UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL

SOBREVIVÊNCIA DE *Phaeocytostroma sacchari* EM RESTOS CULTURAIS DE COLMOS DE CANA-DE-AÇÚCAR (*Saccharum* spp.)

ANA CAROLINA MORAES FANTIN

Orientador: PROF. DR. TADEU ANTÔNIO FERNANDES DA SILVA JÚNIOR

Trabalho apresentado à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Câmpus de Jaboticabal, para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Agronômica.

Jaboticabal - SP
2025

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Câmpus Jaboticabal

ANA CAROLINA MORAES FANTIN

TÍTULO DO TRABALHO ACADÊMICO: Sobrevivência de *Phaeocytostroma sacchari* em restos culturais de colmos de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.)

Trabalho de Conclusão de Curso apresentada à Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Agronômica.

Orientador: Prof. Dr. Tadeu Antônio Fernandes da Silva Júnior

Área de Concentração: Engenharia Agronômica - Fitossanidade

Data da defesa: 08/07/2025

(X) Aprovado
( ) Reprovado

Banca Examinadora:

gov.br Documento assinado digitalmente
TADEU ANTONIO FERNANDES DA SILVA JUNIOR
Data: 08/07/2025 11:37:08-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

_____
Prof. Dr. Tadeu Antônio Fernandes da Silva Júnior
UNESP – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Campus de Jaboticabal

gov.br Documento assinado digitalmente
RITA DE CASSIA PANIZZI
Data: 08/07/2025 15:35:54-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

_____
Profa. Dra. Rita de Cássia Panizzi
UNESP – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Campus de Jaboticabal

gov.br Documento assinado digitalmente
LAUDECIR LEMOS RAIOL JUNIOR
Data: 08/07/2025 14:27:30-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

_____
Dr. Laudecir Lemos Raiol Júnior
UNESP – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Campus de Jaboticabal

Aprovado em reunião do Conselho do Departamento em: _____/_____/_____

gov.br Documento assinado digitalmente
DANIEL JUNIOR DE ANDRADE
Data: 25/07/2025 12:02:09-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

_____
Prof. Dr. Daniel Júnior de Andrade
Chefe do Departamento

FICHA CATALOGRÁFICA

F216s

Fantin, Ana Carolina Moraes

Sobrevivência de Phaeocytostroma Sacchari em restos culturais de colmos de cana-de-açúcar (Saccharum spp.) / Ana Carolina Moraes Fantin. -- Jaboticabal, 2025

25 p. : tabs., fotos

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Engenharia Agronômica) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal

Orientadora: Tadeu Antônio Fernandes da Silva Júnior

Coorientadora: Laudecir Lemos Raiól Júnior

1. Saccharum. 2. Restos culturais. 3. Podridão da casca. 4. Phaeocytostroma sacchari. 5. Epidemiologia. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Dados fornecidos pelo autor(a).

Aos meus amados pais, Silvana e Rogério
Ao meu irmão e ao meu namorado,
Aos meus avós,
Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus, a toda minha família e a Zula, sem eles, jamais, nada disso seria possível.

Ao meu orientador professor Dr. Tadeu Antônio Fernandes da Silva Júnior e ao Dr. Laudecir Lemos Raiól Júnior, pela orientação, apoio, aprendizado e amizade.

A professora Dr. Rita de Cássia Panizzi e a Rosângela Teodoro Dos Santos Souza, por toda ajuda, apoio, companheirismo, aprendizado e amizade.

Aos meus colegas de estágio, que fazem parte do laboratório de fitopatologia, por toda ajuda durante os experimentos e pela amizade.

A Kailaine, ao Josiel, ao Lucas e a Maria Eduarda, por tornarem o processo dos 5 anos de faculdade mais leve e divertido, mas principalmente por toda a ajuda e amizade durante todos esses anos.

Ao meu namorado Felipe, por ter tornado tudo mais fácil e leve, me apoiando todos os dias, confiando no meu potencial e me incentivando a continuar. Agradeço principalmente por todo companheirismo e amizade durante todos esses anos.

Ao CEPENFITO, ao IAC e a São Martinho, por terem aberto as portas ao projeto sobre a síndrome da murcha da cana-de-açúcar, que foi onde tive a oportunidade de realizar a minha iniciação científica e dar sequência com o trabalho de conclusão de curso.

A Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, pela oportunidade de realização da graduação.

A professora Dr. Ana Margarida Theodoro Caminhas, por confiar no meu potencial e me oferecer o primeiro projeto que realizei na faculdade, com direito a bolsa remunerada, logo la no início mesmo sem me conhecer mais a fundo.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 1
2 REVISÃO DE LITERATURA 2
2.1 Importância da cana-de-açúcar 2
2.2 Importância das doenças na cultura da cana-de-açúcar 4
2.3 Principais doenças fúngicas 6
2.4 Sobrevivência de patógenos no solo 7
2.5 Sobrevivência de patógenos em restos culturais 8
2.6 *Phaeocytostroma sacchari* 9
3 MATERIAL E MÉTODOS 13
3.1 Local dos experimentos 13
3.2 Data da instalação 13
3.3 Instalação dos experimentos 13
3.4 Delineamento experimental 13
3.5 Dados climáticos 15
3.6 Recuperação 15
4 RESULTADOS 17
5 DISCUSSÃO 19
6 CONCLUSÕES 21
7 LITERATURA CITADA 22

RESUMO

A podridão da casca da cana-de-açúcar, causada por *Phaeocytostroma sacchari*, tem sido observada em canaviais brasileiros, porém aspectos de sua epidemiologia ainda são pouco conhecidos. Considerando a permanência de resíduos de colmos no campo após a colheita, este trabalho avaliou a recuperação de P. sacchari em restos culturais de cana-de-açúcar mantidos na superfície do solo e enterrados a 20 cm de profundidade, em dois experimentos conduzidos em condições de campo. As avaliações foram realizadas em intervalos de 30 dias, por meio do isolamento do fungo em meio batata-dextrose-ágar e da identificação morfológica das colônias e estruturas de esporulação. No primeiro experimento, P. sacchari foi recuperado até 90 dias após a instalação, tanto nos resíduos mantidos na superfície quanto nos enterrados. No segundo experimento, a recuperação ocorreu até 180 dias nas duas posições e até 210 dias apenas nas amostras mantidas na superfície do solo. A maior duração de recuperação observada no segundo experimento coincidiu com maior precipitação acumulada durante o período; entretanto, como os experimentos foram conduzidos em épocas distintas e os fatores ambientais não foram isolados, não é possível atribuir relação causal exclusiva à umidade. Os resultados demonstram que P. sacchari pode permanecer recuperável em restos culturais de colmos por períodos prolongados em condições de campo e fornecem informações para estudos futuros sobre a epidemiologia da podridão da casca. O trabalho não avaliou a transmissão da doença a partir dos resíduos nem permite definir a participação de *P. sacchari* na síndrome da murcha da cana-de-açúcar.

Palavras-chave: *Saccharum* spp.; podridão da casca; *Phaeocytostroma sacchari*; restos culturais; epidemiologia.

ABSTRACT

SURVIVAL OF *Phaeocytostroma sacchari* IN SUGARCANE STALK RESIDUES (*Saccharum* spp.)

A rind disease of sugarcane, caused by *Phaeocytostroma sacchari*, has been reported in Brazilian sugarcane fields, but important aspects of its epidemiology remain poorly understood. Considering the persistence of stalk residues in the field after harvest, this study evaluated the recovery of P. sacchari from sugarcane crop residues maintained on the soil surface and buried at a depth of 20 cm in two field experiments. Evaluations were performed at 30-day intervals by isolating the fungus on potato dextrose agar and identifying colonies and sporulation structures based on morphological characteristics. In the first experiment, P. sacchari was recovered up to 90 days after installation from residues maintained both on the soil surface and at 20 cm depth. In the second experiment, the fungus was recovered up to 180 days at both positions and up to 210 days only from residues maintained on the soil surface. The longer recovery period observed in the second experiment coincided with higher cumulative rainfall; however, because the experiments were conducted at different times and environmental factors were not experimentally isolated, a direct causal relationship with moisture cannot be established. The results demonstrate that P. sacchari can remain recoverable from sugarcane stalk residues for prolonged periods under field conditions and provide information for future studies on the epidemiology of rind disease. This study did not evaluate disease transmission from crop residues and does not allow conclusions regarding the role of *P. sacchari* in sugarcane wilt syndrome.

Keywords: *Saccharum* spp.; rind disease; *Phaeocytostroma sacchari*; crop residues; epidemiology.

1 INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) tem relevância para a agroindústria brasileira, especialmente pela produção de açúcar e etanol. No quarto levantamento da safra 2025/26, a Companhia Nacional de Abastecimento estimou produção nacional de 673,2 milhões de toneladas (CONAB, 2026).

Doenças podem reduzir a produtividade e a qualidade da matéria-prima. Entre as doenças de importância para a cultura, incluem-se ferrugens, carvão, podridões de colmo, escaldadura-das-folhas, estrias vermelhas e raquitismo das soqueiras; a escolha de variedades resistentes e o uso de material propagativo sadio integram as medidas de manejo (EMBRAPA, 2020; TOKESHI; RAGO, 2016).

A permanência de resíduos vegetais no campo após a colheita cria um compartimento de transição entre planta e solo. Em diferentes patossistemas, resíduos podem funcionar como fonte de inóculo, mas sua contribuição depende do patógeno, do hospedeiro, da microbiota e das condições ambientais (KERDRAON; LAVAL; SUFFERT, 2019).

No Brasil, *Phaeocytostroma sacchari* foi relatado em cana-de-açúcar como agente causal da podridão da casca. Em testes de patogenicidade, a inoculação reproduziu sintomas da doença e o fungo foi reisolado, confirmando essa relação causal (MELO et al., 2023).

Em contraste, a síndrome da murcha da cana-de-açúcar (SMC) ainda não possui agente etiológico principal definido. *P. sacchari*, *Colletotrichum falcatum* e espécies de *Fusarium* foram associados a materiais sintomáticos, e períodos prolongados de seca são apontados como condição relevante para a expressão

da síndrome. Com o método empregado em ensaios de patogenicidade, não foi possível reproduzir a murcha e a dessecação dos colmos (ANJOS et al., 2023; SANTOS, 2025). Neste trabalho, portanto, a murcha é tratada apenas como manifestação associada ou hipótese epidemiológica; o foco é a podridão da casca e a sobrevivência de *P. sacchari* em restos culturais.

Assim, investigar a recuperação de *P. sacchari* em resíduos de colmos contribui para descrever sua persistência em condições de campo, sem presumir que os resíduos sejam, por si só, a fonte exclusiva de inóculo em lavouras comerciais.

Diante disso, este trabalho teve como objetivo avaliar a sobrevivência de *P. sacchari* em restos culturais de cana-de-açúcar dispostos em diferentes profundidades do solo, em condições naturais de campo.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Importância da cana-de-açúcar

A cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) é uma gramínea semiperene de metabolismo C4, cultivada em regiões tropicais e subtropicais. As variedades comerciais são híbridos interespecíficos complexos, derivados principalmente de cruzamentos entre *S. officinarum* e *S. spontaneum*, e são propagadas vegetativamente por toletes. Após o corte da cana-planta, a cultura rebrota em sucessivas soqueiras, o que mantém o canavial no campo por vários anos (CHEAVEGATTI-GIANOTTO et al., 2011).

O Brasil está entre os maiores produtores mundiais de cana-de-açúcar. Sua produção mais que dobrou nas últimas décadas, impulsionada pela

demanda por açúcar e bioenergia, e grande parte dessa expansão ocorreu sobre pastagens degradadas (BORDONAL et al., 2018). Na safra 2025/26, a produção nacional foi estimada em 673,2 milhões de toneladas, colhidas em 8,95 milhões de hectares, com produtividade média de 75,2 t ha^{-1}. O Sudeste respondeu por 430,1 milhões de toneladas, e São Paulo manteve-se como o principal estado produtor. A matéria-prima processada resultou em aproximadamente 44,2 milhões de toneladas de açúcar e 27,3 bilhões de litros de etanol de cana (CONAB, 2026).

Esses números também revelam a sensibilidade da cultura às condições climáticas. A produção de 2025/26 foi 0,5% inferior à da safra anterior em razão da queda na produtividade. Essa queda foi atribuída aos períodos de estiagem, às altas temperaturas e aos incêndios registrados em 2024, principalmente na região Centro-Sul (CONAB, 2026). O dado é relevante para a fitossanidade da cultura, pois períodos prolongados de seca estão entre as condições associadas à expressão da síndrome da murcha em canaviais (ANJOS et al., 2023).

O sistema de colheita também passou por profunda transformação. No estado de São Paulo, a Lei nº 11.241/2002 e o Protocolo Agroambiental de 2007 determinaram a eliminação gradual da queima pré-colheita. Com isso, o índice de mecanização da colheita passou de 41,7% na safra 2007/08 para 95,3% em 2018/19 (FREDO et al., 2020). Com a colheita de cana crua, permanecem sobre o solo de 10 a 20 t ha^{-1} de palhada. Esse material contribui para a ciclagem de nutrientes, a conservação da água, a proteção contra a erosão e a supressão de plantas daninhas, e parte dele vem sendo recolhida para a produção de bioeletricidade e de etanol de segunda geração (CARVALHO et al., 2017). Junto

à palhada, também podem permanecer no campo fragmentos de colmos perdidos durante a colheita mecanizada, formando um volume expressivo de resíduos entre as safras, que pode servir de substrato para a sobrevivência de fitopatógenos.

2.2 Importância das doenças na cultura da cana-de-açúcar

As doenças estão entre os principais fatores que limitam a produtividade e a longevidade dos canaviais. Em todo o mundo, já foram descritas doenças da cana-de-açúcar causadas por cerca de 100 espécies de fungos, 10 de bactérias e 10 de vírus, além de aproximadamente 50 espécies de nematoides associadas à cultura (ROTT et al., 2000). No Brasil, destacam-se a podridão vermelha, a podridão de *Fusarium*, a escaldadura-das-folhas, o raquitismo-da-soqueira, o mosaico, a estria vermelha, a mancha parda e as ferrugens marrom e alaranjada (CHEAVEGATTI-GIANOTTO et al., 2011; EMBRAPA, 2020).

A história da cultura no país mostra que as doenças determinaram, em grande parte, a substituição de variedades comerciais. O mosaico, causado pelo sugarcane mosaic virus (SCMV), provocou epidemias na década de 1920 que só foram contidas com a troca das variedades suscetíveis. Mais recentemente, o amarelinho, causado pelo sugarcane yellow leaf virus (SCYLV), disseminou-se amplamente nos canaviais brasileiros, com perdas significativas de produtividade (GONÇALVES et al., 2012). A ferrugem marrom (*Puccinia melanocephala*) foi constatada no Brasil em meados da década de 1980 (TOKESHI; RAGO, 2016). A ferrugem alaranjada (*Puccinia kuehnii*) foi detectada pela primeira vez no estado de São Paulo em dezembro de 2009 (BARBASSO

et al., 2010) e espalhou-se por outras regiões produtoras do país (CHAPOLA et al., 2016). Em todos esses casos, a resistência varietal foi a principal ferramenta de manejo, o que explica o peso da avaliação fitossanitária nos programas de melhoramento.

Algumas características do sistema de produção favorecem o acúmulo de patógenos. A cana-de-açúcar é propagada vegetativamente e permanece no campo por vários ciclos de soqueira (CHEAVEGATTI-GIANOTTO et al., 2011). Com isso, patógenos presentes no material propagativo podem ser disseminados para novas áreas e se acumular ao longo dos cortes sucessivos. Por esse motivo, o uso de material propagativo sadio, o monitoramento dos canaviais e a escolha de variedades resistentes ou tolerantes constituem a base do manejo preventivo (EMBRAPA, 2020; TOKESHI; RAGO, 2016). O diagnóstico correto é indispensável nesse contexto, pois doenças com sintomas semelhantes podem ter etiologia, epidemiologia e medidas de controle distintas.

Além das doenças já conhecidas, problemas antes considerados secundários vêm ganhando importância. É o caso da podridão da casca, causada por *Phaeocytostroma sacchari*, cuja ocorrência em canaviais brasileiros foi recentemente confirmada (MELO et al., 2023). Isso vale para a SMC, associada a períodos prolongados de seca e a um complexo de fungos que inclui *P. sacchari*, *Colletotrichum falcatum* e espécies de *Fusarium* (ANJOS et al., 2023; SANTOS, 2025). A intensificação de eventos climáticos extremos, como os registrados na safra 2024/25 (CONAB, 2026), reforça a necessidade de compreender a epidemiologia desses patossistemas, incluindo a sobrevivência dos patógenos entre um ciclo e outro da cultura.

2.3 Principais doenças fúngicas

Os fungos constituem o grupo mais numeroso de patógenos da cana-de-açúcar (ROTT et al., 2000). As doenças que causam podem ser agrupadas, de forma geral, em doenças foliares, como as ferrugens e a mancha parda, e doenças que afetam colmos e toletes, como a podridão vermelha, a podridão de *Fusarium*, a podridão-abacaxi e o carvão (EMBRAPA, 2020; TOKESHI; RAGO, 2016). O segundo grupo tem interesse particular para a epidemiologia da cultura, pois compromete diretamente o órgão de reserva e de propagação da planta e porque os tecidos infectados podem permanecer no campo após a colheita.

A podridão vermelha, causada por *Colletotrichum falcatum*, provoca o apodrecimento interno dos colmos, com perda de qualidade e quantidade de açúcares (COSTA et al., 2021). No Brasil, a doença está frequentemente associada ao ataque da broca-da-cana (*Diatraea saccharalis*), cujas galerias favorecem a entrada do fungo. Essa associação, conhecida como complexo broca-podridões, pode causar perdas de 50 a 70% da sacarose nos colmos atacados (TOKESHI; RAGO, 2016). Levantamentos recentes mostraram que a etiologia dos sintomas é mais complexa do que se supunha. Em colmos com sintomas de podridão vermelha, cerca de 65% das amostras estavam colonizadas por *Fusarium*, 20% apenas por *C. falcatum* e 15% por ambos. Aproximadamente 90% dos colmos apresentavam orifícios de broca, e, na ausência deles, apenas *Fusarium* foi isolado (COSTA et al., 2021). Quanto à sobrevivência, o inóculo de *C. falcatum* presente no solo, em restos culturais, é apontado como uma das principais fontes de infecção em condições de campo (VISWANATHAN et al., 2020).

As espécies de *Fusarium* associadas à cana-de-açúcar pertencem principalmente ao complexo *Fusarium fujikuroi* (FFSC). No Brasil, *F. sacchari*, *F. proliferatum* e uma terceira linhagem filogenética foram identificados como agentes do pokkah boeng, doença caracterizada por deformação da parte aérea e podridão do colmo (COSTA et al., 2019). Na Índia, uma mesma espécie, *F. sacchari*, foi associada tanto ao pokkah boeng quanto à murcha da cana-de-açúcar (VISWANATHAN et al., 2017). Esse resultado reforça o interesse em investigar o papel de *Fusarium* nos quadros de murcha observados no Brasil.

A podridão-abacaxi, causada por *Thielaviopsis paradoxa*, afeta principalmente os toletes após o plantio e pode comprometer a brotação e o estabelecimento do canavial. Seu controle tem sido estudado por meio da pulverização de fungicidas sobre os rebolos no sulco de plantio (CHAPOLA et al., 2014). O carvão, causado por *Sporisorium scitamineum*, é manejado essencialmente com variedades resistentes e material propagativo sadio (EMBRAPA, 2020).

Nesse grupo de doenças de colmo também se insere a podridão da casca, causada por *Phaeocytostroma sacchari*. O fungo foi descrito como agente de uma nova podridão de colmo na Índia (VISWANATHAN et al., 2003), e sua ocorrência foi confirmada recentemente em canaviais brasileiros (MELO et al., 2023). Nesses patossistemas, os colmos infectados deixados no campo podem manter o patógeno entre um ciclo e outro da cultura. Por isso, conhecer o tempo de sobrevivência desses fungos nos resíduos é relevante para o manejo.

2.4 Sobrevivência de patógenos no solo

O solo abriga uma comunidade microbiana numerosa e diversa, e a relação dos fitopatógenos com esse ambiente varia bastante entre as espécies. De modo geral, distinguem-se os habitantes do solo, capazes de sobreviver por longos períodos como saprófitas ou por meio de estruturas de resistência, e os invasores do solo, cuja permanência é mais curta e geralmente depende da associação com tecidos do hospedeiro (AGRIOS, 2005). Os principais mecanismos de sobrevivência incluem a formação de clamidósporos, escleródios e microescleródios, a atividade saprofítica em matéria orgânica, a infecção de hospedeiros alternativos e a permanência em material propagativo infectado (AGRIOS, 2005).

No solo natural, a germinação de muitos propágulos fúngicos é inibida mesmo sob temperatura e umidade favoráveis, fenômeno denominado fungistase (LOCKWOOD, 1977). Essa inibição está associada principalmente à privação de nutrientes imposta pela microbiota do solo, que atua como um sumidouro dos compostos liberados pelos próprios propágulos (BRISTOW; LOCKWOOD, 1975). A fungistase tem duplo efeito sobre os patógenos: impede a germinação em momentos desfavoráveis, preservando as estruturas dormentes, e restringe o crescimento saprofítico no solo.

Em alguns solos, o patógeno não se estabelece ou, mesmo presente, causa pouca doença, característica chamada de supressividade. A supressividade pode ser geral, quando resulta da atividade da biomassa microbiana total, ou específica, quando depende de grupos particulares de

microrganismos antagonistas (WELLER et al., 2002). Por isso, práticas que alteram a matéria orgânica e a atividade microbiana do solo podem modificar a sobrevivência dos patógenos e o potencial de inóculo de uma área.

Muitos patógenos de colmo da cana-de-açúcar não formam estruturas de resistência de longa duração, e sua permanência no solo está ligada principalmente aos tecidos do hospedeiro. No caso de *Colletotrichum falcatum*, por exemplo, o inóculo presente no solo e associado a restos culturais é apontado como uma das principais fontes de infecção em campo (VISWANATHAN et al., 2020). Para esses patógenos, portanto, a sobrevivência em restos culturais, tratada no item seguinte, tem papel central.

2.5 Sobrevivência de patógenos em restos culturais

Para muitos fungos necrotróficos, os restos culturais são o principal local de sobrevivência entre os ciclos da cultura. Os resíduos funcionam como uma zona de transição entre a planta e o solo, onde o patógeno que colonizou o tecido durante a fase parasitária passa a conviver e a competir com a comunidade microbiana responsável pela decomposição (KERDRAON et al., 2019). O patógeno tem a vantagem de já ocupar o tecido, mas, à medida que o resíduo é decomposto, perde substrato e passa a sofrer a competição e o antagonismo dos microrganismos saprófitas. Por isso, sua persistência tende a acompanhar a persistência do próprio resíduo (AGRIOS, 2005; KERDRAON et al., 2019).

A posição dos resíduos e as condições climáticas estão entre os fatores que influenciam esse processo. Resíduos mantidos na superfície e resíduos incorporados ao solo diferem quanto à umidade, à temperatura, ao contato com

a microbiota do solo e à velocidade de decomposição. Em estudo conduzido no Sul do Brasil, Almeida et al. (2001) avaliaram a sobrevivência de fungos em restos de soja nos sistemas de plantio direto e convencional. Os patógenos mais isolados foram *Colletotrichum truncatum*, *Phomopsis* spp., *Cercospora kikuchii*, *Fusarium* spp., *Macrophomina phaseolina* e *Rhizoctonia solani*. A sobrevivência variou conforme o mês e o ano de avaliação, e a de *C. truncatum*, *Phomopsis* spp. e *C. kikuchii* diminuiu significativamente ao longo do tempo, tanto nos resíduos enterrados quanto nos mantidos na superfície.

Na cana-de-açúcar, a colheita mecanizada sem queima aumentou consideravelmente o volume de resíduos mantidos no campo, com a adição anual de até 20 t ha^{-1} de matéria seca ao solo (FORTES et al., 2012). Esses autores acompanharam a decomposição dos resíduos no norte do estado de São Paulo durante quatro safras, com sacolas de decomposição. O estudo simulou duas situações: resíduos incorporados ao solo na reforma do canavial e palhada deixada na superfície após a colheita (FORTES et al., 2012). Do ponto de vista fitossanitário, esse material, junto com fragmentos de colmos deixados no campo, pode abrigar patógenos de colmo entre uma safra e outra.

2.6 *Phaeocytostroma sacchari*

Phaeocytostroma sacchari (Ellis & Everh.) B. Sutton é o agente causal da podridão da casca da cana-de-açúcar, também conhecida como podridão azeda (*rind disease* e *sour rot*, em inglês). O fungo já foi descrito sob diversos nomes, entre eles *Trullula sacchari*, *Melanconium sacchari* e *Pleocyta sacchari*

(CABI, 2021; ANJOS et al., 2023). Isso deve ser considerado na consulta à literatura mais antiga.

Na Índia, a doença foi descrita em variedades e clones de germoplasma no estágio de maturação. Os colmos afetados apresentavam descoloração da casca em tom palha e podridão interna marrom-alaranjada, iniciada nos nós e estendida aos entrenós, com odor azedo característico. Nos casos severos, ocorriam podridão de todo o colmo e dessecação. Sobre os colmos secos, formavam-se pústulas negras que rompiam a casca e liberavam massas de esporos em forma de filamentos enrolados (VISWANATHAN et al., 2003). Em meio de cultura, o fungo produz picnídios negros, globosos e multiloculares, de até 500 µm de diâmetro. Os conídios são unicelulares, elipsoides a oblongos, de coloração marrom-clara a marrom-escura, com 8,5 a 12,5 × 3 a 4,5 µm (SAUCEDO-CARABEZ et al., 2014). Em isolados brasileiros, foram observados picnídios de 150,5 a 577 × 72,5 a 303,5 µm e conídios de 6,5 a 12 × 3 a 5 µm (MELO et al., 2023).

P. sacchari é considerado um patógeno relativamente fraco de colmos (VISWANATHAN et al., 2003). Ainda assim, a podridão causada pelo fungo já foi associada a perdas severas em países produtores como a África do Sul e a Índia (SAUCEDO-CARABEZ et al., 2014). No México, plantas inoculadas por ferimento na base do colmo apresentaram sintomas típicos de murcha quatro semanas após a inoculação (SAUCEDO-CARABEZ et al., 2014). No Brasil, o fungo foi novamente relatado em canaviais em 2023, no primeiro registro desde a década de 1970. Nos testes de patogenicidade, plantas inoculadas no campo apresentaram, após quatro semanas, amarelecimento da casca, coloração

avermelhada interna próxima aos entrenós e murcha, com reisolamento do patógeno (MELO et al., 2023).

No Brasil, *P. sacchari* também tem sido encontrado em colmos com sintomas da síndrome da murcha da cana-de-açúcar (SMC), junto com *Colletotrichum falcatum* e espécies de *Fusarium*, e o papel de cada um desses fungos na síndrome ainda está em estudo (ANJOS et al., 2023; SANTOS, 2025). Para apoiar esses estudos, foi desenvolvida uma PCR convencional com *primers* direcionados à região TEF1-α, que permite a detecção específica e sensível de *P. sacchari* em tecidos de cana-de-açúcar (MELO et al., 2024). A ferramenta abre a possibilidade de levantamentos e estudos epidemiológicos mais amplos.

A formação abundante de estruturas reprodutivas sobre colmos secos sugere que tecidos mortos podem funcionar como fonte de inóculo (VISWANATHAN et al., 2003). Mesmo assim, não foram encontrados estudos sobre o tempo de sobrevivência de *P. sacchari* em restos de colmos em condições de campo, nem sobre o efeito da posição desses resíduos no solo. Essas informações são necessárias para compreender a epidemiologia da podridão da casca e orientar medidas de manejo, como a destinação dos restos culturais na reforma dos canaviais.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local dos experimentos

O presente trabalho foi conduzido por meio de dois experimentos de campo, ambos realizados nas dependências do Departamento de Fitossanidade da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV/UNESP), campus de Jaboticabal-SP.

3.2 Data da instalação

O primeiro experimento foi instalado em 22 de janeiro de 2024 e o segundo em 26 de setembro de 2024. As datas distintas permitiram acompanhar a recuperação de *Phaeocytostroma sacchari* em períodos com condições climáticas diferentes, sem manipulação experimental de temperatura ou precipitação.

3.3 Instalação dos experimentos

A área experimental foi preparada por remoção manual da vegetação espontânea e gradagem do solo, com o objetivo de uniformizar a superfície para a distribuição das unidades experimentais.

3.4 Delineamento experimental

Foram utilizados colmos de cana-de-açúcar coletados em canavial comercial no município de Taquaritinga, SP, com sintomas de murcha e alterações na casca. Antes da instalação, amostras dos colmos sintomáticos foram submetidas ao isolamento em meio batata-dextrose-ágar (BDA) e à identificação morfológica das colônias, dos conídios e das estruturas de esporulação, conforme os critérios descritos no item Recuperação. A confirmação prévia foi morfológica; não foi empregada PCR. Neste trabalho, a

murcha é considerada apenas uma manifestação associada, enquanto o objeto de estudo é a podridão da casca e a recuperação de *P. sacchari* nos restos culturais.

A disposição dos resíduos foi adaptada da estratégia empregada por Silva Júnior et al. (2012) para avaliar a sobrevivência de outro fitopatógeno em restos culturais. Os colmos foram seccionados em segmentos com três nós e dois entrenós e acondicionados em sacolas de malha de nylon de 50 × 30 cm, fechadas com fitilhos plásticos para manter o material agrupado durante o período experimental.

As sacolas foram fixadas em estacas de madeira, sendo adotado um sistema com duas posições distintas para avaliação: uma sacola posicionada diretamente na superfície do solo, simulando a permanência dos restos culturais após a colheita, e outra enterrada a uma profundidade de 20 cm, representando a prática de incorporação dos resíduos ao solo. O espaçamento entre as estacas foi de 50 cm, de forma a garantir uma boa distribuição das unidades experimentais e evitar possíveis interferências entre elas.

Em cada experimento foram previstas 12 épocas de avaliação, em intervalos de 30 dias. Para cada época, foram montadas três repetições com colmos nos quais *P. sacchari* havia sido confirmado e uma repetição com colmos assintomáticos destinada ao monitoramento. Cada repetição compreendeu duas sacolas pareadas: uma mantida na superfície do solo e outra enterrada a 20 cm. Assim, por época e por posição, foram previstas três repetições com *P. sacchari* e uma com colmos assintomáticos, totalizando 36 e 12 repetições pareadas, respectivamente, por experimento. Como não foi realizado teste específico para

demonstrar a ausência do fungo nos colmos assintomáticos, esses materiais foram tratados como controles para monitoramento, e não como controles negativos.

3.5 Dados climáticos

Durante a condução dos experimentos, foram obtidos dados de temperatura e precipitação da estação meteorológica automática do Departamento de Ciências Exatas da FCAV/UNESP, localizada a aproximadamente 400 m da área experimental. Foram calculadas temperaturas máximas, mínimas e médias e a precipitação acumulada em cada intervalo de avaliação, com finalidade descritiva.

3.6 Recuperação

As coletas foram realizadas em intervalos de 30 dias. As sacolas contendo os restos culturais foram retiradas do campo, lavadas para remoção do solo, identificadas e encaminhadas ao laboratório. De cada tolete foram obtidos 20 minifragmentos, distribuídos em cinco placas de Petri, com quatro fragmentos por placa. A desinfestação superficial consistiu em imersão em álcool a 70% por 1 minuto, seguida de hipoclorito de sódio (NaClO) a 1% por 2 minutos e dois enxágues consecutivos em água destilada esterilizada.

Após a desinfestação, os fragmentos foram semeados em placas de Petri contendo meio batata-dextrose-ágar (BDA), previamente preparado e esterilizado. As placas foram incubadas em câmara de crescimento tipo BOD, a 25-28 °C, com fotoperíodo de 12 horas, durante sete dias.

Após a incubação, as colônias foram avaliadas quanto à coloração, textura, velocidade de crescimento e presença de estruturas características.

Colônias morfologicamente compatíveis com *P. sacchari* foram submetidas à análise microscópica de conídios e estruturas de esporulação. A recuperação foi registrada quando as características observadas foram compatíveis com as descrições morfológicas adotadas para o patógeno; portanto, a identificação das colônias recuperadas foi morfológica.

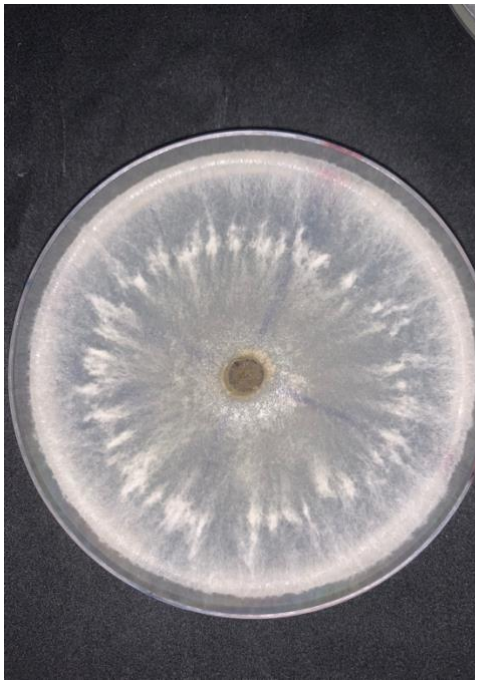


Figura 1. Colônia de *Phaeocytostroma sacchari* cultivada em meio batata-dextrose-ágar (BDA).

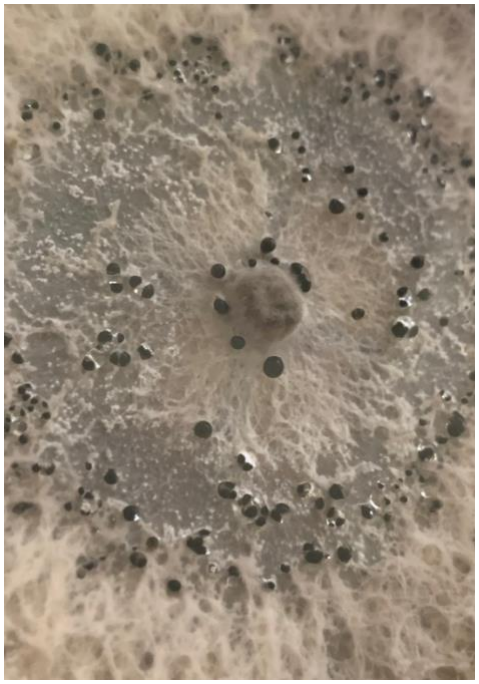


Figura 2. Estruturas de esporulação (picnídios e massas de conídios) de *P. sacchari* em meio de cultura, em observação macroscópica.

4 RESULTADOS

A Tabela 1 apresenta a recuperação de *Phaeocytostroma sacchari* nos restos culturais mantidos na superfície do solo e a 20 cm de profundidade, ao longo das avaliações dos dois experimentos.

Tabela 1. Recuperação de *P. sacchari* em restos culturais de cana-de-açúcar avaliados a cada 30 dias, na superfície do solo e a 20 cm de profundidade, nos Experimentos 1 e 2.

Dias	Experimento 1		Experimento 2	
	Superf.	20 cm	Superf.	20 cm
30	+	+	+	+
60	+	+	+	+
90	+	+	+	+
120	-	-	+	+
150	-	-	+	+
180	NR	NR	+	+
210	NR	NR	+	-
240	NR	NR	NR	NR

NR = avaliação não realizada; + = recuperação do fungo; - = ausência de recuperação do fungo.

No primeiro experimento, *P. sacchari* foi recuperado até 90 dias após a instalação, tanto nos resíduos mantidos na superfície quanto nos enterrados. Nas avaliações de 120 e 150 dias, não houve recuperação do fungo nas duas profundidades.

Nessas condições experimentais, o período observado de recuperação foi semelhante entre as duas posições de disposição dos resíduos.

No segundo experimento, *P. sacchari* foi recuperado regularmente em resíduos superficiais e enterrados até 180 dias. Aos 210 dias, última época avaliada, houve recuperação apenas nas amostras superficiais; portanto, 210 dias corresponde ao maior período observado no experimento, e não a um limite biológico definitivo de viabilidade do patógeno.

Os dois experimentos apresentaram durações de recuperação distintas.

A Tabela 2 reúne temperaturas e precipitação acumulada durante as avaliações; essas informações são usadas apenas para descrever o contexto climático dos experimentos.

Nos primeiros 150 dias, a precipitação acumulada foi de 244,2 mm no Experimento 1 e de 1.249,3 mm no Experimento 2. No Experimento 2, o total acumulado até 210 dias foi de 1.401,3 mm (Tabela 2).

Tabela 2. Dados climáticos (temperatura máxima, mínima, média e precipitação acumulada) durante os períodos de avaliação dos Experimentos 1 e 2, realizados em campo.

Período (dias)	Experimento 1			
	T. Máx. (°C)	T. Min. (°C)	T. Med. (°C)	Precipitação (mm)
0-30	30,9	19,3	24,1	103,4
31-60	33,9	21,4	26,6	73,2
61-90	29,9	20,2	24,2	63,9
91-120	32,6	18,1	25,0	0,0
121-150	28,7	14,6	21,0	3,7
151-180	NR*	NR*	NR*	NR*
181-210	NR*	NR*	NR*	NR*
211-240	NR*	NR*	NR*	NR*

Período (dias)	Experimento 2			
	T. Máx. (°C)	T. Min. (°C)	T. Med. (°C)	Precipitação (mm)
0-30	34,3	19,9	26,4	139,7
31-60	30,3	20,0	24,5	263,0
61-90	31,2	20,4	25,1	249,2
91-120	31,2	19,8	24,6	331,4
121-150	31,3	20,3	24,8	266,0
151-180	32,3	20,0	25,3	71,0
181-210	29,9	20,7	22,9	81,0
211-240	NR*	NR*	NR*	NR*

NR* = dado não registrado após o encerramento do experimento.

5 DISCUSSÃO

No primeiro experimento, *Phaeocytostroma sacchari* foi recuperado até 90 dias em ambas as posições. No segundo, a recuperação ocorreu até 180 dias nas duas posições e até 210 dias apenas na superfície. A comparação é descritiva, pois os experimentos foram instalados em épocas distintas e não isolaram os fatores ambientais.

A literatura reconhece que resíduos culturais podem abrigar patógenos e que sua microbiota e fatores abióticos participam da dinâmica de sobrevivência; essa base é geral e, no caso de Kerdraon, Laval e Suffert (2019), centrada sobretudo em cereais. Assim, ela não deve ser tomada como prova direta para *P. sacchari* em cana-de-açúcar.

A maior duração de recuperação no segundo experimento coincidiu com precipitação acumulada superior à observada no primeiro. Essa concordância temporal é compatível com a hipótese de que condições mais úmidas tenham favorecido a permanência do fungo recuperável nos resíduos, mas o delineamento não permite estabelecer relação causal nem separar o efeito da precipitação, da temperatura, da decomposição do material e de outros componentes ambientais.

Também não é possível afirmar que a umidade foi o fator determinante, nem equiparar *P. sacchari* a outros fungos de cana-de-açúcar sem ensaios comparativos. A interpretação mais adequada é a de associação entre as condições do período, particularmente a precipitação registrada, e a duração da recuperação.

Além disso, a recuperação em meio de cultura demonstra que estruturas viáveis e morfologicamente compatíveis com *P. sacchari* estavam presentes nas

amostras avaliadas, mas não quantifica o inóculo nem demonstra, isoladamente, transmissão da doença para plantas sadias. Ensaios futuros devem manipular separadamente umidade, temperatura, posição dos resíduos e características do solo, empregar confirmação molecular das colônias recuperadas e testar variedades de cana-de-açúcar.

6 CONCLUSÕES

Nas condições de campo avaliadas, *Phaeocytostroma sacchari* permaneceu recuperável em restos culturais de colmos de cana-de-açúcar por até 90 dias no primeiro experimento e até 210 dias no segundo, com recuperação apenas nas amostras superficiais na última avaliação. Esses resultados demonstram a presença de estruturas viáveis e morfologicamente compatíveis com o fungo durante os períodos observados. O trabalho, porém, não avaliou nem demonstrou a transmissão da podridão da casca a partir dos resíduos para plantas sadias e, por isso, não comprova que esses resíduos sejam fonte de inóculo em safras subsequentes.

A maior duração de recuperação no segundo experimento esteve associada às condições climáticas do período, especialmente à maior precipitação acumulada. Como os fatores ambientais não foram isolados, não se atribui causalidade exclusiva à umidade. Os resultados também não esclarecem a etiologia da SMC nem definem a participação de *P. sacchari* nessa síndrome.

7 LITERATURA CITADA

AGRIOS, G. N. **Plant pathology**. 5. ed. Burlington: Elsevier Academic Press, 2005. 922 p.

ALMEIDA, A. M. R.; SARAIVA, O. F.; FARIAS, J. R. B.; GAUDÊNCIO, C. A.; TORRES, E. Survival of pathogens on soybean debris under no-tillage and conventional tillage systems. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 10, p. 1231-1238, 2001. DOI: 10.1590/S0100-204X2001001000003.

ANJOS, I. A. dos; ANJOS, L. O. S.; RAIOL JÚNIOR, L. L.; SILVA, L. R. P. M.; GOES, A. de. Síndrome do murchamento da cana-de-açúcar, podridão da casca ou podridão azeda: doença antiga, desafio novo. **STAB – Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, v. 41, n. 2, p. 16-19, abr./jun. 2023.

BARBASSO, D.; JORDÃO, H.; MACCHERONI, W.; BOLDINI, J.; BRESSIANI, J.; SANGUINO, A. First report of *Puccinia kuehnii*, causal agent of orange rust of sugarcane, in Brazil. **Plant Disease**, v. 94, n. 9, p. 1170, 2010. DOI: 10.1094/PDIS-94-9-1170C.

BORDONAL, R. O.; CARVALHO, J. L. N.; LAL, R.; FIGUEIREDO, E. B.; OLIVEIRA, B. G.; LA SCALA JÚNIOR, N. Sustainability of sugarcane production in Brazil. A review. **Agronomy for Sustainable Development**, v. 38, art. 13, 2018. DOI: 10.1007/s13593-018-0490-x.

BRISTOW, P. R.; LOCKWOOD, J. L. Soil fungistasis: role of the microbial nutrient sink and of fungistatic substances in two soils. **Journal of General Microbiology**, v. 90, n. 1, p. 147-156, 1975.

CABI. *Phaeocytostroma sacchari* (rind disease). **CABI Compendium**. Wallingford: CABI International, 2021. DOI: 10.1079/cabicompendium.40085.

CARVALHO, J. L. N.; NOGUEIROL, R. C.; MENANDRO, L. M. S.; BORDONAL, R. O.; BORGES, C. D.; CANTARELLA, H.; FRANCO, H. C. J. Agronomic and environmental implications of sugarcane straw removal: a major review. **GCB Bioenergy**, v. 9, n. 7, p. 1181-1195, 2017. DOI: 10.1111/gcbb.12410.

CHAPOLA, R. G.; OGASAWARA, G. A.; JANS, B.; MASSOLA JÚNIOR, N. S. Controle da podridão-abacaxi da cana-de-açúcar por meio da pulverização de fungicidas em rebolos no sulco de plantio. **Ciência Rural**, v. 44, n. 2, p. 197-202, 2014. DOI: 10.1590/S0103-84782014000200001.

CHAPOLA, R. G.; HOFFMANN, H. P.; MASSOLA JÚNIOR, N. S. Reaction of sugarcane varieties to orange rust (*Puccinia kuehnii*) and methods for rapid identification of resistant genotypes. **Tropical Plant Pathology**, v. 41, n. 3, p. 139-146, 2016. DOI: 10.1007/s40858-016-0076-6.

CHEAVEGATTI-GIANOTTO, A.; ABREU, H. M. C. de; ARRUDA, P.; BESPALHOK FILHO, J. C.; BURNQUIST, W. L.; CRESTE, S.; CIERO, L. di; FERRO, J. A.; FIGUEIRA, A. V. de O.; FILGUEIRAS, T. de S.; GROSSI-DE-SÁ, M. de F.; GUZZO, E. C.; HOFFMANN, H. P.; LANDELL, M. G. de A.; MACEDO, N.; MATSUOKA, S.; REINACH, F. de C.; ROMANO, E.; SILVA, W. J. da; SILVA FILHO, M. de C.; ULIAN, E. C. Sugarcane (*Saccharum* × *officinarum*): a reference study for the regulation of genetically modified cultivars in Brazil. **Tropical Plant Biology**, v. 4, n. 1, p. 62-89, 2011. DOI: 10.1007/s12042-011-9068-3.

CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Produção de cana-de-açúcar chega a 673,2 milhões de toneladas na safra 2025/26**: 4º levantamento da safra de cana-de-açúcar 2025/26. Brasília, DF: Conab, 17 abr. 2026. Disponível em: https://www.gov.br/conab/pt-br/assuntos/noticias/producao-de-cana-de-acucar-chega-a-673-2-milhoes-de-toneladas-na-safra-2025-26. Acesso em: 22 set. 2026.

COSTA, M. M.; MELO, M. P.; GUIMARÃES, E. A.; VEIGA, C. M. O.; SANDIN, F. C.; MOREIRA, G. M.; COSTA, S. S.; PFENNING, L. H. Identification and pathogenicity of *Fusarium* species associated with pokkah boeng of sugarcane in Brazil. **Plant Pathology**, v. 68, p. 1350-1360, 2019. DOI: 10.1111/ppa.13053.

COSTA, M. M.; SILVA, B. A. A. S.; MOREIRA, G. M.; PFENNING, L. H. *Colletotrichum falcatum* and *Fusarium* species induce symptoms of red rot in sugarcane in Brazil. **Plant Pathology**, v. 70, p. 1807-1818, 2021. DOI: 10.1111/ppa.13423.

EMBRAPA. **Doenças da cana-de-açúcar**. Brasília, DF: Agência Embrapa de Informação Tecnológica, 2020. Disponível em: https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/cana-de-acucar/producao/manejo/fitossanidade/doencas. Acesso em: 17 set. 2026.

FORTES, C.; TRIVELIN, P. C. O.; VITTI, A. C. Long-term decomposition of sugarcane harvest residues in Sao Paulo state, Brazil. **Biomass and Bioenergy**, v. 42, p. 189-198, 2012. DOI: 10.1016/j.biombioe.2012.03.011.

FREDO, C. E.; CASER, D. V.; CAMPAGNUCI, B. C. G. Colheita mecanizada da cana-de-açúcar atinge 95,3% das áreas produtivas do estado de São Paulo na safra agrícola 2018/19. **Análises e Indicadores do Agronegócio**, São Paulo, v. 15, n. 7, jul. 2020. Disponível em: https://iea.agricultura.sp.gov.br/ftpiea/AIA/AIA-61-2020.pdf. Acesso em: 22 set. 2026.

GONÇALVES, M. C.; PINTO, L. R.; SOUZA, S. C.; LANDELL, M. G. A. Virus diseases of sugarcane. A constant challenge to sugarcane breeding in Brazil. **Functional Plant Science and Biotechnology**, v. 6, p. 108-116, 2012.

KERDRAON, L.; LAVAL, V.; SUFFERT, F. Microbiomes and pathogen survival in crop residues, an ecotone between plant and soil. **Phytobiomes Journal**, v. 3, n. 4, p. 246-255, 2019. DOI: 10.1094/PBIOMES-02-19-0010-RVW.

LOCKWOOD, J. L. Fungistasis in soils. **Biological Reviews**, v. 52, n. 1, p. 1-43, 1977.

MELO, J. A. S.; ABREU, V. P.; TELES, T. A. S.; CUNHA, M. G. Emergence of *Phaeocytostroma sacchari* in sugarcane plantations in Brazil. **Journal of Plant Pathology**, v. 105, n. 3, p. 1163, 2023. DOI: 10.1007/s42161-023-01366-5.

MELO, J. A. S.; ABREU, V. P.; TELES, T. A. S.; CUNHA, M. G. Rapid detection of *Phaeocytostroma sacchari* in sugarcane using conventional polymerase chain reaction. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 54, e78370, 2024. DOI: 10.1590/1983-40632024v5478370.

ROTT, P.; BAILEY, R. A.; COMSTOCK, J. C.; CROFT, B. J.; SAUMTALLY, A. S. (ed.). **A guide to sugarcane diseases**. Montpellier: CIRAD: ISSCT, 2000. 339 p.

SANTOS, A. K. V. dos. **Fungos associados à podridão e à síndrome da murcha em cana-de-açúcar**. 2025. 53 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitopatologia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2025. Disponível em: https://repositorio.ufla.br/handle/1/60261. Acesso em: 17 set. 2026.

SAUCEDO-CARABEZ, J. R.; OCHOA-ASCENCIO, S.; TOVAR-PEDRAZA, J. M. First report of stalk rot disease of sugarcane caused by *Phaeocytostroma sacchari* in Mexico. **Plant Disease**, v. 98, n. 3, p. 420, 2014. DOI: 10.1094/PDIS-05-13-0563-PDN.

SILVA JÚNIOR, T. A. F.; NEGRÃO, D. R.; ITAKO, A. T.; SOMAN, J. M.; MARINGONI, A. C. Survival of *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* in soil and bean crop debris. **Journal of Plant Pathology**, v. 94, n. 2, p. 331-337, 2012. DOI: 10.4454/JPP.FA.2012.025.

TOKESHI, H.; RAGO, A. Doenças da cana-de-açúcar. *In*: AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A. (ed.). **Manual de fitopatologia**: doenças das plantas cultivadas. 5. ed. Ouro Fino: Agronômica Ceres, 2016. v. 2, p. 219-231.

VISWANATHAN, R.; PREMACHANDRAN, M. N.; BALAMURALIKRISHNAN, M.; JOTHI, R. A new stalk rot disease of sugarcane caused by *Phaeocytostroma sacchari* in India. **Sugar Tech**, v. 5, n. 1/2, p. 61-64, 2003.

VISWANATHAN, R.; BALAJI, C. G.; SELVAKUMAR, R.; MALATHI, P.; SUNDAR, A. R.; PRASANTH, C. N.; CHHABRA, M. L.; PARAMESWARI, B. Epidemiology of *Fusarium* diseases in sugarcane: a new discovery of same *Fusarium sacchari*

causing two distinct diseases, wilt and pokkah boeng. **Sugar Tech**, v. 19, p. 638-646, 2017.

VISWANATHAN, R.; SELVAKUMAR, R.; MANIVANNAN, K.; NITHYANANDAM, R.; KAVERINATHAN, K. Pathogenic behaviour of soil borne inoculum of *Colletotrichum falcatum* in causing red rot in sugarcane varieties with varying disease resistance. **Sugar Tech**, v. 22, p. 485-497, 2020. DOI: 10.1007/s12355-020-00800-7.

WELLER, D. M.; RAAIJMAKERS, J. M.; McSPADDEN GARDENER, B. B.; THOMASHOW, L. S. Microbial populations responsible for specific soil suppressiveness to plant pathogens. **Annual Review of Phytopathology**, v. 40, p. 309-348, 2002.