**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

**Controle da podridão abacaxi da cana-de-açúcar por meio da
pulverização de fungicidas em mudas no sulco de plantio**

Roberto Giacomini Chapola

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestre em Ciências. Área de concentração:
Fitopatologia

**Piracicaba
2010**

Roberto Giacomini Chapola
Engenheiro Agrônomo

Controle da podridão abacaxi da cana-de-açúcar por meio da pulverização de fungicidas em mudas no sulco de plantio

Orientador:
Prof. Dr. **NELSON SIDNEI MASSOLA JUNIOR**

Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestre em Ciências. Área de concentração: Fitopatologia

Piracicaba
2010

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - ESALQ/USP**

Chapola, Roberto Giacomini

Controle da podridão abacaxi da cana-de-açúcar por meio da pulverização de fungicidas em mudas no sulco de plantio / Roberto Giacomini Chapola. - - Piracicaba, 2010.
77 p. : il.

Dissertação (Mestrado) - - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2010.
Bibliografia.

1. Cana-de-açúcar 2. Controle químico 3. Fungicidas 4. Mudas 5. Plantio 6. Podridão
(Doença de planta) I. Título

CDD 633.61
C466c

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor"

DEDICATÓRIA

*À Deus, por me dar saúde, sabedoria e força
em mais um importante passo da minha vida*

*À minha mãe Denize, à minha avó Nelli, ao meu
avô Nílson (em memória) e a toda minha família*

*À minha noiva Nathália,
que esteve sempre ao meu lado*

AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós-Graduação em Fitopatologia da ESALQ, que abriu as portas para mim;

Ao Prof. Dr. Nelson Sidnei Massola Júnior, pela oportunidade, ensinamentos e orientação;

Ao Programa de Melhoramento Genético da Cana-de-açúcar da UFSCar, pelo apoio financeiro;

Ao Prof. Dr. Hermann Paulo Hoffmann, que sempre confiou no meu potencial e proporcionou grandes oportunidades para meu crescimento profissional;

À BASF e à Syngenta Proteção de Cultivos Ltda.;

À Usina Santa Elisa, pela cessão de área para montagem e por fornecer condições para avaliação do ensaio;

Aos Professores do Departamento de Fitopatologia e Nematologia, por todos os ensinamentos;

A todos os amigos e funcionários do Departamento de Fitopatologia e Nematologia;

Aos colegas do Laboratório de Micologia, pela amizade e companheirismo;

Ao companheiro na condução de diversos trabalhos, Gustavo Akio Ogasawara;

Aos Professores do Centro de Ciências Agrárias da UFSCar, pela imensa contribuição em minha formação profissional e pessoal, e pela amizade;

Aos funcionários do Centro de Ciências Agrárias da UFSCar, em especial aos do DBV/UFSCar, por estarem sempre dispostos a ajudar;

Aos colegas de trabalho e grandes amigos: Antonio Ribeiro, Carlos Loureiro, Cláudio Mendes, Danilo Cursi, Gustavo dos Santos, José Adalberto da Cruz, José Ciofi, Plínio Zavaglia, Sandro Ferrarez e Valdir Guedes;

Aos Professores e colegas Antonio Ismael Bassinello e Marcos Antonio Sanches Vieira, pela amizade e ensinamentos;

Aos funcionários de campo do Programa de Melhoramento Genético da Cana-de-açúcar da UFSCar;

Ao Prof. Dr. Alfredo Urashima, pelos ensinamentos e conselhos;

Ao Prof. Dr. Norberto Lavorenti, pela contribuição nas análises estatísticas;

À Profa. Dra. Marineide Aguilera, pelo auxílio com as correções de inglês;

E a todos que participaram direta ou indiretamente na realização deste trabalho.

Muito obrigado!

"Deus não escolhe os
capacitados, mas capacita os escolhidos.
Fazer ou não fazer algo só depende da
nossa vontade e perseverança."

Albert Einstein

SUMÁRIO

RESUMO.....	11
ABSTRACT	13
LISTA DE TABELAS	15
1 INTRODUÇÃO	17
2 DESENVOLVIMENTO	19
2.1 Revisão bibliográfica	19
2.1.1 Importância econômica da cana-de-açúcar.....	19
2.1.2 Cultivo da cana-de-açúcar.....	21
2.1.3 Podridão abacaxi da cana-de-açúcar.....	23
2.1.4 Controle da podridão abacaxi da cana-de-açúcar.....	28
2.2 Material e métodos.....	34
2.2.1 Experimentos em casa de vegetação	34
2.2.1.1 Experimento 1	35
2.2.1.1.1 Período de condução	35
2.2.1.1.2 Preparo do inóculo	35
2.2.1.1.3 Inoculação	35
2.2.1.1.4 Plantio da cana-de-açúcar e aplicação dos fungicidas.....	36
2.2.1.1.5 Parâmetros avaliados.....	37
2.2.1.1.6 Delineamento experimental e análises estatísticas	38
2.2.1.2 Experimento 2	39
2.2.1.2.1 Período de condução	39
2.2.1.2.2 Preparo do inóculo e inoculação	39
2.2.1.2.3 Plantio da cana-de-açúcar e aplicação dos fungicidas.....	40

2.2.1.2.4 Parâmetros avaliados.....	41
2.2.1.2.5 Delineamento experimental e análises estatísticas.....	41
2.2.2 Experimentos de campo.....	42
2.2.2.1 Experimento 3	42
2.2.2.1.1 Local.....	42
2.2.2.1.2 Época de plantio.....	43
2.2.2.1.3 Plantio da cana-de-açúcar e aplicação dos fungicidas.....	43
2.2.2.1.4 Parâmetros avaliados.....	44
2.2.2.1.5 Delineamento experimental e análises estatísticas.....	45
2.2.2.2 Experimento 4	46
2.2.2.2.1 Local.....	46
2.2.2.2.2 Época de plantio.....	46
2.2.2.2.3 Preparo do inóculo e inoculação	47
2.2.2.2.4 Plantio da cana-de-açúcar e aplicação dos fungicidas.....	47
2.2.2.2.5 Parâmetros avaliados.....	48
2.2.2.2.6 Delineamento experimental e análises estatísticas.....	48
2.3 Resultados e discussão.....	49
2.3.1 Experimentos em casa de vegetação	49
2.3.2 Experimentos de campo.....	59
2.3.2.1 Número de plantas por metro, índice de velocidade de brotação (IVB) e biomassa da parte aérea.....	59
2.3.2.2 Produtividade (TCH), teor de açúcares totais recuperáveis (ATR) e rendimento (TAH).....	64
2.3.2.3 Contrastes ortogonais	67
3 CONCLUSÕES	71
REFERÊNCIAS.....	73

RESUMO

Controle da podridão abacaxi da cana-de-açúcar por meio da pulverização de fungicidas em mudas no sulco de plantio

Nos últimos anos, o plantio mecanizado da cana-de-açúcar vem sendo cada vez mais utilizado no Brasil. Tal sistema possui menor custo sobre o convencional e viabiliza o plantio durante o ano todo. Entretanto, a maior quantidade de ferimentos nas mudas colhidas mecanicamente e a realização de plantios em períodos frios e com umidade do solo inadequada têm aumentado a incidência da podridão abacaxi, doença causada pelo fungo *Thielaviopsis paradoxa*. Áreas onde esta doença é problemática apresentam muitas falhas, exigindo, em alguns casos, replantio. *Thielaviopsis paradoxa* penetra nas mudas através de ferimentos, o que é importante em cana-de-açúcar, uma vez que os colmos são seccionados durante o plantio. Medidas que estimulem a brotação rápida ou que protejam os ferimentos das mudas produzem excelentes resultados no controle da doença. Com o objetivo de avaliar o controle da podridão abacaxi da cana-de-açúcar por meio da pulverização de fungicidas em mudas no sulco de plantio, foram instalados quatro experimentos, sendo dois em casa de vegetação e dois no campo. Para os ensaios em casa de vegetação, utilizou-se um substrato esterilizado, composto por uma mistura de solo, areia e esterco de gado. Uma suspensão de *T. paradoxa* na concentração de 10^3 esporos/g de substrato foi incorporada dois dias antes do plantio. As avaliações foram realizadas em um período de 45 dias, determinando-se o número de plantas, a velocidade de brotação, a biomassa da parte aérea e de raízes, e a severidade da doença. No campo, um dos experimentos foi realizado sem a inoculação do patógeno, com a colheita das mudas e plantio mecanizados. No outro experimento, uma suspensão do fungo foi inoculada com pulverizador costal manual na concentração de 9×10^4 esporos/m², e o plantio foi realizado manualmente. As avaliações foram realizadas em um período de 13 meses, determinando-se o número de plantas, a velocidade de brotação, a biomassa da parte aérea, o teor de açúcares totais recuperáveis e o rendimento. Nos quatro experimentos, os fungicidas foram pulverizados sobre as mudas imediatamente após o plantio, com pulverizador costal pressurizado com CO₂. Os dados das avaliações foram submetidos à análise de variância e à análise de contrastes ortogonais. Além disso, os tratamentos foram comparados com a testemunha através do Teste de Dunnett a 5% de significância. Os resultados mostraram que a pulverização de fungicidas nas mudas controlou a podridão abacaxi da cana-de-açúcar, sendo que os efeitos dessa prática foram mais positivos em condições mais favoráveis à manifestação da doença. Os fungicidas Azoxistrobina + Ciproconazol; Azoxistrobina + Fluodioxonil + Metalaxil-M; Propiconazol; Piraclostrobina e Piraclostrobina + Epoxiconazol foram eficientes no controle da podridão abacaxi da cana-de-açúcar. Por outro lado, Carboxina + Tiram, comercialmente utilizado com essa finalidade, não foi efetivo em controlar a doença, tanto em casa de vegetação como no campo.

Palavras-chave: *Thielaviopsis paradoxa*; *Saccharum* spp.; Podridão abacaxi;
Controle químico

ABSTRACT

Control of pineapple disease of sugarcane through in-furrow fungicide spray application on seedpieces

In the last few years, mechanized planting of sugarcane has been frequently used in Brazil. This system has a lower cost than the conventional system and enables planting throughout the year. However, the higher quantity of injuries in seedpieces harvested mechanically and the planting at low temperatures and with inadequate soil humidity have increased the incidence of pineapple disease, caused by the fungus *Thielaviopsis paradoxa*. Areas where this disease is problematic present stand reduction, requiring, in some cases, replanting. *Thielaviopsis paradoxa* penetrates the seedpieces through wounds caused due to stalk sectioning during planting. Measures which increase shoot emergence or which protect seedpieces wounds produce excellent results in the disease control. In order to assess control of pineapple disease of sugarcane through in-furrow fungicide spray application on seedpieces, four experiments were installed, two in greenhouse and two under field conditions. For the experiments in the greenhouse, substrate consisting of a mixture of soil, sand and cattle manure was used. Suspension of *T. paradoxa* at the concentration of 10^3 spores/g of substrate was incorporated two days before planting. Evaluations were done in a period of 45 days assessing number of shoots, germination speed, biomass of shoots and roots, and disease severity. In the field, one of the experiments was performed with no inoculation of the pathogen, and the seedpieces harvesting and planting were mechanized. For the other experiment, a suspension of *T. paradoxa* spores at the concentration of 9×10^4 spores/m² was sprayed in the plots and the planting was performed manually. Evaluations were done in a period of 13 months assessing number of shoots, germination speed, biomass of shoots, total recoverable sugar content and yield. In the four experiments, fungicides were sprayed on seedpieces immediately after the planting with a CO₂ pressurized sprayer. Data were submitted to analysis of variance and to analysis of orthogonal contrasts. Moreover, treatments were compared to control by Dunnett's Test at 5% of significance. Results showed that in-furrow spray application on seedpieces controlled pineapple disease of sugarcane, and the effects of this practice were more positive under more favorable conditions for the disease manifestation. The fungicides Azoxystrobin + Cyproconazole; Azoxystrobin + Fluodioxonil + Metalaxyl-M; Propiconazole; Pyraclostrobin and Pyraclostrobin + Epoxiconazole were efficient for controlling pineapple disease of sugarcane. On the other hand, Carboxin + Thiram, commercially used for this purpose, was neither effective in the greenhouse nor in the field to control the disease.

Keywords: *Thielaviopsis paradoxa*; *Saccharum* spp.; Pineapple disease; Chemical control

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Fungicidas e doses aplicadas em cana-de-açúcar (Experimento 1)	37
Tabela 2 - Contrastes ortogonais analisados (Experimento 1)	39
Tabela 3 - Fungicidas e doses aplicadas em cana-de-açúcar (Experimento 2)	40
Tabela 4- Contrastes ortogonais analisados (Experimento 2)	42
Tabela 5 - Fungicidas e doses aplicadas em cana-de-açúcar (Experimentos 3 e 4)	44
Tabela 6 - Contrastes ortogonais analisados (Experimentos 3 e 4)	46
Tabela 7 - Efeito de fungicidas no controle da podridão abacaxi da cana-de-açúcar (Experimento 1)	50
Tabela 8 - Efeito de fungicidas no controle da podridão abacaxi da cana-de-açúcar (Experimento 2)	51
Tabela 9 - Temperaturas máximas, médias e mínimas no interior da casa de vegetação	53
Tabela 10 - Análise de contrastes ortogonais (Experimento 1)	57
Tabela 11 - Análise de contrastes ortogonais (Experimento 2)	57
Tabela 12 - Efeito de fungicidas no controle da podridão abacaxi da cana-de-açúcar (Experimento 3)	60
Tabela 13 - Efeito de fungicidas no controle da podridão abacaxi da cana-de-açúcar (Experimento 4)	60
Tabela 14 - Temperaturas e precipitação ocorridas até 90 dias após o plantio (Experimento 3)	62
Tabela 15 - Temperaturas e precipitação ocorridas até 90 dias após o plantio (Experimento 4)	62
Tabela 16 - Efeitos de fungicidas nas variáveis produtivas da cana-de-açúcar (Experimento 3)	65

Tabela 17 - Efeitos de fungicidas nas variáveis produtivas da cana-de-açúcar (Experimento 4).....	66
Tabela 18 - Análise de contrastes ortogonais (Experimento 3).....	68
Tabela 19 - Análise de contrastes ortogonais (Experimento 4).....	68

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, o Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar, com uma área cultivada de aproximadamente oito milhões de hectares e produção superior a 650 milhões de toneladas (FAO, 2010; 2º LEVANTAMENTO..., 2010). Além disso, o país também é o maior exportador de açúcar e etanol, dois dos principais produtos da cana-de-açúcar.

A cultura da cana-de-açúcar exerce um importante papel na economia do país, com os setores de açúcar e etanol juntos gerando uma receita bruta em torno de U\$20 bilhões ao ano. Além disso, estes setores, em conjunto com o setor de bioeletricidade, respondem por cerca de um milhão de empregos (UNIÃO DA INDÚSTRIA DE CANA-DE-AÇÚCAR, [s.d.]).

Na região Centro-Sul do país, a maior parte do plantio da cana-de-açúcar é realizada de setembro a março; mais recentemente, vem sendo consolidado o plantio de inverno, que abrange o período de junho até a primeira quinzena de setembro. Entretanto, neste período do ano, a cultura fica exposta às baixas temperaturas e ao clima seco, que provocam atraso na brotação das mudas, aumentando a incidência da podridão abacaxi, causada pelo fungo *Thielaviopsis paradoxa* (ALFONSI et al., 1987; CASAGRANDE, 1991; GHELLER, 1995).

A podridão abacaxi da cana-de-açúcar é uma doença que inibe ou retarda a brotação das gemas. Áreas onde a doença é problemática apresentam muitas falhas, ficando com aspecto irregular, exigindo, em alguns casos, replantio (TOKESHI; RAGO, 2005; RAID, 2010). No entanto, os prejuízos não se resumem às falhas de plantio, mas também ao menor desenvolvimento das plantas. A podridão abacaxi pode reduzir a brotação em até 47%, e a produtividade em até 35% (RAHMAN; MONDAL, 2010).

A penetração de *T. paradoxa* ocorre através de cortes ou ferimentos existentes nas mudas. Esta observação é particularmente importante em cana-de-açúcar, uma vez que os colmos são seccionados por ocasião do plantio, oferecendo portas de entrada para o patógeno (WISMER, 1961; KILE, 1999; TOKESHI, 1980).

Fatores que retardam a brotação da cana-de-açúcar, como baixas temperaturas, utilização de gemas velhas no plantio, cobertura muito profunda das mudas e plantios realizados em solos secos ou encharcados aumentam a intensidade da podridão abacaxi. Além desses fatores, a importância da doença pode crescer com o aumento da adoção do plantio mecanizado; este sistema utiliza mudas colhidas mecanicamente, as quais possuem maior quantidade de ferimentos, além de viabilizar a realização de plantios durante o período frio e seco do ano (SEGATO et al., 2006).

Dentre as metodologias que podem ser empregadas para controlar a podridão abacaxi, a mais simples é a escolha da época de plantio. Quando esta operação é efetuada em condições de altas temperaturas e com umidade do solo adequada, dificilmente a doença causará danos significativos (TOKESHI; RAGO, 2005). Porém, essa opção nem sempre é possível; quando há a necessidade de se realizar o plantio em períodos favoráveis à podridão abacaxi, torna-se indispensável a utilização de fungicidas, principalmente em áreas com histórico comprovado da doença.

Atualmente, os fungicidas Piori Xtra e Dynasty são registrados no Brasil para controle da podridão abacaxi em cana-de-açúcar (AGROFIT, 2010). Estudos com outros ingredientes ativos que possam vir a apresentar eficiência semelhante ou superior a esses fungicidas são de extrema importância, de forma a evitar que a aplicação se concentre em um ou poucos produtos.

Considerando a importância da cana-de-açúcar para o Brasil e os impactos negativos na produtividade da cultura que podem ser provocados pela podridão abacaxi, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de diferentes fungicidas no controle da doença por meio da pulverização de mudas no sulco de plantio.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Revisão bibliográfica

2.1.1 Importância econômica da cana-de-açúcar

A cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) é uma cultura típica de climas tropicais e subtropicais, atualmente difundida em todos os continentes do globo. O Brasil é o maior produtor mundial da cultura, seguido da Índia, China, Tailândia e Paquistão (FAO, 2010; GUIA..., 2010).

Estima-se que, ao final da safra 2010/11, a área ocupada com a cultura no país seja superior a oito milhões de hectares, distribuídos em todos os estados produtores. São Paulo continuará como o maior produtor, com 4,3 milhões de hectares, seguido por Minas Gerais, com 706 mil hectares; Paraná, com 613 mil hectares; e Goiás, com 599 mil hectares. A produtividade média brasileira está próxima de 80 toneladas por hectare. O total de moagem está previsto para mais de 650 milhões de toneladas, quantidade 7,8% superior em relação à safra 2009/10. Do total de cana-de-açúcar que será processada, 45% serão destinados à produção de açúcar, que devem gerar mais de 38 milhões de toneladas do produto, e 55% serão destinados à produção de etanol, gerando um volume total de 28 bilhões de litros. O mercado para o açúcar está ágil tanto internamente como no exterior, uma vez que a Índia, um dos principais exportadores, ainda não recuperou sua produção, que foi seriamente afetada pela seca ocorrida em 2009. Quanto ao etanol, o Brasil seguirá buscando novos mercados pelo mundo, dentro da filosofia de que o mesmo é um combustível limpo e renovável (2º LEVANTAMENTO..., 2010).

A cana-de-açúcar desempenha um papel fundamental na agroindústria nacional, apresentando longo histórico de uso seguro para alimentação humana e animal. Seu plantio comercial no Brasil visa principalmente à produção de açúcar e de etanol. Dentre os subprodutos derivados da moagem da cana-de-açúcar estão o melado, utilizado como componente de rações para ruminantes, e o bagaço, que pode ser aproveitado como fonte de fibras na alimentação animal,

mas é principalmente empregado para geração de energia em usinas, através de sua queima. Outro importante derivado da cana-de-açúcar é a cachaça, obtida da fermentação e destilação do caldo (GUIA..., 2010).

O setor sucroenergético brasileiro vive uma evolução tecnológica contínua desde a década de 1970, devido à necessidade de ampliação do uso de fontes renováveis de energia, proporcionando maior segurança ao suprimento energético e reduzindo os impactos ambientais advindos da utilização de combustíveis fósseis. Hoje, o etanol é a principal fonte de energia alternativa capaz de substituir o petróleo. O Brasil é pioneiro no uso do etanol como combustível veicular, utilizando-o em automóveis pela primeira vez na década de 1920. No entanto, a indústria ganhou grande impulso na década de 1970, com a introdução do Proálcool, programa federal de estímulo à produção e ao uso do etanol como resposta à crise mundial do petróleo. O programa enfrentou vários desafios ao longo dos anos, especialmente no fim da década de 1980, quando caíram os preços do petróleo e os do açúcar estavam em alta. O uso do etanol cresceu novamente devido aos altos preços da gasolina, às crescentes preocupações ambientais e à introdução dos veículos *flex-fuel* em 2003, movidos a etanol, gasolina ou qualquer mistura entre os dois (CESNIK; MIOCQUE, 2004; UNIÃO DA INDÚSTRIA DE CANA-DE-AÇÚCAR, [s.d.]).

O êxito do programa de etanol brasileiro pode ser explicado graças às vantagens econômicas e ambientais do combustível derivado da cana-de-açúcar, que oferece um balanço de energia fóssil inigualável, gerando 9,3 unidades de energia renovável para cada unidade de combustível fóssil utilizada em seu ciclo de produção. Esse valor é muito superior ao de outras matérias-primas, como milho, grãos e beterraba, que raramente ultrapassa duas unidades de energia produzidas para cada unidade de combustível fóssil utilizada (UNIÃO DA INDÚSTRIA DE CANA-DE-AÇÚCAR, [s.d.]).

A receita bruta anual dos setores de açúcar e etanol gira em torno de U\$20 bilhões. Em 2007/08, 54% deste valor foram gerados pelas vendas de etanol, 44% pelas vendas de açúcar, e os 2% restantes pela bioeletricidade vendida no mercado interno. Das negociações envolvendo o açúcar, 35% foram dirigidas ao

mercado interno e 65% à exportação, o que faz do Brasil o maior exportador, respondendo por 45% de todo o açúcar comercializado no mundo. Já para o etanol predominou o mercado interno, que gerou 85% das receitas (UNIÃO DA INDÚSTRIA DE CANA-DE-AÇÚCAR, [s.d.]). Ainda assim, o Brasil é também o maior exportador deste produto, respondendo por 54% do mercado. Em 2008, as exportações de açúcar e etanol renderam aproximadamente U\$7,8 bilhões em divisas para o país (GUIA..., 2010).

Outro aspecto importante do setor sucroenergético é que hoje ele responde por cerca de um milhão de empregos. Destes, 511 mil estão envolvidos diretamente na produção de cana-de-açúcar, e os demais distribuídos na cadeia de processamento de açúcar e etanol, o que representa 6% dos empregos na agroindústria nacional (GUIA..., 2010).

2.1.2 Cultivo da cana-de-açúcar

A cana-de-açúcar tem como origem o continente asiático, provavelmente a Nova Guiné. A maior parte da cana-de-açúcar é cultivada entre as latitudes 35° Norte e 35° Sul do globo (DOOREMBOS; KASSAN, 1979).

A temperatura, a insolação e a umidade são fatores climáticos determinantes para o desenvolvimento da cana-de-açúcar, planta tropical que se desenvolve melhor em locais quentes e ensolarados (MARCHIORI, 2004).

No Brasil, a cana-de-açúcar é cultivada principalmente nas regiões Sudeste e Nordeste, com dois períodos diferentes de colheita: de abril a dezembro na região Centro-Sul (Sul, Sudeste e Centro-Oeste), e de setembro a março nas regiões Norte e Nordeste.

Na região Centro-Sul, a cana-de-açúcar é plantada, na maioria das vezes, de setembro a março. Quando o plantio é realizado entre os meses de janeiro e maio, é denominado plantio de ano e meio, apresentando ciclo médio de 18 meses; quando realizado entre os meses de setembro e dezembro, é chamado plantio de ano, e apresenta ciclo mais curto, com média de 12 meses. Mais

recentemente, vem se consolidando o plantio de inverno, que abrange o período de junho até a primeira quinzena de setembro (SEGATO et al., 2006; ANJOS; FIGUEIREDO, 2008).

O plantio da cana-de-açúcar em áreas comerciais é feita por meio de propagação vegetativa de seu próprio colmo que, uma vez individualizado em segmentos contendo de três a quatro gemas, recebe denominações como mudas, toletes ou rebolos (MASUDA et al., 1981). Estes, uma vez colocados no sulco de plantio, sofrem indução para brotação das gemas e formação do sistema radicular (VIEIRA et al., 1981). A propagação por sementes só é efetuada após cruzamentos orientados nos programas de melhoramento genético da cultura (CASAGRANDE, 1991).

Após o plantio, ocorrendo condições ambientais favoráveis, principalmente de temperatura e umidade, iniciam-se as atividades meristemáticas nos primórdios radiculares e no poro da gema, culminando no desenvolvimento de raízes e na emergência do broto. A brotação das mudas constitui uma fase importante, pois uma boa brotação refletirá em plantas vigorosas, que resultarão em uma colheita compensadora ao final do ciclo. A brotação é influenciada por fatores intrínsecos e externos, dentre os quais podem ser citados como principais a temperatura, a umidade, a aeração e o preparo adequado do solo, a idade e o estado nutricional das mudas e a profundidade de plantio (VIEIRA, 1981; SIMÕES NETO; MARCOS, 1987; CASAGRANDE, 1991; SEGATO et al., 2006).

Dos fatores ambientais que influenciam a brotação da cana-de-açúcar, a temperatura é um dos mais importantes. Segundo Clements (1940), para uma brotação satisfatória das mudas, a temperatura do solo deve estar acima de 21°C; temperaturas abaixo desta resultarão em brotação muito lenta ou mesmo em falhas de brotação. De um modo geral, pode ser afirmado que em temperaturas abaixo de 21°C o desenvolvimento das gemas é bastante lento, aumentando progressivamente acima dos 21°C, atingindo um ótimo entre 31°C e 36°C (DILLEWIJN, 1948).

Outra característica ambiental de importância para a brotação é a umidade do solo. Segundo Casagrande (1991), a falta de água, assim como o excesso

causado por irrigação e drenagem irregulares, ou até mesmo o acúmulo de chuvas, podem ser prejudiciais à brotação.

Como no Centro-Sul brasileiro a cana-de-açúcar é plantada, na maioria das vezes, de setembro a março, geralmente as condições de temperatura e umidade não são limitantes à brotação e ao desenvolvimento da planta.

De alguns anos para cá, o plantio mecanizado vem ganhando espaço nos canaviais brasileiros. Tal sistema de plantio possui como vantagens o menor custo sobre o sistema convencional e a viabilização de um plantio mais longo, durante praticamente o ano todo. Entretanto, o plantio mecanizado exige maior quantidade de gemas por metro e também o uso em maior escala de fungicidas, seja pela maior quantidade de ferimentos nas mudas colhidas mecanicamente ou pela possibilidade de plantios que adentrem o período frio e seco do ano (SEGATO et al., 2006).

Quando a cana-de-açúcar é plantada entre a segunda quinzena de abril até o início de setembro, a cultura fica exposta ao clima seco e às baixas temperaturas. Estas condições climáticas atrasam a brotação das mudas e, conseqüentemente, aumentam a incidência de podridões nas mesmas. Dentre as podridões que ocorrem em mudas de cana-de-açúcar recém plantadas, destaca-se a podridão abacaxi (ALFONSI et al., 1987; CASAGRANDE, 1991; GHELLER, 1995).

2.1.3 Podridão abacaxi da cana-de-açúcar

A podridão abacaxi da cana-de-açúcar é causada pelo fungo *Thielaviopsis paradoxa*, fase assexuada de *Ceratocystis paradoxa*, representante do grupo dos ascomicetos. *Thielaviopsis paradoxa* está presente no solo, onde pode sobreviver em restos de cultura e infectar mudas de cana-de-açúcar logo após o plantio, causando podridão nas mesmas (CROFT; MAGAREY; WHITTLE, 2000; RAID, 2010).

A podridão abacaxi é uma doença economicamente importante em cana-de-açúcar. Por ser polífago, o patógeno ocorre em praticamente todas as regiões onde a cana-de-açúcar é cultivada. *Thielaviopsis paradoxa* já foi relatado em diversas espécies de plantas tropicais, incluindo bananeiras, palmeiras, coqueiros, abacaxi, entre outras (WISMER, 1961; TOKESHI, 1980).

Segundo Wismer (1961), o agente causal da podridão abacaxi foi originalmente estudado por de Seynes, em 1886, na França, onde foi relatado causando doença em frutos de abacaxi. Went, no ano de 1893, em Java, encontrou um fungo causando podridão em cana-de-açúcar e o classificou como *Thielaviopsis ethaceticus* Went. O nome “podridão abacaxi” foi utilizado pelo pesquisador devido ao odor liberado pela cana-de-açúcar nos primeiros estádios da doença, muito semelhante ao odor de abacaxi. Em 1904, von Hohnel, trabalhando com uma doença em coqueiros, suspeitou que o fungo isolado de plantas doentes era idêntico a *Thielaviopsis ethaceticus*. Tal suspeita foi confirmada por Went, e o fungo foi reclassificado como *Thielaviopsis paradoxa* (de Seynes) v. Hohn. Em 1928, Dade descreveu a fase sexual do patógeno, classificando-o como *Ceratostomella paradoxa* (de Seynes) Dade. Anos mais tarde, em 1952, Moreau transferiu *Ceratostomella paradoxa* para o gênero *Ceratocystis*.

A podridão abacaxi da cana-de-açúcar afeta seriamente a brotação das gemas, o desenvolvimento e o vigor dos brotos. Áreas problemáticas apresentam muitas falhas, ficando com aspecto irregular. Estas falhas podem abranger grandes extensões, exigindo, em alguns casos, replantio, operação bastante onerosa (WISMER, 1961; MATSUOKA, 1981; TOKESHI; RAGO, 2005; RAID, 2010).

Sordi (1983) considerou que existem casos em que todo o plantio precisa ser refeito, devido à grande quantidade de falhas causadas pela podridão abacaxi. Quando a brotação inicial é prejudicada, prejuízos deverão ocorrer em todos os cortes do canavial. No entanto, tais prejuízos não se resumem às falhas de plantio, mas também ao menor desenvolvimento das plantas.

No Brasil, já foram observados canaviais com área superior a 50 hectares totalmente perdidos devido a ataques severos de *T. paradoxa* após três plantios sucessivos, sendo que no primeiro ano foram utilizadas dez toneladas de mudas por hectare e, nos anos seguintes, de 20 a 30 toneladas (TOKESHI, 1980). Segundo Raid (2010), a podridão abacaxi tem causado grandes falhas de brotação em canaviais da Flórida, embora seu impacto na produção ainda não tenha sido devidamente mensurado. De acordo com Rahman e Mondal (2010), a doença pode reduzir a brotação da cana-de-açúcar em até 47%, o que refletirá na produtividade final, que segundo os autores pode sofrer uma redução de 31% a 35%.

Thielaviopsis paradoxa infecta a cana-de-açúcar através de cortes ou ferimentos existentes nas mudas, sendo incapaz de penetrar diretamente ou por meio de aberturas naturais. Tal constatação é particularmente importante em cana-de-açúcar, uma vez que os colmos são seccionados por ocasião do plantio, oferecendo portas de entrada para o patógeno (WISMER, 1961; KILE, 1999; TOKESHI, 1980).

Segundo Gheller (1995), o seccionamento dos colmos durante o plantio evita a dominância apical entre as gemas, favorecendo a brotação da maior parte delas. A dominância apical é um fenômeno atribuído à produção de hormônios pela gema do ápice, que inibem ou retardam o desenvolvimento das outras gemas (CASAGRANDE, 1991).

Nas extremidades de mudas recém invadidas por *T. paradoxa*, observa-se encharcamento que se inicia na região do corte e se aprofunda rapidamente, acompanhado pela formação de tecido avermelhado contendo substâncias de defesa da planta. Os nós atuam como barreiras físicas parciais ao avanço do patógeno. Porém, em variedades altamente suscetíveis, mudas inteiras podem ser colonizadas. À medida que a podridão avança, a coloração dos tecidos vai se alterando, passando para cinza, pardo-escuro e negro. Nesta última fase, só resta a casca intacta das mudas; os feixes fibrovasculares internos estão soltos e recobertos por uma massa negra de esporos. Mudas infectadas podem iniciar o desenvolvimento de raízes e gemas. Estas, no entanto, têm seu crescimento

retardado e inibido, morrendo antes de emergirem do solo ou se desenvolvendo vagarosamente, produzindo plantas fracas, que são dominadas pelo mato ou pela competição com plantas vizinhas. O sintoma típico da doença é a fermentação das mudas, que passam a exalar um odor agradável e característico de essência de abacaxi. A fermentação é mais acentuada nas fases iniciais do ataque, quando as mudas ainda possuem reservas de açúcar (WISMER, 1961; MATSUOKA et al., 1981; TOKESHI; RAGO, 2005; RAID, 2010).

Diversos trabalhos relacionam os sintomas da podridão abacaxi com o acetato de etila e o etileno. Ambos são gases fitotóxicos produzidos ou induzidos nos tecidos do hospedeiro por *T. paradoxa*, possuindo efeito deletério sobre a brotação e enraizamento das mudas. Kuo, Chien e Li (1969) determinaram que o acetato de etila pode atingir concentrações de até 1% em mudas infectadas, o que foi suficiente para inibir a brotação das gemas ou até mesmo matá-las. Os autores também relataram que o fungo produziu maiores quantidades de acetato de etila a 20°C do que a 28°C. Este fato, aliado à brotação mais lenta em temperaturas menores, poderia explicar a maior importância da podridão abacaxi nos meses de inverno.

Além das gemas, o acetato de etila atua reduzindo o enraizamento das mudas. Mesmo quando a infecção ocorreu nas extremidades, o enraizamento foi inibido ou reduzido nas gemas centrais. Em mudas submetidas à presença de acetato de etila exógeno, percebeu-se aumento na concentração de etileno, um inibidor de enraizamento. Assim, aparentemente os tecidos da cana-de-açúcar são estimulados a produzir etileno, em resposta à infecção por *T. paradoxa* ou por seus voláteis (BYTHER; STEINER, 1970; BYTHER; MOORE, 1974).

Thielaviopsis paradoxa cresce rapidamente em meio de cultura e pode ser facilmente isolado de tecidos doentes. Chi (1949), citado por Wismer (1961), reportou que o fungo se desenvolve em intervalo de temperatura entre 10°C e 34°C, com ótimo de 28°C. O intervalo de pH para crescimento do patógeno está entre pH 3 e 9, com ótimo entre pH 5 e 7. Segundo Yadahalli, Adiver e Kulkarni (2007), *T. paradoxa* se desenvolve e produz esporos em abundância a

temperaturas entre 25°C e 28°C, e pH entre 6 e 7. Já a 5°C, seu crescimento foi nulo.

O agente causal da podridão abacaxi produz diferentes tipos de esporos, importantes para sua sobrevivência e disseminação (ALEXOPOULOS et al., 1996). Esses esporos são produzidos aos milhões no interior das mudas atacadas pela doença. Com o apodrecimento das mesmas, os esporos são liberados no solo, servindo como fonte de inóculo para o próximo plantio (RAID, 2010).

No Brasil, o patógeno é encontrado em cana-de-açúcar principalmente na sua forma assexuada, *T. paradoxa*, que produz dois tipos de esporos: microconídios e macroconídios. Os microconídios possuem paredes finas e são inicialmente hialinos, tornando-se, posteriormente, pardo-escuros. São produzidos endogenamente e liberados em cadeias nos conidióforos. Os macroconídios são formados em conidióforos curtos, perpendiculares à hifa principal. São usualmente produzidos em cadeias, em número de três a dez conídios por conidióforo. Sua coloração varia de hialina a verde-oliva e, posteriormente, para pardo-escura. Os microconídios germinam rapidamente e são responsáveis pela rápida disseminação da doença, enquanto os macroconídios permanecem viáveis durante períodos de condições climáticas adversas (WISMER, 1961; TOKESHI, 1980).

A disseminação da podridão abacaxi ocorre principalmente por esporos presentes nos primeiros 25 cm de profundidade do solo, e ocasionalmente por mudas infectadas (WISMER 1961; RAID, 2010). Segundo Miranes Virelles e Herrera Isla (1994), citados por Rott et al. (2000), *T. paradoxa* pode sobreviver no solo por períodos superiores a 15 meses.

De acordo com Boyd e Galli (1966), citados por Gheller (1995), o fungo causador da podridão abacaxi só começa a exercer influência nas gemas que demoram mais que 16 dias para brotar. Para os autores, 15 dias em condições normais de temperatura e umidade é o período necessário para a brotação inicial das gemas. Boyd e Allison (1968) afirmaram que a brotação inicial da cana-de-açúcar é uma corrida contra o tempo entre a gema em crescimento e o patógeno invasor.

Como o fator preponderante para manifestação da podridão abacaxi é o retardamento da brotação das mudas, a ocorrência de baixas temperaturas, a utilização de gemas velhas no plantio, a cobertura muito profunda das mudas e os plantios realizados em solos secos ou encharcados aumentam a intensidade da doença (MATSUOKA et al., 1981; CROFT; MAGAREY; WHITTLE, 2000; TOKESHI; RAGO, 2005; RAID, 2010).

Quando a brotação da cana-de-açúcar é retardada, os esporos presentes no solo, estimulados por exsudados da planta, germinam e penetram nas mudas através de ferimentos. Por outro lado, quando as condições para brotação são ótimas, o patógeno pode estar presente no solo, porém seus danos não ocorrem, pois assim que as gemas emergem e iniciam os processos fotossintéticos, tornam-se imunes ao ataque de *T. paradoxa* (TOKESHI, 1980).

2.1.4 Controle da podridão abacaxi da cana-de-açúcar

Qualquer medida que estimule a brotação rápida das gemas, ou proteja os ferimentos por onde *T. paradoxa* penetra, produz excelentes resultados no controle da podridão abacaxi da cana-de-açúcar (TOKESHI; RAGO, 2005; RAID, 2010).

O uso de variedades com rápida brotação é o mais recomendado, pois essa característica diminui o impacto da podridão abacaxi. Begum, Talukder e Hoque (2008), em Bangladesh, estudaram o efeito da podridão abacaxi em seis variedades de cana-de-açúcar, trabalhando com parcelas inoculadas e não inoculadas com o patógeno. Foram obtidas diferenças significativas entre as variedades para brotação e produtividade final. As variedades consideradas como as mais suscetíveis à doença foram a Ild32, cuja brotação foi 30% inferior nas parcelas inoculadas, e a Ild20, que apresentou queda de 42% na produtividade na presença do patógeno. A variedade Ild35 foi considerada a mais resistente, com reduções de apenas 6% na brotação e 11% na produtividade nas parcelas inoculadas.

A idade da gema também é um fator importante no controle da podridão abacaxi. Segundo Casagrande (1991), existe um gradiente de brotação por causa da diferença de idade entre as gemas do ápice (mais novas) e da base (mais velhas) do colmo. Gemas mais jovens tendem a brotar mais rapidamente que as mais velhas.

Minimizar a ocorrência de ferimentos nas mudas, que poderão servir como vias de penetração de *T. paradoxa*, é outra medida a ser implementada visando à redução da intensidade da podridão abacaxi da cana-de-açúcar. Segundo Martin (1944), muitas mudas são encontradas com podridão abacaxi em uma ou em ambas as extremidades, sem que a doença avance além dos primeiros nós. Na maioria dos casos, as mudas não são completamente destruídas, com a brotação de ao menos uma gema. Esta observação sugere que os nós retardam a propagação do agente patogênico, de forma que o corte dos colmos em segmentos muito curtos pode aumentar a intensidade da doença.

Plantios em densidades maiores também podem se constituir em uma medida para reduzir o impacto da podridão abacaxi, principalmente quando as mudas são provenientes de colheita mecanizada, as quais são menores e mais danificadas em relação às colhidas manualmente. Portanto, a utilização de maiores quantidades de gemas por metro de sulco seria uma maneira de compensar as possíveis falhas de brotação provocadas por *T. paradoxa* (TOKESHI; RAGO, 2005; RAID, 2010).

Outras medidas complementares para minimizar os efeitos da podridão abacaxi podem ser consideradas, como o preparo de solo e a profundidade de plantio. O preparo de solo reduz a compactação e elimina os torrões, fornecendo melhores condições para a brotação das gemas. O plantio muito profundo pode provocar um atraso na brotação, favorecendo a ação do patógeno sobre as mudas; por isso, deve-se optar pelo plantio mais raso, especialmente quando as condições forem propícias à doença. Essas medidas poderão reduzir o impacto da doença mesmo quando o solo estiver altamente infestado, pois têm efeito positivo na velocidade de brotação da cana-de-açúcar (TOKESHI, 1980; TOKESHI; RAGO, 2005; RAID, 2010).

Alguns estudos sobre o controle do agente causal da podridão abacaxi da cana-de-açúcar com organismos antagônicos produziram resultados promissores. Dentre eles está o trabalho de Talukder, Begum e Azad (2007), que obtiveram bons resultados utilizando o fungo *Trichoderma harzanium*, tanto *in vitro* como *in vivo*. Nos ensaios *in vitro*, *Trichoderma harzanium* apresentou forte antagonismo à *Thielaviopsis paradoxa*, inibindo seu crescimento. No experimento *in vivo*, mudas de cana-de-açúcar tratadas com *Trichoderma harzanium* mostraram brotação e produtividade significativamente superiores às mudas não tratadas.

Estudos sobre a eficiência de extratos vegetais na inibição do crescimento de *T. paradoxa* também têm relatado efeitos positivos. Em trabalho realizado por Vijaya et al. (2007a), foi testado o efeito fungitóxico de doze extratos vegetais sobre *T. paradoxa in vitro*. O extrato de alho (*Allium sativum*) mostrou-se eficaz na inibição do fungo, sendo significativamente superior aos demais, seguido pelo extrato de Nim (*Azadirachta indica*) e de Durantha (*Duranta repens*). O extrato de alho, na concentração de 10%, chegou a reduzir o crescimento do patógeno em mais de 50%.

Dentre todas as metodologias que podem ser empregadas para minimizar a ocorrência da podridão abacaxi da cana-de-açúcar, a escolha da época de plantio é considerada a mais simples. Quando a cana-de-açúcar é plantada em condições de altas temperaturas e com umidade do solo adequada, dificilmente a doença causará danos significativos. Na região Centro-Sul do Brasil, principalmente no estado de São Paulo, a realização do plantio a partir da segunda quinzena de setembro até o mês de abril é uma medida considerada suficiente para controlar a doença (TOKESHI; RAGO, 2005).

Entretanto, a escolha da época de plantio nem sempre é possível. Quando há a necessidade de plantios em períodos favoráveis à podridão abacaxi, a utilização de fungicidas torna-se indispensável, principalmente em áreas com histórico comprovado da doença. Martin (1944) constatou que, de um modo geral, em solos com umidade suficiente para garantir uma brotação rápida, mudas sem tratamento brotam tão bem quanto mudas tratadas com fungicida. No entanto,

com a redução da umidade do solo, os efeitos benéficos da utilização do fungicida tornam-se aparentes.

O mesmo Martin (1944) estudou a eficácia de três fungicidas contra a podridão abacaxi no campo. Os produtos foram aplicados nas extremidades das mudas, protegendo-as da ação de *T. paradoxa*. Foram testados dois fungicidas mercuriais (Agrosan e Ceresan) e um não mercurial (Thiosan). Segundo o autor, os três produtos melhoraram a brotação e reduziram a intensidade da podridão abacaxi nas mudas. Porém, os resultados do Thiosan foram inferiores aos dos fungicidas mercuriais.

A partir da década de 1970, vários trabalhos foram realizados com fungicidas não mercuriais. Em um deles, Hilton, Wismer e Nomura (1971), em estudos conduzidos no Havaí, recomendaram o uso do Benomyl para controlar a podridão abacaxi. As doses recomendadas pelos autores foram de 0,60 g/L em tratamento com água fria, e 0,30 g/L em conjunto com o tratamento térmico das mudas.

Dois anos mais tarde, Mitchell-Innes e Thomson (1973) estudaram a utilização do Benomyl em substituição aos fungicidas mercuriais no tratamento pré-plantio de mudas de cana-de-açúcar. Ensaio em laboratório e no campo mostraram que o Benomyl, a 0,50 g/L, foi bastante eficaz na proteção das mudas contra a podridão abacaxi. No entanto, os autores salientaram que o Benomyl, diferentemente dos fungicidas mercuriais, é insolúvel em água. Assim, para que a proteção proporcionada às mudas fosse uniforme, a calda utilizada deveria permanecer em agitação constante durante o tratamento.

No Brasil, testaram-se 18 fungicidas para substituição dos produtos mercuriais disponíveis na época. Dentre os 18, destacaram-se os fungicidas Benomyl, Captan e Cycosin. A utilização do Benomyl, nas concentrações de 0,65 g/L e 0,35 g/L para tratamento a frio e a quente, respectivamente, foi recomendada no combate à podridão abacaxi da cana-de-açúcar (INSTITUTO DO AÇÚCAR E DO ALCOOL - IAA/PLANALSUCAR, 1972; 1974). Na década seguinte, Sordi e Masuda (1983), testando fungicidas para controle da doença na variedade NA56-79, também concluíram pela maior eficiência do Benomyl.

Rosseto et al. (1986) estudaram o tratamento das mudas por imersão, durante um minuto, em solução de Benomyl a 1%, em duas variedades (NA56-79 e IAC64-257) e em gemas de diferentes posições do colmo (meio e extremidades). Os autores obtiveram aumento na brotação das mudas tratadas da NA56-79, o que não ocorreu com a IAC64-257, mostrando que as variedades de cana-de-açúcar podem reagir diferentemente aos tratamentos utilizados. Foi relatado, também, maior efeito do fungicida nas gemas das extremidades, região onde geralmente ocorre a penetração de *T. paradoxa*. As gemas do meio sofreram menor ação do patógeno, fato atribuído à barreira física imposta pelos nós, impedindo o avanço do fungo.

Em meados da década de 1980 e durante a década de 1990, bons resultados foram relatados com a utilização do fungicida Propiconazol contra a podridão abacaxi da cana-de-açúcar. Comstock et al. (1984) reportaram que o Propiconazol inibiu o crescimento de *T. paradoxa in vitro*. Além disso, a brotação das gemas laterais em mudas tratadas com Propiconazol foi, em média, 15% superior àquelas tratadas com Benomyl e Tiofanato metílico, e consideravelmente superior ao controle não tratado. Outra vantagem do Propiconazol, observada pelos autores, foi sua solubilidade em água nas concentrações recomendadas, o que torna sua aplicação nas mudas menos trabalhosa.

Raid (1990), também trabalhando com Propiconazol, avaliou dois métodos de aplicação de fungicidas em mudas de cana-de-açúcar, visando ao controle da podridão abacaxi: o tratamento por imersão e a pulverização da calda fungicida diretamente sobre as mudas no sulco de plantio. Os resultados mostraram que, em condições favoráveis à manifestação da doença, ambos os métodos foram eficazes, aumentando significativamente a emergência de brotos em comparação à testemunha.

Um ano mais tarde, Raid, Perdomo e Powell (1991) avaliaram tratamentos fungicidas em combinação com duas densidades de plantio de cana-de-açúcar para redução dos impactos da podridão abacaxi. Todos os parâmetros avaliados (número e peso de colmos e rendimento final) foram superiores nas parcelas tratadas com fungicida (Propiconazol), independentemente da densidade de

plântio utilizada. Com isso, os autores propuseram que a utilização do Propiconazol poderia permitir uma redução na quantidade de mudas plantadas por hectare, sem sacrificar o rendimento da cultura.

Segundo Croft (1998), em ensaios de campo realizados em 1997, na Austrália, o fungicida Difenconazol não estimulou a brotação de mudas de cana-de-açúcar. Além disso, o produto não apresentou a mesma eficiência do Propiconazol no controle da podridão abacaxi.

Hoy et al. (2004), avaliando os efeitos de variedades, fungicidas e adubação no rendimento da cana-de-açúcar, em plantios de colmos inteiros e seccionados, obtiveram resultados expressivos com o Propiconazol. Em dois dos três ensaios montados, não foram observados efeitos entre os tratamentos fungicidas estudados. Porém, em um dos experimentos, o Propiconazol aumentou o rendimento da cana-de-açúcar no plantio com colmos seccionados. Para os autores, o aumento na quantidade de ferimentos, ocasionado pelo seccionamento dos colmos, exige a utilização de um produto que proteja as mudas, principalmente em plantios realizados durante períodos de baixas temperaturas.

A partir de meados da década de 2000, os esforços foram voltados para a busca de novos produtos que mostrassem a mesma eficiência, ou até mesmo que fossem superiores ao Propiconazol. Em um desses trabalhos, Vijaya, Kulkarni e Hedge (2007b) avaliaram dez fungicidas, em duas concentrações, contra *T. paradoxa in vitro*, sendo cinco fungicidas sistêmicos e cinco não sistêmicos. Os fungicidas foram adicionados em meio composto de batata, dextrose e ágar (BDA), no qual foram colocados discos de micélio, provenientes da região de crescimento ativo do fungo. Após doze dias, foi mensurado o crescimento radial das colônias em cada placa. Dentre os fungicidas sistêmicos, o Propiconazol e o Carbendazim inibiram completamente o patógeno, mesmo na concentração mais baixa. Dentre os não sistêmicos, o Tiram e o Captan foram os mais eficientes, principalmente na concentração mais alta. Porém, ambos não inibiram completamente o fungo. Com isso, os autores concluíram que os fungicidas sistêmicos têm maior potencial em controlar *T. paradoxa* do que os não sistêmicos.

No Brasil, em ensaio de campo conduzido na região de Pradópolis (SP), Ferreira et al. (2008) perceberam efeito positivo do Fluazinam, pulverizado sobre as mudas, no controle da podridão abacaxi. As doses utilizadas variaram de 0,50 L/ha a 3,00 L/ha do produto comercial, as quais promoveram aumento do perfilhamento, provavelmente resultante do controle da doença. Esse efeito foi perceptível e significativo até os 90 dias após o plantio, comparando-se as parcelas tratadas com a testemunha sem tratamento. Além disso, o aumento do perfilhamento foi proporcional à dose utilizada do fungicida. Como consequência, a produtividade da cana-de-açúcar sofreu acréscimo de até 15% quando a dose de 3,00 L/ha do produto comercial foi utilizada.

Em alguns países, o uso de fungicidas contra a podridão abacaxi da cana-de-açúcar é uma prática frequente, principalmente em épocas favoráveis à manifestação da doença. Nos Estados Unidos, por exemplo, mais precisamente na Flórida, o Propiconazol é registrado para uso via tratamento de mudas (RAID, 2010). Atualmente, no Brasil, os fungicidas Dynasty e Piori Xtra são registrados para controle da podridão abacaxi via tratamento industrial e para pulverização em mudas no sulco de plantio (AGROFIT, 2010).

2.2 Material e Métodos

2.2.1 Experimentos em casa de vegetação

Com o objetivo de avaliar o efeito de fungicidas pulverizados em mudas de cana-de-açúcar no controle da podridão abacaxi, foram realizados dois experimentos em casa de vegetação. Ambos foram conduzidos na área experimental do Departamento de Fitopatologia e Nematologia da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, localizada no município de Piracicaba (SP).

2.2.1.1 Experimento 1

2.2.1.1.1 Período de condução

O Experimento 1 foi conduzido do dia 20 de março de 2009 até o dia 4 de maio do mesmo ano. Geralmente, nesta época do ano ocorrem altas temperaturas e alta umidade, que são condições favoráveis à brotação da cana-de-açúcar e, conseqüentemente, desfavoráveis à manifestação da podridão abacaxi. Para tornar o ambiente mais propício à doença, optou-se pela utilização de um ar condicionado, que possibilitou a manutenção da temperatura no interior da casa de vegetação entre 18°C e 25°C. Temperaturas neste intervalo podem atrasar a brotação das gemas, aumentando a intensidade da doença.

2.2.1.1.2 Preparo do inóculo

Para preparo do inóculo, um isolado de *T. paradoxa* foi cultivado em meio de batata, dextrose e ágar (BDA) durante cinco dias. Após este período, preparou-se uma suspensão de esporos, por meio da adição de água destilada esterilizada às placas, e raspagem das colônias, utilizando-se um pincel de cerdas macias. A suspensão obtida foi calibrada em hemacitômetro e ajustada para 10^6 esporos/mL antes da inoculação.

2.2.1.1.3 Inoculação

Como substrato para plantio da cana-de-açúcar, utilizou-se uma mistura de solo, areia e esterco de gado, na proporção de 3:3:1, esterilizada em autoclave por três vezes sucessivas. O substrato foi colocado em bandejas plásticas (6 kg/bandeja) e, em seguida, a suspensão de esporos foi incorporada ao substrato, com auxílio de um pulverizador manual. A quantidade de suspensão incorporada

foi suficiente para proporcionar uma concentração de aproximadamente 10^3 esporos/g de substrato, exceto nas bandejas correspondentes ao tratamento não inoculado. Esta concentração de inóculo está dentro da faixa encontrada em solos naturalmente infestados (MOUTIA; SAUMTALLY, 1999).

Após a incorporação de *T. paradoxa* no substrato, as bandejas foram transferidas para a casa de vegetação, onde permaneceram em repouso durante dois dias antes do plantio da cana-de-açúcar.

2.2.1.1.4 Plantio da cana-de-açúcar e aplicação dos fungicidas

A variedade de cana-de-açúcar utilizada no Experimento 1 foi a RB72454, de brotação lenta e considerada suscetível à podridão abacaxi (GHELLER et al., 2002).

Em cada bandeja, foram plantadas três mudas contendo duas gemas cada. Após o plantio, com os sulcos ainda abertos, os fungicidas foram aplicados sobre as mudas, com um pulverizador costal pressurizado com CO_2 , simulando uma aplicação no campo. Todos os fungicidas foram pulverizados em volume de calda correspondente a 200 L/ha. Ao todo, foram estudados dez tratamentos, que estão listados na Tabela 1.

Tabela 1 – Fungicidas e doses aplicadas em cana-de-açúcar (Experimento 1)

Tratamento	Dose	Ingrediente Ativo
Tratamento não inoculado	-	-
Testemunha	-	-
Fungicida 1	0,25 L/ha	Azoxistrobina + Ciproconazol
Fungicida 1	0,50 L/ha	Azoxistrobina + Ciproconazol
Fungicida 1	1,00 L/ha	Azoxistrobina + Ciproconazol
Fungicida 2	0,70 L/ha	Azoxistrobina + Fludioxonil + Metalaxil-M
Fungicida 2	1,40 L/ha	Azoxistrobina + Fludioxonil + Metalaxil-M
Fungicida 2	2,80 L/ha	Azoxistrobina + Fludioxonil + Metalaxil-M
Fungicida 3	0,40 L/ha	Carboxina + Tiram
Fungicida 4	0,625 L/ha	Propiconazol

Após a aplicação dos tratamentos, as mudas foram cobertas com uma fina camada de substrato e as bandejas foram mantidas em casa de vegetação, sendo irrigadas sempre que necessário.

2.2.1.1.5 Parâmetros avaliados

Os parâmetros avaliados no Experimento 1 foram: número de plantas por bandeja; índice de velocidade de brotação (IVB); biomassa da parte aérea, em g/bandeja; e severidade da doença, em porcentagem de tecido atacado.

A contagem do número de plantas por bandeja foi realizada aos 7, 15, 30 e 45 dias após o plantio. Com os dados obtidos das quatro avaliações, calculou-se o índice de velocidade de brotação (IVB), utilizando-se a fórmula (1) proposta por Maguire (1962), adaptada:

$$IVB = \frac{B1}{N1} + \frac{B2}{N2} + \dots + \frac{Bn}{Nn} \quad (1),$$

onde B_1 , B_2 , ..., B_n correspondem ao número de plantas contabilizadas na primeira, segunda e última avaliação, respectivamente; e N_1 , N_2 , ..., N_n correspondem ao número de dias após o plantio.

Após a última contagem do número de plantas por bandeja, aos 45 dias após o plantio, procedeu-se a avaliação da biomassa da parte aérea. Para isso, com auxílio de uma faca, cortou-se toda a parte aérea das plantas presentes em cada bandeja. Este material foi coletado e armazenado em sacos plásticos identificados, que foram pesados em balança analógica.

Logo depois da coleta da parte aérea das plantas, foi realizada a avaliação da severidade da doença. Os segmentos de colmos, utilizados como mudas, foram retirados das bandejas e lavados em água corrente. Em seguida, os colmos foram cortados longitudinalmente, utilizando-se uma faca. Posteriormente, mediu-se com uma régua a extensão da podridão interna dos colmos. Os dados foram expressos em porcentagem de tecido atacado.

2.2.1.1.6 Delineamento experimental e análises estatísticas

No Experimento 1, foram utilizadas quatro repetições (bandejas) por tratamento, totalizando 40 bandejas, que foram distribuídas na casa de vegetação seguindo o delineamento experimental inteiramente casualizado.

Os dados das avaliações foram submetidos à análise de variância e à análise de contrastes ortogonais, que estão listados na Tabela 2. As médias dos tratamentos foram comparadas com as médias da testemunha através do Teste de Dunnett a 5% de significância. Todas as análises estatísticas foram realizadas no software SAS.

Tabela 2 - Contrastes ortogonais analisados (Experimento 1)

Contrastes ^a	Finalidade
Não inoculado vs. Demais tratamentos	Efeito da inoculação do fungo
Testemunha vs. Tratamentos 3 a 10	Efeito da pulverização de fungicidas
Fungicidas 1 e 2 vs. Fungicidas 3 e 4	Comparação entre ingredientes ativos
Fungicida 1 vs. Fungicida 2	Comparação entre ingredientes ativos
Fungicida 3 vs. Fungicida 4	Comparação entre ingredientes ativos
Fungicida 1: 0,25 L/ha vs. 0,50 e 1,00 L/ha	Comparação entre doses do Fungicida 1
Fungicida 1: 0,50 L/ha vs. 1,00 L/ha	Comparação entre doses do Fungicida 1
Fungicida 2: 0,70 L/ha vs. 1,40 e 2,80 L/ha	Comparação entre doses do Fungicida 2
Fungicida 2: 1,40 L/ha vs. 2,80 L/ha	Comparação entre doses do Fungicida 2

^a Fungicida 1: Azoxistrobina + Ciproconazol; Fungicida 2: Azoxistrobina + Fluodioxonil + Metalaxil-M; Fungicida 3: Carboxina + Tiram; Fungicida 4: Propiconazol

2.2.1.2 Experimento 2

2.2.1.2.1 Período de condução

O Experimento 2 foi conduzido do dia 30 de julho de 2009 até o dia 14 de setembro do mesmo ano. Nessa época do ano, é comum a ocorrência de baixas temperaturas, que atrasam a brotação da cana-de-açúcar e, portanto, favorecem a manifestação da podridão abacaxi.

2.2.1.2.2 Preparo do inóculo e inoculação

As metodologias para preparo do inóculo e inoculação do patógeno no Experimento 2 foram as mesmas utilizadas no Experimento 1, que estão descritas nos itens 2.2.1.1.2 e 2.2.1.1.3 (página 35).

2.2.1.2.3 Plantio da cana-de-açúcar e aplicação dos fungicidas

Assim como no Experimento 1, a variedade de cana-de-açúcar utilizada no Experimento 2 foi a RB72454, suscetível à podridão abacaxi.

Em cada bandeja, foram plantadas duas mudas de três gemas cada. Após o plantio, antes de se cobrirem os sulcos, os fungicidas foram aplicados por meio da aspersão das caldas sobre as mudas, com auxílio de um pulverizador costal pressurizado com CO₂. Os fungicidas foram aplicados em volume de calda correspondente a 150 L/ha. No total, foram estudados dez tratamentos, que estão listados na Tabela 3.

Tabela 3 - Fungicidas e doses aplicadas em cana-de-açúcar (Experimento 2)

Tratamento	Dose	Ingrediente Ativo
Tratamento não inoculado	-	-
Testemunha	-	-
Fungicida 5	0,60 L/ha	Piraclostrobina + Epoxiconazol
Fungicida 5	0,80 L/ha	Piraclostrobina + Epoxiconazol
Fungicida 5	1,00 L/ha	Piraclostrobina + Epoxiconazol
Fungicida 6	0,30 L/ha	Piraclostrobina
Fungicida 6	0,40 L/ha	Piraclostrobina
Fungicida 6	0,50 L/ha	Piraclostrobina
Fungicida 3	0,40 L/ha	Carboxina + Tiram
Fungicida 4	0,625 L/ha	Propiconazol

Após a pulverização dos fungicidas, cobriram-se as mudas com uma fina camada de substrato. As bandejas permaneceram no interior da casa de vegetação, sob temperatura ambiente, sendo irrigadas sempre que necessário.

2.2.1.2.4 Parâmetros avaliados

No Experimento 2, foram determinados os seguintes parâmetros: número de plantas por bandeja; índice de velocidade de brotação (IVB); biomassa da parte aérea e de raízes, ambas em g/bandeja; e severidade da doença, em porcentagem de tecido atacado. As metodologias para as avaliações do Experimento 2 foram as mesmas empregadas no Experimento 1, que estão descritas no item 2.2.1.1.5 (página 37), exceção feita para biomassa de raízes, que só foi realizada no Experimento 2.

A biomassa de raízes foi determinada aos 45 dias após o plantio, através da retirada dos segmentos de colmos do interior das bandejas e lavagem dos mesmos em água corrente. Com uma tesoura, coletaram-se e armazenaram-se as raízes em sacos plásticos identificados, que foram pesados em balança analógica.

2.2.1.2.5 Delineamento experimental e análises estatísticas

Foram utilizadas cinco repetições (bandejas) por tratamento no Experimento 2, totalizando 50 bandejas. A distribuição das mesmas na casa de vegetação seguiu o delineamento experimental inteiramente casualizado.

Após as avaliações, os dados foram submetidos à análise de variância e à análise de contrastes ortogonais, que estão listados na Tabela 4. As médias dos tratamentos foram comparadas com as médias da testemunha através do Teste de Dunnett a 5% de significância. Todas as análises estatísticas foram realizadas com auxílio do software SAS.

Tabela 4 - Contrastes ortogonais analisados (Experimento 2)

Contrastes ^a	Finalidade
Não inoculado vs. Demais tratamentos	Efeito da inoculação do fungo
Testemunha vs. Tratamentos 3 a 10	Efeito da pulverização de fungicidas
Fungicidas 5 e 6 vs. Fungicidas 3 e 4	Comparação entre ingredientes ativos
Fungicida 5 vs. Fungicida 6	Comparação entre ingredientes ativos
Fungicida 3 vs. Fungicida 4	Comparação entre ingredientes ativos
Fungicida 5: 0,60 L/ha vs. 0,80 e 1,00 L/ha	Comparação entre doses do Fungicida 5
Fungicida 5: 0,80 L/ha vs. 1,00 L/ha	Comparação entre doses do Fungicida 5
Fungicida 6: 0,30 L/ha vs. 0,40 e 0,50 L/ha	Comparação entre doses do Fungicida 6
Fungicida 6: 0,40 L/ha vs. 0,50 L/ha	Comparação entre doses do Fungicida 6

^a Fungicida 3: Carboxina + Tiram; Fungicida 4: Propiconazol; Fungicida 5: Piraclostrobina + Epoxiconazol; Fungicida 6: Piraclostrobina

2.2.2 Experimentos de campo

Com o objetivo de avaliar o controle da podridão abacaxi por meio da aplicação de fungicidas em mudas de cana-de-açúcar no sulco de plantio em condições de campo, realizaram-se dois experimentos, sendo um em Jaboticabal (SP) e outro em Araras (SP).

2.2.2.1 Experimento 3

2.2.2.1.1 Local

O Experimento 3 foi instalado no município de Jaboticabal (SP), em área de cultivo comercial da Usina Santa Elisa, pertencente ao Grupo Santelisa Vale. Foi escolhida uma área com longo histórico de ocorrência da podridão abacaxi.

As coordenadas geográficas do município são latitude 21°17' Sul e longitude 48°17' Oeste. O clima, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Cwa subtropical, relativamente seco no inverno, com chuvas no verão.

2.2.2.1.2 Época de plantio

O plantio do Experimento 3 foi realizado no dia 5 março de 2009. Nesta época, as condições de temperatura e umidade não são as mais propícias à manifestação da podridão abacaxi. Escolheu-se tal data com o objetivo de aproveitar a disponibilidade de mão-de-obra e maquinário da Usina, que não realizou plantio de inverno naquele ano.

Além de avaliar o efeito dos fungicidas no controle da podridão abacaxi, o Experimento 3 teve como objetivo secundário analisar o possível efeito fisiológico dos tratamentos no desenvolvimento da planta (VENANCIO et al., 2004; VENANCIO et al., 2005).

2.2.2.1.3 Plantio da cana-de-açúcar e aplicação dos fungicidas

A variedade de cana-de-açúcar utilizada no Experimento 3 foi a RB855536, de brotação rápida e, por isso, considerada resistente à podridão abacaxi (GHELLER et al., 2002). A escolha da variedade seguiu o planejamento de plantio da Usina, que não plantou a RB72454 naquele ano.

Para o plantio da cana-de-açúcar, foi utilizada uma plantadora mecânica da marca Tropicana®, adaptada para não cobrir os sulcos. As mudas, com aproximadamente 40 cm de comprimento, contendo de três a quatro gemas cada uma, foram obtidas através de colheita mecanizada. A mecanização, tanto da colheita das mudas como do plantio, aumenta a incidência de ferimentos nos colmos, favorecendo a penetração do fungo *T. paradoxa*. A distribuição das mudas nos sulcos foi realizada em uma densidade de 18 a 20 gemas/m.

A aplicação dos fungicidas foi feita no sulco de plantio, diretamente sobre as mudas, utilizando-se um pulverizador costal pressurizado com CO₂. Todos os produtos foram aplicados em volume de calda correspondente a 150 L/ha. Após a aplicação dos tratamentos, os sulcos foram cobertos manualmente.

Foram estudados, ao todo, nove tratamentos, que estão listados na Tabela 5. As parcelas consistiram de quatro sulcos de 10 m, com espaçamento de 1,50 m entre linhas, totalizando uma área de 45 m² por parcela.

Tabela 5 - Fungicidas e doses aplicadas em cana-de-açúcar (Experimentos 3 e 4)

Tratamento	Dose	Ingrediente Ativo
Testemunha	-	-
Fungicida 5	0,60 L/ha	Piraclostrobina + Epoxiconazol
Fungicida 5	0,80 L/ha	Piraclostrobina + Epoxiconazol
Fungicida 5	1,00 L/ha	Piraclostrobina + Epoxiconazol
Fungicida 6	0,30 L/ha	Piraclostrobina
Fungicida 6	0,40 L/ha	Piraclostrobina
Fungicida 6	0,50 L/ha	Piraclostrobina
Fungicida 3	0,40 L/ha	Carboxina + Tiram
Fungicida 4	0,625 L/ha	Propiconazol

2.2.2.1.4 Parâmetros avaliados

Os parâmetros avaliados no Experimento 3 foram: plantas/m; índice de velocidade de brotação (IVB); biomassa da parte aérea, em kg/parcela; produtividade, em toneladas de colmos por hectare (TCH); teor de açúcares totais recuperáveis (ATR), em quilogramas de açúcar por tonelada de colmos (kg/t) e rendimento, em toneladas de açúcar por hectare (TAH).

Uma vez que a podridão abacaxi causa falhas de brotação no campo e afeta o desenvolvimento inicial das plantas, as variáveis plantas/m, IVB e biomassa da parte aérea foram analisadas como formas indiretas para determinar a intensidade da doença.

Para obtenção do número de plantas/m, contaram-se todas as plantas brotadas nos dois sulcos centrais de cada parcela aos 15, 30, 60 e 90 dias após o plantio. Em seguida, os dados foram convertidos em plantas/m. Com os dados das quatro avaliações, calculou-se o IVB, utilizando-se a fórmula (1), apresentada na página 37.

Após a última contagem do número de plantas, aos 90 dias após o plantio, determinou-se a biomassa da parte aérea. Para isso, utilizando-se uma faca, cortou-se toda a parte aérea das plantas presentes em 1 m de um dos sulcos centrais de cada parcela. Este material foi coletado e armazenado em sacos plásticos identificados, que foram pesados em balança analógica. Posteriormente, estimou-se o peso total das parcelas, em kg/parcela.

No dia 29 de abril de 2010, aproximadamente 14 meses após o plantio do Experimento 3, foi realizada a colheita manual da área. Com auxílio de um dinamômetro, acoplado a uma carregadora de cana-de-açúcar, foram obtidos os pesos totais das parcelas. Estes valores foram convertidos para toneladas de colmos por hectare (TCH).

Após a pesagem, feixes de dez colmos de cada parcela foram encaminhados ao laboratório de análises tecnológicas da Usina Santa Elisa para a obtenção do ATR, em kg/t.

Com os dados de TCH e ATR, calculou-se o rendimento, em toneladas de açúcar por hectare (TAH), utilizando-se a fórmula (2):

$$TAH = \frac{TCH \times ATR}{1000} \quad (2)$$

2.2.2.1.5 Delineamento experimental e análises estatísticas

Foram realizadas quatro repetições por tratamento, totalizando 36 parcelas no Experimento 3, que foram distribuídas na área seguindo o delineamento experimental de blocos ao acaso.

Os dados das avaliações foram submetidos à análise de variância e à análise de contrastes ortogonais, que estão listados na Tabela 6. As médias dos tratamentos foram comparadas com as médias da testemunha através do Teste de Dunnett a 5% de significância. Todas as análises estatísticas foram realizadas no software SAS.

Tabela 6 - Contrastes ortogonais analisados (Experimentos 3 e 4)

Contrastes ^a	Finalidade
Testemunha vs. Tratamentos 2 a 9	Efeito da pulverização de fungicidas
Fungicidas 5 e 6 vs. Fungicidas 3 e 4	Comparação entre ingredientes ativos
Fungicida 5 vs. Fungicida 6	Comparação entre ingredientes ativos
Fungicida 3 vs. Fungicida 4	Comparação entre ingredientes ativos
Fungicida 5: 0,60 L/ha vs. 0,80 e 1,00 L/ha	Comparação entre doses do Fungicida 5
Fungicida 5: 0,80 L/ha vs. 1,00 L/ha	Comparação entre doses do Fungicida 5
Fungicida 6: 0,30 L/ha vs. 0,40 e 0,50 L/ha	Comparação entre doses do Fungicida 6
Fungicida 6: 0,40 L/ha vs. 0,50 L/ha	Comparação entre doses do Fungicida 6

^a Fungicida 3: Carboxina + Tiram; Fungicida 4: Propiconazol; Fungicida 5: Piraclostrobina + Epoxiconazol; Fungicida 6: Piraclostrobina

2.2.2.2 Experimento 4

2.2.2.2.1 Local

O Experimento 4 foi instalado no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de São Carlos (CCA/UFSCar), localizado no município de Araras (SP). A área escolhida para o ensaio possui longo histórico de ocorrência da podridão abacaxi.

O município está situado na latitude 22°21' Sul e longitude 47°23' Oeste. O clima, pela classificação de Köppen, é do tipo Cwa mesotérmico, com verões quentes e úmidos, e invernos secos.

2.2.2.2.2 Época de plantio

O Experimento 4 foi plantado no dia 30 de junho de 2009, época em que as temperaturas mais baixas e o clima mais seco provocam atraso na brotação da cana-de-açúcar e, conseqüentemente, favorecem a podridão abacaxi.

2.2.2.2.3 Preparo do inóculo e inoculação

Com o objetivo de testar os fungicidas em condições extremas, optou-se pela inoculação do patógeno na área. Para preparo do inóculo, o fungo *T. paradoxa* foi cultivado em quatro erlenmeyers, contendo 500 mL de meio líquido de batata e dextrose, durante cinco dias.

O meio contendo o fungo foi filtrado em gaze e adicionado ao tanque de um pulverizador costal manual, com capacidade para 20 L, com o qual a suspensão de $1,27 \times 10^6$ esporos/mL foi aplicada nos sulcos de plantio, proporcionando uma concentração de 9×10^4 esporos/m².

2.2.2.2.4 Plantio da cana-de-açúcar e aplicação dos fungicidas

Após a inoculação do patógeno nos sulcos, a cana-de-açúcar foi plantada manualmente, em uma densidade de 12 a 15 gemas/m. A variedade escolhida para o Experimento 4 foi a RB72454, suscetível à podridão abacaxi.

A aplicação dos fungicidas foi feita no sulco de plantio, diretamente sobre as mudas, utilizando-se pulverizador costal pressurizado com CO₂. Todos os fungicidas foram pulverizados em volume de calda correspondente a 150 L/ha. Após a aplicação dos tratamentos, os sulcos foram cobertos manualmente.

Os nove tratamentos estudados no Experimento 4 foram exatamente os mesmos do Experimento 3, que estão listados na Tabela 5 (página 44). As parcelas consistiram de quatro sulcos de 10 m, com espaçamento de 1,50 m entre linhas, totalizando uma área de 45 m² por parcela.

2.2.2.2.5 Parâmetros avaliados

No Experimento 4, os parâmetros avaliados e as metodologias aplicadas na determinação das variáveis plantas/m, IVB e biomassa da parte aérea foram as mesmas do Experimento 3, descritas no item 2.2.2.1.4 (página 44).

No dia 16 de julho de 2010, aproximadamente 13 meses após o plantio, procedeu-se a contagem do número total de colmos de cada parcela. Em seguida, um feixe de dez colmos de cada sulco foi colhido manualmente e pesado em balança digital. Com estes dados, estimou-se a produtividade, em toneladas de colmos por hectare (TCH).

Após a pesagem, um dos feixes de cada parcela foi encaminhado ao Laboratório de Análise e Simulação Tecnológica do Departamento de Tecnologia Agroindustrial e Sócio-Economia Rural (DETAiSER), localizado no CCA/UFSCar, onde determinou-se o ATR.

Com os dados de TCH e ATR, calculou-se o TAH, conforme fórmula (2) apresentada na página 45.

2.2.2.2.6 Delineamento experimental e análises estatísticas

No Experimento 4, foram utilizadas quatro repetições por tratamento, totalizando 36 parcelas, que foram distribuídas na área seguindo o delineamento experimental de blocos casualizados.

Os dados das avaliações foram submetidos à análise de variância e à análise de contrastes ortogonais, que foram os mesmos do Experimento 3, listados na Tabela 6 (página 46). As médias dos tratamentos foram comparadas com as médias da testemunha através do Teste de Dunnett a 5% de significância. Todas as análises estatísticas foram realizadas com auxílio do software SAS.

2.3 Resultados e discussão

2.3.1 Experimentos em casa de vegetação

Os resultados dos Experimentos 1 e 2, que investigaram o controle químico da podridão abacaxi da cana-de-açúcar em casa de vegetação, estão apresentados nas Tabelas 7 e 8, respectivamente.

Tabela 7 - Efeito de fungicidas no controle da podridão abacaxi da cana-de-açúcar (Experimento 1)

Tratamentos	Ingrediente ativo	Nº plantas _{a,b}		IVB _{a,c}		Severidade _d		Biomassa _{a,e}	
Fungicida 1 - 1,00 L/ha	Azoxistrobina + Ciproconazol	4,50	*	0,36	*	0,78	*	31,05	*
Fungicida 1 - 0,50 L/ha	Azoxistrobina + Ciproconazol	4,25	*	0,39	*	5,84	*	37,50	*
Fungicida 4 - 0,625 L/ha	Propiconazol	4,25	*	0,34	*	0,00	*	38,69	*
Fungicida 2 - 1,40 L/ha	Azoxistrobina + Fluodioxonil + Metalaxil-M	4,00	*	0,24	ns	28,09	*	25,56	*
Fungicida 2 - 2,80 L/ha	Azoxistrobina + Fluodioxonil + Metalaxil-M	3,50	*	0,31	*	27,75	*	27,86	*
Não inoculado	-	3,25	ns	0,28	ns	28,77	*	20,04	ns
Fungicida 1 - 0,25 L/ha	Azoxistrobina + Ciproconazol	3,00	ns	0,25	ns	33,33	ns	41,10	*
Fungicida 2 - 0,70 L/ha	Azoxistrobina + Fluodioxonil + Metalaxil-M	3,00	ns	0,24	ns	39,42	ns	20,85	ns
Fungicida 3 - 0,40 L/ha	Carboxina + Tiram	2,75	ns	0,23	ns	59,34	ns	22,14	*
Testemunha	-	1,25	ns	0,07	ns	83,33	ns	6,70	ns
Média Geral		3,38		0,27		30,66		27,15	
CV%		18,84		7,68		44,06		24,15	

*Tratamento que difere da testemunha; ns: Tratamento que não difere da testemunha, segundo Teste de Dunnett a 5% de significância

^a Dados transformados em $\sqrt{(x+0,5)}$ para análises estatísticas

^b Avaliação aos 45 dias após o plantio

^c Dados em plantas/dia

^d Dados em porcentagem de tecido atacado, transformados em $\arcsen \sqrt{(x/10^4)}$ para análises estatísticas

^e Dados em g/bandeja

Tabela 8 - Efeito de fungicidas no controle da podridão abacaxi da cana-de-açúcar (Experimento 2)

Tratamentos	Ingrediente ativo	Nº plantas _{a,b}		IVB _{a,c}		Severidade _d		Biomassa _{a,e}			
								Parte aérea		Raiz	
Fungicida 6 - 0,30 L/ha	Piraclostrobina	5,20	*	0,33	*	28,37	ns	141,80	*	99,29	ns
Fungicida 6 - 0,50 L/ha	Piraclostrobina	5,00	*	0,31	*	29,02	ns	159,35	*	108,65	*
Fungicida 6 - 0,40 L/ha	Piraclostrobina	4,80	*	0,31	*	26,69	ns	131,96	*	113,59	*
Fungicida 4 - 0,625 L/ha	Propiconazol	4,60	*	0,25	ns	35,22	ns	143,91	*	119,85	*
Fungicida 5 - 1,00 L/ha	Piraclostrobina + Epoxiconazol	4,40	*	0,32	*	13,54	*	154,96	*	94,67	ns
Fungicida 5 - 0,80 L/ha	Piraclostrobina + Epoxiconazol	4,20	ns	0,26	ns	21,85	ns	121,14	ns	93,78	ns
Fungicida 5 - 0,60 L/ha	Piraclostrobina + Epoxiconazol	3,60	ns	0,21	ns	20,00	ns	115,89	ns	80,74	ns
Não inoculado	-	3,00	ns	0,15	ns	25,31	ns	101,05	ns	71,20	ns
Fungicida 3 - 0,40 L/ha	Carboxina + Tiram	3,00	ns	0,19	ns	40,83	ns	141,46	*	115,53	*
Testemunha	-	2,80	ns	0,13	ns	55,52	ns	93,61	ns	63,46	ns
Média Geral		4,06		0,25		29,64		130,51		96,08	
CV%		9,89%		5,30%		39,11%		9,33%		13,20%	

*Tratamento que difere da testemunha; ns: Tratamento que não difere da testemunha, segundo Teste de Dunnett a 5% de significância

^a Dados transformados em $\sqrt{(x+0,5)}$ para análises estatísticas

^b Avaliação aos 45 dias após o plantio

^c Dados em plantas/dia

^d Dados em porcentagem de tecido atacado, transformados em $\arcsen \sqrt{(x/10^4)}$ para análises estatísticas

^e Dados em g/bandeja

A inoculação do fungo *Thielaviopsis paradoxa* por meio da incorporação de esporos ao substrato provocou reduções em todas as variáveis produtivas avaliadas. Comparando-se os valores obtidos pelo tratamento não inoculado e sem fungicida com os da testemunha, pode-se notar que a inoculação do patógeno proporcionou reduções de 62% no número de plantas e de 75% no IVB no Experimento 1 (Tabela 7). Estes resultados são superiores aos apresentados por Rahman e Mondal (2010), que relataram redução de 47% na brotação da cana-de-açúcar, devido à podridão abacaxi. Já no Experimento 2 (Tabela 8), a inoculação do patógeno causou reduções de 7% no número de plantas e de 13% no IVB, valores inferiores ao do Experimento 1 e aos relatados por Rahman e Mondal (2010).

Além dos efeitos negativos na brotação, a inoculação de *T. paradoxa* reduziu em 67% a biomassa da parte aérea e aumentou em 55% a severidade da doença nas mudas no Experimento 1. No Experimento 2, houve uma queda de 7% na biomassa da parte aérea e de 11% na biomassa de raízes, além de um aumento de 30% na severidade. Estes resultados evidenciam o enorme potencial destrutivo da podridão abacaxi na cultura da cana-de-açúcar quando medidas de controle não são adotadas.

Provavelmente, a doença foi mais agressiva no Experimento 1 devido às temperaturas mais baixas ocorridas no interior da casa de vegetação, como pode ser observado na Tabela 9; este fator pode ter interferido negativamente na brotação, favorecendo a ação do patógeno. No Experimento 1, as temperaturas raramente ultrapassaram os 22°C. Conforme Clements (1940), temperaturas abaixo de 21°C promovem um atraso ou até mesmo resultam na inibição da brotação das gemas; além disso, segundo Kuo, Chien e Li (1969), *T. paradoxa* produz maiores quantidades do gás fitotóxico acetato de etila em temperaturas mais baixas. Já no Experimento 2, a temperatura se manteve, por diversas vezes, acima de 21°C. Segundo Dillewijn (1948), a brotação da cana-de-açúcar aumenta progressivamente acima de 21°C, até atingir um ótimo entre 31°C e 36°C. Dessa forma, pode-se concluir que as condições do Experimento 1 foram mais propícias à manifestação da podridão abacaxi do que as do Experimento 2.

Tabela 9 - Temperaturas máximas, médias e mínimas no interior da casa de vegetação

Experimento 1				Experimento 2			
Data	Temperatura ^a (°C)			Data	Temperatura ^a (°C)		
	Máxima	Média	Mínima		Máxima	Média	Mínima
03/abr	22,50	21,05	19,60	14/ago	31,50	20,80	10,10
07/abr	23,40	21,25	19,10	16/ago	31,90	23,30	14,70
13/abr	21,30	20,05	18,80	18/ago	32,60	24,25	15,90
14/abr	21,50	20,30	19,10	20/ago	22,50	19,65	16,80
15/abr	22,20	20,85	19,50	23/ago	26,20	17,55	8,90
17/abr	21,80	20,20	18,60	28/ago	29,40	21,65	13,90
22/abr	20,80	19,75	18,70	31/ago	30,30	21,20	12,10
24/abr	21,20	20,25	19,30	08/set	33,60	23,95	14,30
27/abr	21,60	19,90	18,20	11/set	28,80	22,20	15,60
29/abr	20,40	18,35	16,30	14/set	32,90	24,15	15,40
Média	21,67	20,20	18,72	Média	29,97	21,87	13,77

^a Valores obtidos através de termômetro inserido no substrato de plantio

Comparando-se os resultados de severidade entre os ensaios, principalmente entre os tratamentos fungicidas, pode-se observar que os valores desta variável no Experimento 1 foram inferiores aos do Experimento 2. A maior eficiência dos fungicidas em reduzir a severidade do patógeno no Experimento 1 pode ser explicada pela maior proteção obtida nas extremidades das mudas neste ensaio. Isto foi possível graças ao plantio de colmos mais curtos, cujas extremidades ficaram mais expostas à deposição dos fungicidas, pois estavam mais distantes das paredes internas das bandejas. Segundo Wismer (1961), Kile (1999) e Tokeshi (1980), as extremidades das mudas são as principais vias de penetração de *T. paradoxa*, de forma que a aplicação de fungicidas deve ter estes pontos como alvos principais.

Além do tamanho das mudas, no Experimento 1, foi aplicado um volume de calda correspondente a 200 L/ha, superior ao do Experimento 2, onde foi aplicado um volume correspondente a 150 L/ha. Este fator também pode ter influenciado diretamente na qualidade da proteção fornecida às extremidades das mudas. Em estudo realizado por Raid, Perdomo e Powell (1991), os dados obtidos de número de colmos e rendimento com uma mesma dosagem do Propiconazol, porém aplicados em diferentes volumes de calda, sugerem que a

aplicação de um maior volume de calda pode aumentar a eficácia da pulverização de fungicidas em mudas no sulco de plantio.

A análise conjunta dos dados das Tabelas 7 e 8 mostra que os fungicidas Azoxistrobina + Ciproconazol (Fungicida 1), Azoxistrobina + Fluodioxonil + Metalaxil-M (Fungicida 2), Propiconazol (Fungicida 4), Piraclostrobina + Epoxiconazol (Fungicida 5) e Piraclostrobina (Fungicida 6) foram eficazes no controle da podridão abacaxi da cana-de-açúcar em casa de vegetação.

Como pode ser visto na Tabela 7, as duas maiores doses do Azoxistrobina + Ciproconazol, 0,50 L/ha e 1,00 L/ha, apresentaram excelentes resultados para as variáveis avaliadas no Experimento 1. Estes dois tratamentos aumentaram significativamente o número de plantas, o IVB e a biomassa da parte aérea, diferindo estatisticamente da testemunha pelo Teste de Dunnett a 5%. Além dos ganhos proporcionados na brotação e no desenvolvimento inicial das plantas, ambos reduziram a severidade da doença nas mudas. O bom desempenho não se repetiu para a dose de 0,25 L/ha, que foi estatisticamente superior à testemunha apenas para a variável biomassa da parte aérea. Diante destes resultados, pode-se dizer que o fungicida Azoxistrobina + Ciproconazol mostrou grande potencial em controlar a podridão abacaxi da cana-de-açúcar.

Ainda no Experimento 1, outro fungicida que se destacou foi o Azoxistrobina + Fluodioxonil + Metalaxil-M. As duas maiores doses utilizadas no ensaio, 1,40 L/ha e 2,80 L/ha, promoveram um incremento no número de plantas e na biomassa da parte aérea, diferindo estatisticamente da testemunha pelo Teste de Dunnett a 5% de significância. Porém, considerando o IVB, apenas a dose de 2,80 L/ha foi superior à testemunha. Quanto à severidade, ambos os tratamentos foram eficazes em reduzir esta variável em relação à testemunha. Embora a menor dose estudada desse fungicida, 0,70 L/ha, não tenha diferido estatisticamente da testemunha para nenhum dos parâmetros analisados, o uso do fungicida Azoxistrobina + Fluodioxonil + Metalaxil-M em cana-de-açúcar, com a finalidade de controlar a podridão abacaxi, é bastante promissor.

O Propiconazol, estudado nos dois ensaios em casa de vegetação, apresentou desempenho expressivo em ambos, como pode ser observado nas

Tabelas 7 e 8. Este fungicida foi significativamente superior à testemunha em número de plantas, IVB e biomassa da parte aérea no Experimento 1, e em número de plantas e biomassa da parte aérea e de raízes no Experimento 2, segundo o Teste de Dunnett a 5%. Estes dados são validados por trabalhos de outros pesquisadores. Comstock et al. (1984) relataram incrementos na brotação e no crescimento de raízes, estimulados pela aplicação do Propiconazol. Raid (1990) obteve ganhos consideráveis na brotação da cana-de-açúcar com a utilização do mesmo ingrediente ativo, tanto na aplicação via imersão como na pulverização direta da calda sobre as mudas.

Além dos ganhos proporcionados pelo Propiconazol na brotação e no desenvolvimento inicial das plantas, este tratamento reduziu a zero a severidade da podridão abacaxi nas mudas no Experimento 1. Entretanto, no Experimento 2, o Propiconazol apresentou apenas uma tendência em reduzir esta variável, sem diferir estatisticamente da testemunha, o que pode ser atribuído à cobertura menos eficiente das mudas neste ensaio.

Considerando os resultados do Experimento 2, mostrados na Tabela 8, pode-se notar que a maior dose do fungicida Piraclostrobina + Epoxiconazol, 1,00 L/ha, apresentou excelentes resultados para quatro das cinco variáveis avaliadas. Este tratamento promoveu incrementos no número de plantas, no IVB e na biomassa da parte aérea, diferindo estatisticamente da testemunha pelo Teste de Dunnett a 5% de significância. Além disso, o Piraclostrobina + Epoxiconazol a 1,00 L/ha também reduziu eficientemente a severidade da doença. Os resultados obtidos não foram os mesmos nas doses de 0,60 L/ha e 0,80 L/ha, que não diferiram da testemunha em nenhuma das variáveis avaliadas no ensaio. Apesar disso, o controle da podridão abacaxi com o fungicida Piraclostrobina + Epoxiconazol, aplicado via pulverização de mudas no sulco de plantio, mostrou-se bastante eficaz.

O fungicida Piraclostrobina obteve resultados pouco superiores aos apresentados pelo Piraclostrobina + Epoxiconazol, principalmente considerando os dados referentes à brotação. As duas maiores doses avaliadas, 0,40 L/ha e 0,50 L/ha, apresentaram ótimos resultados para quatro das cinco variáveis determinadas no Experimento 2, enquanto que a dose de 0,30 L/ha, apresentou bons resultados em três delas. As três doses estudadas aumentaram o número de plantas, o IVB e a biomassa da parte aérea, diferindo

significativamente a 5% da testemunha pelo Teste de Dunnett. Porém, apenas as doses de 0,40 L/ha e 0,50 L/ha aumentaram a biomassa de raízes. Apesar dos excelentes resultados obtidos nas referidas variáveis, nenhum dos tratamentos reduziu significativamente a severidade, podendo ser observada apenas uma tendência de redução. A menor cobertura das extremidades das mudas no Experimento 2 pode ser o principal motivo para os baixos níveis de controle obtidos neste ensaio. Entretanto, a pulverização do fungicida Piraclostrobina nas mudas teve um efeito positivo na brotação, reduzindo o impacto da doença.

Diferentemente dos outros produtos testados, o fungicida Carboxina + Tiram não se mostrou eficaz no controle da podridão abacaxi, conforme pode ser observado nas Tabelas 7 e 8. Este tratamento não diferiu estatisticamente da testemunha em nenhuma das variáveis consideradas no Experimento 1, enquanto que, no Experimento 2, diferiu apenas para biomassa da parte aérea e de raízes, segundo Teste de Dunnett a 5% de significância. Os resultados de biomassa podem ser explicados pela baixa brotação proporcionada por este fungicida, resultando em plantas mais vigorosas, que cresceram sem restrições de água, luz e nutrientes. Além de não interferir na brotação das mudas, o Carboxina + Tiram também não reduziu a severidade da doença em ambos os ensaios. Dessa forma, a recomendação do fungicida Carboxina + Tiram para controle da podridão abacaxi da cana-de-açúcar deve ser reavaliada.

A seguir, são apresentados nas Tabelas 10 e 11, os resultados da análise de contrastes ortogonais dos Experimentos 1 e 2, respectivamente.

Tabela 10 - Análise de contrastes ortogonais (Experimento 1)

Contraste ^a	Nº plantas	IVB	Biomassa	Severidade
	(Pr>F)	(Pr>F)	(Pr>F)	(Pr>F)
Não inoculado vs. Demais tratamentos	ns	ns	ns	ns
Testemunha vs. Tratamentos 3 a 10	**	**	**	**
Fungicidas 1 e 2 vs. Fungicidas 3 e 4	ns	ns	ns	ns
Fungicida 1 vs. Fungicida 2	ns	ns	*	**
Fungicida 3 vs. Fungicida 4	ns	ns	ns	**
Fungicida 1: 0,25 L/ha vs. 0,50 e 1,00 L/ha	ns	ns	ns	**
Fungicida 1: 0,50 L/ha vs. 1,00 L/ha	ns	ns	ns	ns
Fungicida 2: 0,70 L/ha vs. 1,40 e 2,80 L/ha	ns	ns	ns	ns
Fungicida 2: 1,40 L/ha vs. 2,80 L/ha	ns	ns	ns	ns

*Contraste significativo a 5%; **Contraste significativo a 1%; ns: Contraste não significativo

^a Fungicida 1: Azoxistrobina + Ciproconazol; Fungicida 2: Azoxistrobina + Fluodioxonil + Metalaxil-M; Fungicida 3: Carboxina + Tiram; Fungicida 4: Propiconazol

Tabela 11 - Análise de contrastes ortogonais (Experimento 2)

Contraste ^a	Nº plantas	IVB	Biomassa		Severidade
			Parte aérea	Raiz	
	(Pr>F)	(Pr>F)	(Pr>F)	(Pr>F)	(Pr>F)
Não inoculado vs. Demais tratamentos	**	**	**	*	ns
Testemunha vs. Tratamentos 3 a 10	**	**	**	**	**
Fungicidas 5 e 6 vs. Fungicidas 3 e 4	*	*	ns	ns	*
Fungicida 5 vs. Fungicida 6	**	ns	ns	ns	ns
Fungicida 3 vs. Fungicida 4	**	ns	ns	ns	ns
Fungicida 5: 0,60 L/ha vs. 0,80 e 1,00 L/ha	ns	ns	ns	ns	ns
Fungicida 5: 0,80 L/ha vs. 1,00 L/ha	ns	ns	*	ns	ns
Fungicida 6: 0,30 L/ha vs. 0,40 e 0,50 L/ha	ns	ns	ns	ns	ns
Fungicida 6: 0,40 L/ha vs. 0,50 L/ha	ns	ns	ns	ns	ns

*Contraste significativo a 5%; **Contraste significativo a 1%; ns: Contraste não significativo

^a Fungicida 3: Carboxina + Tiram; Fungicida 4: Propiconazol; Fungicida 5: Piraclostrobina + Epoxiconazol; Fungicida 6: Piraclostrobina

Observando-se as Tabelas 10 e 11, pode-se perceber que o contraste entre a testemunha e os tratamentos fungicidas foi significativo a 1% para todas as variáveis avaliadas. O controle da podridão abacaxi da cana-de-açúcar, em casa de vegetação, com a utilização de fungicidas via pulverização das mudas, mostrou-se altamente eficaz, proporcionando incrementos médios de 2,9 vezes no número de plantas, de 4,2 vezes no IVB e de 4,6 vezes na biomassa da parte aérea no Experimento 1 (Tabela 7), e de 1,6 vezes no número de plantas, de 2,1 vezes no IVB, de 1,5 vezes na biomassa da parte

aérea e de 1,6 vezes na biomassa de raízes no Experimento 2 (Tabela 8). Somado aos ganhos promovidos na brotação e no desenvolvimento inicial das plantas, a aplicação de fungicidas nas mudas também reduziu a severidade da podridão abacaxi em aproximadamente 60% no Experimento 1, e em cerca de 30% no Experimento 2.

Resultados semelhantes foram obtidos por Raid (1990), que estudou dois métodos de aplicação de fungicidas visando ao controle da podridão abacaxi da cana-de-açúcar: a imersão das mudas em calda e a pulverização do fungicida diretamente sobre as mudas no sulco de plantio. Os resultados mostraram que ambos os métodos foram eficientes em controlar a doença, principalmente através de incrementos na brotação. Ferreira et al. (2008) também observaram efeitos positivos do fungicida Fluazinam pulverizado sobre as mudas no controle da podridão abacaxi.

Além do contraste entre testemunha e tratamentos fungicidas, os contrastes entre ingredientes ativos (“Fungicida 1 vs. Fungicida 2” e “Fungicida 3 vs. Fungicida 4”) e entre as doses do Azoxistrobina + Ciproconazol (“Fungicida 1: 0,25 L/ha vs. 0,50 e 1,00 L/ha”) também foram significativos a 1% para severidade, como pode ser visto na Tabela 10.

Comparando-se os resultados do Azoxistrobina + Ciproconazol (Fungicida 1) com os do Azoxistrobina + Fluodioxonil + Metalaxil-M (Fungicida 2), pode-se concluir pela maior eficácia do primeiro em reduzir a severidade da doença; considerando a média das três doses, o Azoxistrobina + Ciproconazol apresentou 13,32% de severidade, contra 31,75% do Azoxistrobina + Fluodioxonil + Metalaxil-M (Tabela 7). Já na comparação entre o Carboxina + Tiram (Fungicida 3) e o Propiconazol (Fungicida 4), o segundo foi mais eficiente, uma vez que controlou completamente a podridão abacaxi, enquanto que o primeiro mostrou severidade de 59,34%. Quanto às doses do Azoxistrobina + Ciproconazol, pode-se notar que as severidades dos tratamentos 0,50 L/ha e 1,00 L/ha foram consideravelmente inferiores à dose de 0,25 L/ha. Este resultado pode ser um indicativo de que os efeitos benéficos deste fungicida são superiores quanto maior for a dose utilizada.

Analisando-se os resultados do Experimento 2, apresentados na Tabela 11, nota-se que também houve diferenças significativas a 1% para número de plantas nos contrastes entre o Piraclostrobina + Epoxiconazol e o

Piraclostrobina (“Fungicida 5 vs. Fungicida 6”), e entre o Carboxina + Tiram e o Propiconazol (“Fungicida 3 vs. Fungicida 4”), e a 5% para número de plantas, IVB e severidade para o contraste entre os fungicidas formulados com Piraclostrobina contra os demais (“Fungicidas 5 e 6 vs. Fungicidas 3 e 4”).

Comparando-se os resultados da variável número de plantas do Piraclostrobina + Epoxiconazol (Fungicida 5) com os do Piraclostrobina (Fungicida 6), pode-se perceber que o segundo teve brotação 23% superior ao primeiro, na média das três doses utilizadas no ensaio; já na comparação entre o Carboxina + Tiram (Fungicida 3) e o Propiconazol (Fungicida 4), o segundo apresentou brotação 53% superior ao primeiro (Tabela 8). Quanto ao contraste entre os fungicidas formulados com Piraclostrobina contra os outros ingredientes ativos, deve-se considerar que o desempenho inferior do Carboxina + Tiram em relação aos demais teve grande influência neste resultado.

2.3.2 Experimentos de campo

2.3.2.1 Plantas/m, índice de velocidade de brotação (IVB) e biomassa da parte aérea

Os resultados das avaliações de plantas/m, IVB e biomassa da parte aérea aos 90 dias após o plantio dos Experimentos 3 e 4, que investigaram o controle químico da podridão abacaxi no campo, estão apresentados nas Tabelas 12 e 13, respectivamente.

Tabela 12 - Efeito de fungicidas no controle da podridão abacaxi da cana-de-açúcar (Experimento 3)

Tratamentos	Ingrediente ativo	Plantas/m ^a	IVB ^b	Biomassa ^c
Fungicida 5 - 1,00 L/ha	Piraclostrobina + Epoxiconazol	41,00 *	1,12 *	67,30 ns
Fungicida 4 - 0,625 L/ha	Propiconazol	39,50 *	1,12 *	56,20 ns
Fungicida 3 - 0,40 L/ha	Carboxina + Tiram	38,50 ns	1,08 *	56,00 ns
Fungicida 5 - 0,80 L/ha	Piraclostrobina + Epoxiconazol	34,50 ns	1,05 ns	45,47 ns
Fungicida 5 - 0,60 L/ha	Piraclostrobina + Epoxiconazol	34,25 ns	1,04 ns	70,27 *
Fungicida 6 - 0,30 L/ha	Piraclostrobina	33,25 ns	1,00 ns	57,40 ns
Fungicida 6 - 0,40 L/ha	Piraclostrobina	33,00 ns	0,98 ns	41,47 ns
Fungicida 6 - 0,50 L/ha	Piraclostrobina	30,50 ns	0,97 ns	42,50 ns
Testemunha	-	29,00 ns	0,88 ns	50,53 ns
Média Geral		34,83	1,03	54,13
CV%		14,24%	8,92%	16,30%

*Tratamento que difere da testemunha; ns: Tratamento que não difere da testemunha, segundo Teste de Dunnett a 5% de significância

^a Avaliação aos 90 dias após o plantio

^b Dados em plantas/dia

^c Dados em kg/ parcela

Tabela 13 - Efeito de fungicidas no controle da podridão abacaxi da cana-de-açúcar (Experimento 4)

Tratamentos	Ingrediente ativo	Plantas/m ^a	IVB ^b	Biomassa ^c
Fungicida 5 - 1,00 L/ha	Piraclostrobina + Epoxiconazol	7,10 *	0,15 *	9,94 ns
Fungicida 6 - 0,50 L/ha	Piraclostrobina	7,00 *	0,14 *	10,19 ns
Fungicida 4 - 0,625 L/ha	Propiconazol	6,98 *	0,14 *	9,30 ns
Fungicida 5 - 0,60 L/ha	Piraclostrobina + Epoxiconazol	6,95 *	0,14 *	10,54 ns
Fungicida 5 - 0,80 L/ha	Piraclostrobina + Epoxiconazol	6,93 *	0,14 *	10,06 ns
Fungicida 6 - 0,30 L/ha	Piraclostrobina	6,65 ns	0,13 ns	12,45 *
Fungicida 6 - 0,40 L/ha	Piraclostrobina	6,55 ns	0,14 *	9,52 ns
Fungicida 3 - 0,40 L/ha	Carboxina + Tiram	6,08 ns	0,12 ns	10,44 ns
Testemunha	-	6,02 ns	0,12 ns	8,75 ns
Média Geral		6,69	0,14	10,13
CV%		6,43%	6,09%	17,35%

*Tratamento que difere da testemunha; ns: Tratamento que não difere da testemunha, segundo Teste de Dunnett a 5% de significância

^a Avaliação aos 90 dias após o plantio

^b Dados em plantas/ dia

^c Dados em kg/ parcela

Observando-se as Tabelas 12 e 13, pode-se notar que as médias dos tratamentos no Experimento 3 foram consideravelmente superiores às do Experimento 4 para todos os parâmetros avaliados. Esta superioridade indica

que as condições do Experimento 3, realizado em área comercial da Usina Santa Elisa, foram menos propícias à manifestação da podridão abacaxi do que as do Experimento 4, realizado no CCA/UFSCar. Fatores como as variedades utilizadas, as épocas de plantio dos ensaios e a inoculação do patógeno no solo podem ter influenciado nestes resultados.

Com relação às variedades, no Experimento 3, foi utilizada a RB855536, de rápida brotação; já no Experimento 4, foi plantada a RB72454, de brotação mais lenta (GHELLER et al., 2002). A velocidade de brotação é uma característica que influencia diretamente na manifestação da podridão abacaxi. Conforme Boyd e Galli (1966), citados por Gheller (1995), a doença só interfere em gemas que demoram mais que 16 dias para brotar. Isso foi constatado na contagem de plantas aos 15 dias após o plantio: enquanto esta avaliação foi possível de ser realizada no Experimento 3, nenhuma planta ainda havia brotado no Experimento 4.

Outro fator importante na manifestação diferencial da podridão abacaxi entre os ensaios foi a época de plantio. O Experimento 3 foi plantado no início de março, enquanto que o Experimento 4 foi montado no final de junho, na tentativa de aproveitar as baixas temperaturas que geralmente ocorrem nesta época do ano. Nas Tabelas 14 e 15, estão apresentadas as temperaturas máximas, médias e mínimas, e a precipitação pluviométrica até 90 dias após o plantio, em Jaboticabal (SP) e em Araras (SP), respectivamente. Apesar de a pluviometria ter sido equivalente em ambas as situações, a temperatura média do período no Experimento 3 foi superior em mais de 3°C em relação ao Experimento 4. Segundo Tokeshi e Rago (2005), a época de plantio exerce grande influência na ocorrência da podridão abacaxi. De acordo com estes autores, os danos causados pela doença em plantios efetuados em condições de alta temperatura e com umidade do solo adequada serão bastante reduzidos.

Tabela 14 - Temperaturas e precipitação ocorridas até 90 dias após o plantio (Experimento 3)

Experimento 3 - Jaboticabal (SP)				
Período	Temperatura (°C)			Precipitação (mm)
	Máxima	Média	Mínima	
05/03/2009 a 15/03/2009	34,60	27,20	19,80	168,50
16/03/2009 a 25/03/2009	31,10	25,25	19,40	29,00
26/03/2009 a 05/04/2009	30,30	24,75	19,20	21,60
06/04/2009 a 15/04/2009	30,70	24,50	18,30	69,60
16/04/2009 a 26/04/2009	29,70	22,20	14,70	0,00
27/04/2009 a 06/05/2009	28,40	21,65	14,90	2,30
07/05/2009 a 17/05/2009	30,70	23,50	16,30	20,10
18/05/2009 a 27/05/2009	29,40	21,45	13,50	0,00
28/05/2009 a 03/06/2009	29,00	18,70	8,40	4,40
Média/Total	30,43	23,24	16,06	315,50

Fonte: www.ciiagro.sp.gov.br

Tabela 15 - Temperaturas e precipitação ocorridas até 90 dias após o plantio (Experimento 4)

Experimento 4 - Araras (SP)				
Data	Temperatura (°C)			Precipitação (mm)
	Máxima	Média	Mínima	
30/06/2009 a 09/07/2009	27,60	19,20	10,80	1,40
10/07/2009 a 19/07/2009	28,40	16,60	4,80	7,00
20/07/2009 a 29/07/2009	29,80	19,20	8,60	47,20
30/07/2009 a 08/08/2009	30,80	21,50	12,20	0,00
09/08/2009 a 19/08/2009	31,20	19,90	8,60	43,80
20/08/2009 a 29/08/2009	29,00	18,40	7,80	54,40
30/08/2009 a 08/09/2009	33,20	22,10	11,00	9,20
09/09/2009 a 18/09/2009	31,60	22,80	14,00	76,40
19/09/2009 a 30/09/2009	33,20	22,00	10,80	42,80
Média/Total	30,53	20,19	9,84	282,20

Fonte: www.cca.ufscar.br

Além dos fatores já mencionados, a opção pela não inoculação do patógeno na área do Experimento 3 também pode ter influenciado na superioridade dos dados deste ensaio. A intenção foi a de simular a realidade da Usina, instalando-se o ensaio em um local onde a doença é problemática. Já no Experimento 4, o objetivo foi testar os fungicidas em uma situação extrema, que foi obtida com a incorporação do patógeno na área, aumentando e uniformizando a pressão de inóculo no solo. Assim, as condições do Experimento 4 tornaram-se ainda mais propícias à manifestação doença.

Os resultados do Experimento 3, apresentados na Tabela 12, mostram que dois tratamentos se destacaram dos demais, aumentando o número de

plantas/m e o IVB, diferindo estatisticamente da testemunha pelo Teste de Dunnett a 5% de significância: o Piraclostrobina + Epoxiconazol a 1,00 L/ha e o Propiconazol. Outro tratamento que aumentou o IVB em relação à testemunha foi o Carboxina + Tiram. Com relação à biomassa da parte aérea, apenas o Piraclostrobina + Epoxiconazol a 0,60 L/ha foi significativamente superior à testemunha. Os demais tratamentos não mostraram resultados expressivos para os parâmetros avaliados.

Já no Experimento 4, cujos resultados estão apresentados na Tabela 13, pode-se observar que cinco tratamentos proporcionaram ganhos significativos em plantas/m e no IVB, diferindo estatisticamente da testemunha pelo Teste de Dunnett a 5%: as doses de 0,60 L/ha, 0,80 L/ha e 1,00 L/ha do Piraclostrobina + Epoxiconazol, o Piraclostrobina a 0,50 L/ha e o Propiconazol. Considerando apenas o IVB, o Piraclostrobina a 0,40 L/ha também foi superior ao tratamento controle. Para a variável biomassa da parte aérea, pode-se destacar apenas o Piraclostrobina a 0,30 L/ha.

A análise dos dados dos Experimentos 3 e 4 indicam que os fungicidas Piraclostrobina + Epoxiconazol, Piraclostrobina e Propiconazol tiveram efeitos positivos no controle da podridão abacaxi. Estes efeitos são evidenciados pelos incrementos promovidos na brotação e no desenvolvimento inicial das plantas, que foram as formas utilizadas para avaliar o controle da podridão abacaxi nos ensaios de campo.

Raid, Perdomo e Powell (1991), na Flórida, observaram ganhos expressivos na brotação da cana-de-açúcar em ensaio conduzido no campo, utilizando o Propiconazol. Estes autores também consideraram a brotação como forma de quantificar o controle da podridão abacaxi. Comstock et al. (1984) também perceberam efeito positivo do Propiconazol no controle da podridão abacaxi, obtido por meio do aumento na brotação das mudas tratadas com este fungicida.

2.3.2.2 Produtividade (TCH), teor de açúcares totais recuperáveis (ATR) e rendimento (TAH)

A seguir, nas Tabelas 16 e 17, estão apresentados os resultados de TCH, ATR e TAH dos Experimentos 3 e 4, respectivamente.

Os resultados referentes ao Experimento 3 indicam que nenhum dos tratamentos estudados diferiu estatisticamente da testemunha para os parâmetros considerados (Tabela 16). No entanto, alguns proporcionaram incrementos consideráveis no TAH em relação à testemunha, como o Propiconazol (6,29% de incremento), o Piraclostrobina a 0,50 L/ha (5,95%), o Carboxina + Tiram (5,34%) e a dose de 0,80 L/ha de Piraclostrobina + Epoxiconazol (4,90%).

Observando-se os resultados de TCH, ATR e TAH do Experimento 4 (Tabela 15), nota-se que as doses de 0,80 L/ha e 1,00 L/ha de Piraclostrobina + Epoxiconazol foram significativamente superiores à testemunha para TCH e TAH. Os ganhos promovidos no TAH por estes tratamentos foram superiores a 11%. O Propiconazol também se destacou dentre os fungicidas estudados, aumentando o TCH e proporcionando um incremento de 8,53% no TAH. Outros tratamentos com aumentos consideráveis no TAH foram: a dose de 0,60 L/ha de Piraclostrobina + Epoxiconazol (6,52% de incremento), e a dose de 0,50 L/ha de Piraclostrobina (4,51%). Para o ATR, o Piraclostrobina a 0,40 L/ha mostrou resultado estatisticamente inferior ao do controle, com a dose de 0,30 L/ha do mesmo produto apresentando uma tendência em reduzir esta mesma variável.

Tabela 16 - Efeitos de fungicidas nas variáveis produtivas da cana-de-açúcar (Experimento 3)

Tratamentos	Ingrediente ativo	TCH ^a		ATR ^b		TAH ^c		Incremento (%) – TAH ^d
Fungicida 4 - 0,625 L/ha	Propiconazol	128,00	ns	149,34	ns	19,10	ns	6,29
Fungicida 6 - 0,50 L/ha	Piraclostrobina	131,25	ns	145,24	ns	19,04	ns	5,95
Fungicida 3 - 0,40 L/ha	Carboxina + Tiram	130,84	ns	144,85	ns	18,93	ns	5,34
Fungicida 5 - 0,80 L/ha	Piraclostrobina + Epoxiconazol	133,42	ns	141,71	ns	18,85	ns	4,90
Fungicida 5 - 1,00 L/ha	Piraclostrobina + Epoxiconazol	133,70	ns	147,17	ns	18,34	ns	2,06
Fungicida 5 - 0,60 L/ha	Piraclostrobina + Epoxiconazol	124,67	ns	146,92	ns	18,27	ns	1,67
Fungicida 6 - 0,30 L/ha	Piraclostrobina	122,00	ns	149,37	ns	18,22	ns	1,39
Fungicida 6 - 0,40 L/ha	Piraclostrobina	123,44	ns	146,59	ns	18,10	ns	0,72
Testemunha	-	122,89	ns	146,19	ns	17,97	ns	-
Média Geral		126,76		146,38		18,54		3,54
CV%		6,30%		3,22%		5,70%		-

* Tratamento que difere da testemunha; ns: Tratamento que não difere da testemunha, segundo Teste de Dunnett a 5% de significância

^a Dados em toneladas de colmos por hectare

^b Dados em kg/ t

^c Dados em toneladas de açúcar por hectare

^d Ganho em relação à testemunha

Tabela 17 - Efeitos de fungicidas nas variáveis produtivas da cana-de-açúcar (Experimento 4)

Tratamentos	Ingrediente ativo	TCH ^a	ATR ^b	TAH ^c	Incremento (%) – TAH ^d
Fungicida 5 - 0,80L/ha	Piraclostrobina + Epoxiconazol	133,07 *	137,63 ns	18,32 *	11,64
Fungicida 5 - 1,00L/ha	Piraclostrobina + Epoxiconazol	133,70 *	137,00 ns	18,31 *	11,57
Fungicida 4 - 0,625L/ha	Propiconazol	133,79 *	133,10 ns	17,81 ns	8,53
Fungicida 5 - 0,60L/ha	Piraclostrobina + Epoxiconazol	130,53 ns	133,68 ns	17,48 ns	6,52
Fungicida 6 - 0,50L/ha	Piraclostrobina	128,87 ns	133,13 ns	17,15 ns	4,51
Fungicida 3 - 0,40L/ha	Carboxina + Tiram	124,57 ns	133,75 ns	16,66 ns	1,23
Fungicida 6 - 0,30L/ha	Piraclostrobina	127,80 ns	127,33 ns	16,28 ns	-0,79
Fungicida 6 - 0,40L/ha	Piraclostrobina	129,89 ns	123,88 *	16,09 ns	-1,95
Testemunha	-	121,23 ns	135,48 ns	16,41 ns	-
Média Geral		129,27	132,77	17,16	5,16
CV%		3,95%	3,45%	5,29%	-

* Tratamento que difere da testemunha; ns: Tratamento que não difere da testemunha, segundo Teste de Dunnett a 5% de significância

^a Dados em toneladas de colmos por hectare

^b Dados em kg/t

^c Dados em toneladas de açúcar por hectare

^d Ganho em relação à testemunha

Os dados de TCH, ATR e TAH dos Experimentos 3 e 4 mostram que o fungicida Piraclostrobina + Epoxiconazol promoveu acréscimos nas variáveis produtivas da cana-de-açúcar. Tais efeitos, que foram superiores no Experimento 4, em condições mais propícias à ocorrência da podridão abacaxi, aliado ao bom desempenho deste fungicida em casa de vegetação, evidenciam seu potencial em controlar a doença.

O fungicida Piraclostrobina não obteve resultados expressivos no Experimento 3. Entretanto, quando utilizado a 0,50 L/ha, proporcionou bom incremento no TAH, em comparação à testemunha. Este efeito positivo no rendimento aponta para um possível efeito fisiológico deste fungicida na planta. No Experimento 4, este mesmo tratamento também aumentou o TAH. Porém, a dose de 0,40 L/ha teve um efeito negativo no ATR, o que deve ser melhor avaliado em outros ensaios.

Assim como nos ensaios de casa de vegetação, o Propiconazol também se destacou no campo. No Experimento 3, promoveu considerável melhoria no TAH. Em condições favoráveis à doença, no Experimento 4, proporcionou ganhos no TCH e no TAH. Estes dados são validados por Raid (1990), que relatou aumentos no número de colmos industrializáveis, na produtividade e no rendimento em açúcar por hectare com a utilização do Propiconazol, aplicado via pulverização de mudas no campo.

Apesar de ter mostrado efeito positivo no IVB no Experimento 3, o Carboxina + Tiram apresentou resultados muito próximos aos da testemunha no Experimento 4, assim como nos ensaios em casa de vegetação, sob inoculação controlada. Estes dados confirmam a ineficiência apresentada por este fungicida em condições favoráveis à manifestação da doença. Portanto, a recomendação de Carboxina + Tiram para controle da podridão abacaxi deve ser reavaliada.

2.3.2.3 Contrastes ortogonais

Em seguida, nas Tabelas 18 e 19, estão apresentados os resultados da análise dos contrastes ortogonais dos Experimentos 3 e 4, respectivamente.

Tabela 18 - Análise de contrastes ortogonais (Experimento 3)

Contrastes^a	Plantas/m (Pr>F)	IVB (Pr>F)	Biomassa (Pr>F)	TCH (Pr>F)	ATR (Pr>F)	TAH (Pr>F)
Testemunha vs. Tratamentos 2 a 9	*	**	ns	ns	ns	ns
Fungicidas 5 e 6 vs. Fungicidas 3 e 4	*	ns	ns	ns	ns	ns
Fungicida 5 vs. Fungicida 6	*	*	**	ns	ns	ns
Fungicida 3 vs. Fungicida 4	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Fungicida 5: 0,60 L/ha vs. 0,80 e 1,00 L/ha	ns	ns	*	ns	ns	ns
Fungicida 5: 0,80 L/ha vs. 1,00 L/ha	ns	ns	**	ns	ns	ns
Fungicida 6: 0,30 L/ha vs. 0,40 e 0,50 L/ha	ns	ns	**	ns	ns	ns
Fungicida 6: 0,40 L/ha vs. 0,50 L/ha	ns	ns	ns	ns	ns	ns

* Contraste significativo a 5%; **Contraste significativo a 1%; ns: Contraste não significativo

^a Fungicida 3: Carboxina + Tiram; Fungicida 4: Propiconazol; Fungicida 5: Piraclostrobina + Epoxiconazol; Fungicida 6: Piraclostrobina

Tabela 19 - Análise de contrastes ortogonais (Experimento 4)

Contrastes^a	Plantas/m (Pr>F)	IVB (Pr>F)	Biomassa (Pr>F)	TCH (Pr>F)	ATR (Pr>F)	TAH (Pr>F)
Testemunha vs. Tratamentos 2 a 9	**	**	ns	**	ns	ns
Fungicidas 5 e 6 vs. Fungicidas 3 e 4	ns	*	ns	ns	ns	ns
Fungicida 5 vs. Fungicida 6	ns	*	ns	ns	**	**
Fungicida 3 vs. Fungicida 4	**	*	ns	*	ns	ns
Fungicida 5: 0,60 L/ha vs. 0,80 e 1,00 L/ha	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Fungicida 5: 0,80 L/ha vs. 1,00 L/ha	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Fungicida 6: 0,30 L/ha vs. 0,40 e 0,50 L/ha	ns	ns	*	ns	ns	ns
Fungicida 6: 0,40 L/ha vs. 0,50 L/ha	ns	ns	ns	ns	**	ns

* Contraste significativo a 5%; **Contraste significativo a 1%; ns: Contraste não significativo

^a Fungicida 3: Carboxina + Tiram; Fungicida 4: Propiconazol; Fungicida 5: Piraclostrobina + Epoxiconazol; Fungicida 6: Piraclostrobina

Pode-se observar, nas Tabelas 18 e 19, que o contraste entre a testemunha e os tratamentos fungicidas apontou diferenças significativas para número de plantas/m e IVB em ambos os ensaios. A diferença no número de plantas/m foi mais significativa no Experimento 4, em condições favoráveis à podridão abacaxi, ficando evidente que a pulverização das mudas com fungicidas no sulco de plantio promoveu efeitos positivos no controle da doença. Além disso, o contraste entre testemunha e tratamentos fungicidas foi significativo a 1% para TCH, mostrando que o aumento da brotação influenciou positivamente na produtividade da cultura.

Além do contraste entre testemunha e tratamentos fungicidas, diferenças significativas nas variáveis plantas/m, IVB e biomassa também foram detectadas nos contrastes entre ingredientes ativos e entre doses no Experimento 3. Considerando o contraste entre os fungicidas formulados com Piraclostrobina contra Carboxina + Tiram e Propiconazol (“Fungicidas 5 e 6 vs. Fungicidas 3 e 4”), poucas diferenças foram observadas: no Experimento 3, a diferença detectada em plantas/m foi decorrente dos resultados inferiores apresentados pelo Piraclostrobina (Fungicida 6); já no Experimento 4, a diferença no IVB foi devida ao baixo desempenho do Carboxina + Tiram (Fungicida 3) em condições favoráveis à doença.

O contraste entre os fungicidas com Piraclostrobina em sua formulação (“Fungicida 5 vs. Fungicida 6”) mostrou a superioridade do Piraclostrobina + Epoxiconazol (Fungicida 5) em relação ao Piraclostrobina (Fungicida 6) para IVB em ambos os ensaios. O Piraclostrobina + Epoxiconazol também foi superior em plantas/m e biomassa da parte aérea no Experimento 3, e em ATR e TAH no Experimento 4. Estes dados mostram que os benefícios proporcionados pelo ingrediente ativo Piraclostrobina em cana-de-açúcar foram potencializados quando utilizado em mistura com o ingrediente ativo Epoxiconazol.

Analisando-se o contraste entre o Carboxina + Tiram e Propiconazol (“Fungicida 3 vs. Fungicida 4”), nota-se que em condições favoráveis à podridão abacaxi, o Propiconazol (Fungicida 4) foi significativamente superior em plantas/m, IVB e TCH. No Experimento 3, os tratamentos não diferiram entre si.

Com relação ao contraste entre doses de Piraclostrobina + Epoxiconazol (Fungicida 5), a análise apontou diferenças significativas apenas para biomassa da parte aérea no Experimento 3. Nas demais variáveis, as doses não diferiram entre si.

Resultados semelhantes foram obtidos pelo Piraclostrobina (Fungicida 6), que apresentou diferenças significativas para biomassa da parte aérea no Experimento 3. No Experimento 4, houve diferença significativa a 1% para ATR, devido ao efeito negativo da dose de 0,40 L/ha nesta variável.

3 CONCLUSÕES

- O controle da podridão abacaxi da cana-de-açúcar por meio da pulverização das mudas no sulco de plantio mostrou-se eficaz com determinados fungicidas, sendo que os efeitos foram mais positivos em condições mais favoráveis à manifestação da doença;
- Os fungicidas Azoxistrobina + Ciproconazol; Azoxistrobina + Fluodioxonil + Metalaxil-M; Propiconazol; Piraclostrobina e Piraclostrobina + Epoxiconazol mostraram bom potencial para utilização no controle da podridão abacaxi;
- Os fungicidas Propiconazol e Piraclostrobina + Epoxiconazol, além de controlarem a podridão abacaxi, mostraram certo efeito fisiológico positivo e contribuíram para melhorar algumas variáveis produtivas da cana-de-açúcar;
- O uso de Carboxina + Tiram para controle da podridão abacaxi no campo precisa ser reavaliado, pois não mostrou bons resultados neste trabalho.

REFERÊNCIAS

- 2º LEVANTAMENTO de cana-de-açúcar 2010 Disponível em:
<http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/boletim_cana_setembro_2010.pdf>. Acesso em: 16 set. 2010.
- AGROFIT: **Sistema de agrotóxicos fitossanitários**. Disponível em:
<http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 16 set. 2010.
- ALEXOPOULOS, C.J.; MIMS, C.W.; BLACKWELL, M. **Introductory mycology**. 4th ed. New York: John Wiley, 1996. 868 p.
- ALFONSI, R.R.; PEDRO JR., M.J.; BRUNINI, O.; BARBIERI, V. Condições climáticas para a cana-de-açúcar. In: PARANHOS, S.B. **Cana-de-açúcar: cultivo e utilização**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. v. 1, p. 42-55.
- ANJOS, I.A.; FIGUEIREDO, P.A.M. Aspectos fitotécnicos do plantio. In: DINARDO-MIRANDA, L.L.; VASCONCELOS, A.C.M.; LANDELL, M.G.A. (Ed.). **Cana-de-açúcar**. Campinas: IAC, 2008. p. 585-597.
- BEGUM, F.; TALUKDER, M.I.; HOQUE, M.Z. Effect of pineapple disease on germination and yield contributing parameters of some promising varieties of sugarcane. **Sugar Technology**, Amsterdam, v. 10, n. 2, p. 171-173, 2008.
- BOYD, H.W.; ALLISON, C.C. Studies of the host-parasite relationship in the pineapple disease of sugarcane. **Phytopathology**, St. Paul, v. 58, n. 6, p. 839-842, June 1968.
- BYTHER, R.S.; MOORE, P.H. Inhibition of sugarcane roting by *Ceratocystis paradoxa*. **Canadian Journal of Botany**, Ottawa, v. 52, n. 4, p. 761-766, 1974.
- BYTHER, R.S.; STEINER, G.W. Root inhibition of sugarcane seedpieces by *Ceratocystis paradoxa*. **Phytopathology**, St. Paul, v. 60, n. 9, p. 1287, 1970.
- CASAGRANDE, A.A. **Tópicos de morfologia e fisiologia da cana-de-açúcar**. Jaboticabal: FUNEP, 1991. 157 p.
- CESNIK, R.; MIOCQUE, J. **Melhoramento da cana-de-açúcar**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. 307 p.
- CLEMENTS, H.F. Factors affecting the germination of sugarcane. **Hawaiian Planter's Record**, Honolulu, v. 44, p.117-146, 1940.
- COMSTOCK, J.C.; FERREIRA, S.A.; CHING, S.A.; HILTON, H.W. Control of pineapple disease of sugarcane with Propiconazole. **Plant Disease**, St. Paul, v. 68, n. 12, p. 1072-1075, 1984.

CROFT, B.J. Improving the germination of sugarcane and the control of pineapple disease. In: CONFERENCE OF THE AUSTRALIAN SOCIETY OF SUGAR CANE TECHNOLOGISTS, 20., 1998, Ballina. **Proceedings...** Mackay: ASSCT, 1998. p. 300-306.

CROFT, B.; MAGAREY, R.; WHITTLE, P. Disease management. In: HOGARTH, D.M.; ALLSOPP, P.G. (Ed.). **Manual of canegrowing**. Brisbane: Bureau of Sugar Experiment Stations, 2000. p. 263-289.

DILLEWIJN, C.V. The germination of sugarcane. **Sugar Journal**, New Orleans, v. 10, n. 12, p. 20-23, 1948.

DOOREMBOS, J.; KASSAM, A.H. **Efectos del agua sobre el rendimiento de los cultivos**. Roma: FAO, 1979. 212 p.

FAO. **FAOSTAT**. Disponível em:
<<http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567>>. Acesso em: 30 set. 2010.

FERREIRA, M.C.; WERNECK, C.F.; FURUHASHI, S.; LEITE, G.J. Tratamento de toletes de cana-de-açúcar para controle da podridão-abacaxi em pulverização conjugada ao plantio mecanizado. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 28, n. 2, p. 263-273, 2008.

GHELLER, A.C.A. **Técnica cultural para o controle da podridão abacaxi em cana-de-açúcar e modelo para estimativa de perdas**. 1995. 115 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1995.

GHELLER, A.C.A.; MATSUOKA, S.; NASCIMENTO, R. **Características agrônômicas**: variedades RB. Araras: UFSCar, CCA, DBV, 2002. 23 p.

GUIA da cana-de-açúcar: avanço científico beneficia o país. Disponível em:
<http://www.cib.org.br/pdf/guia_cana.pdf>. Acesso em: 02 out. 2010.

HILTON, H.M.; WISMER, C.A.; NOMURA, N.S. Benomyl seedpiece treatment for sugarcane and its analysis. **Hawaiian Planter's Record**, Honolulu, v. 58, n. 12, p. 159-164, 1971.

HOY, J.W.; RICHARD, C.A.; JACKSON, W.R.; WAGUESPACK, H.L. Effects of cultivars, fungicides, and fertilization at planting on yields obtained from whole stalk and billet planting in Louisiana. **Journal of the American Society Sugar Cane Technologists**, Baton Rouge, v. 24, p. 70-80, 2004.

INSTITUTO DO AÇÚCAR E DO ÁLCOOL. Programa Nacional de Melhoramento da Cana-de-Açúcar. **Relatório anual 1972**. Rio de Janeiro, 1972. 32 p.

_____. **Relatório anual 1974**. Piracicaba, 1974. 68 p.

KILE, G.A. Plant Diseases caused by species of *Ceratocystis sensu stricto* and *Chalara*. In: WINGFIELD, M.J.; SEIFERT, K.A.; WEBBER, J.F. ***Ceratocystis and Ophiostoma*: taxonomy, ecology, and pathogenicity**. St. Paul: APS Press, 1999. p. 173-183.

KUO, T.T.; CHIEN, M.M.; LI, H.W. Ethyl acetate produced by *Ceratocystis paradoxa* and *C. adiposum* and its role in inhibition of germination of sugarcane buds. **Canadian Journal of Botany**, Ottawa, v. 47, n. 9, p. 1459, 1969.

MAGUIRE, J.D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v. 2, n. 2, p.176-177, 1962.

MARCHIORI, L.F.S. **Influência da época de plantio e corte na produtividade da cana-de-açúcar**. 2004. 273 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

MARTIN, A.M. Pineapple disease of sugarcane cuttings and its control. In: ANNUAL CONGRESS SOUTH AFRICAN SUGAR TECHNOLOGISTS ASSOCIATION, 18., 1944, Durban. **Proceedings...** Mount Edgecombe: SASTA, 1944. p. 44-46.

MASUDA, Y.; GHELLER, A.C.A.; DAL PICCOLO, C.R.; SORDI, R.A. **Produção de mudas sadias**. Piracicaba: IAA, Planalsucar, 1981. 22 p.

MATSUOKA, S.; AGUILLERA, M.M.; MASUDA, Y.; ABRAMO FILHO, J. **Principais doenças da cana-de-açúcar no Brasil**. Piracicaba: IAA, Planalsucar, 1981. 46 p.

MITCHELL-INNES, L.E.; THOMSON, G.M. A new fungicide for the pre-planting treatment of sugarcane setts. In: ANNUAL CONGRESS SOUTH AFRICAN SUGAR TECHNOLOGISTS ASSOCIATION, 47., 1973, Durban. **Proceedings...** Mount Edgecombe: SASTA, 1973. p. 181-184.

MOUTIA, Y.; SAUMTALLY, S. Detection from soil and distribution of *Ceratocystis paradoxa* Moreau, causal agent of the pineapple disease of sugarcane. In: ANNUAL MEETING OF AGRICULTURAL SCIENTISTS, 4., 1999, Reudit. **Proceedings...** Reudit: AMAS, 1999. p. 75-82.

RAHMAN, M.; MONDAL, R.I. **Agricultural research priority: vision- 2030 and beyond; crops: cereals other than rice, sugarcane and jute**. Disponível em: <<http://www.barc.gov.bd/documents/Final-%20Dr.%20Matiur.pdf>>. Acesso em: 02 out. 2010.

RAID, R.N. Fungicidal control of pineapple disease of sugarcane. **Journal of the American Society Sugar Cane Technologists**, Baton Rouge, v. 10, p. 45-50, 1990.

_____. **Pineapple disease of sugarcane.** Disponível em: <http://edis.ifas.ufl.edu/SC2005>>. Acesso em: 05 ago. 2010.

RAID, R.N.; PERDOMO, R.; POWELL, G. Influence of seedpiece treatment and seeding density on stalk population and yield of a pineapple disease susceptible sugarcane cultivar. **Journal of the American Society Sugar Cane Technologists**, Baton Rouge, v. 11, p. 13-17, 1991.

ROSSETTO, C.J.; LOURENÇÃO, A.L.; ESPIRONELO, A.; IGUE, T.; RIBEIRO, I.J.A. Ocorrência do complexo *Carpophilus humeralis* (Fabricius) – *Ceratocystis paradoxa* (De Seynes) Moreau em cana-de-açúcar no estado de São Paulo. **Bragantia**, Campinas, v. 45, n. 1, p. 171-178, 1986.

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

SEGATO, S.V.; PINTO, A.S.; JENDIROBA, E.; NÓBREGA, J.C.M. (Ed.). **Atualização em produção de cana-de-açúcar**. Piracicaba: CP 2, 2006. 415 p.

SIMÕES NETO, D.E.; MARCOS, Z.Z. Influência da quantidade e localização da reserva nutricional do tolete sobre o desenvolvimento inicial da cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*). In: CONGRESSO NACIONAL DA SOCIEDADE DOS TÉCNICOS AÇUCAREIROS E ALCOOLEIROS DO BRASIL, 4., 1987, Olinda. **Anais...** Olinda: STAB, 1987. p. 342-351.

SORDI, R.A. Efeito da podridão abacaxi (*Thielaviopsis paradoxa* De Seynes-V. HOHN) em variedades de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*). In: CONGRESSO PAULISTA DE FITOPATOLOGIA, 6., 1983, Araras. **Resumos...** Araras: IAA, Planalsucar, 1983. p. 28.

SORDI, R.A.; MASUDA, Y. Variações no uso do Benomyl para controle da podridão abacaxi (*Thielaviopsis paradoxa* De Seynes - V. HOHN) na variedade de cana-de-açúcar NA56-79. In: CONGRESSO PAULISTA DE FITOPATOLOGIA, 6., 1983, Araras. **Resumos...** Araras: IAA, Planalsucar, 1983. p. 42-43.

TALUKDER, M.I.; BEGUM, F.; AZAD, M.M.K. Management of pineapple disease of sugarcane through biological means. **Journal of Agriculture and Rural Development**, Gazipur, v. 5, n. 1, p. 79-83, 2007.

TOKESHI, H. Doenças da cana-de-açúcar. In: GALLI, F. (Coord.). **Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. 4. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. v. 2, p. 141-206.

TOKESHI, H.; RAGO, A.M. Doenças da cana-de-açúcar. In: KIMATI, H.; (Coord.). **Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. 4. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 2005. v. 2, p. 185-196.

UNIÃO DA INDÚSTRIA DE CANA-DE-AÇÚCAR. **O setor sucroenergético: etanol, açúcar, bioeletricidade**. São Paulo, [s.d.]. 8 p.

VENANCIO, W.S.; RODRIGUES, M.A.T.; BEGLIOMINI, E.; SOUZA, N.L. Efeitos fisiológicos de fungicidas sobre plantas: 1. Efeitos fisiológicos do fungicida pyraclostrobin. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, Passo Fundo, v. 12, p. 317-341, 2004.

VENANCIO, W.S.; RODRIGUES, M.A.T.; SOUZA, N.L.; BEGLIOMINI, E.; PERES, N.A. Efeitos fisiológicos de fungicidas sobre plantas: Parte II. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, Passo Fundo, v. 13, p.49-73, 2005.

VIEIRA, M.A.S.; HOFFMANN, H.P.; PIMENTA, T.G.; ARIZONO, H.; BASSINELLO, A.I.; ALVES, P.R.B.; BARCELOS, J.E.T.; GONDIN, P.R.G.; MATSUOKA, S. **Melhoramento da cana-de-açúcar**. Piracicaba: IAA, Planalsucar, 1981. 19 p.

VIJAYA, H.K.; KULKARNI, S.; HEDGE, Y.R. Evaluation of plant extracts against *Ceratocystis paradoxa* causing sett rot of sugarcane. **Karnataka Journal of Agricultural Sciences**, Karnataka, v. 20, n. 1, p. 168-169, 2007a.

_____. Chemical control of sett rot of sugarcane caused by *Ceratocystis paradoxa*. **Karnataka Journal of Agricultural Sciences**, Karnataka, v. 20, n. 1, p. 62-64, 2007b.

WISMER, C.A. Pineapple disease. In: MARTIN, J.P.; ABBOT, E.V.; HUGHES, C.G. (Ed.). **Sugarcane diseases of the world**. Amsterdam: Elsevier, 1961. p. 223-245.

YADAHALLI, K.B.; ADIVER, S.S.; KULKARNI, S. Effect of pH, temperature and relative humidity on growth and development of *Ceratocystis paradoxa* – a causal organism of pineapple disease of sugarcane. **Karnataka Journal of Agricultural Sciences**, Karnataka, v. 1, n. 20, p.159-161, 2007.