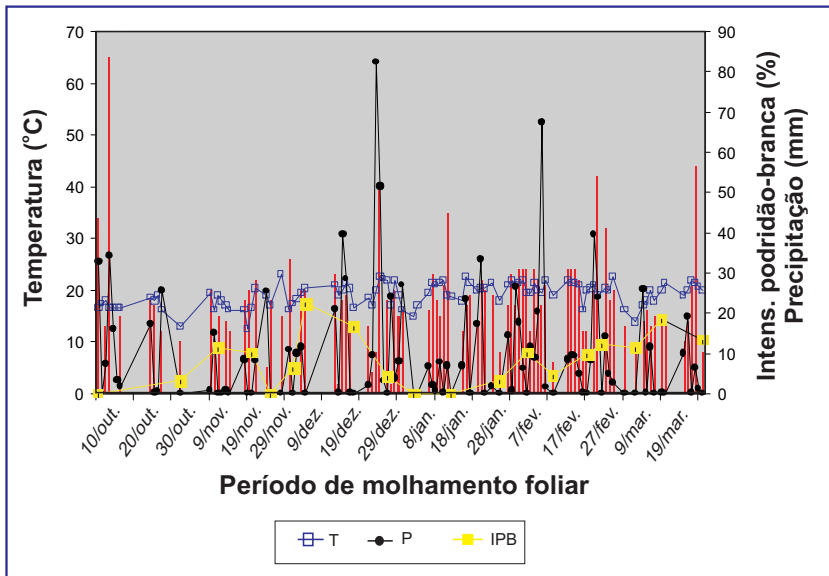


Figura 26. *Período de molhamento foliar, temperatura média (T), precipitação (P) e intensidade de podridão-branca (IPB) na cultivar Fuji – 2000/01*

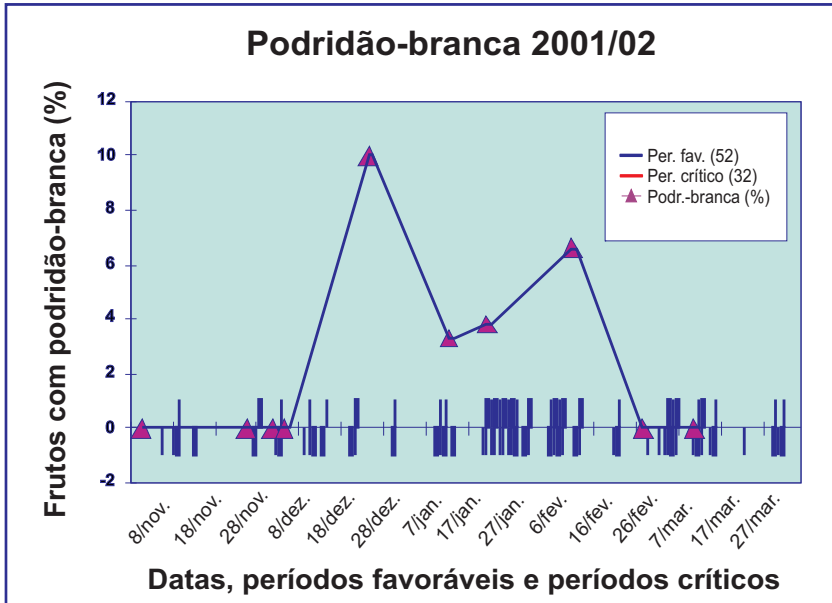


Figura 27. *Períodos favoráveis, períodos críticos e ocorrência de podridão-branca na cultivar Fuji – 2001/02*

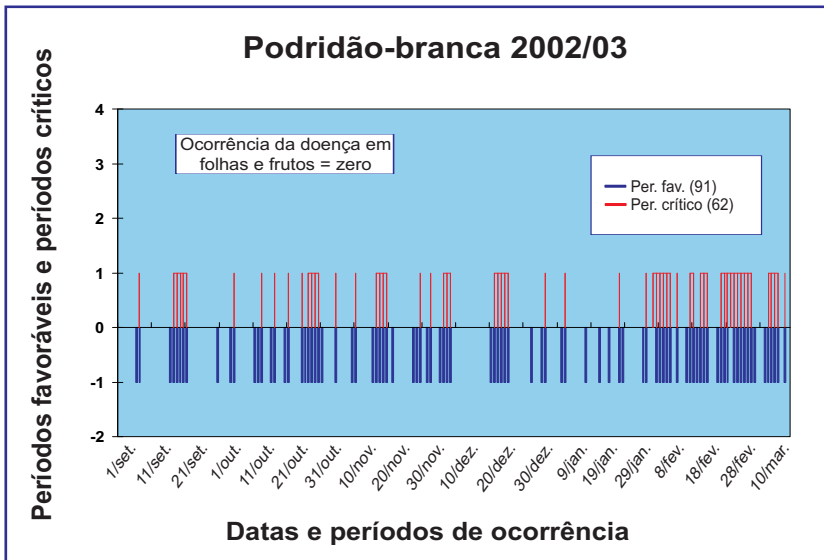


Figura 28. *Períodos favoráveis, períodos críticos e ocorrência de podridão-branca na cultivar Fuji – 2002/03*

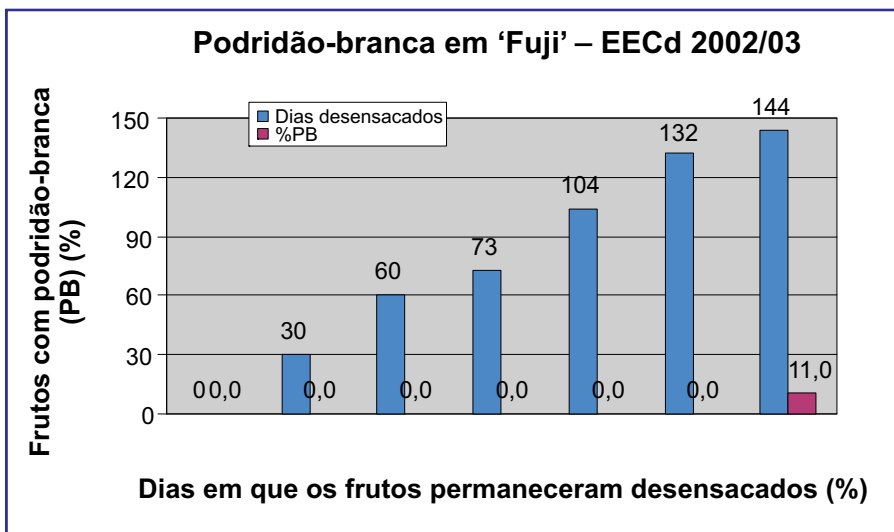


Figura 29. Número de dias em que os frutos permaneceram desensacados e porcentagem de frutos com podridão-branca no ciclo 2002/03

## 15 Controle

O controle da podridão-branca baseia-se principalmente em práticas culturais que reduzam a produção de inóculo aliadas ao uso de fungicidas. Recomenda-se, durante a poda de inverno, a retirada de todos os ramos doentes com cancrs e dos frutos mumificados. Os ramos atacados devem ser cortados cerca de 20cm abaixo da parte lesionada. No local do corte deve-se aplicar tinta plástica misturada com fungicidas cúpricos ou tiofanato metílico (Figura 36). Recomenda-se, também, efetuar tratamento de inverno com a aplicação de calda sulfocálcica, calda bordalesa, ou outro fungicida à base de cobre.

No outono, por ocasião da queda das folhas, também se recomenda a aplicação preventiva de fungicidas a cada 10 a 15 dias durante o verão ou a partir do ponto em que os frutos atinjam 10,5% de sólidos solúveis (Kohn & Hendrix, 1983). Ainda são poucos os resultados sobre o efeito protetor, curativo e erradicativo dos fungicidas sobre o desenvolvimento dessa doença. A aplicação de *Trichoderma viride* nos cortes de poda pode prevenir infecções por *B. dothidea* e *B. obtusa*.

Maior eficiência no controle químico pode ser obtida com o sistema de previsão da doença. Parker & Sutton (1993) propõem a seguinte metodologia:

- Período favorável (PF): Temperatura de 12°C durante um tempo de molhamento ou umidade relativa e  $\geq 90\%$  de 14 horas.
- Período crítico (PC): Temperatura de 16°C durante um tempo de molhamento ou umidade relativa e  $\geq 90\%$  de 24 horas ou mais.

Uma vez determinados esses períodos de infecção, os autores recomendam fazer aplicações preventivas com os fungicidas Captan, Folpet, Chlorothalonil, Fluazinam, e Tiofanato Metílico.

As cultivares Fuji e Golden Delicious são altamente susceptíveis a essa doença.

Berton & Palladini (1988) testaram alguns fungicidas em campo para o controle do cancro de papel e confirmaram a ação de Benlate, calda bordalesa e Busan 30.

Brown-Rytlewski & McManus (2000) observaram que isolados de *B. dothidea* foram mais virulentos do que isolados de *B. obtusa* no tronco e em brotações de plantas de maçã de 2 anos. Benomyl, Kresoxim methyl e trifloxistrobin, quando aplicados na concentração recomendada para aplicações aéreas, reduziram consistentemente a incidência e o tamanho dos cancos em comparação com a testemunha. Observaram, também, que embora os fungicidas reduzam os sintomas externos dos cancos, os fungos foram frequentemente isolados do xilema das plantas, sugerindo que os fungicidas não controlam esses patógenos por longo período.

Arauz & Sutton (1990) testaram a ação preventiva e pós-infecção de benomyl, bitertanol, fluzilazole, mancozeb, myclobutanil, penconazole, pirifenox e tebuconazole para o controle de *B. obtusa* em maçã. Quando aplicados na folhagem os fungicidas reduziram a severidade da doença em 30% a 55% comparados com uma testemunha. Os melhores resultados para pós-infecção 24h, 48h, 72h e 96h foram obtidos com fluzilazole e mancozeb seguidos por penconazole e bitertanol. Apenas tebuconazole resultou em controle satisfatório quando a inoculação foi feita 14 dias após a aplicação dos fungicidas. Fluzilazole, penconazole e tebuconazole reduziram em mais de 50% os sintomas nas folhas quando aplicados até 48h após a inoculação.

Os fungicidas inibidores da biossíntese do ergosterol (IBEs) não proporcionam bom controle das doenças de verão devido à sua baixa persistência ou por não serem adequadamente absorvidos pelos frutos (Tabela 2).

Tabela 2. *Atividade de proteção e pós-infecção de fungicidas para B. obtusa em maçã*

Fungicida	µg/ml <sup>(1)</sup>	Fungicida	Lesões/100cm <sup>2(2)</sup>
Benomyl	0,032	Benomyl	4,6
Bitertanol	0,043	Bitertanol	4,6
Fluzilazole	0,045	Fluzilazole	20,7
Mancozeb	10,26	Mancozeb	0,4
Myclobutanil	0,426	Penconazole	11,6
Penconazole	0,132	Tebuconazole	0,9
Tebuconazole	0,036	Testemunha	101,0

<sup>(1)</sup>Valores relativos a 50% de controle *in vitro* em meio BDA.

<sup>(2)</sup>Número de lesões/100cm<sup>2</sup> de folha em inoculação realizada 7 dias após a aplicação dos fungicidas.

A partir do ano 2000 se obervou o aumento da oferta de produtos de baixa ou nenhuma toxicidade para o homem e animais. Fosfito de cálcio e cloreto de benzalcônio foram testados para o controle *in vitro* de *B. dothidea* e *C. gloeosporioides* (Tabela 3).

Os produtos foram testados a 10, 100, 500 e 1.000ppm em BDA em placas de Petri de 90mm de diâmetro. Os valores referem-se ao diâmetro da colônia em milímetro aos 7 dias após a inoculação. A 500ppm o fosfito de cálcio inibiu o crescimento de ambos os fungos e o cloreto de benzalcônio inibiu *Colletotrichum*. *Botryosphaeria* foi inibido por cloreto de benzalcônio a 1.000ppm.

Em estudo deste autor, em 2004, ramos da cultivar Fuji foram coletados sadios, tratados com diferentes produtos e deixados em caixas com tela no pomar. Foram avaliados pelo período de 462 dias para formação de estruturas de *Botryosphaeria*, percentagem de área atacada, liberação de esporos e índice de controle pelos produtos aplicados (Figuras 30 a 33).

Tabela 3. Teste in vitro para o controle de *B. dothidea* e *C. gloeosporioides*

Fosfito de cálcio aplicado em <i>Botryosphaeria</i> (ppm)					Cloreto de benzalcônio aplicado em <i>Botryosphaeria</i> (ppm)				
Teste	10	100	500	1.000	Teste	10	100	500	1.000
<b>Diâmetro da colônia</b>					<b>Diâmetro da colônia</b>				
..... mm .....					..... mm .....				
90	90	50	0	0	90	57	10	6	0
90	90	50	0	0	90	39	10	10	0
90	90	43	0	0	90	50	11	10	0
90	60	50	0	0	90	50	10	9	0

Fosfito de calcio aplicado em <i>Colletotrichum</i> (ppm)					Cloreto de benzalcônio aplicado em <i>Colletotrichum</i> (ppm)				
Teste	10	100	500	1.000	Teste	10	100	500	1.000
<b>Diâmetro da colônia</b>					<b>Diâmetro da colônia</b>				
..... mm .....					..... mm .....				
50	15	12	0	0	50	15	5	0	0
35	12	6	0	0	35	15	7	0	0
45	12	6	0	0	45	15	4	0	0
45	12	8	0	0	45	15	4	0	0

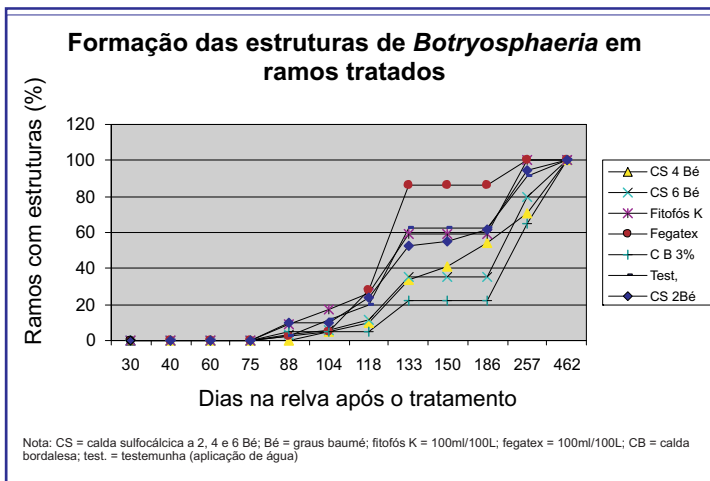


Figura 30. Formação de estruturas de *B. dothidea* em ramos tratados

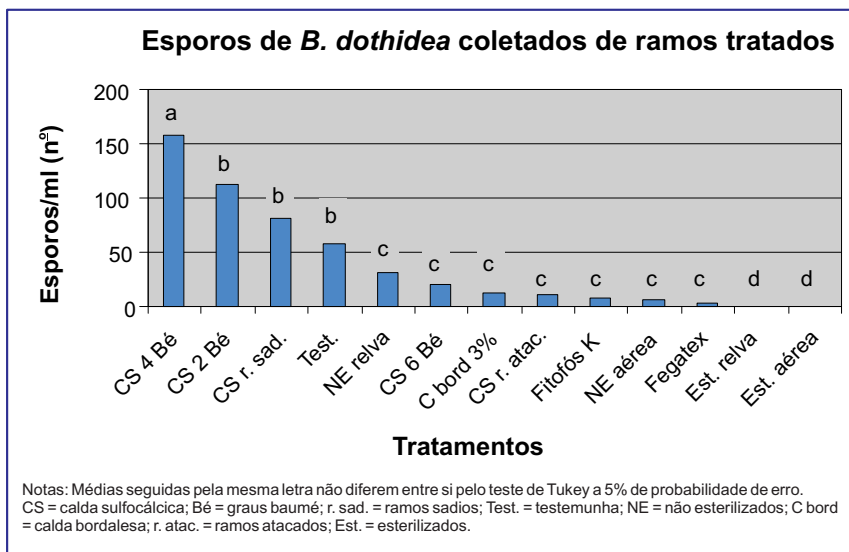


Figura 31. Número de esporos liberados/ml em ramos tratados submetidos ao colespor

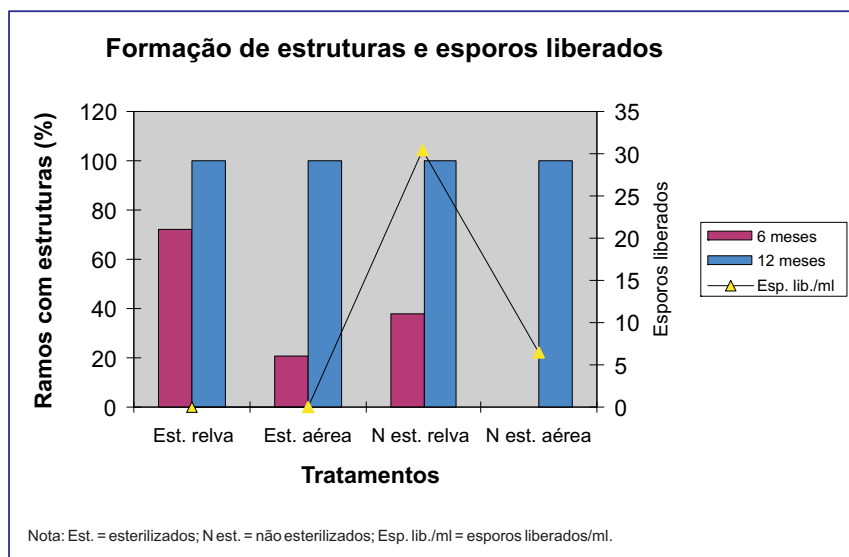


Figura 32. Formação de estruturas do fungo aos 6 e 12 meses de permanência na relva ou na parte aérea de ramos esterilizados e não esterilizados e esporos liberados/ml ao final desse período

Ramos esterilizados podem formar estruturas, mas não liberam esporos do fungo. Ramos não esterilizados formam estruturas e liberam esporos se permanecerem na relva, com liberação seis vezes menor se permanecerem em caixas suspensas.

Calda bordalesa a 3% produziu o melhor índice de controle até 9 meses após a aplicação comparada aos demais tratamentos (Figura 33).

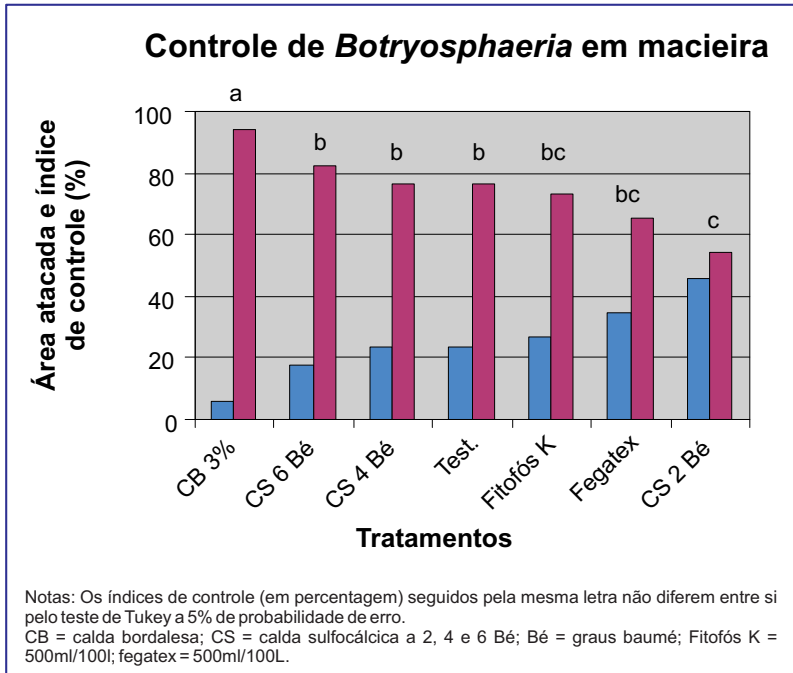


Figura 33. Área atacada e índice de controle de *Botryosphaeria* em ramos tratados com diferentes produtos no ciclo 2003/04 em um período de 9 meses

Em experimento para o controle de algumas importantes doenças da macieira na Epagri/Estação Experimental de Caçador, 2002/03, observou-se baixa incidência da podridão-amarga e podridão-branca na cultivar Fuji. Houve uma incidência muito alta de podridão-carpelar, diferindo significativamente das demais, e cujo controle é muito difícil em anos favoráveis (Figura 34).

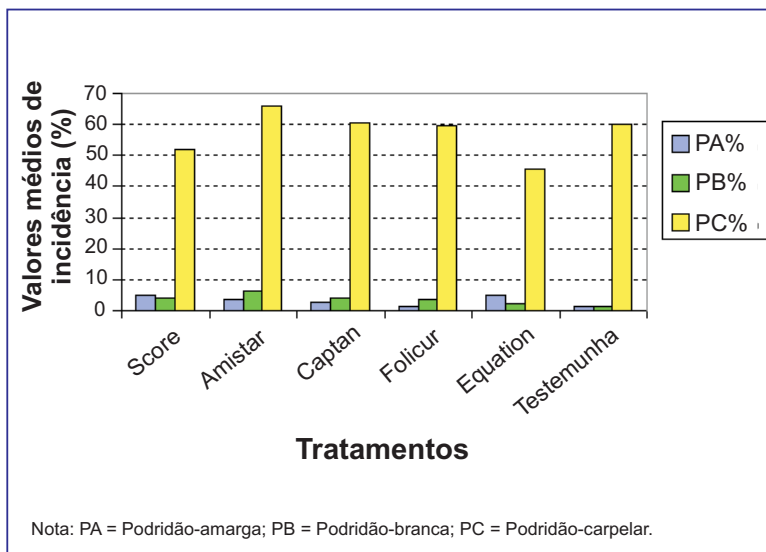


Figura 34. Valores médios de incidência de podridão-amarga, podridão-branca e podridão-carpelar na cultivar Fuji submetida a tratamentos com alguns fungicidas. Epagri/Estação Experimental de Caçador, ciclo 2002/03

Em experimento para o controle de cancos de ramos causados por *B. dothidea* na Epagri/Estação Experimental de Caçador, os cancos foram raspados com lâmina de aço curvada semelhante a uma faca e receberam três aplicações de diferentes produtos em 18/8, 1/9 e 04/10/2004. Agr'óleo® e óleo queimado foram aplicados por pincelamento. Os demais foram pulverizados. A avaliação foi feita em julho de 2005 (Figura 35).

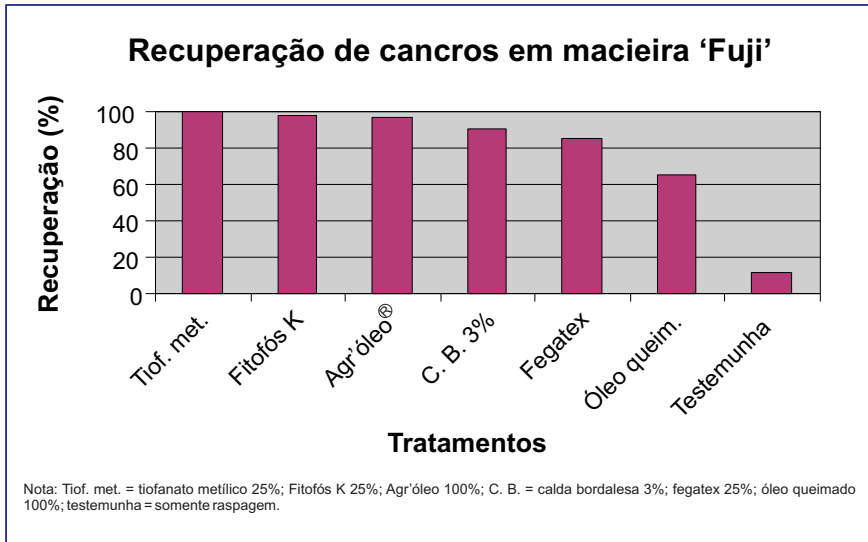


Figura 35. *Recuperação de cancos após raspagem e aplicação de alguns produtos*

Recuperação de cancro após corte no tronco com boa cicatrização pode ser vista na (Figura 36).



Figura 36. *Cicatrização*

Outros produtos como Fitofós K plus, calda cordalesa 3%, Fegatex, Agr' óleo e mesmo óleo queimado podem ser aplicados após os cortes, limpeza e raspagem criteriosa das partes atacadas. Entretanto, para o sucesso na recuperação, as plantas não podem estar debilitadas ou em decadência, pois nessas condições outros fungos decompositores de madeira como *Schizophyllum comunae* rapidamente se instalam, comprometendo a operação. O uso de picadores de ramos de poda é uma medida profilática importante. O uso de fungicidas protetores associados a medidas profiláticas constitui-se em ferramenta importante para o controle de *Botryosphaeria*.

Tratamentos com produtos cúpricos durante o inverno reduzem significativamente os patógenos que tentam sobreviver nas plantas. Outra prática que deve ser considerada por ocasião da poda de inverno é a proteção dos cortes de ramos com 1cm ou mais de diâmetro (Figura 37). A utilização de uma ou outra prática isoladamente poderá não proporcionar controle satisfatório. A manutenção da adubação equilibrada nos pomares desde a sua implantação também é uma forma de reduzir a incidência de cancrios.



Figura 37. Proteção dos cortes de poda de cancro por tiofanato metílico

## 16 Conclusões

A pesquisa com *Botryosphaeria* desenvolvida durante vários anos na cultura da macieira permite as seguintes conclusões:

- *Botryosphaeria* é um gênero de fungo que causa cancrios de ramos, podridão-branca e manchas foliares na macieira.
- Tanto as cultivares quanto as espécies de fungos isolados apresentam comportamento diferenciado nas diversas doenças estudadas.
- *B. dothidea* é a espécie mais importante na cultura da macieira.
- Esporos de *B. dothidea* são liberados principalmente de ramos atacados durante 9 meses do ano nas condições climáticas do sul do Brasil.
- As doenças causadas por *Botryosphaeria* na cultura da macieira são, de modo geral, mais severas em regiões com clima quente e úmido.
- O controle das doenças deve ser feito com uma integração de ações que contemplem uso de fungicidas, medidas sanitárias, redução de inóculo, nutrição adequada das plantas, sistema de previsão e todas as práticas culturais de manejo adequado dos pomares.

## 17 Recomendações

Ao decidir cultivar maçã, o produtor precisa determinar com antecedência uma série de quesitos que lhe darão sustentabilidade no empreendimento. Tudo se inicia pela escolha do terreno. Devem ser evitados locais de baixada, com solo mal drenado, cercados por montanhas e, portanto, de pouca ventilação e insolação, com muito sombreamento e acúmulo de horas de molhamento foliar. A escolha da cultivar ou cultivares e respectivas polinizadoras é uma decisão muito importante. O solo deve ser preparado, corrigido e adubado seguindo as orientações técnicas. A escolha do porta-enxerto, do espaçamento e da densidade de plantio também deve seguir orientações técnicas adequadas. O monitoramento de pragas e doenças deve iniciar-se já na segunda folha. Se necessário, as folhas podem ser derrubadas das plantas no inverno pelo uso de ureia a 5%. Poda, condução, raleio e todas as outras práticas culturais seguindo a melhor técnica para cada caso específico devem ser seguidas com rigor. Os tratamentos de pragas e doenças precisam, de preferência, seguir o monitoramento e o uso racional dos produtos no momento certo. Tratamentos de inverno não devem ser descuidados e sempre que

necessário tratamentos pós-colheita devem continuar por um período que garanta a continuação da sanidade das plantas. A longevidade de uma planta frutífera está na dependência direta dos cuidados dispensados a ela nos momentos oportunos. Portanto, deve-se equilibrar a produtividade procurando evitar todo tipo de estresse na plantação. Um equilíbrio que integre todos os aspectos das plantas como seres vivos recebendo os cuidados que necessitem são os pontos que definem a sustentabilidade dos sistemas produtivos.

## 18 Literatura citada

1. ANDERSON, H.W. *Diseases of fruit crops*. New York: McGraw-Hill, 1956. 501p.
2. ARAUZ, L.F.; SUTTON, T.B. Temperature and wetness duration requirements for apple infection by *Botryosphaeria obtusa*. *Phytopathology*, v.79, p.440-444, 1989.
3. ARAUZ, L.F.; SUTTON, T.B. Protectant and after infection activity of fungicides against *Botryosphaeria obtusa* on apple. *Plant Disease*, v.74, n.12, p.1029-1034, 1990.
4. BERTON, O.; PALLADINI, L.A. Eficiência de alguns fungicidas no controle do cancro de papel (*Botryosphaeria berengeria*) De Not. na cultura da macieira. *Agronomia Sulriograndense*, Porto Alegre, v.24, n.2, p.251-258, 1988.
5. BERTON, O.; BLEICHER, J. Podridão rosada – uma nova doença da macieira no Brasil. *Fitopatologia Brasileira*, Brasília, v.15, n.3, p.25, 1990.
6. BERTON, O. Colespor – nova ferramenta para pesquisar doenças em plantas. *Agropecuária Catarinense*, Florianópolis, v.17, n.2, p.12-13, 2004.
7. BERTON, O. Uso de medidas profiláticas na prevenção de *Botryosphaeria* spp. na cultura da macieira. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE FRUTICULTURA DE CLIMA TEMPERADO, 7., 2004, Fraiburgo, SC. *Anais...* Caçador, SC: Epagri, 2004. p.15-18.
8. BLEICHER, J. História da macieira. In: EPAGRI. *A cultura da macieira*. Florianópolis, 2002. p.29-36.

9. BIGGS, A.R.; MILLER, S.S. Relative susceptibility of selected apple cultivars to *Botryosphaeria dothidea*. *Hortscience*, v.38, n.3, p.400-403, 2003.
10. BIGGS, A.R. Effect of inoculum concentration and calcium salts on infection of apple fruit by *Botryosphaeria dothidea*. *Plant Disease*, v.88, n.2, p.147-151, 2004.
11. BOVEY, R.; BAGGIOLINI, M.; BOLAY, E. et al. *La defensa de las plantas cultivadas*. Barcelona: Ed. Omega, 1971. 883p.
12. BROWN, E.A.; HENDRIX, F.F. Pathogenicity and Histopathology of *Botryosphaeria dothidea* on apple stems. *Phytopathology*, v.71, p.375-379, 1981.
13. BROWN, E.A.; BRITTON, K.O. *Botryosphaeria* diseases of apple and peaches in the Southeastern United States. *Plant Disease*, v.70, n.5, p.480-484, 1986.
14. BROWN-RYTLEWSKI, E.B.; MCMANUS, P.S. Virulence of *Botryosphaeria dothidea* and *Botryosphaeria obtusa* on apple and management of stem cankers with fungicides. *Plant Disease*, v.84, n.9, p.1031-1037, 2000.
15. CARDOSO, C.O.N.; SALGADO, C.L. *Manual de fitopatologia: doenças das plantas e seu controle*. São Paulo: Ceres, 1968. 640p.
16. CESATI, V.; DE NOTARIS, G. Schema di classificazione degli sferiacei italici aschigeri piu' o meno appartenenti al genere Sphaeria nell'antico significato attribuitogli da Person. *Commentario della Società Crittogamia Italiana*, v.1, n.4, p.177-240, 1868.
17. COPES, W.E.; HENDRIX JR., F.F. Effect of temperature on sporulation of *Botryosphaeria dothidea*, *B. obtusa* and *B. rhodina*. *Plant Disease*, v.88, n.3, p.292-296, 2004.
18. DENARDI, F. Relação entre danos de mosca-das-frutas e a incidência de podridão-branca em frutos de macieira (comunicação pessoal).
19. FOSTER, H.H. Studies of the pathogenicity of *Physalospora obtusa*. *Phytopathology*, v.27, p.803-823, 1937.
20. FULKERSON, J.F. *Botryosphaeria ribis* and its relation to a rot of apples. *Phytopathology*, v.50, p.394-398, 1960.

21. GALLI, F.; TOKESHI, H.; CARVALHO, P. de C.T. et al. Trunk and limb cankers of coastal apple tree caused by *Dothiorella* sp. *The Agricultural Gazette*, v.59, p.92-94, 1947.
22. JACOBS, K.A.; REHNER, S.A. Comparison of cultural and morphological characters and ITS sequences in anamorphs of *Botryosphaeria* and related taxa. *Mycologia*, v.90, n.4, p.601-610, 1998.
23. KATSURAYAMA, Y.; CZERMAINSKI, A.B.C. Manejo das doenças de verão na produção integrada de maçã. In: PROTAS, J.F.S.; SANHUEZA, R.M.V. (Ed.). *Produção integrada de frutas: o caso da maçã no Brasil*. Bento Gonçalves, RS: Embrapa Uva e Vinho, 2003. p.53-60.
24. KOHN JR, F.C., HENDRIX, F.F. Influence of sugar content and pH on development of white rot of apples. *Plant Disease*, v.67, p.410-412, 1983.
25. LEYENDECKER JR, P.J. *Cytospora* canker of apple in New Mexico. *Plant Disease Reporter*, v.36, n.7, p.276-277, 1952.
26. MA, Z.; MICHAILIDES, T.J. Characterization of *Botryosphaeria dothidea* isolates collected from pistachio and other plant hosts in California. *Phytopathology*, v.92, n.5, p.519-526, 2002.
27. MARSH, R.W. Observations on apple canker. *The Annals of Applied Biology*, v.26, p.458-469, 1939.
28. MELZER, R.; BERTON, O. Incidência de *Botryosphaeria berengeriana* na cultura da macieira (*Malus x domestica*) no Estado de Santa Catarina, Brasil. *Fitopatologia Brasileira*, Brasília, v.11, p.891-898, 1986.
29. MELZER, R.; BERTON, O. Survey of wood attacking fungi in apple orchards of Santa Catarina State, Brazil. *Acta Horticulturae*, n.232, p.219-222, 1988.
30. NTAHIMPERA, N.; DRIEVER, G.F.; FELTS, D. et al. Dynamics and pattern of latent infection caused by *Botryosphaeria dothidea* on pistachio buds. *Plant Disease*, v.86, n.3, p.282-287, 2002.
31. OGATA, T.; SANO, T.; HARADA, Y. *Botryosphaeria* spp. isolated from apple and several deciduous fruit trees are divided into three groups based on the production of warts on twigs, size of conidia, and nucleotide sequences of nuclear ribosomal DNA ITS regions. *Mycoscience*, n.41, p.331-337, 2000.

32. PARKER, K.C.; SUTTON, T.B. Effect of temperature and wetness duration on apple fruit infection and eradicant activity of fungicides against *Botryosphaeria dothidea*. *Plant Disease*, v.77, n.2, p.181-185, 1993.
33. PRADELLA FILHO, O.; RIBEIRO, I.J.A.; KUNIYUKI, H. Podridão do tronco da videira (*Vitis vinifera*) causada por *Dothiorella* sp. forma anamórfica de *Botryosphaeria dothidea*. *Summa Phytopathologia*, v.21, n.1, p.40-42, 1995.
34. REILLY, C.C.; OKIE, W.R. Distribution in the Southeastern United States of peach tree fungal gummosis caused by *Botryosphaeria dothidea*. *Plant Disease*, v.66, n.2, p.158-161, 1982.
35. REIS, E.M.; ZANETTI, R. O cancro da macieira. 1- Identificação do agente causal. *Summa Phytopathologica*, v.1, p.214-220, 1975.
36. SANHUEZA, R.M.V.; BECKER, W.; BONETI, J.I.S. et al. Manejo das doenças na produção integrada de maçã. In: PROTAS, J.F.S.; SANHUEZA, R.M.V. (Ed.). *Produção integrada de frutas: o caso da maçã no Brasil*. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2003. p.53-60.
37. SANTOS, J.P.; CORRENT, A.R.; BERTON, O. et al. Incidência de podridão branca em frutos de macieira com e sem fermentos. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.30, p.118-121, 2008.
38. SHAY, J.R.; SITTERLY, W.R. *Botryosphaeria* canker of apple. *Phytopathology*, v.44, p.505, 1954.
39. SEWELL, G.W.F.; GLASSCOCK, H.H. *Verticillium* wilt of apple. *Plant Pathology*, v.7, n.2, p.76, 1958.
40. SÍNTESE ANUAL DA AGRICULTURA DE SANTA CATARINA 2007-2008. Florianópolis: Instituto Cepa/SC, 2008.
41. SLIPPERS, B.; CROUS, P.W.; DENMAN, S. et al. Combined multiple gene genealogies and phenotypic characters differentiate several species previously identified as *Botryosphaeria dothidea*. *Mycologia*, v.96, n.1, p.83-101, 2004.
42. SMITH, C.O. Inoculation showing the wide host range of *Botryosphaeria ribis*. *Journal of Agricultural Research*, Washington, v.49, p.467-476, 1934.

43. SMITH, M.B.; HENDRIX JUNIOR, F.F. Primary infection of apple buds by *Botryosphaeria obtusa*. *Plant Disease*, v.68, p.707-709, 1984.
44. SMITH, D.R.; MICHAILIDES, T.J.; STANOSZ, G.R. Differentiation of Fusicoccum species causing panicle and shoot blight on California pistachio trees from *Botryosphaeria dothidea*. *Plant Disease*, v.85, p.1235-1240, 2001.
45. SPRAGUE, R.; HORD, H.V. The reappearance of silver leaf in the apple orchards of Washington State. *Plant Disease Reporter*, v.36, n.1, p.30, 1952.
46. SUTTON, B.C. *The coelomycetes*. Kew, Surrey, UK: Commonwealth Mycological Institute, 1980. 696p.
47. SUTTON, T.B. Production and dispersal of ascospores and conidia by *Physalospora obtusa* and *Botryosphaeria dothidea* in apple orchards. *Phytopathology*, v.71, n.6, p.584-589, 1981.
48. SUTTON, T.B.; ARAUZ, L.F. Influence of temperature and moisture on germination of ascospores and conidia of *Botryosphaeria dothidea*. *Plant Disease*, v.75, n.11, p.1146-1149, 1991.
49. SUTTON T.B.; BOYNE, J.V. Inoculum availability and pathogenic variation in *Botryosphaeria dothidea* in apple production areas of North Carolina. *Plant Disease*, v.67, n.5, p.503-506, 1983.
50. SUTTON, T.B. NADACCI, J.F.; O'LEARY, A.L. In vitro activity of etaconazole, bitertanol, and fenarimol on fungi causing summer diseases of apples. *Plant Disease*, v.69, n.8, p.700-703, 1985.
51. ÚRBEZ-TORRES, J.R.; LEAVITT, G.M.; VOEGEL, T.M. et al. Identification and Distribution of *Botryosphaeria* spp. associated with grapevine cankers in California. *Plant Disease*, v.90, n.12, p.1490-1503, 2006.