

Documentos

ISSN 1808-4648

Março, 2013

82

Declínio e Morte de Plantas de Videira



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Uva e Vinho
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Documentos 82

Declínio e Morte de Plantas de Videira

*Fabio Rossi Cavalcanti
César Júnior Bueno
Marcus André Kurtz Almança*

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Uva e Vinho

Rua Livramento, 515
95700-000 Bento Gonçalves, RS, Brasil
Caixa Postal 130
Fone: (0xx)54 3455-8000
Fax: (0xx)54 3451-2792
<http://www.cnpuv.embrapa.br>
cnpuv.sac@embrapa.br

Comitê de Publicações

Presidente: *Mauro Celso Zanus*
Secretária-Executiva: *Sandra de Souza Sebben*
Membros: *Alexandre Hoffmann, César Luís Girardi, Flávio Bello Fialho, Henrique Pessoa dos Santos, Kátia Midori Hiwatashi e Viviane Zanella Bello Fialho*

Formatação: *Alessandra Russi*
Foto da capa: *Marcos Botton*
Normalização bibliográfica: *Kátia Midori Hiwatashi*

1ª edição

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Uva e Vinho

Cavalcanti, Fábio Rossi

Declínio e morte de plantas de videira / por Fábio Rossi Cavalcanti, César Júnior Bueno e Marcus André Kurtz Almança -- Bento Gonçalves : Embrapa Uva e Vinho, 2013.

40 p. : il. color -- (Documentos / Embrapa Uva e Vinho, ISSN 1808-4648; 82).

1. Uva. 2. Doença de planta. 3. Fungo. 4. Controle. 5. Brasil. I. Bueno, César Júnior. II. Almança, Marcus André Kurtz. III. Título. IV. Série.

CDD 634.82 (21. ed.)

Autores

Fábio Rossi Cavalcanti

Engenheiro Agrônomo

Doutor, Pesquisador Embrapa Uva e Vinho

Bento Gonçalves, RS

E-mail: fabio.cavalcanti@embrapa.br

César Júnior Bueno

Engenheiro Agrônomo

Doutor, Pesquisador Instituto Biológico

Campinas, SP

E-mail: cjbueno@biologico.sp.gov.br

Marcus André Kurtz Almança

Engenheiro Agrônomo

Doutor, Professor, Instituto Federal de Educação,

Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul

Bento Gonçalves, RS

E-mail: marcus.almanca@bento.ifrs.edu.br

Apresentação

As doenças de tronco da videira que acometem o tecido vascular da raiz e do colo da planta são, atualmente, uma das principais ameaças fitossanitárias à prática da moderna viticultura no mundo, ao lado das podridões descendentes causadas por fungos do gênero *Eutypa* e da família Botryosphaeriaceae. Essas doenças podem causar o declínio da planta a partir da base da enxertia, das raízes e do pé da planta, ocasionando a morte da mesma.

Especialmente ameaçadoras são as evidências de que os fungos causadores das podridões vasculares possuem grande habilidade de sobrevivência no solo, ao lado da entrada dos mesmos nos parreiras por meio do plantio de material propagativo infectado, porém assintomático. Em paralelo, há ainda uma restrição de materiais apresentando um nível adequado de resistência genética aos invasores, estando os estudos sobre esta matéria ainda em seu início.

Não há até o presente momento, um resultado de pesquisa que revele precisamente o nível de dano econômico causado pela incidência dessas enfermidades sobre a viticultura brasileira e da Serra Gaúcha. Mas, seguidas observações e levantamentos de campo, feitos nos últimos anos, principalmente no Rio Grande do Sul, alertam para o preocupante crescimento da incidência dessas doenças nas áreas de produção de uva para mesa e processamento. Com isso, pesquisas deverão ser conduzidas na Embrapa Uva e Vinho de modo a viabilizar soluções para o controle e a mitigação do declínio e morte de plantas.

Lucas da Ressurreição Garrido
Chefe-Geral da Embrapa Uva e Vinho

Sumário

1. Introdução.....	9
2. Aspectos da etiologia, taxonomia e biologia de agentes causadores....	11
3. Sintomas.....	11
4. Disseminação.....	14
5. Parasitismo, sobrevivência e ambiente.....	16
6. Controle.....	21
7. Considerações finais.....	23
8. Referências.....	30

1. Introdução

O declínio e a morte de plantas de videira, associados a fungos, representam um problema para a viticultura mundial, devido à gravidade dos prejuízos. Esse problema engloba algumas doenças - as quais serão descritas em detalhes mais adiante - cuja causa envolve fungos habitantes do solo que possuem uma fase importante de saprofitismo e latência (HALLEEN et al., 2003). Quando tais fungos parasitam o tecido lenhoso das raízes ou do colo da planta, geralmente em situações de desequilíbrio em seu habitat (solo), pode haver o desencadeamento de infecções extremamente severas e podridões que comprometem ou impedem a sobrevivência da planta. Adicionalmente, há a hipótese de que esses microrganismos ajam em consórcio com pragas de solo (por exemplo, a pérola-da-terra) ou nematoides capazes de enfraquecer a planta e produzir aberturas para inoculação. Em plantas perenes, como é o caso da videira, tal panorama apresenta-se como um grande risco para a produção de uva, pela ausência de medidas específicas de controle. Além disso, a contaminação do solo com tais patógenos prejudica o estabelecimento de parreirais jovens, em novos plantios comerciais, o que reduz a lucratividade potencial.

A incidência de duas doenças em especial, conhecidas como “pé-preto” e “doença de Petri” (“chocolate”), vem se tornando cada vez mais importante no contexto da produção de uvas no Brasil. Embora a repercussão e o impacto do problema ainda não tenham sido calculados, produtores das principais regiões em questão têm relatado perdas, principalmente devido aos custos com replantio precoce nas áreas contaminadas.

Os sintomas da parte aérea dessas doenças, que levam ao declínio e à morte da planta, são praticamente indistinguíveis em estágios avançados no campo e, de fato, reforçam um problema mundial, pois tratam-se das mesmas enfermidades relatadas em vinhedos da Itália (GRASSO, 1984), Portugal (REGO et al., 2000), Califórnia (SCHECK et al., 1998), Espanha (ARMENGOL et al., 2001), Chile (AUGER, 1999 citado por HALLEEN et al., 2006), Grécia (RUMBOS; RUMBOU, 2001) e demais países. No Brasil, já foram comunicados relatos de “pé-preto” e “chocolate” em vinhedos do Rio Grande do Sul (GARRIDO et al., 2004). Recentemente, patógenos da “doença de Petri” foram detectados no Nordeste (CORREIA et al., 2012) e, também, no Sudeste do Brasil (FERREIRA et al., 2013a; FERREIRA et al., 2013b).

2. Aspectos da etiologia, taxonomia e biologia dos agentes causadores

O “pé-preto”, causado pelos fungos ascomiceto mitospórico de solo *Cylindrocarpon liriodendri* J. D. MacDonald & E. E. Butler (HALLEEN et al., 2006), *C. macrodidymum* Schroers, Halleen & Crous (HALLEEN et al., 2004), e, pela forma encontrada no Brasil, *C. destructans* (GARRIDO et al., 2004), é considerada uma das mais importantes doenças de raiz e tronco que afeta viveiros de videira e vinhedos jovens em todo o mundo (ALANIZ et al., 2007). Em revisão taxonômica do gênero *Cylindrocarpon* associado ao “pé-preto” em plantas de videira, o agente causal primário foi identificado como *C. destructans*, enquanto uma espécie secundária foi relatada como sendo *C. macrodidymum* Schroers, Hallen & Crous.

Atualmente, *C. destructans* está relacionado a um grupo teleomorfo *Neonectria radicularis*, que produz peritécios lisos, solitários, fracamente anexados ao substrato, com papila cônica, produzindo ascósporos lisos monosseptados (CHAVERRI et al., 2011). Isolados de *C. destructans*, em geral, desenvolvem colônias com textura aveludada, micélio aéreo, com a cor variando do branco ao acinzentado, em meio batata dextrose ágar (BDA). Produzem conidióforos que podem ser ramificados, organizados

em fiáldes laterais ou terminais em ramos pequenos, podendo ser verticiliados. A célula conidiogênica é fialídica, cilíndrica, na qual se desenvolvem microconídios cilíndricos a elípticos em abundância, com uma cicatriz característica na base. Os macroconídios são hialinos, cilíndricos, com ápice encurvado e possuem, em média, três septos. Esses macroconídios são formados por esporodóquios, os quais podem ser abundantes, quando cultivados em meio enriquecido com folhas de cravo. Clamidósporos intercalares e terminais podem variar de hialinos a amarronzados, em colônias maduras, sendo de forma esférica (de vários diâmetros), lisos, mas com paredes espessas (REGO et al., 2001).

Espécies de *Phaeoacremonium*, causadores do “chocolate” ou “doença de Petri”, têm sido relatadas de modo estreitamente associado à mortalidade de vinhedos jovens e ao declínio em vinhedos estabelecidos (GATICA et al., 2001). Dentre as espécies de *Phaeoacremonium*, um ascomiceto mitospórico (hyphomycetes), as mais comuns são *P. aleophilum*, *P. angustum* e *P. viticola*. Outras espécies podem ser encontradas na Austrália, em Portugal, nos EUA, Chile e Irã (AROCA; RAPOSO, 2009). Todas as espécies de *Phaeoacremonium* encontradas em videira são suspeitas de estarem associadas à “doença de Petri” e à “Esca” (MOSTERT et al., 2006). Entretanto, essas mesmas espécies também já foram consideradas endofíticas de videira, sendo capazes de causar sintomas principalmente em vinhedos sob estresse (SCHECK et al., 1998). O gênero *Phaeoacremonium* W. Gams, Crous & M. J. Wingfield, foi descrito em 1996 (CROUS et al., 1996) e engloba seis espécies, entre as quais *Phaeoacremonium parasiticum*, *P. aleophilum*, *P. angustius* e *P. chlamydosporum* estão envolvidas em doenças relacionadas ao declínio e à morte de plantas lenhosas. Mais tarde, *P. chlamydosporum* apareceu distante filogeneticamente das outras espécies do gênero, sendo criado um novo gênero, de nome *Phaeomoniella* Crous e W. Gams, que inclui *Phaeomoniella chlamydospora* (CROUS; GAMS, 2000).

Com relação à *Phaeoacremonium* spp., o micélio consiste em ramificações de hifas septadas, que podem ocorrer soltas ou empacotadas. Em geral, apresenta-se na cor marrom, tornando-se mais clara sobre a área em que se processa a conidiogênese. Proeminências (verrugas) e exsudatos podem aparecer em zonas mais centrais de colônias envelhecidas e podem diferir

em características, de acordo com o isolado ou a espécie. Os conidióforos apresentam-se, em geral, longos e com ramificações. Eles produzem células conidiogênicas em fiálides variadas (em tamanho e conformação, subsidiando a identificação da espécie), que podem aparecer aderidas ao conidióforo ou surgir diretamente do micélio. Conídios oblongos-elipsoides hialinos e asseptados podem ocorrer em extremidades viscosas, quando observados em substrato natural; em meio, tornam-se mais alongados. O teleomorfo que engloba várias espécies de *Phaeoacremonium* pertence ao gênero *Togninia*, distinto por produzir ascomas alongados (principalmente in vitro), que prendem ascas unitunicadas oblongas e espessas. As ascas estão arrançadas em uma formação espigada direcionada pela hifa ascógena e em paráfises hialinas e septadas. Os ascósporos se apresentam asseptados e hialinos, em uma forma elipsoide a oblonga (MOSTERT et al., 2006). Até o presente momento, esse grupo teleomorfo não foi relatado no Brasil.

O micélio de *P. chlamydospora* consiste em hifas septadas e ramificadas, que aparecem isoladas ou em grupos de até dez, tuberculadas com verrugas, tornando-se mais claras em direção à região conidiogênica. Os clamidósporos podem ser abundantes ou escassos (o que vai depender do isolado), globosos a subglobosos, quase sempre isolados, raramente em cadeias, com coloração de olivácea a castanha-esverdeada, lisos e tuberculados (CROUS; GAMS, 2000). Os conidióforos eretos, simples e cilíndricos, podem surgir de hifas aéreas ou submersas, com uma célula apical de forma alongada, com parede espessa na base, mas com o restante da parede fina e castanha, mais clara em direção ao ápice, possuindo até três septos. As fiálides (células conidiogênicas) são isoladas, terminais e monofialídicas, sub-hialinas, lisas, de forma alongada ou subcilíndricas. Os conídios se apresentam agregados com forma globosa e mucilaginosa nos ápices das células conidiogênicas, oblongos a elipsoidais, ovoides e direitos (PINTO, 2010).

Portanto, a “doença de Petri” é causada por uma combinação do fungo *P. chlamydospora* e de várias espécies de *Phaeoacremonium* (SCHECK et al., 1998). Há relatos de dezessete espécies de *Phaeoacremonium* encontradas em videira. Destas, *P. aleophilum* é a mais vastamente distribuída e a mais comum em videira. No entanto, o fungo *P.*

chlamydospora tem sido muito mais frequentemente associado a sintomas típicos da “doença de Petri” do que as espécies de *Phaeoacremonium* (MUGNAI et al., 1999), mais associadas ao “chocolate” (Black Goo).

Vários fungos hifomicetos foram recentemente isolados de tecido vascular, sintomático ou não, de plantas com “doença de Petri” na África do Sul (HALLEEN et al., 2007). Dentre esses fungos, há a descrição de *Acremonium* cf. *charticola*, *Acremonium* cf. *ochraceum*, *Cadophora luteo-olivacea*, *Phialemonium* cf. *curvatum*, *Pleurostomophora richardsiae*, *Phaeoacremonium krajdennii*, *P. parasiticum*, *P. subulatum*, *P. venezuelense* e *P. viticola*. Ensaios envolvendo inoculação artificial destes fungos e mais *P. aleophilum* e *P. chlamydospora*, em mudas, tanto em condições de casa de vegetação quanto em campo, foram realizados para comprovar a patogenicidade desses novos fungos. Tanto em casa de vegetação quanto em campo, o fungo mais agressivo e frequentemente isolado foi *P. chlamydospora*. No entanto, em comparação com o controle negativo, todos os fungos hifomicetos recentemente isolados foram capazes de infectar, colonizar e produzir lesões diferentes em videira (HALLEEN et al., 2007). Assim, mais estudos são necessários para elucidar o papel desses hifomicetos na “doença de Petri” ou em plantas com declínio e morte. Em um levantamento de detecção de fungos de tronco em Niágara Rosada jovem no Sudeste do Brasil, foi constatada maior frequência de isolamento de *P. chlamydospora* do que *Phaeoacremonium* em municípios visitados e, também, detectada a espécie *P. aleophilum* (FERREIRA et al., 2013a), o que corrobora relatos de Mugnai et al., 1999; Groenewald et al., 2001; Edwards; Pascoe, 2004. No Sudeste, recentemente, foi detectada a presença de *Phialemonium dimorphosporum* em plantas de Niágara Rosada jovem com “doença de Petri” (FERREIRA et al., 2013b). Essa comunicação, aliada ao trabalho de Halleen et al. (2007), reforça a importância de mais estudos para elucidar o papel desses novos hifomicetos na “doença de Petri”, que mais tarde poderá ser, inclusive, enquadrada como uma doença complexa.

3. Sintomas

As espécies de *Cylindrocarpon* associadas ao “pé-preto” infectam plantas de videira pelo tecido radicular, colonizando as extremidades das raízes e causando lesões necróticas deprimidas e redução na biomassa do órgão (HALLEEN et al., 2003). Conforme o ilustrado na Figura 1, sintomas na parte aérea incluem perda de vigor, encurtamento de internódios, formação de folhagem esparsa e diminuta, com folhas contendo lesões cloróticas internervurais e necrose, o que frequentemente leva a planta à morte (SCHECK et al., 1998). A remoção da casca revela uma intensa descoloração negra e a necrose do tecido lenhoso, desenvolvida a partir da base do porta-enxerto (Figura 2). Internamente, seções de tecidos sintomáticos revelam que a maioria dos vasos do xilema fica aderida à tiloses espessas ou à goma escurecida, e os elementos de tubo crivado tornam-se bloqueados por goma. Quando examinados em microscópio, os tecidos infectados revelam a presença da hifa nos raios celulares do floema e do xilema primário, o que não é evidenciado nos vasos do xilema e raramente o é nos vasos do floema funcional. A presença de hifa nos raios celulares faz a doença se espalhar para o centro do tronco, descolorindo tecidos por onde passa. É conveniente lembrar que boa

parte das reservas de amido da videira é armazenada na raiz, provendo fonte de carbono para o *C. destructans*, fungo capaz de secretar amilases (HALLEEN et al., 2006).

Foto: Fábio R. Cavalcanti.



Fig. 1. Sintoma de declínio em copa de planta *V. vinifera*, da cultivar Itália, reflexo de podridão de tronco causada por fungos associados à morte de plantas de videira. Bento Gonçalves, 2012.

Vinhedos afetados por *Phaeoconiella chlamydospora* e/ou por *Phaeoacremonium* spp., acometidas por “chocolate” ou “doença de Petri”, mostram desenvolvimento inicial comprometido e reduzido vigor vegetativo, seguidos de interrupção de crescimento e morte da planta (Fig. 1). Plantas afetadas revelam menor diâmetro do tronco, encurtamento de internódios, reduzidas quantidades de folhagem e de área foliar. Os sintomas foliares desenvolvidos de três a cinco anos após o transplântio

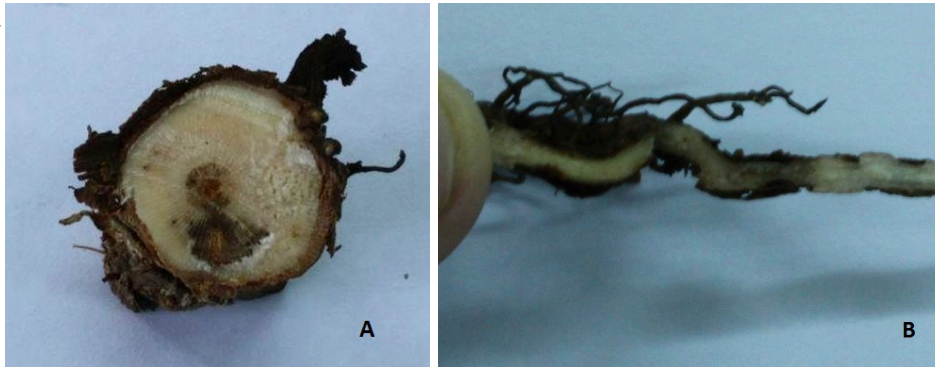


Fig. 2. (A) Seção transversal em pé de tronco de videira, da cultivar Cabernet Sauvignon, revelando cancro em área de tecido lenhoso e vascular, desde a medula até quase a casca, o qual é causado por *C. destructans*. (B) Seção longitudinal de fragmento de raiz secundária de videira, infectada por *C. destructans*.

incluem cloroses intervenais, necroses das extremidades e murchas, as quais podem resultar em desfolha prematura. Quando observados em seção transversal, os vasos do xilema do colo da raiz (parte de baixo do porta-enxerto) apresentam manchas negras ou marrom escuras (Fig. 3). Em seção longitudinal, os elementos de vaso mostram estrias escurecidas. Essas estrias de vasos obstruídos ocorrem próximas à medula, que também pode estar afetada e escurecida (AROCA; RAPOSO, 2009).

Na parte interna, é possível observar o escurecimento de vasos do xilema com produção associada de tiloses de massas de goma escura, o que resulta em oclusão de elementos traqueais (Fig. 3B). Os fungos associados à “doença de Petri” podem ser isolados a partir de tecido lenhoso próximo aos elementos traqueais obstruídos, e a forma como esses patógenos habitam a região do apoplasto do tecido vascular vai depender do potencial hídrico do tecido naquele ponto, uma vez que os patógenos dependem do hospedeiro para obter água e nutrientes (BRUEHL; KAISER, 1996).

Tanto os sintomas de pé-preto quanto os de “chocolate”/“doença de Petri” podem ser agravados durante a fase patogênica, caso as plantas estejam submetidas a estresses diversos, em particular o estresse hídrico. O bloqueio de vasos do xilema no processo de infecção acentua ainda

mais a restrição hídrica da copa, levando à interrupção de fornecimento de água e nutrientes para as partes vegetativas, o que agrava os sintomas durante o período de maior demanda por água. Outros fatores relacionados ao ambiente, como o desequilíbrio nutricional, a má drenagem, a compactação do solo, o preparo inadequado do solo e da cova para o plantio podem contribuir para o aumento da ocorrência de doenças do tronco (GRAMAJE; ARMENGOL, 2011).

Foto: Marcus A. K. Almança.



Foto: Ana B. M. Ferreira e César Jr. Bueno.



Fig. 3. (A) Seção transversal na região do colo de videira, da cultivar Cabernet Sauvignon, revelando sintoma de podridão, em área de tecidos lenhoso e vascular, causado por fungos associados à "pé-preto". (B) Seção da cultivar Niágara Rosada, no porta-enxerto IAC 766, mostrando sintomas de "doença de Petri"/"chocolate" nos vasos. No detalhe (canto superior direito), a lesão "chocolate" aparece ampliada.

4. Disseminação

Paralelamente à incorporação de mudas infectadas no momento da instalação do vinhedo, os fungos associados à “doença de Petri” e “Esca” (*Phaeoacremonium* spp., *Phaeoconiella chlamydospora* e *Fomitiporia* sp.) têm mecanismos próprios para lançar esporos no ar após a chuva. Esses esporos são viáveis e podem infectar plantas de videira por ferimentos de poda e outras injúrias físicas (SURICO et al., 2006; QUAGLIA et al., 2009). Espécies de *Phaeoacremonium* produzem peritécios (na fase teleomórfica *Togninia*), em tecido vascular velho e apodrecido, após podas e em rachaduras situadas em troncos e esporões. Com a ocorrência de chuvas, ascósporos podem ser lançados a partir dessas estruturas de sobrevivência, infectando o tecido exposto por ferimentos de poda. Experimentos envolvendo lâminas com cobertura gelatinosa, dispostas próximas a ramos e troncos (infectados) de videira, mostraram capturas de esporos de *Phaeoacremonium* spp. e *P. chlamydospora* (ESKALEN; GUBLER, 2001).

Estudos citados por Rego et al. (1998) mostraram que a forma mais favorável para a disseminação da doença consiste no intercâmbio de

material propagativo infectado, a partir de plantas matrizes de enxerto e porta-enxerto. A disseminação da doença também pode ocorrer em processos de enxertia. Na época do plantio, as extremidades basais (especialmente a área da medula) da maioria dos porta-enxertos estão parcial ou totalmente expostas à infecção por patógenos de solo. Calos radiculares frequentemente quebram durante o processo de plantio, resultando em pequenos ferimentos que favorecem a infecção.

Conforme comentado, os sítios de infecção para esses fungos são geralmente ferimentos que expõem tecidos parenquimatosos corticais ou vasculares, em plantas jovens ou maduras de videira. Além disso, em ambiente de viveiro, existe a possibilidade de estruturas do patógeno passarem dos matrizeiros às estacas progênie por meio de esporos ou micélio localizados tanto na seiva ou em contaminações externas na casca, via lançamento de ascósporos a partir de peritécios. No entanto, esses patógenos sobrevivem no solo e possuem também a capacidade de infectar raízes jovens diretamente, através dos ferimentos ocasionados no plantio das mudas (GUBLER et al., 2010).

Por outro lado, existem evidências de redistribuição interna de conídios de *Phaeoacremonium* spp. através de vasos de xilema e de crescimento micelial ativo de *P. chlamydospora* dentro de tecidos da copa da planta. Por hipótese, esporos são carregados com o fluido do xilema em plantas matrizes infectadas, as quais podem oferecer varas contaminadas. Por exemplo, em um monitoramento de vinte meses, ramos infectados retirados próximos ao ápice da planta passaram de percentuais reduzidos (próximos de zero) para 53% de infecção, em um mesmo nível de incidência (55%) de segmentos extraídos em um ponto distante do ápice da planta (WHITEMAN et al., 2007). Além disso, Lorena et al. (2001) mencionam que *P. chlamydospora* inicia a infecção pelas raízes e requer nove meses para colonizar os primeiros 20-25 cm do tronco das plantas. A lenta disseminação do fungo no sistema vascular se deve às respostas de defesa da videira, tais como produção de tiloses e outras. Em um ensaio para verificar a colonização de fungos da “doença de Petri” em várias partes (colo, tronco mediano e parte aérea) de videira da cultivar Niágara Rosada, com três anos, foi detectado *P. chlamydospora* apenas no colo (FERREIRA et al., 2013b).

5. Parasitismo, sobrevivência e ambiente

Espécies de *Phaeoacremonium* já foram isoladas a partir de plantas de videira inoculadas, mas não sintomáticas, na Califórnia. Na Itália, *P. chlamydospora* foi isolado a partir de cortes de tecido sadio (WHITING et al., 2001). Parece evidente que os dois gêneros podem existir como fungos endofíticos ou em infecções latentes em tecidos de plantas de videira, aparecendo como agentes virulentos apenas quando as plantas são acometidas por algum estresse de ordem biótica ou abiótica, tais como baixa temperatura, restrição hídrica e populações de nematoides fitopatogênicos (FERREIRA et al., 1999; HALLEEN et al., 2003).

Em muitos casos, a presença dos causadores do pé-preto e da “doença de Petri” em matrizes de porta-enxerto não está expressa por sintomas externos (GRAMAJE; ARMENGOL, 2011). A presença desses patógenos em plantas assintomáticas de videira (até com lesões de podridões internas no tecido vascular) pode ser explicada por relatos de que esses fungos têm condições de sobreviver como endofíticos ou como patógenos latentes até que a planta seja exposta a uma condição de estresse, com consequente desenvolvimento de lesões externas (FERREIRA et al., 1999).

Adicionalmente, os fungos da “doença de Petri” têm crescimento lento (PINTO, 2010).

Tais possibilidades biológicas fundamentam a ameaça de plantas matrizes não-sintomáticas como fontes potenciais de inóculo, em processos de propagação vegetativa e em estabelecimento de novos vinhedos.

Por outro lado, o solo também pode ser uma fonte primária de patógenos. Espécies de *Cylindrocarpon* são comumente reconhecidas como saprófitas no solo, ocorrendo em restos de planta no substrato ou agindo como patógenos fracos em tecidos radiculares ou corticais de vários hospedeiros. A produção de clamidósporos permite a *Cylindrocarpon* spp. sobreviver no solo por longos períodos (HALLEEN et al., 2004). De forma análoga, *P. chlamydospora* sobrevive no solo úmido devido a sua habilidade de produzir clamidósporos. Clamidósporos podem formar conídios que penetram por injúrias radiculares, em viveiros ou vinhedos. A presença de *P. aleophilum* no solo e na água retida na rizosfera de plantas de videira foi confirmada por métodos moleculares (ROONEY et al., 2001). Estudos de patogenicidade comprovaram que a exposição de areia infectada por *Phaeoacremonium* spp. e, em menor proporção, por *P. chlamydospora*, pode infectar plantas dormentes de videira, por meio de ferimentos no lenho. Whiting et al. (2001) demonstraram que *Phaeoacremonium* spp. possuem uma alta capacidade de adaptação a diferentes faixas de potenciais hídrico, possivelmente como uma estratégia de sobrevivência no solo.

Com relação aos mecanismos de parasitismo de *C. destructans*, Rahman e Punja (2005) encontraram diferenças marcantes nas atividades de enzimas pectolíticas entre isolados forte e fracamente virulentos do patógeno, no processo de infecção de tecidos susceptíveis. Uma alta atividade de pectinase foi evidenciada em isolados altamente virulentos quando comparada a isolados menos virulentos. Lyr e Kluge (1968) relataram que vários isolados de *C. radicola* diferem em termos de patogenicidade em pinheiros, estando a patogenicidade relacionada à maior atividade de enzimas pectolíticas. A atividade de polifenoloxidasas (PPO) em *C. destructans* pode ser outro potencial contribuinte para o progresso de lesões em raízes. Tais lesões deprimidas de coloração marrom-escura

são observadas como restos de degradação de componentes fenólicos de tecido hospedeiro por enzimas como a PPO. No caso do ginseng, tal planta produz uma ampla gama de componentes fenólicos (como em videira, especialmente em variedades tintas). A produção de PPO pelo fungo é usualmente induzida por substâncias fenólicas da planta hospedeira, ou em meio artificial, e, no ponto de vista do ataque do patógeno, auxilia na degradação de constituintes de parede celular ou na detoxificação de quinonas do hospedeiro, por polimerização das mesmas, fazendo avançar o parasitismo (RAHMAN; PUNJA, 2005).

No caso do parasitismo de *Phaeoacremonium* spp. e *P. chlamydospora* em videira, Bruno e Sparapano (2006), em uma interessante série de resultados, sugerem um metabolismo de detoxificação de taninos hidrolisáveis (ácido tânico), quelantes de Fe^{+2} , com propriedades recalcitrantes para agentes de degradação e ação antifúngica, presentes no tecido cortical da videira. Tal detoxificação é feita a partir da ação de tanases (determinantes de patogenicidade) induzíveis. Assim, o ácido tânico é metabolizado a ácido gálico e Fe^{+2} livre, que, por sua vez, coopera fortemente para o aumento do ambiente oxidativo, por meio de reações de Fenton e dismutases de superóxido. Radicais peridroxilas (gerados pelas reações de Fenton) e PPOs contribuem para formar radicais fenólicos (dos quais o próprio ácido gálico pode servir como substrato), que, por sua vez, podem servir para ação de peroxidases, ou formar quinonas precursoras de ácido mucônico, que é um agente antifúngico. No entanto, os autores detectaram que lacases (PPOs) podem detoxificar nessa etapa também, por meio da síntese de melanina (fotografada sobre os tecidos e colônias), a partir das quinonas formadas pela atividade difenolásica das lacases, reduzindo a formação de ácido mucônico (BRUNO; SPARAPANO, 2006). O saldo desse intercâmbio metabólico é o enfraquecimento geral de defesas químicas da planta e o estabelecimento da compatibilidade do parasitismo.

Toxinas secretadas por fungos causadores da “doença de Petri” podem atuar como fatores de virulência, inclusive a longas distâncias, como na região da copa da planta, paralelamente aos processos de colapso de tecido vascular que acarretam impedimentos no fornecimento de água e nutrientes, durante o processo de formação do sítio de parasitismo. Vários

metabólitos de natureza lipofílica (derivados de scitalona, envolvidos na síntese policetídica de melanina), polissacarídica (pululana) e polipeptídica foram isolados de cultivos de *Phaeoacremonium* spp. e *P. chlamydospora* (LUINI et al., 2010). Por exemplo, isosclerona, 1,3,8-trihidroxinaftaleno, 2-hidroxijuglona, entre outros, são metabólitos envolvidos no processo de desenvolvimento de lesões cloróticas e necróticas em folhas e bagas (EVIDENTE et al., 2000; BRUNO; SPARAPANO, 2006; ANDOLFI et al., 2011). A função dos intermediários da síntese de melanina e da melanina propriamente dita na virulência desses patógenos pode estar associada à atuação das naftoquinonas na formação de uma ponte covalente entre uma quinona e grupamentos –tiol ou –amino de proteínas, por uma adição de 1,4 de Michael (BURKI et al., 2003). Essa inativação proteica pode interferir na produção de espécies ativas de oxigênio (AOS), no início da sinalização de defesa da célula vegetal, desarticulando a resposta de defesa (por exemplo, por inibição de NAD(P)H oxidases). Adicionalmente, scitalona e isosclerona podem causar peroxidação de lipídios associados a processos de estresse oxidativo e senescência. Toxinas de natureza peptídica também poderiam estar envolvidas num processo forçado de senescência (ANDOLFI et al., 2011).

Na literatura, parece haver relativamente poucas informações abordando os efeitos de fatores abióticos como o pH, temperatura e umidade do solo sobre o crescimento de isolados de *C. destructans* em hospedeiros e o progresso da doença causada por esse fungo. Rahman e Punja (2005) verificaram que a temperatura do solo influenciou significativamente na severidade da podridão radicular do ginseng, causada por *C. destructans*. Índices superiores de infecção e número de lesões foram obtidos a 20°C e -0,02 MPa no solo (próximo da capacidade de campo), o que reforça a importância da manutenção de solos bem drenados e aerados, no manejo do “pé-preto”. Os autores mostraram também que as lesões radiculares, em condição hidropônica, se desenvolvem mais rápido em ambiente ácido (pH 5,0). Em condições “in vitro”, efeitos da temperatura, pH e potencial hídrico sobre o crescimento micelial, esporulação e produção de clamidósporos de diferentes isolados e espécies de *Cylindrocarpon* foram recentemente relatados (AGUSTÍ-BRISACH; ARMENGOL, 2012). Verificou-se que todos os isolados cultivados em BDA foram capazes de crescer em temperaturas entre 5 e 30°C, com ótimos entre 20 e

25°C e pH entre 4 e 8. Todos isolados esporularam nas temperaturas, pH e potenciais hídricos estudados. A produção de clamidósporos foi correlacionada mais ao isolado avaliado do que a fatores de natureza física.

Para *P. chlamydospora*, as temperaturas de crescimento relatadas são: mínima de 15°C, ótima de 25°C e máxima de 35°C (CROUS; GAMS, 2000). Já para *P. aleophilum*, a temperatura mínima de crescimento é de 10°C, a ótima é de 30°C e a máxima é de 37 a 40°C (MOSTERT et al., 2006). Segundo estudos de Larignon; Dubos (2000), as condições favoráveis de infecções por *P. chlamydospora* são temperaturas médias entre 7 e 15°C, com máximas entre 12 e 18°C, acompanhadas de chuva, que facilita a disseminação dos esporos e a contaminação das feridas de poda.

6. Controle

Até o presente momento, não há medidas curativas economicamente viáveis para controlar o pé-preto depois de instalado no vinhedo. O uso de material com resistência de campo pode contribuir para a diminuição das perdas causadas pelo fungo. Na Espanha (ALANIZ et al., 2010), diferentes níveis de resistência de variedades de videira foram observados contra *C. liriodendri* e *C. macrodidymum*, em condições de casa-de-vegetação. De acordo com os resultados, tais patógenos induziram sintomas típicos da doença do “pé-preto” em todos os porta-enxertos estudados, mesmos com respostas contrastantes entre as variedades estudadas, no que tange à redução de massa de tecido radicular, descoloração e necrose (índice de doença). Com relação a potenciais fontes de resistência às podridões do tronco, um número significativo de estudos (revisados por GRAMAJE; ARMENGOL, 2011) indica que os principais porta-enxertos e copas de videira são susceptíveis, a despeito de haver, em trabalhos envolvendo inoculação artificial de fungos da “Esca” e “chocolate”/“doença de Petri”, contrastes entre tais susceptibilidades, com destaque para o genótipo 161-49 Couderc e cruzamentos entres *V. riparia* x *V. berlandieri* (GRAMAJE et al., 2010). Em relatos de resistência ao pé-preto, são

mencionados porta-enxertos *Vitis riparia* 039-16 e Freedom como fontes potenciais (GUBLER et al., 2010).

Experimentos de campo (viveiro) foram conduzidos pela equipe do Dr. Halleen (HALLEEN et al., 2007) por duas estações de produção, entre 2002 e 2003 e 2003 e 2004, para avaliar a eficiência dos produtos químicos testados contra o “pé-preto”, na África do Sul. Fungicidas, misturas de controle biológico e tratamento térmico foram testados em segmentos padronizados (trezentas varas de matriz Cabernet Sauvignon por tratamento, divididas em blocos casualizados), com mergulho de um minuto no produto, em solução aquosa. Após o preparo, os segmentos foram plantados em condições de viveiro, em um espaçamento de 5 cm x 60 cm (linha x coluna). Sem que houvesse influência da estação sobre as respostas dos tratamentos ($P = 0,071$), Prochloraz + Nu-Film 17 (73,3% de incidência), flusilazole + cera de carnaúba (68,0%) e Prochloraz (68%) promoveram uma proteção entre 7,6% e 15,9% em parcelas contabilizadas (plantas que não morreram por falha de enxertia, anomalias de crescimento ou incidência de “pé-preto”), em comparação às plantas controle tratadas com água (79,3%).

Seguindo os resultados dos experimentos feitos na estação de 2002 a 2003, apenas com menor pressão de doença, a incidência do “pé-preto” na estação de 2003 a 2004 confirmou a eficiência de proteção dos tratamentos nas extremidades das estacas dos porta-enxertos e em raízes. Se algumas das substâncias químicas testadas promoveram uma leve redução na incidência de “pé-preto”, o tratamento por choque térmico (50°C por trinta minutos, seguido por mais trinta minutos em água gelada) nos porta-enxertos enraizados foi o único tratamento que promoveu significativa ($P < 0,05$) redução na incidência de “pé-preto”. De acordo com os autores, o tratamento por choque térmico inibiu completamente o parasitismo de fungos associados ao “pé-preto”, pois as estacas submetidas ao choque térmico não apresentaram sintomas da doença, e tampouco apresentaram crescimento de estruturas do fungo e reisolamento posterior, perfazendo um nível de 0,0% de incidência, tanto em porta-enxertos quanto em raízes, nos dois biênios estudados.

A opinião majoritária dos pesquisadores é de que os declínios e mortes súbitas de plantas de videira realmente não são causados pela infecção

por um único patógeno fúngico. Outros fatores podem ser preponderantes. Rumbos; Rumbou (2001) sustentaram essa hipótese afirmando que, na Grécia, foi evidenciada uma marcante redução na incidência de patógenos associados ao declínio de plantas de videira, tais como *Cylindrocarpon* spp., *Phaeomoniella chlamydospora*, *Phaeoacremonium* spp. e *Botryosphaeria* spp. Os percentuais de incidência desses fungos estavam muito baixos em vinhedos jovens. Por exemplo, *Cylindrocarpon* spp. foram isolados e identificados em, no máximo, 4% das amostras de vinhedos jovens. Com esses resultados, especula-se que fatores abióticos, como lesões em porta-enxertos sanitizados inapropriadamente em seus locais de rebrota, e a qualidade da enxertia em materiais de viveiros, bem como o armazenamento inadequado e as condições impróprias de transporte de material de propagação, poderiam ter efeito no vigor do estabelecimento da planta e no declínio da videira.

Os tratamentos com *Trichoderma* (Trichopel™/Trichoflow™) mostraram-se ineficientes ou inconsistentes, pois preveniram a infecção por *P. chlamydospora* em apenas uma estação. Uma possível razão para isso pode estar relacionada a uma colonização sistêmica ineficiente nas extremidades das estacas dos porta-enxertos, como foi demonstrado pelo baixo percentual de reisolamentos em plantas tratadas por esse agente de controle biológico (HALLEEN et al., 2007).

O tratamento padrão para porta-enxertos dormentes e explantes consiste em submergir estacas na água quente (HWT, *heat water treatment*, 50°C por trinta minutos). Publicações do início da última década parecem assegurar que tratamentos térmicos com essa duração seguramente inibem a maioria dos patógenos fúngicos e bacterianos, mas não danificam gemas e brotos. No entanto, mais recentemente, os autores (revisados por GRAMAJE; ARMENGOL, 2011) mostram-se mais cautelosos a respeito do risco de dano térmico a partes meristemáticas de explantes de videira, promovido pelo tratamento HWT.

Aparentemente, a redução do “pé-preto” e da “doença de Petri” promovida por HWT com resfriamento (HALLEEN et al., 2007) claramente demonstrou o potencial dessa medida de controle para erradicação de patógenos que causam infecções em material propagativo, um fator crucial para a dispersão no campo dessas podridões. No início, o

tratamento térmico foi recomendado para erradicação de *Phytophthora cinnamomi* (VON BROEMBSSEN; MARAIS, 1978), *P. chlamydospora* (FOURIE; HALLEEN, 2004) e *Meloidogyne javanica* (BARBERCHECK, 1986), em estacas dormentes. No entanto, de maneira oposta, considerando os patógenos da “doença de Petri”, também há relatos de insucesso no uso do tratamento térmico para tal controle (WHITING et al., 2001; ROONEY et al., 2001). Dessa forma, parece que a questão do tratamento térmico em propágulos de plantas de videira apresenta contradições e carece de validação, visando a sua recomendação como uma estratégia integrada de manejo de podridões, em viveiros de plantas de videira.

Como no caso do “pé-preto”, o controle de *Phaeoacremonium* spp. e *P. chlamydospora* por terapia é complexo. Na África do Sul, Halleen et al. (2007), em experimentos análogos aos ensaios conduzidos para o “pé-preto”, também por duas estações consecutivas de cultivo, utilizaram produtos químicos, biológicos e físicos aplicados para o controle da ação de *P. chlamydospora* e *Phaeoacremonium* spp. Os autores verificaram a influência das condições ambientais das estações de 2002 a 2003 e de 2003 a 2004 sobre as respostas de incidência de fungos associados ao declínio de plantas jovens de videira. No entanto, níveis mais elevados de incidência de podridão foram evidenciados por porta-enxertos de controle tratados com água (média de 21,7% de 2003 a 2004) em ambas as estações. Todos os tratamentos (incidência média entre 0 e 10,7%) promoveram redução (a maioria não significativa) de infecções em porta-enxertos e raízes, excetuando-se a mistura de *Trichoderma harzianum*, Trichoflow-T (18,0%) e flusilazole (15,3%).

Alguns trabalhos, citados por Rego et al. (1998), evidenciaram que a presença de *Cylindrocarpon* spp. em pontos de enxertias poderia ser explicada pelo uso de revolvimento desses pontos com solo por um período aproximado de cinco semanas, como forma de prevenção do dessecação do tecido caloso. Nota-se essa medida em várias localidades onde há cultivo da videira, o que implica na infestação de materiais no campo pelo simples fato de o solo contaminado atingir um ponto de enxertia. Para contornar esse problema, a enxertia alta, aliada à proteção do local de enxertia com parafina, produto químico ou biológico, auxiliaria na diminuição precoce de contaminação de material no campo.

7. Considerações finais

A recente detecção de patógenos da “doença de Petri” no Nordeste e no Sudeste do Brasil, o histórico de *Phaeoacremonium* spp. no Rio Grande do Sul, com recentes evidências da presença de *Phaeomoniella chlamydospora* nesse estado (ALMANÇA et al., 2013), aliados à ameaça do “pé-preto” nos estados do Sul do Brasil, justificam a necessidade de esforços conjuntos de pesquisa para tentar contornar esse complexo problema. Tais esforços devem-se concentrar, inicialmente, em etapas que antecedem a instalação do vinhedo, considerando o processo de produção de material propagativo sadio em ambiente de viveiro, no monitoramento e no manejo de solos contaminados.

Para isso, a adoção de técnicas moleculares, para detecção rápida e acurada de patógenos fúngicos do tronco da videira, constitui uma alternativa para reforçar e, possivelmente, subsidiar programas de qualidade e de certificação fitossanitária de propágulos vegetativos, analogamente ao que já acontece para a obtenção de material vegetativo livre de vírus, na própria cultura da videira.

Paralelamente, esforços de pesquisa devem objetivar a busca por porta-enxertos tolerantes, tanto à “doença de Petri” quanto à “pé-preto”, e trazer à luz medidas eficientes para o manejo integrado e o convívio com essas doenças.

8. Referências

AGUSTÍ-BRISACH, C.; ARMENGOL, J. Effects of temperature, pH and water potential on mycelia growth, sporulation and chlamydospore production in culture of *Cylindrocarpon* spp. associated with black foot of grapevines. **Phytopathologia Mediterranea**, Bologna, v. 51, n. 1, p. 37-50, 2012.

ALANIZ, S.; LEÓN, M.; VICENT, A.; GARCÍA-JIMÉNEZ, J.; ABAD-CAMPOS, P.; ARMENGOL, J. Characterization of *Cylindrocarpon* species associated with black foot disease of grapevine in Spain. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 91, n. 9, p. 1187-1193, 2007.

ALANIZ, S.; JIMÉNEZ, J. G.; ABA-CAMPOS, P.; ARMENGOL, J. Susceptibility of grapevine rootstocks to *Cylindrocarpon liriodendri* and *C. macrodidymum*. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 125, n. 3, p. 305-308, 2010.

ALMANÇA, M. A. K.; ABREU, C. M.; SCOPEL, F. B.; BENEDETTI, M.; HALLEEN, F.; CAVALCANTI, F. R. **Evidências morfológicas da ocorrência de *Phaeomoniella chlamydospora* em videiras no estado do Rio Grande do Sul**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2013. (Embrapa Uva e Vinho. Comunicado Técnico). No prelo.

ANDOLFI, A.; MUGNAI, L.; LUQUE, J.; SURICO, G.; CIMMINO, A.; EVIDENTE, A. Phytotoxins produced by fungi associated with grapevine trunk diseases. **Toxins**, v. 3, n. 12, p. 1569-1605, 2011.

AROCA, A.; RAPOSO, R. Pathogenicity of *Phaeoacremonium* species on grapevines. **Journal of Phytopathology**, Berlin, v. 157, n. 7/8, p. 413-419, 2009.

ARMENGOL, J.; VICENT, A.; TORNÉ, L.; GARCIA-FIGUERES, F.; GARCIA-JIMÉNEZ, J. Fungi associated with esca and grapevine declines in Spain: a three-year survey. **Phytopathologia Mediterranea**, Bologna, v. 40, p. S325-S329, 2001. Suplemento.

BARBERCHECK, M. Control of *Meloidogyne javanica* in dormant grapevine nursery stock. **Phytophylactica**, Pretoria, v. 18, n. 1, p. 39-40, 1986.

BRUEHL, G. W.; KAISER, W. J. Some effects of water potential upon endophytic *Acremonium* spp. in culture. **Mycologia**, New York, v. 88, n. 5, p. 809-815, 1996.

BRUNO, G; SPARAPANO, L. Effects of three esca-associated fungi on *Vitis vinifera* L.: III. Enzymes produced by the pathogens and their role in fungus-to-plant or in fungus-to-fungus interactions. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, Orlando, v. 69, n. 4/6, p. 182-194, 2006.

BÜRKI, N.; MICHEL, A.; TABACCHI, R. Naphthalenones and isocoumarins of the fungus *Ceratocystis fimbriata* f. sp. *platani*. **Phytopathologia Mediterranea**, Bologna, v. 42, n. 2, p. 191-198, 2003.

CORREIA, K. C.; CÂMARA, M. P. S.; BARBOSA, M. A. G.; SALES JUNIOR, R.; AGUSTÍ-BRISACH, C.; GRAMAJE, D.; GARCÍA-JIMÉNEZ, J.; ABAD-CAMPOS, P.; ARMENGOL, J.; MICHEREFF, S. J. Fungal species associated with trunk diseases of table grapes in Northeastern Brazil. **Phytopathologia Mediterranea**, Bologna, v. 51, n. 2, p. 427, 2012. Resumo apresentado no VIII International Workshop on Grapevine Trunk Diseases: Esca And Grapevine Declines, Valencia, 2012.

CHAVERRI, P.; SALGADO, C.; HIROOKA, Y.; ROSSMAN, A. Y.; SAMUELS, G. J. Delimitation of *Neonectria* and *Cylindrocarpon* (Nectriaceae, Hypocreales, Ascomycota) and related genera with *Cylindrocarpon*-like anamorphs. **Studies in Mycology**, Utrecht, v. 68, n. 1, p. 57–78, 2011.

CROUS, P. W.; GAMS, W. *Phaeomoniella chlamydospora* gen. et. comb. nov., a causal organism of Petri grapevine decline and esca. **Phytopathologia Mediterranea**, Bologna, v. 39, n. 1, p. 112–118, 2000.

CROUS, P. W.; GAMS, W.; WINGFIELD, M. J.; VAN WYK P. S. *Phaeoacremonium* gen. nov. associated with wilt and decline diseases of woody hosts and human infections. **Mycologia**, New York, v. 88, n. 5, p. 786–796, 1996.

EDWARDS, J.; PASCOE, I. Occurrence of *Phaeomoniella chlamydospora* and *Phaeoacremonium aleophilum* associated with Petri disease and esca in Australian grapevines. **Australasian Plant Pathology**, Melbourne, v. 33, n. 2, p. 273–279, 2004.

ESKALEN, A.; GUBLER, W. D. Association of spores of *Phaeomoniella chlamydospora*, *Phaeoacremonium inflatipes*, and *Pm. aleophilum* with grapevine cordons in California. **Phytopathologia Mediterranea**, Bologna, v. 40, n. 3, p. 429–432, 2001.

EVIDENTE, A.; SPARAPANO, L.; ANDOLFI, A.; BRUNO, G. Two naphthalenone pentaketides from liquid cultures of *Phaeoacremonium aleophilum*, a fungus associated with esca of grapevine. **Phytopathologia Mediterranea**, Bologna, v. 39, n. 1, p. 162–168, 2000.

FERREIRA, J. H. S.; VAN DYK, P. S.; CALITZ, F. J. Slow dieback of grapevine in South Africa: stress-related predisposition of young vines for infection by *Phaeoacremonium chlamydosporum*. **South African Journal Enology and Viticulture**, Dennesig, v. 20, n. 2, p. 43–46, 1999.

FERREIRA, A. B. M.; MIGOTTO, B. C.; LEITE, L. G.; FIRMINO, A. C.; FURTADO, E. L.; PADOVANI, C. R.; BUENO, C. J. Levantamento de

fungos de tronco em Niágara rosada jovem no estado de São Paulo.

Summa Phytopathologica, Botucatu, v. 39, 2013a. Suplemento. 1 CD-ROM.

FERREIRA, A. B. M.; MIGOTTO, B. C.; LEITE, L. G.; FIRMINO, A. C.; FURTADO, E. L.; PADOVANI, C. R.; BUENO, C. J. Movimentação de *Phaeoconiella chlamydospora* e *Phialemonium dimorphosporum* em Niágara rosada no estado de São Paulo. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 39, 2013b. Suplemento. 1 CD-ROM.

FOURIE, P. H.; HALLEEN, F. Proactive control of Petri disease of grapevine through treatment of propagation material. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 88, n. 11, p. 1241–5, 2004.

GARRIDO, L. da R.; SÔNEGO, O. R.; GOMES, V. N. Fungos associados com o declínio e morte de videiras no Estado do Rio Grande do Sul. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 3, p. 322-324, 2004.

GATICA, M.; CESARI, C.; MAGNIN, S.; DUPONT, J. *Phaeoacremonium* species and *Phaeoconiella chlamydospora* in vines showing hoja de malvon and young vine decline symptoms in Argentina. **Phytopathologia Mediterranea**, Bologna, v. 40, n. 3, p. S317–324, 2001.

GRAMAJE, D.; ALANIZ, S.; ABAD-CAMPOS, P.; GARCÍA-JIMÉNEZ, J.; ARMENGOL, J. Effect of hot-water treatments in vitro on conidial germination and mycelial growth of grapevine trunk pathogens. **Annals of Applied Biology**, Warwick, v. 156, n. 2, p. 231-241, 2010.

GRAMAJE, D; ARMENGOL, J. Fungal trunk pathogens in the grapevine propagation process: potential inoculum sources, detection, identification, and management strategies. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 95, n. 9, p. 1040-1055, 2011.

GRASSO, S. Infezioni di *Fusarium oxysporum* e di *Cylindrocarpon destructans* associate a una moria di giovani piante di vite in Sicilia. **Informatore Fitopatologico**, Bologna, v. 59-63, n. 1, p. 59–63, 1984.

GROENEWALD, M.; KANG, J. C.; CROUS, P. W.; GAMS, W. ITS and beta-tubulin phylogeny of *Phaeoacremonium* and *Phaeomoniella* species. **Mycological Research**, Cambridge, v. 105, n. 6, p. 651-657, 2001.

GUBLER, W. D.; URBES-TORRES, J. R.; TROUILLAS, F. P.; HERCHE, R.; STRIEGLER, R.; CARTRIGHT, R. D.; KREIDDY, J.; RUPE, J. C. Grapevine Trunk Diseases: Etiology, Epidemiology and Control. In: SYMPOSIUM ON ADVANCES IN VINEYARD PEST MANAGEMENT. INSTITUTE FOR CONTINENTAL CLIMATE VITICULTURE AND ENOLOGY, 2010, Osage Beach, Missouri. **Proceedings...** [S.l.: University of Missouri, 2010]. p. 7-22.

HALLEEN, F.; CROUS, P. W.; PETRINI, O. Fungi associated with healthy grapevine cuttings in nurseries, with special reference to pathogens involved in the decline of young vines. **Australasian Plant Pathology**, Melbourne, v. 32, n. 1, p. 47-52, 2003.

HALLEEN, F.; SCHROERS, H. J.; GROENEWALD, J. Z.; CROUS, P. W. Novel species of *Cylindrocarpon* (Neonectria) and *Campylocarpon* gen. nov. associated with black foot disease of grapevines (*Vitis* spp.). **Studies in Mycology**, Utrecht, v. 50, p. 431-455, 2004. Número especial, pt. 2.

HALLEEN, F.; FOURIE, P. H.; CROUS, P. W. A review of black foot disease of grapevine. **Phytopathologia Mediterranea**, Bologna, v. 45, p. S55-S67, 2006.

HALLEEN, F.; FOURIE, P. H.; CROUS, P.W. Control of black foot disease in grapevine nurseries. **Plant Pathology**, London, v. 56, n. 4, p. 637-645, 2007.

LARIGNON, P.; DUBOS, B. Preliminary studies on the biology of *Phaeoacremonium*. **Phytopathologia Mediterranea**, Bologna, v. 39, n. 1, p. 184-189, 2000.

LORENA, T.; CALAMASSI, R.; MORI, B.; MUGNAI, L.; SURICO, G. *Phaeomoniella chlamydospora*-grapevine interaction: histochemical

reaction to fungal infection. **Phytopathologia Mediterranea**, Bologna, v. 40, n. 3, p. S400-S406, 2001.

LUINI, E.; FLEURAT-LESSARD, P.; ROUSSEAU, L.; ROBLIN, G.; BERJEAUD, J. Inhibitory effects of polypeptides secreted by the grapevine pathogens *Phaeoemoniella chlamydospora* and *Phaeoacremonium aleophilum* on plant cell activities. **Physiological Molecular Plant Pathology**, Orlando, v. 74, n. 5/6, p. 403-411, 2010.

LYR, H.; KLUGE, E. Zusammenhänge zwischen pathogenität, enzym-und toxinproduktion bei *Cylindrocarpon radicolola*. **Journal of Phytopathology**, Berlin, v. 62, n. 3, p. 220-231, 1968.

MOSTERT, L.; HALLEEN, F.; FOURIE, P.; CROUS, P. W. A review of *Phaeoacremonium* species involved in Petri disease and esca of grapevines. **Phytopathologia Mediterranea**, Bologna, v. 45, p. 12-29, 2006. Suplemento.

MUGNAI, L.; GRANITI, A.; SURICO, G. Esca (black measles) and brown wood-streaking two old and elusive diseases of grapevine. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 83, n. 5, p. 404-417, 1999.

PINTO, P. S. G. C. **Doença de Petri da videira**: avaliação da eficácia de fungicidas na protecção de feridas de poda. 69 f. 2010. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agronômica) – Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa.

QUAGLIA, M.; COVARELLI, L.; ZAZZERINI, A. Epidemiological survey on esca disease in Umbria, central Italy. **Phytopathologia Mediterranea**, Bologna, v. 48, n. 1, p. 84-91, 2009.

RAHMAN, M.; PUNJA, Z. K. Factors influencing development of root rot on ginseng caused by *Cylindrocarpon destructans*. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 95, n. 12, p. 1381-1390, 2005.

REGO, M. C.; PÁDUA, A.; CARVALHO, A.; OLIVEIRA, H. Contributo para o estudo da espécie *Cylindrocarpon destructans* (Zin.) Scholten

em material vitícola nacional. In: SIMPÓSIO DE VITIVINICULTURA DO ALENTEJO, 4., 1998, Évora, Portugal. **Actas...** [S.l.: s.n.], 1998. v. 1, p. 129-135.

REGO, C.; OLIVEIRA, H.; CARVALHO, A.; PHILIPS, A. Involvement of *Phaeoacremonium* spp. and *Cylindrocarpon destructans* with grapevine decline in Portugal. **Phytopathologia Mediterranea**, Bologna, v. 39, n. 1, p. 76-79, 2000.

REGO, C.; NASCIMENTO, T.; OLIVEIRA, H. Characterisation of *Cylindrocarpon destructans* isolates from grapevines in Portugal. **Phytopathologia Mediterranea**, Bologna, v. 40, p. S343-S350, 2001. Suplemento.

ROONEY, S. N.; ESKALEN, A.; GUBLER, W. D. Recovery of *Phaeomoniella chlamydospora* and *Phaeoacremonium inflatipes* from soil and grapevines tissue. **Phytopathologia Mediterranea**, Bologna, v. 40, n. 3, p. 351-356, 2001.

RUMBOS, I.; RUMBOU, A. Fungi associated with esca and young grapevine decline in Greece. **Phytopathologia Mediterranea**, Bologna, v. 40, p. S330-S335, 2001. Suplemento.

SCHECK, H. J.; VASQUEZ, S. J.; GUBLER, W. D. First report of black-foot disease, caused by *Cylindrocarpon obtusisporum*, of grapevine in California. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 82, n. 4, p. 448, 1998.

SURICO G. L.; MUGNAI, L.; MARCHI, G. Older and more recent observations on esca: a critical overview. **Phytopathologia Mediterranea**, Bologna, v. 45, p. S68-S86, 2006. Suplemento.

VON BROEMBSSEN S.; MARAIS, P. G. Eradication of *Phytophthora cinnamomi* from grapevine by hot water treatment. **Phytophylactica**, Pretoria, v. 10, n. 1, p. 25-27, 1978.

WHITEMAN, S. A.; STEWARD, A.; RIDGWAY, H. J.; JASPERS, M. V. Infection of rootstock mother-vines by *Phaeomoniella chlamydospora*

results in infected young grapevines. **Australasian Plant Pathology**, Melbourne, v. 36, n. 2, p. 198-203, 2007.

WHITING, E. C.; KHAN, A.; GUBLER, W. D. Effect of temperature and water potential on survival and mycelial growth of *Phaeomoniella chlamydospora* and *Phaeoacremonium* spp. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 85, n. 2, p. 195-201, 2001.



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro Nacional de Pesquisa Uva e Vinho
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*



Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento



CGPE 10286