

**FUNDAÇÃO EDUCACIONAL DE ITUVERAVA
FACULDADE DR. FRANCISCO MAEDA**

Ana Luísa Maia Garcia da Silva

**INCIDÊNCIA DE CARVÃO EM CANA-DE-AÇÚCAR, EM ENSAIO VARIETAL, NO
MUNICÍPIO DE ORLÂNDIA, SP**

**ITUVERAVA
2023**

ANA LUÍSA MAIA GARCIA DA SILVA

**INCIDÊNCIA DE CARVÃO EM CANA-DE-AÇÚCAR, EM ENSAIO VARIETAL, NO
MUNICÍPIO DE ORLÂNDIA, SP.**

**Trabalho de conclusão de curso apresentado
à Fundação Educacional de Ituverava,
Faculdade Dr. Francisco Maeda, para
obtenção do título de Bacharel em
Engenheira Agrônoma.**

**Orientadora: Profa. Dra. Silvelena Vanzolini
Segato**

**ITUVERAVA
2023**

ANA LUÍSA MAIA GARCIA DA SILVA

**INCIDÊNCIA DE CARVÃO EM CANA-DE-AÇÚCAR, EM ENSAIO VARIETAL, NO
MUNICÍPIO DE ORLÂNDIA, SP.**

**Trabalho de conclusão de curso apresentado
à Faculdade Dr. Francisco Maeda. Fundação
Educativa de Ituverava, para obtenção do
título de Bacharel em Engenharia
Agrônoma.**

Ituverava, 26 de Outubro de 2022

Orientadora: Profa. Dra. Silvelena Vanzolini Segato

Examinadora: _____.

Examinadora: _____.

Dedico este trabalho a Deus, e principalmente a todos os meus familiares.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus primeiramente,

A minha orientadora Profa. Dra. Silvelena Vanzolini Segato pela sua dedicação e sua paciência, por sempre estar presente para indicar a direção correta que o trabalho deveria tomar.

A todo corpo docente e colaboradores da Faculdade Dr. Francisco Maeda, que sempre foram muito prestativos e respeitosos desde o meu ingresso na universidade.

“Comece onde você está, use o que você tem e faça o que você pode.”

Arthur Ashe

RESUMO

O carvão da cana-de-açúcar, causado pelo fungo *Ustilago scitaminea* é uma doença muito agressiva em variedades suscetíveis. Essa doença causa danos ao canavial e as perdas podem chegar a 100%. O objetivo do trabalho foi verificar a incidência de carvão em trinta e uma variedades de cana-de-açúcar, em um ensaio varietal, no município de Orlândia-SP. Os tratamentos foram compostos das variedades: RB07656, RB08791, RB05876, RB991532, RB016916, RB036066, RB036091, RB036088, RB988082, RB127825, RB077210, RB987935, RB035060, RB064773, RB015014, RB046258, IACCTC01-5503, IACCTC07-8008, IACCTC07-8044, IACCTC05-8069, CV-7870, CV- 6654, CTC9001BT, CTC9005HP, CTC9006, CTC9007, CTC02-2994, CTC9002, CTC20BT, CTC9001 e CTC20. O experimento foi implantado em blocos casualizados, cada bloco contendo seis linhas de 20m, cada variedade contendo três blocos, tendo um comprimento total de 395m e uma área de 1,62 ha. Quantificou-se a presença de chicote, sintoma típico da doença, aos quatro meses após plantio, realizando-se *roguing* mecânico. Concluindo-se que dez variedades apresentaram incidência de carvão.

Palavras-chave: Cana-planta. Doença. *Sporisorium scitamineum*. *Ustilago scitaminea*

SUMMARY

Sugarcane smut, caused by the fungus *Ustilago scitaminea*, is a very aggressive disease in specific varieties. This disease causes damage to the sugarcane field and losses can reach 100%. The objective of this work was to verify the incidence of charcoal in thirty-one varieties of sugarcane, in a varietal test, in the municipality of Orlandia-SP. The treatments were composed of the varieties: RB07656, RB08791, RB05876, RB991532, RB016916, RB036066, RB036091, RB036088, RB988082, RB127825, RB077210, RB987935, RB035060, RB064773, RB015014, RB046258, IACCTC01-5503, IACCTC07-8008, IACCTC07-8044 , IACCTC05-8069, CV-7870, CV-6654, CTC9001BT, CTC9005HP, CTC9006, CTC9007, CTC02-2994, CTC9002, CTC20BT, CTC9001 and CTC20. The experiment was improved in randomized blocks, each block containing six rows of 20m, each variety containing three blocks, having a total length of 395m and an area of 1.62 ha. The presence of whiplash, a typical symptom of the disease, was quantified four months after planting, following mechanical control. Concluding that ten varieties support incidence of charcoal.

Keywords: Cane plant. Illness. *Sporisorium scitamineum*. *Ustilago scitaminea*

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Incidência de carvão em ensaio varietal de cana-de-açúcar, no município de Orlandia, SP. 2022. 18

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 REVISÃO DE LITERATURA	15
3 MATERIAL E MÉTODO	17
4 RESULTADO E DISCUSSÃO	18
5 CONCLUSÃO	20
REFERÊNCIAS	21
1 INTRODUÇÃO	

O Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar e, na safra 2020/21, foi responsável pela produção de 654,5 milhões de toneladas destinados à produção de 41,2 milhões de toneladas de açúcar e 29,7 bilhões de litros de etanol. O Estado de São Paulo, que lidera a produção no país, respondeu por 54,1% da quantidade produzida na safra 2020/21, e foi responsável pela produção de 48,4% de etanol (14,3 bilhões de litros) e 63,2% do açúcar (26,0 milhões de toneladas), segundo os dados da CONAB (NACHILUK, 2021).

O histórico da cultura da cana-de-açúcar no Brasil e no mundo mostra que o principal fator na substituição de variedades tem sido a ocorrência epidêmica de doenças e neste contexto o carvão ocupa um papel de destaque. No geral, a história da doença caracteriza-se por surtos ocasionais, seguidos de longos períodos onde volta a ser endêmica. A ocorrência de epidemias sempre está intimamente relacionada com o nível de suscetibilidade das variedades cultivadas, segundo Casagrande (1998).

Inicialmente, o patógeno de carvão de cana-de-açúcar foi classificado como *Ustilago sacchari*, posteriormente como *Ustilago scitaminea* (COMSTOCK; FERREIRA; TEW, 1983) e atualmente classificado como *Sporisorium scitamineum* (PIEPENBRING; STOLL; OBERWINKLER, 2002).

Segundo Giglioti (1993), no Brasil a doença foi observada pela primeira vez em 1946, no município de Assis, no estado de São Paulo. A partir daquela constatação, a doença tem recebido grande atenção por parte da agroindústria canavieira, em vista dos prejuízos proporcionados pela presença da doença em São Paulo. Estes prejuízos são essencialmente indiretos devido a gastos na erradicação de canaviais infestados, restrição para o plantio de variedades suscetíveis, manutenção de serviços de vigilância, produção de mudas sadias e gastos nos programas de melhoramento para obtenção de variedades resistentes.

Nos diferentes ambientes onde é cultivada, a cana-de-açúcar é submetida às mais diversas condições e é exposta a uma ampla variedade de fatores capazes de reduzir sua produtividade, sendo as doenças um deles. Os Programas de Melhoramento Genético (PMG) de cana-de-açúcar abastecem o agronegócio com novas variedades que, além de uma maior produtividade, conferem resistência às principais doenças (TOKESH; RAGO, 2005). A maioria dos PMG incorpora no plano de cruzamentos, progenitores resistentes às doenças para conferir tolerância na progênie. Além disso, nos protocolos de seleção de novas variedades são feitas avaliações para testar o comportamento dos clones frente à presença de diferentes patógenos, entre eles *Ustilago scitaminea* H.& P. Sydow agente causal do carvão (BENDA, 1987; WALKER, 1987).

O sintoma típico do carvão são plantas com apêndice semelhante a chicote produzido no ápice dos colmos ou de brotações laterais, do qual é liberado um pó preto constituído de esporos do fungo. Os colmos afetados são mais finos e curtos e a touceira pode apresentar superbrotaamento e nanismo, tomando a aparência de touceira de capim (MATSUOKA, 2013).

Condições de estresse hídrico e calor favorecem a ocorrência do fungo e em casos extremos até variedades resistentes ao fungo podem apresentar sintomas da doença. A transmissão da doença se dá de forma aérea, por disseminação a partir dos chicotes e por meio do plantio de mudas infectadas (SANTIAGO; ROSSETO, 2016).

Chicotes apicais são produzidos quando da infecção das gemas da “coroa” da cana-de-açúcar, pelo inóculo presente no solo. Já os chicotes laterais podem também ser produzidos em decorrência da infecção de gemas laterais do colmo, através de teliósporos dispersos pelo vento, que se depositam entre as gemas e a bainha das folhas (BERGAMIN FILHO *et al.*, 1987).

Os chicotes começam a emergir em plantas com 2-4 meses e atingem o máximo de emissão aos 6-7 meses. O aparecimento dos sintomas é favorecido pelo calor e estresse hídrico e, plantas estressadas, mesmo que de boa resistência, podem manifestar os sintomas eventualmente. O efeito na produtividade do canavial pode ser devastador, chegando a 100% em variedades suscetíveis. As perdas pela doença podem ser percebidas não apenas na produtividade como na qualidade do caldo produzido pela cana afetada (MACCHERONI; MATSUOKA, 2006).

Antoine (1961) preconiza diversas medidas no controle do carvão da cana-de-açúcar: “*roguing*” de touceiras doentes, plantio de material selecionado livre da doença, desinfecção do tolete antes do plantio, destruição da soqueira em campos muito afetados, rotação de cultura e cultivo de variedades resistentes.

O controle genético, com uso de variedades resistentes e intermediárias ainda é o controle menos oneroso. Além disso, é imprescindível a realização do controle cultural com o plantio de mudas oriundas de viveiros com alta sanidade, onde se pratica o *roguing*, técnica que elimina plantas indesejadas dos viveiros, como por exemplo, doentes com carvão, pois esse evita o plantio de material já doente em áreas comerciais e a disseminação de fontes de inoculo (CANAONLINE, 2014).

Também Maccheroni e Matsuoka (2006) relatam que a maneira mais eficiente de controlar o carvão é a utilização de variedades resistentes. Quando existe o envolvimento de variedades pouco resistentes (intermediárias), aconselha-se a utilização de mudas (toletes) tratadas termicamente (52°C por 30 minutos ou 50°C por 2 horas) associado a um tratamento fungicida sistêmico para a formação dos viveiros. Estes devem ser monitorados a cada duas semanas até oito meses de idade para a retirada de plantas com sintomas (*roguing*). O “*roguing*” em áreas comerciais é uma medida de controle pouco eficaz e de alto custo.

Assim, o objetivo do trabalho foi verificar a incidência de carvão em trinta e uma variedades de cana-de-açúcar, em ensaio varietal, conduzido no município de Orlândia, SP.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Uma planta do grupo de gramíneas perene altas, de acordo com Torres (2021), a cana-de-açúcar é originária da Ásia e trazida pelos portugueses para o Brasil logo após sua descoberta e atualmente sua maior produção em solo brasileiro está concentrada na região Sudeste nos Estados de São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro.

Considerado como maior produtor de cana-de-açúcar do mundo, o Brasil também é referencia em tecnologia voltada para a produção de etanol. Essa cultura é terceira no país com relação à área plantada e tem capacidade de gerar dois subprodutos, etanol e açúcar, assim como seus resíduos serem reaproveitados para produção de energia elétrica, entre outros Vian (2022).

A cultura se adapta ao clima quente e úmido, com chuvas bem distribuídas, pois possui duas fases de desenvolvimento de acordo com Marin (2022), sendo o “crescimento vegetativo”, que é favorecido pela umidade e temperatura mais alta, e “maturação”, período que ocorre o acúmulo da sacarose, com temperatura mais amena e poucas chuvas.

Nessa cultura foram identificadas 216 doenças, sendo que aproximadamente 58 foram identificadas no Brasil e desse número 10 tem um grande impacto econômico. De acordo com Rossetto e Santiago (2022) muitas dessas doenças podem ser controladas com a utilização de variedades mais resistentes, porém a resistência é gerada com o tempo, mas isso não significa que será definitiva, pois os patógenos também evoluem trazendo novas variantes que vencem essa resistência.

Dentre as 216 doenças, tem-se o carvão que segundo Santos (2013) é uma doença fúngica, que afeta a cana-de-açúcar pelo patógeno hoje classificado como *Sporisorium scitamineum*. Pelo fato dos fungos serem heterotróficos, o causador do carvão é considerado um parasita obrigatório, pois além de se proliferar com rapidez em seu hospedeiro, o fungo o mantém vivo para a extração de nutrientes.

Os fungos causadores do carvão, segundo Bedendo (1995), são basidiomicetos possuindo aproximadamente 1100 espécies e afetam culturas como o milho, cevada, trigo assim como a cana-de-açúcar, além disso, são de fácil disseminação através do ar, pelo vento transportando os teliósporos para distâncias mais longas ou até mesmo através da água utilizada para irrigação, porém mesmo não havendo hospedeiro, o patógeno tem sua sobrevivência garantida no campo pelos teliósporos, ainda mais quando se encontram em clima propício com umidade e temperatura alta.

A infecção ocorre, de acordo com Legaz (1998), quando os teliósporos de *Sporisorium*

scitamineum entram em contato com o internó da planta hospedeira, surgindo uma hifa que dará origem aos esporídios, além disso, ocorre a formação de uma estrutura achatada, chamada apressório, ligada à hifa, o que permite a união do fungo mais facilmente ao hospedeiro. Após todo o processo de fixação as hifas se espelham em seu hospedeiro formando um soro no formato de chicote.

De acordo com Santiago e Rossetto (2021) esse chicote é formado parte pelo fungo e parte pela planta, se apresentando no início com a cor prateada e se tornando preta com o amadurecimento dos esporos, porém, é possível observar algumas mudanças antes do aparecimento dos chicotes, como o surgimento de folhas mais curtas e estreitas e colmos finos do que normalmente apresentado.

3 MATERIAL E MÉTODO

O experimento foi realizado em uma propriedade agrícola, situada no município de Orlandia-SP, que possui solo classificado como Latossolo Distrófico de textura média, em um ambiente C.

O plantio do ensaio varietal teve início no dia 04/05/2021 e finalizou no dia 17/05/2021. O experimento foi implantado em blocos casualizados, cada bloco contendo seis linhas de 20m, cada variedade contendo três blocos, tendo um comprimento total de 395m e uma área de 1,62 ha.

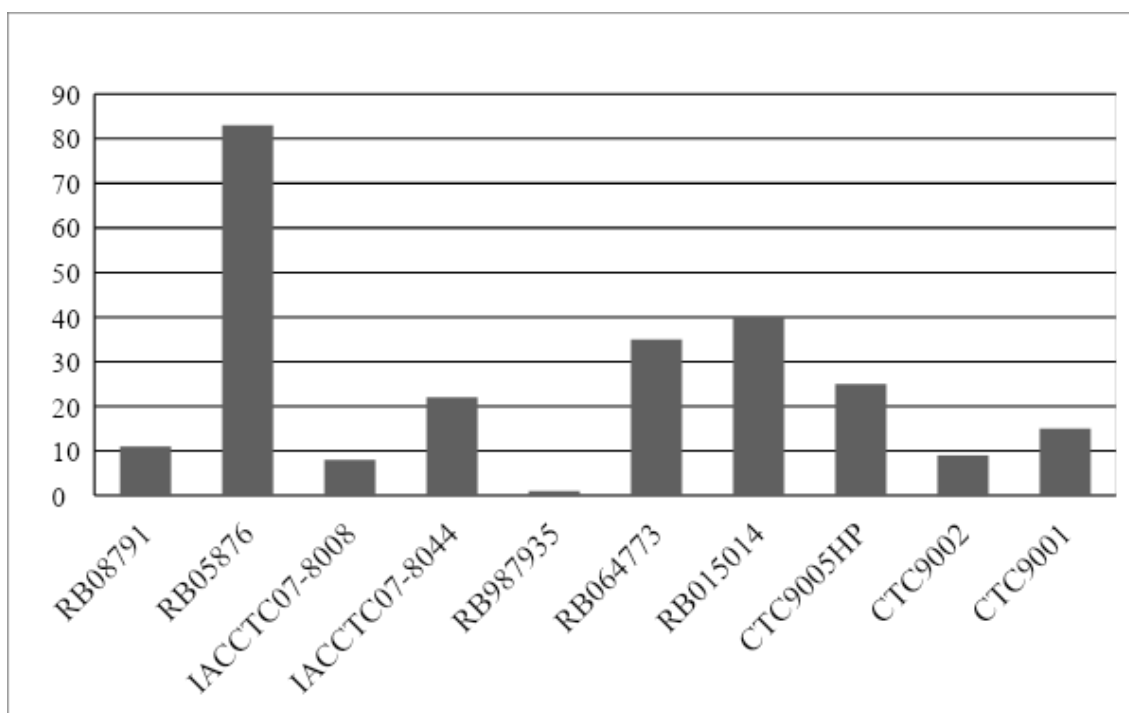
Foram trinta e uma variedades, sendo: RB07656, RB08791, RB05876, RB991532, RB016916, RB036066, RB036091, RB036088, RB988082, RB127825, RB077210, RB987935, RB035060, RB064773, RB015014, RB046258, IACCTC01-5503, IACCTC07-8008, IACCTC07-8044, IACCTC05-8069, CV-7870, CV- 6654, CTC9001BT, CTC9005HP, CTC 9006, CTC 9007, CTC02-2994, CTC9002, CTC20BT, CTC9001, CTC20, que receberam os mesmos tratamentos culturais, de acordo com o padrão fazenda.

Cada touceira infectada foi contabilizada, tendo o chicote eliminado aos 120 dias após plantio (17/09/2022) por *roguing* mecânico.

4 RESULTADO E DISCUSSÃO

Na Figura 1 estão apresentadas as variedades que demonstraram incidência de carvão.

Figura 1: Incidência de carvão em ensaio varietal de cana-de-açúcar, no município de Orlandia, SP. 2022.



Fonte: Elaborado pelo autor

A RB08791 é intermediária para carvão e apresentou 11 touceiras com carvão, a RB05876 foi a mais acometida pelo carvão (83 touceiras). Essa variedade é tida como suscetível e foi a que mais ofertou esporos para as demais variedades. As duas variedades IACCTC são classificadas como resistentes ao carvão, contudo ainda assim a IACCTC07-8008 e a IACCTC07-8044 apresentaram 8 e 22 touceiras afetadas por carvão, respectivamente. A RB987935 é tolerante ao carvão apresentando apenas uma touceira com sintomas da doença. A RB064773 e a RB015014 apresentaram 35 e 40 touceiras, respectivamente. Já a CTC9005HP e a CTC9001 são intermediárias para o carvão com 25 e 15 touceiras atacadas e a CTC9002 que é tolerante teve nove touceiras com sintomas da doença. Sabe-se que os programas de melhoramento liberam variedades resistentes e intermediárias ao carvão, contribuindo no controle e reduzindo a possibilidade de perdas na cultura, em função desta doença. Porém não existe variedade imune ao carvão, por isso, a indicação é o plantio de variedades resistentes. Porém só isso não basta, pois se forem

cultivadas em ambientes propícios e em condições para a disseminação da doença, correm o risco de apresentar carvão (CANAONLINE, 2014; SANTIAGO; ROSSETO, 2016). Portanto, é preciso ter viveiros sadios e mudas de qualidade, é preciso reforçar com aplicação de fungicida nas mudas e usar tratamento térmico. Esses cuidados são importantes por se tratar de um fungo com poder de disseminação pelo vento, é importante que se elimine fontes de inoculo, ou seja, substituir variedades suscetíveis, que possam estar portando o fungo (MACCHERONI; MATSUOKA, 2006; CANAONLINE, 2014; SANTIAGO; ROSSETO, 2016). Assim, observou-se que as variedades tolerantes apresentaram menor incidência de carvão e mesmo variedades resistentes ou intermediárias apresentaram ocorrência da doença, demonstrando a importância do manejo varietal para redução da pressão de inoculo e dos ensaios de variedades realizados em diferentes condições que permitem validar resultados dos PMG.

5 CONCLUSÃO

Das 31 variedades avaliadas, no ensaio varietal realizado no município de Orândia-SP, dez apresentaram incidência de carvão.

REFERÊNCIAS

ANTOINE, R. In: MARTIN, J. P. , ABBOT, E. V.; HUGHES, C. G. Sugar Cane Diseases of the World. **Elsevier Publishing Company**, v. 1, p. 327-354, 1961. Disponível em: <<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11135/tde-20200111-142555/publico/SilvaWilsonMarceloDa.pdf>>. Acesso em: 26 ago. 2022

BENDA, G. T. A. Breeding for disease resistance. In: **Copersucar International Sugarcane Breeding Workshop, 1987**. Piracicaba. Proceedings... Piracicaba: Centro de Tecnologia Copersucar, p.161-179, 1987.

BERGAMIN FILHO, A. Evolução do carvão da cana-de-açúcar durante o ano de 1986 na usina Barra Grande. **Copersucar**, relatório técnico, 1987. Disponível em: <<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11135/tde-20191220-105530/publico/AmorimLilian.pdf>>. Acesso em: 25 ago. 2022.

CANAONLINE. **Não existe variedade imune ao carvão**. Disponível em: <www.canaonline.com.br/conteudo/-nao-existe-variedade-imune-ao-carvao.html>. Acesso em: 31 ago. 2022.

CASAGRANDE, M.V. **Avaliação da incidência da doença e estimativa de danos ocasionados pelo carvão (*Ustilagoscitaminea* Sydow) em variedades de cana-de-açúcar**. 1998. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1998. Disponível em: <<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11135/tde-20220208-004026/publico/CasagrandeMarcosVirgilio.pdf>>. Acesso em: 24 ago. 2022.

COMSTOCK, J. C.; FERREIRA, S. A.; TEW, T. L. Hawaii's Approach to Control of Sugarcane Smut. **Plant Disease**, v. 67, n. 4, p. 452-457, 1983.

GIGLIOTI, E. A. **Caracterização da resistência de variedades de cana-de-açúcar para *Ustilago scitaminea* através do inóculo das mudas e da evolução da doença em cana-soca**. 1993. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1993.

MACCHERONI, W.; MATSUOKA, S. Manejo das principais doenças da cana-de-açúcar. In: SEGATO, S. V.; PINTO, A. S.; JENDIROBA, E.; NÓBREGA, J. C. M. (Orgs). **Atualização em produção de cana-de-açúcar**. Piracicaba: CP2, 2006. cap. 14, p. 239-256.

MATSUOKA, S. Identificação de Doenças da Cana-de-Açúcar e Medidas de Controle. In: SANTOS, F.; BORÉM, A. **Cana-de-açúcar: do plantio à colheita**, p. 89-115, 2013.

NACHILUK, K. Alta na Produção e Exportações de Açúcar Marcam a Safra 2020/21 de Cana. **Análises e Indicadores do Agronegócio**, São Paulo, v. 16, n. 6, jun. 2021, p. 1. Disponível em: <<http://www.iea.agricultura.sp.gov.br/out/TerTexto.php?codTexto=15925>>. Acesso em: 25 ago. 2022.

PIEPENBRING, M.; STOLL, M.; OBERWINKLER, F. The generic position of *Ustilago maydis*, *Ustilago scitaminea*, and *Ustilago esculenta* (Ustilaginales). **Mycological Progress**, Germany, v. 1, n. 1, p. 71-80, 2002.

SANTIAGO, A. D.; ROSSETO, R. **Doenças Fúngicas**. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01_79_22122006154841.html>. Acesso em: 07 set. 2022.

TOKESHI, H.; RAGO, A. Doenças da cana-de-açúcar. In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A. **Manual de Fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**, v. 2, cap. 21, p. 185-196, 2005.

WALKER, D. I. T. Breeding for disease resistance. In: HEINZ, D. J. **Sugarcane improvement through breeding**. Elsevier, cap. 12, p. 455-502, 1987.

BEDENDO, I. P. Podridões de Órgãos de Reserva. In: AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; FILHO, A. B. **Manual de Fitopatologia: Volume I Princípios e Conceitos**. 3ª Ed. Piracicaba: Agronômica Ceres, p. 881-888, 1995.

LEGAZ, M. E.; ARMAS, R.; PIÑÓN, D.; VICENTE, C. Relationships between phenolics-conjugated polyamines and sensitivity of sugarcane to smut (*Ustilago scitaminea*). **Journal of Experimental Botany**, v. 49, n. 327, p. 1723-1728, 1998.

MARIN, F. R. **Cana, Características**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/cana/pre-producao/caracteristicas>>. Acesso em: 23 mar. 2023.

ROSSETTO, R.; SANTIAGO, A. D. **Cana, Doenças**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/cana/producao/manejo/fitossanidade/doencas>>. Acesso em: 23 mar. 2023.

SANTIAGO, A. D.; ROSSETTO, R. **Doenças fúngicas**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/cana/producao/manejo/fitossanidade/doencas/doencas-fungicas>>. Acesso em: 20 mar. 2023.

SANTOS, R. A. C. **Carvão (*Sporisorium Scitamineum*) e Podridão-Abacaxi (*Ceratocystis Paradoxa*) em cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*): Uma revisão**. Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2013. Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/121042/000775487.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 20 mar. 2023.

TORRES, L. **Panorama completo da Cana-de-açúcar**. Disponível em: <<https://blog.syngentadigital.ag/cana-de-acucar/>>. Acesso em: 23 mar. 2023.

VIAN, C. E. F. **Cana, Socioeconomia**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/cana/pre-producao/socioeconomia>>. Acesso em: 23 mar. 2023.