

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

REGINALDO BATISTA FRAGOSO

**INOCULAÇÃO DE *Sporisorium scitamineum* EM CARIOPSES DE CANA-DE-AÇÚCAR PARA
DESCARTE ANTECIPADO DE GENÓTIPOS SUSCETÍVEIS AO CARVÃO**

CURITIBA
2015

REGINALDO BATISTA FRAGOSO

**INOCULAÇÃO DE *Sporisorium scitamineum* EM CARIOPSES DE CANA-DE-AÇÚCAR PARA
DESCARTE ANTECIPADO DE GENÓTIPOS SUSCETÍVEIS AO CARVÃO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração em Produção Vegetal, Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, Setor de Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Paraná, como parte das exigências para obtenção de Título de Mestre em Ciências.

Orientador: Dr. João Carlos Bernalhok Filho
Co-orientadora: Dra. Lucimeris Ruaro

CURITIBA
2015

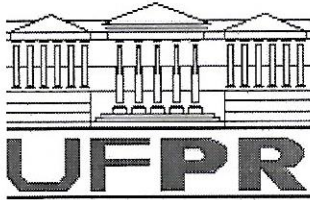
F811 Fragoso, Reginaldo Batista

Inoculação de *Sporisorium scitamineum* em cariopses de cana-de-açúcar para descarte antecipado de genótipos suscetíveis ao carvão. / Reginaldo Batista Fragoso. Curitiba: 2015.
47 f.; il.

Orientador: João Carlos Besspalhok Filho
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná.
Setor de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em
Agronomia - Produção Vegetal.

1. Cana-de-açúcar - Melhoramento genético. 2. Cana-de-açúcar - Doenças e pragas. 3. Cana-de-açúcar - Inoculação. I. Besspalhok Filho, João Carlos. II. Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Produção Vegetal. III. Título.

CDU 633.61



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
AGRONOMIA - PRODUÇÃO VEGETAL




PARECER

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Produção Vegetal, reuniram-se para realizar a arguição da Dissertação de MESTRADO, apresentada pelo candidato **REGINALDO BATISTA FRAGOSO**, sob o título “**INOCULAÇÃO DE *Sporisorium scitamineum* EM CARIOPSES DE CANA-DE-AÇÚCAR PARA DESCARTE ANTECIPADO DE GENÓTIPOS SUSCETÍVEIS AO CARVÃO**”, para obtenção do grau de Mestre em Ciências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Produção Vegetal do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná.

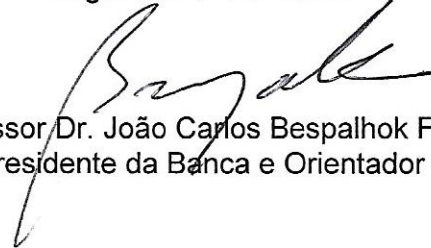
Após haver analisado o referido trabalho e argüido o candidato são de parecer pela “**APROVAÇÃO**” da Dissertação.

Curitiba, 09 de Julho de 2015.


Professor Dr. Cícero Deschamps
Coordenador do Programa


Dr. Michael Keith Butterfield
Primeiro Examinador


Professora Dra. Lucimeris Ruaro
Segunda Examinadora


Professor Dr. João Carlos Besspalhok Filho
Presidente da Banca e Orientador

Aos meus pais, Hipólito e Madalena, e aos meus irmãos Alessandro e Daniele.

OFEREÇO

À minha namorada, Vanessa, que não mede esforços pelo meu sucesso, sempre transmitindo amor, confiança, estímulo e suporte nas horas mais felizes e tristes da minha vida.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus por mais esta conquista e por colocar em meu caminho pessoas maravilhosas. Algumas delas estão citadas abaixo:

À minha família, meu Pai Hipólito, minha mãe Madalena e aos meus irmãos Alessandro e Daniele que sempre me apoiaram.

A melhor amiga e namorada Vanessa, por todo amor, companheirismo, compreensão e pela ajuda, e pela paciência e por sempre apoiar apesar da distância.

A todos amigos que acompanharam a trajetória da conquista de um sonho: José Eduardo, Matheus, Paulo Rogério, Sedimar, Wilson e todos do CDZ.

Aos amigos Guilherme e Tales pela ajuda no trabalho e em todos os momentos e principalmente pela amizade que começou durante o curso e continuará por toda a vida.

Ao orientador Dr. João Carlos Bespalhok Filho, primeiramente pela oportunidade em realizar essa dissertação, confiança, amizade e pelos ensinamentos.

Aos coorientadores Dra. Lucimeris Ruaro e Dr. Michael Keith Butterfield, pelas contribuições e conhecimentos repassados.

Aos professores do Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo pelos ensinamentos passados durante este período.

À secretária da Pós-Graduação, Lucimara Antunes que sempre esteve à disposição para auxiliar e por sua competência.

Aos colegas do Programa de Pós-Graduação, especialmente Guilherme, Michael, Mario, Valéria, e tantos outros.

Aos colegas de trabalho da Empresa Monsanto/Canavialis grande apoio nas avaliações.

Aos membros da banca examinadora pelas contribuições.

E a todos aqueles que de alguma forma contribuíram para a realização desta disse, meu muito obrigado e desejo-lhes muito sucesso.

BIOGRAFIA DO AUTOR

Reginaldo Batista Fragoso, filho de Hipólito Batista Fragoso e Madalena Maia, nasceu em São José dos Pinhais, Estado do Paraná, em 03 de dezembro de 1984.

Ingressou na Universidade Federal do Paraná, no curso de Agronomia no ano de 2006, onde recebeu o grau de Engenheiro Agrônomo em setembro de 2011.

Em agosto de 2011 iniciou o curso de Residência Agrônômica pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), com os trabalhos na Estação Experimental de Paranavaí –PR no Programa de Melhoramento Genético de Cana-de-Açúcar PMGCA/RIDESA. No início de 2013, começou a trabalhar na Usina de Açúcar Santa Terezinha na unidade de Terra Rica – PR, exercendo o cargo de chefe de planejamento e desenvolvimento, atuando no controle de pragas e controle de qualidade.

Iniciou no mesmo ano o curso de Mestrado em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal, linha de pesquisa Manejo de Culturas, pelo Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo da Universidade Federal do Paraná (UFPR).

Em janeiro de 2014, começou a trabalhar na empresa Monsanto/Canavialis, exercendo o cargo de Pesquisador Associado I, atuando juntamente com melhoramento genético de cana-de-açúcar na área de fitopatologia.

RESUMO

O carvão, causado pelo fungo *Sporisorium scitamineum*, é uma das doenças mais importantes da cana-de-açúcar. Grande parte dos Programas de Melhoramento Genético dessa cultura utiliza inoculações artificiais para caracterizar e selecionar as cultivares quanto a sua resistência às doenças. O objetivo deste trabalho foi avaliar a inoculação de cariopses de cana-de-açúcar com *Sporisorium scitamineum* no descarte antecipado de genótipos suscetíveis ao carvão na primeira fase do melhoramento. A pesquisa foi realizada em três locais, sendo dois no estado de São Paulo nos municípios de Araçatuba e Conchal, e um no estado do Paraná no município de Mandaguaçu no ano agrícola 2014/2015, em duas etapas consecutivas com a mesma população amostrada em duas épocas de avaliação cana-planta, cana-soca e com os tratamentos inoculado e sem inocular. Foram utilizadas 89 famílias em que os progenitores apresentavam diferentes graus de tolerância a *Sporisorium scitamineum*. Avaliou-se o seguinte caráter: touceiras infectadas (incidência). Em cana planta foi verificada a diferença entre o tratamento inoculado e o não inoculado em Araçatuba – SP e Conchal para incidência. Na cana-soca, foi observado aumento na incidência em Araçatuba e Mandaguaçu em comparação com a cana planta, mas não houve diferença significativa entre os tratamentos sem inoculação e inoculado. Em Conchal o aumento foi menor entre cana planta e cana soca, mas houve diferença significativa entre os tratamentos. Como a seleção de clones superiores é feita em cana soca nos programas de melhoramento, a inoculação em cariopses com *Sporisorium scitamineum* não apresentou resultados satisfatórios. Conclui-se também que desta maneira que foi realizada a seleção, não se apresentou como a melhor maneira de descartar os clones suscetíveis.

Palavras-chave: Plântulas. Sementes. Melhoramento genético, *Saccharum spp.*, Resistência.

ABSTRACT

The smut, caused by a fungus named *Sporisorium scitamineum*, is one of the most important diseases in sugar cane. Much of the breeding programs uses artificial inoculations to select and characterize the varieties considering the disease resistance. The objective of this project was to assess the inoculation of caryopses in sugar cane with *Sporisorium scitamineum* for the early discard of susceptible materials from the first stages of breeding program. The research was done in three different locations, two in São Paulo state, Araçatuba and Conchal and one in Paraná state, Mandaguaçu in 2014 and 2015 harvest years in two consecutive growth stages: plant cane; first ratoon and with and without inoculations. Eighty nine families were used with progenitors presenting different degrees of tolerance to *Sporisorium scitamineum*. The parameter measured was the number of infected clumps (incidence). The results for plant cane presented significant difference between inoculated and no inoculated for incidence damage in Araçatuba and Conchal. On first ratoon stage it was observed increase in the incidence in Araçatuba and Conchal in comparison with plant cane but no significant differences were observed between genotypes inoculated and not inoculated. In Conchal, the increase in incidence were lower between plant cane and first ratoon but significant differences between treatments were observed. Because the selection of clones is done in first ratoon in breeding programs, the caryopses inoculations using *Sporisorium scitamineum* does not presents satisfactory results.

Key words: Seedlings. Seeds. Plant Breeding. *Saccharum spp.*, Resistance.

SÚMARIO

AGRADECIMENTOS	6
BIOGRAFIA DO AUTOR	7
RESUMO	8
ABSTRACT	9
1. INTRODUÇÃO	13
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
2.1 CANA-DE-AÇÚCAR.....	15
2.2 A CARIOPSE DE CANA-DE-AÇÚCAR.....	16
2.3 O MELHORAMENTO DA CANA-DE-AÇÚCAR.....	16
2.4 MELHORAMENTO DE CANA-DE-AÇÚCAR PARA DOENÇAS.....	18
2.5.1 ETIOLOGIA, SINTOMA E EPIDEMIOLOGIA.....	19
2.5.2 CONTROLE.....	20
2.5.3 DANOS E PERDAS CAUSADAS PELO CARVÃO.....	21
2.5.4 MÉTODOS DE INOCULAÇÃO DE CARVÃO.....	22
3. MATERIAL E MÉTODOS	23
3.1 LOCAL.....	23
3.2 PERÍODOS DE CONDUÇÃO E AVALIAÇÕES.....	24
3.3 OBTENÇÃO E PREPARO DO INÓCULO.....	25
3.4 INOCULAÇÃO.....	27
3.5 REPICAGEM E TRANSPLANTIO.....	29
3.6 PLANTIO DE CAMPO.....	31
3.7 ANÁLISE DOS DADOS.....	31
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
5 CONCLUSÕES	38
REFERÊNCIAS	39
ANEXOS	45

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Classificação climática, altitude das localidades e suas coordenadas geográficas (Latitude e Longitude), tipo de solo e ambiente de produção segundo (Prado, 2008).	23
Tabela 2 - Classificação dos parentais quanto a reação ao carvão, em relação á incidência(%) considerando se o número de chicotes.	25
Tabela 3 – Divisão de 89 famílias em 3 classes quanto a reação ao patógeno, com os tratamentos não inoculado e inoculado com <i>Sporisorium scitaminea</i>	25
Tabela 4 – Análise de variância da incidência de carvão, touceira de carvão da cana-de-açúcar, quando comparado com ciclo cana-planta e cana-soca, para 89 famílias inoculadas e não inoculadas com <i>Sporisorium scitaminea</i> e a interação Ciclo x Tratamento.	32
Tabela 5 – Incidência média (%) de touceiras de carvão da cana-de-açúcar, no ciclos de cana- planta e cana-soca (Ciclo), para 89 famílias submetidas à inoculação artificial e plantas não inoculadas com <i>Sporisorium scitaminea</i> , conduzidas nos municípios de Araçatuba e Conchal em SP, e em Mandaguacú, PR, durante o ano agrícola 2013/2014.	33
Tabela 6 – Incidência (%) de touceiras de carvão da cana-de-açúcar, nos ciclos de cana- planta e cana-soca (Ciclo), para 89 famílias submetidas à inoculação artificial e plantas não inoculadas com <i>Sporisorium scitaminea</i> , conduzidas nos municípios de Araçatuba e Conchal em SP, e em Mandaguacú, PR, durante o ano agrícola 2013/2014.	34
Tabela 7 - Histórico de mais 4000 parcelas de incidência (%) quanto a reação ao carvão, considerando se o número de chicotes, em fase avançada do melhoramento, determinando a favorabilidade por regional (Dados não publicado).	37

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 – Identificação e retirada dos chicotes de carvão (A); Abertura dos chicotes na peneira (B); teliósporo após a passagem pelas peneiras (C); Embalado e armazenado com sílica(D), Araçatuba, PR.2014..... 26
- Figura 2 - Pesagem de cariopse de cana-de-açúcar conforme taxa de germinação (A); Mistura da semente com o teliósporo de *Sporisorium scitamineum* em tubo falcon (B); Identificação das caixas (C); Semeio após a inoculação do *S. scitamineum* da semente (D), Conchal, SP. 2014. 28
- Figura 3 - Individualização das Plântulas (A); Plântulas com 30 dias após o semeio (B); Plântulas com 30 dias após o semeio (C); Transplante para o campo (D); Avaliação em Cana -Soca campo (E). Conchal, SP. 2014..... 30
- Figura 4 - Incidência média de touceiras de carvão da cana-de-açúcar, quando comparado com Ciclo cana-planta e cana-soca, para três locais Araçatuba –SP, Conchal –SP e Mandaguaçu –PR, para 89 famílias inoculadas e não inoculadas com *Sporisorium scitaminea*.....
- Figura 5 –Precipitação durante o período de Outubro de 2013 a Janeiro de 2015 nos locais Araçatuba – SP, Conchal –SP e Mandaguaçu - PR. Fonte: Estação Meteorológica Araçatuba – SP, Conchal –SP e Mandaguaçu - PR , Conchal - SP. 2015..... 35
- Figura 6 – Médias de temperatura mensal, ocorridas no período de outubro de 2013 a janeiro de 2015. Estação de melhoramento de Araçatuba – SP, Conchal –SP e Mandaguaçu - PR. Fonte: Estação Meteorológica Araçatuba – SP, Conchal –SP e Mandaguaçu - PR , Conchal - SP. 2015..... 36

1. INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar é uma importante cultura para o Brasil, plantada em aproximadamente 9 milhões de hectares, sendo que o Estado de São Paulo é o maior produtor nacional com 51,7 % (4.687,6 mil hectares) da área plantada. O Paraná aparece como quinto maior produtor com 6,8% (620,1 mil hectares), atrás de Goiás com 9,8% (891,6 mil hectares), Minas Gerais com 8,9% (808,0 mil hectares), Mato Grosso do Sul com 7,5% (682,3 mil hectares), sendo que atualmente é a cultura que tem o mais alto índice de geração de empregos (CONAB, 2015).

A cana-de-açúcar é uma cultura que está presente em todas as regiões do país. Grande parte desse sucesso deve-se aos Programas de Melhoramento Genético que selecionam cultivares produtivas e com resistência a doenças. O controle de doenças nessa cultura é realizado principalmente pelo uso de cultivares resistentes, por questões operacionais e de custos de produção, e por isso as inoculações artificiais para testes de doenças em genótipos de fases avançadas tornam-se tão necessárias, podendo ser usadas como critério de seleção caracterizando as futuras cultivares. Considerando todo esse processo de seleção clonal, o tempo gasto na obtenção de uma nova cultivar de cana-de-açúcar é em torno de 11 a 13 anos (BARBOSA et al., 2005).

O carvão da cana-de-açúcar, causado pelo fungo *Sporisorium scitamineum*, é uma das doenças mais importantes dessa cultura, visto que a suscetibilidade a essa doença é considerado em todos os Programas de Melhoramento Genético um dos principais motivos para o descarte de clones promissores. Atualmente, o manejo fitossanitário da cultura recomenda o uso de cultivares com elevada resistência ao carvão para compor a maior parte de talhões e o tratamento térmico dos toletes anterior ao plantio (COMSTOCK; LENTINI, 2005; TOKESHI, 2005).

Para contribuir com os programas de melhoramento, os marcadores genéticos têm sido amplamente usados, até na geração de mapas de ligação de cana-de-açúcar. Contudo, o reconhecimento dos locos e seus respectivos alelos envolvidos na resistência quantitativa em cana-de-açúcar é complicada devido à complexidade do genoma das cultivares modernas (GRIVET; ARRUDA, 2002). São muitos os prejuízos causados pela doença, principalmente econômicos, que são evidenciados pela observação frente ao comportamento, quanto à resistência ao carvão das cultivares utilizadas.

Para que a caracterização das cultivares utilizando inoculações artificiais seja efetiva é necessário o conhecimento das condições predisponentes para a infecção de cada uma delas. Algumas das técnicas usualmente reportadas incluem a aspersão de teliosporos (COPERSUCAR, 1995; RAGO;

CASAGRANDE; MASSORA JÚNIOR, 2009), imersão de gemas intactas ou feridas em suspensão de teliósporos (CASAGRANDE; AMORIM; SANGUINO, 1998; MATSUOKA et al., 1986), inoculação por injeção de teliósporos nas gemas (PEROS; BAUDIN, 1983), ou a distribuição de uma pasta de teliósporos sobre as gemas com ou sem fermento (AMORIM et al., 2000).

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 CANA-DE-AÇÚCAR

Atualmente o Brasil é o maior produtor de cana-de-açúcar no mundo, incluindo os subprodutos açúcar e etanol, seguido por Índia e China. Responsável por mais de 50% do açúcar comercializado no mundo, o país deve ter aumento na sua produção no ano de 2015 em 5,0%, com produção de cerca de 654,6 milhões de toneladas de cana-de-açúcar plantados em pouco mais de 9 milhões de hectares (CONAB, 2015).

A safra 2015/16 deve ser mais alcooleira. De acordo com dados da Unica (União da Indústria de Cana-de-Açúcar), na primeira quinzena de abril, do total de cana moído no estado de São Paulo (7,590 milhões de toneladas), 65,13% foi direcionada para a produção do etanol e 34,87%, para açúcar (UNICA,2015).

A cana-de-açúcar é uma planta da família *Poaceae* é originária da Nova Guiné e ilhas vizinhas e que foi levada para o sul da Ásia (FAUCONNIER; BASSEREAU, 1975). A planta foi trazida para o Brasil pelos portugueses na primeira década do século XVI, desenvolvendo-se inicialmente com sucesso no nordeste brasileiro, tornando o Brasil o maior produtor e exportador de cana-de-açúcar nos séculos XVI e XVII (PEREIRA, 1977).

As necessidades hídricas da cana-de-açúcar vão de 1.500 a 2.500 milímetros, que devem ser distribuídos de maneira uniforme durante o período de desenvolvimento vegetativo, conforme dados da Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação (FAO). Segundo Marin (2015), a quantidade de água necessária para a cultura atingir seu máximo potencial é em torno de 1.200 a 1.300 milímetros.

O desenvolvimento da cana-de-açúcar ocorre em dois ciclos. O primeiro ciclo da cultura é chamado de cana-planta, e após o primeiro corte, que ocorre após 12 ou 18 meses, primeiro como corte de cana de ano e o segundo como cana de ano e meio, dependendo do manejo aplicado. Encerrando o ciclo da cana-planta, inicia-se o ciclo de cana-soca, ocorrendo a brotação das soqueiras, e marcando o início de um novo ciclo, nomeado como segunda soca, terceira soca e assim por diante. Nas soqueiras o ciclo compreende um período de 12 meses para todas as cultivares (CONAB, 2015). A duração total

das soqueiras em média compreende de quatro a cinco ciclos antes da renovação do canavial e um novo plantio (SALOMÉ et. al., 2007).

2.2 A CARIOPSE DE CANA-DE-AÇÚCAR

A cariopse da cana-de-açúcar é originada através dos cruzamentos biparentais, multiparentais, autofecundação e de polinização livre. A inflorescência é do tipo panícula conhecida como flecha, bandeira ou flor, onde se encontram as flores hermafroditas. A inflorescência possui espiguetas, que quando fertilizadas contém as cariopses (sementes) recobertas pelas lemas, páleas e glumas. As espiguetas inférteis não possuem as cariopses (CABRAL, 2007). As cariopses apresentam um tamanho de 1,5 mm de comprimento e 0,5 mm de diâmetro transversal, com uma forma elíptica (BACCHI, 1983).

Segundo (BREAUX; MILLER,1987), na germinação encontra –se diversas duvidas nos programas de melhoramento de cana-de-açúcar são atribuídos à perda da viabilidade de cariopses durante as condições de armazenamento e no manuseio. Fungos fitopatogênicos, como os fungos dos gêneros *Curvularia*, *Bipolaris* e *Fusarium* são responsáveis pelos maiores problemas, ligados à má formação das plântulas e inviabilidade de sementes (MARTINS, 2006; CAIEIRO, 2008).

Na cana-de-açúcar o florescimento é fundamental para a preservação da variabilidade genética da espécie, é considerado uma característica altamente indesejável quando acompanhada de intensa “isoporização” (chochamento), além de poder modificar a qualidade da matéria prima sob o ponto de vista tecnológico, do qual se perde por desidratação e transferência de açúcares estocados nos colmos para a formação das panículas (CASAGRANDE; VASCONCELOS, 2008; LANDELL e BRESSIANI, 2008).

2.3 O MELHORAMENTO DA CANA-DE-AÇÚCAR

O melhoramento de plantas é a base para se obter cultivares superiores e necessário para o estabelecimento de uma cultura nos diferentes ambientes, onde há variações quanto ao regime hídrico, condições de solo e a presença de pragas e doenças. Devido a essas variações e às bruscas mudanças ambientais nas últimas duas décadas, somados a uma pressão por maiores produtividades para atender a crescente demanda energética e alimentar, os melhoristas vem concentrando esforços em buscar

plantas que tenham características que respeitem essa nova realidade (CESNIK; MIOCQUE, 2004; TESTER; LANGRIDGE, 2010).

Na cana-de-açúcar o melhoramento teve seu início a partir do momento em que havia uma alta dependência pela espécie *Saccharum officinarum* nos cultivos comerciais, a qual possui alto teor de sacarose. Nessa espécie surgiram doenças, e então se iniciou uma busca por cultivares mais resistentes. Melhoristas cruzaram diferentes espécies, se beneficiando das características aceitáveis de cada uma delas, o que deu origem às cultivares modernas, com a terminologia taxonômica de *Saccharum* spp. (SCARPARI; BEAUCLAIR, 2008)

Atualmente existem quatro programas de melhoramento na cana-de-açúcar no Brasil das seguintes instituições: CTC (Centro de Tecnologia Canavieira), IAC (Instituto Agrônomo de Campinas), RIDESA (Rede Interuniversitária para o Desenvolvimento do Setor Sucroenergético) e CanaVialis (Monsanto) (HOFFMANN, 2008).

Na Monsanto, as sementes são obtidas na estação de cruzamento de Maceió -AL, na primeira fase do programa de melhoramento conhecida como hibridação, geralmente nos períodos entre março e junho, e levadas posteriormente para as fases de seleção nos diferentes campos experimentais.

A próxima fase ou plantio compreende a semeadura das cariopses em bandejas nas estufas. As plântulas germinadas são aclimatizadas e posteriormente levadas a campo. As plântulas agora chamadas de *seedlings* são colocadas no campo, para a fase T1 do melhoramento, com a primeira seleção em cana-soca, levando em consideração os atributos visuais, teor de Brix e ausência de doenças. Os genótipos selecionados em T1 irão para a fase T2 (RIDESA, 2014).

Na fase T2, ou primeira propagação vegetativa, há uma pequena quantidade de material vegetal (gemas), por isso o plantio é realizado no delineamento em blocos de Federer, e assim como em T1 é realizada análise visual, com avaliação de caracteres agrônômicos. Os melhores genótipos são selecionados e levados à fase seguinte, fase T3, onde ocorre a avaliação por biometria. A fase de multiplicação dos genótipos (FM), após T3, é realizada com o objetivo de multiplicar os melhores clones selecionados em T3, que serão distribuídos na Fase Experimental (FE), em diversos ambientes para os estudos de adaptabilidade e estabilidade. As outras etapas dizem respeito ao registro, proteção, e a liberação das cultivares (RIDESA, 2014).

2.4 MELHORAMENTO DE CANA-DE-AÇÚCAR PARA DOENÇAS

Em geral, os programas de melhoramento inserem na estratégia de cruzamentos progenitores resistentes às principais doenças para proporcionar resistência na progênie.

Considerando os danos causados por fungos patogênicos na cana-de-açúcar, existe uma difícil tarefa na busca por cultivares resistentes a doenças. Glenn et al., (1998) relataram que *Erianthus spp.* e outros parentes selvagens de *S.officinarum* estão sendo usados no melhoramento genético da cana-de-açúcar interespecífico em um esforço para aumentar a resistência ao vírus do mosaico e do fungo do carvão (BURNER et al., 1993). O vírus do mosaico da canaé umas das principais doenças de regiões subtropicais, e o melhoramento para resistência é dificultoso pela presença de um grande número de estirpes, porém existem bons níveis de resistência ao mosaico em clones de *S. spontaneum* Walker (1987).

O melhoramento para a resistência a doenças em cana-de-açúcar tem sido complicado pelo frequente surgimento de novas raças patogênicas, as quais podem causar a doença, e dominam as cultivares resistentes, e por esse motivo tem ocorrido o incentivo de plantio de novas cultivares e a retirada gradualmente de cultivares dominantes antigas do cultivo comercial. O benefício das novas cultivares não poderia ser aproveitado para maximizar a produtividade em muitos dos países em desenvolvimento, incluindo a Índia, em virtude de sua extrema suscetibilidade a doenças importantes, como a podridão vermelha e o carvão. Essa alteração na reação das cultivares às doenças por influência de fatores ambientais, é um fato característico de patossistemas governados quantitativamente (BERGAMIN FILHO; AMORIM, 1996).

Walker (1987) avaliou métodos para o melhoramento de resistência a doenças, ressaltando que a maioria das doenças em cana-de-açúcar podem ser controlados com a introdução de genótipos resistentes, exceto para a doença da podridão abacaxi *Ceratocystis paradoxa* e o raquitismo da soqueira *Leifsonia xyli* subsp. *xyli*.

A avaliação da resistência ao carvão para cultivares é geralmente semelhante em todo o mundo, baseada principalmente no percentual de touceiras infectadas. A maioria dos países empregam uma escala de doença 0-9 de Hutchinson (1970), mas diferem na sua atribuição de porcentagem de infecção e classificação a doença. Waller (1970) fez um trabalho pioneiro na comparação de diferentes métodos de inoculação de carvão, onde o autor apresentou que a inoculação por injeção pode induzir uma maior infecção de carvão do que inoculação por mergulho, e os resultados indicaram que as cultivares podem responder de forma diferente para os dois métodos de inoculação. Genótipos suscetíveis, por outro

lado, podem ser detectados precocemente e descartados, com avaliação podendo ser realizada em ambiente controlado ou a campo (ALEXANDER; PADMANABAN., 1992).

Basicamente o mecanismo de resistência do carvão é caracterizado por resistência de gemas (resistência à infecção) e resistência do tecido interior (resistência à colonização) (DEAN, 1982). Foi observado por Singh e Budharaja (1964) que hifas não penetram nas células das folhas. Gemas firmemente fechadas com as folhas têm uma melhor chance de escapar da infecção. Nesse sentido, Waller (1970) levantou a hipótese de que a resistência varietal pode ser determinada por características morfológicas das gemas. A caracterização estrutural de gemas de cana poderia fornecer pistas para a classificação dos clones de teste de acordo com a sua resistência a doenças. As plantas desenvolveram mecanismos mais eficientes que os mecanismos bioquímicos de ataque dos patógenos, de forma que, nos ecossistemas naturais em especial, a resistência é mais frequente que a suscetibilidade (VIDHYASEKARAN, 1988).

2.5 O CARVÃO DA CANA-DE-AÇÚCAR

O carvão da cana-de-açúcar, causado pelo fungo *Sporisorium scitamineum* Sydow, está catalogado como uma das principais enfermidades desta cultura devido às perdas ocasionadas em cultivares altamente suscetíveis, detectando-se inclusive severas epidemias em grandes áreas ao redor do mundo (SCHENCK, 2003). Além dos danos diretos do carvão na produção, o patógeno causa restrição no uso de cultivares suscetíveis e altamente produtivas, bem como a eliminação de grande número de clones com alto teor em açúcar e produtivos nos programas de melhoramento genético, devido à suscetibilidade à doença. (CASAGRANDE, 1998).

2.5.1 ETIOLOGIA, SINTOMA E EPIDEMIOLOGIA

O patógeno do carvão foi descrito e identificado em 1870 (MUNDKUR, 1939) como *Ustilago sacchari*, nome que foi originalmente atribuído a um fungo que atacava flores no Irã (GIGLIOTTI, 1993). O *S. scitamineum* é parasita de tecidos meristemáticos. Sua penetração na planta é realizada por hifas dicarióticas através de tecidos não diferenciados da parte basal das gemas ou pela base das primeiras folhas emergentes (TOKESHI, 1985).

Esta é talvez a doença de mais fácil identificação da cultura porque seu sintoma, o “chicote” é conspícuo. O chicote é uma modificação do meristema apical do colmo, induzido pelo fungo com tamanho variável, de alguns centímetros a mais de um metro de comprimento, o qual é inicialmente coberto por uma película prateada que, ao romper-se, expõem uma massa de teliósporos pretos e pulverulentos facilmente destacados pelo vento (BIANCHINI et al., 2005).

Os chicotes expostos no ápice dos colmos são capazes de produzir bilhões de teliósporos diariamente, os quais são então dispersados pelo vento podendo se deslocar por grandes distâncias através de correntes de ar, disseminando a doença (COMSTOCK E LENTINI, 2005). As hifas infectivas são dicarióticas e penetram no hospedeiro em 8 horas. Foram detectadas raças diferentes do patógeno em diferentes zonas canavieiras do mundo, onde a transmissão é feita de forma aérea por disseminação a partir dos chicotes e por meio de plantios com plantas infectadas (SEGATO, 2006).

Na ausência do hospedeiro, o fungo tem sua sobrevivência garantida em função de suas estruturas de resistência. No solo, são capazes de sobreviver mantendo a sua viabilidade por períodos de até um ano, dependendo das condições ambientais (BERGAMIN FILHO et al., 1995).

A disseminação do carvão pode ocorrer pelo transporte aéreo de teliósporos, transporte por insetos, e através de mudas ou solo contaminado (COMSTOCK; LENTINI, 2005). Fatores climáticos como a temperatura (entre 23 a 30° C) e umidade elevada (acima de 65%) favorecem a disseminação e o desenvolvimento do patógeno, para a cana-de-açúcar tem como temperatura basal para seu desenvolvimento a faixa entre 20 e 38° C, como ótimo entre 22 a 30°C (BARBOSA, 2005). É importante considerar que alterações na agressividade do patógeno podem provocar mudanças na reação das cultivares ao carvão e que, sob condições de estresse hídrico e calor, as cultivares tornam-se mais suscetíveis ao patógeno, tornando difícil o controle da doença (CHEAVEGATTI-GIANOTTO et al., 2011; RAGO; CASAGRANDE; MASSOLA JÚNIOR, 2009).

2.5.2 CONTROLE

O uso de cultivares resistentes é a medida mais utilizada de controle (BENDA, 1987; COMSTOCK et al., 1983), aliado à utilização de mudas termicamente tratadas associadas a fungicidas e posteriormente o roguing (COMSTOCK; LENTINI, 2005).

O uso de mudas saudáveis visa reduzir o inóculo inicial em cana-planta, sendo uma prática que retarda o início da doença, contribuindo para seu controle. Para se obter mudas saudáveis é possível fazer o

tratamento térmico das mudas a 52°C por 30 minutos ou 50 °C por 2 horas, mas esta não é uma prática com resultados garantidos (BIANCHINI et al., 2005). Para o controle químico do patógeno há somente um produto registrado que é o triadimenol (triazol) (AGROFIT, 2015).

2.5.3 DANOS E PERDAS CAUSADAS PELO CARVÃO

Os prejuízos econômicos causados pela doença tem se mostrado variáveis, em função principalmente da suscetibilidade da cultivar utilizada. Estes são, segundo Antoine (1961), difíceis de serem avaliados, sendo que as ocorrências de doenças são relatadas mais em termos de canas ou touceiras afetadas do que propriamente a porcentagem de perda. Segundo esse autor a severidade da doença depende principalmente de três fatores: tipo de infecção (primário ou secundário), época de infecção (precoce ou tardia) e reação varietal.

Rao e Prakasam (1956) relataram perdas na produção de cana de 39-56% na cana-planta e de 52-73% na cana-soca. Antoine (1961) indicou a perda na produção de cana de 50% e Lee-Lovick (1978) de 73% nas soqueiras. James (1973) verificou a redução em sacarose das plantas afetadas pela doença, o que foi explicado pelo decréscimo do diâmetro das plantas doentes.

A diminuição na produtividade é provocada por um conjunto de fatores, que incluem: eliminação, redução no diâmetro e desenvolvimento dos colmos, redução dos perfilhos industrializáveis e perdas do teor de sacarose pelo aumento de fibra e conseqüente menor extração de açúcar (LEE-LOVICK, 1978; FERREIRA; COMSTOCK, 1989; CASAGRANDE, 1998). Em Louisiana, nos Estados Unidos, entre 0,6 e 0,7% de perda de rendimento foi estimado para cada aumento de 1% de plantas doentes (HOY, 1986). Na Austrália, as perdas de rendimento de até 62% foram previstos, com cultivares suscetíveis plantadas (MAGAREY, 2010). Clones da Índia parecem ter níveis moderados de resistência, considerando que os da Indonésia e Filipinas foram encontrados com infecção maiores que 50%.

2.5.4 MÉTODOS DE INOCULAÇÃO DE CARVÃO

Todos os programas de melhoramento genético da cana-de-açúcar no Brasil e no mundo utilizam técnicas de inoculações artificiais para avaliação da resistência das progênies, assegurando a expressão dos sintomas como ocorrem no campo. Alguns parâmetros devem ser analisados e padronizados, para que os resultados sejam confiáveis e reprodutíveis: locais de coleta, variabilidade do patógeno, as técnicas de inoculação, as condições predisponentes para a ocorrência da infecção e a avaliação dos resultados (BUENO, 2010).

Os métodos de inoculação de *S. scitamineum* podem ser determinados pelo objetivo que desejam ser alcançado. Os mais utilizados em programas de melhoramento são as aspersões de teliósporo (COPERSUCAR, 1995; RAGO, 2005; RAGO et al., 2009), a imersão de toletes em suspensão de teliósporos (HIRSCHHORN, 1950, WHITNEAAD, 1967, CASAGRANDE, 1998), a imersão de toletes + vácuo (HIRSCHHORN, 1950, SANGUINO; TOKESHI, 1976; TOFFANO, 1977; DEAN, 1982), a injeção de teliósporos nas gemas (WHITNEAAD, 1967; PEROS; BAUDIN, 1983), o pincelamento de pasta de teliósporos sobre as gemas com ou sem fermento (SRINIVASAN, 1969; LEU et al., 1970; MATSUOKA et al., 1986) na inoculação de *seedlings* (DUARTE, 1976; SILVA, 1978), a suspensão de teliósporo e aspergida nas plântulas, as mudas são feridas e aplica-se uma pasta, já em mudas usa-se colar nas gemas (OLWENY CO, 2008).

A escolha da técnica deve considerar os objetivos de trabalho como descarte de progênies suscetíveis ou determinar a classificação de resistência de cultivares, onde poderiam ser empregadas diferentes técnicas de inoculação. Plantas resistentes podem ser portadoras do fungo sem apresentar sintomas do carvão, manifestando os chicotes em condições especiais de estresse. Como teliósporos do patógeno não resistem muito tempo à alta umidade, a infecção de mudas no solo úmido é de baixa incidência (COMSTOCK; FERREIRA; TEW, 1983).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 LOCAL

Os experimentos foram conduzidos em 3 locais (Tabela 1) que fazem parte da primeira fase do Programa de Melhoramento da Cana-de-açúcar da Canavialis nas safras de 2014/2015. Os dados climatológicos como precipitação pluvial mensal (mm), temperatura máxima (°C), temperatura média (°C) e temperatura mínima (°C), foram coletados na Estação Meteorológica de cada local, e estão apresentados nos anexos 5, 6 e 7 respectivamente para Conchal – SP (CHL), Mandaguaçu –PR (MAN), Araçatuba –SP (ARA).

Tabela 1 - Classificação climática, altitude das localidades e suas coordenadas geográficas (Latitude e Longitude), tipo de solo e ambiente de produção segundo (Prado, 2008).

Localidade	Classificação Climática (Koeppen)	Latitude (S)	Longitude (w)	Altitude (m)	Tipo de Solo	Ambiente de Produção
Mandaguaçu – PR	Cfa	23° 21`	52° 6`	580	Latossolo Vermelho	D
Conchal –SP	Aw	22° 12`	47° 5`	590	Latossolo Vermelho Amarelo	C
Araçatuba – SP	Aw	21° 7`	50° 15`	400	Latossolo Vermelho	D

Para caracterizar os locais do experimento em ambientes de produção utilizaram-se as descrições de Prado (2008), que apresentam para a cultura da cana-de-açúcar uma tabela contendo cinco ambientes de produção, sendo cada ambiente subdividido literalmente em dois, destacando a importância da disponibilidade hídrica, além das condições químicas de fertilidade do solo. Nos ambientes de produção existem diferenças quanto à capacidade de armazenamento de água (CAD) para o Nitossolo e o Latossolo, de 125-150 mm e 60-80 mm, observou entre os 3 locais diferença na textura do solo caracterizando diferença de precipitação e no (CAD), classificou os ambientes considerando o potencial de produção para o ambiente C como média entre 85 a 90 toneladas de colmos por hectare (TCH), e para o ambiente D médio/baixo entre 80 a 85 TCH.

3.2 PERÍODOS DE CONDUÇÃO E AVALIAÇÕES

O experimento foi implantado primeiramente em bandejas de germinação (20 por 25 cm) que foram completadas com substrato e umedecidas. Em seguida, o semeio foi feito superficialmente e as bandejas plásticas revestidas por sacos plásticos, hermeticamente lacradas com uma seladora, simulando uma câmara úmida, que permaneceu por 72 horas.

As plântulas foram transplantadas para o campo no dia 30 de dezembro de 2013 em CHL e MAN e para ARA no dia 18 de dezembro de 2013 e o espaçamento entre plantas dentro da linha de plantio foi de 0,5 m e 1,5 m entre linhas. A colheita em cana planta foi efetuada no dia 15 de outubro de 2014. As avaliações foram feitas aos 4 meses em cana planta e aos 3 meses na soca.

As cariopses utilizadas no estudo foram obtidas a partir de cruzamentos de cana-de-açúcar realizados na estação de cruzamento da Canavialis, localizada no município de Maceió – Alagoas na primeira fase conhecida como hibridação, que ocorre no período entre março e junho. As hibridações utilizadas foram do tipo bi-parentais, utilizando dois parentais conhecidos.

Nos experimentos foram utilizadas 89 diferentes famílias (cruzamentos) com cariopses deslindadas. Em cada local foram plantados, 480 indivíduos por família, sendo 384 sem inoculação e 96 com inoculação com *S. scitamineum*. Os parentais envolvidos nos cruzamentos foram classificados quanto à reação ao carvão, de acordo com a Tabela 2, em que são consideradas informações do histórico dos genótipos, separando-os em:

- Resistente (R): não apresentou chicote em nenhuma parcela experimental.
- Intermediário (I): apresentou de 4 a 20 chicotes, não podendo ultrapassar 5% do total.
- Suscetível (S): apresentou mais que 21 chicotes por parcela.

Quando a porcentagem máxima estabelecida para cada nível foi ultrapassada, o genótipo foi automaticamente reclassificado no próximo nível.

Após a classificação, os cruzamentos foram divididos em 3 classes (Tabela 3):

- Suscetível: T contra S, S x S, S x I.
- Intermediário: I x T, R x S, S x R, S x T, T x I e T x T.
- Resistente: R x R, R x T, T x R, R x I e I x R.

Sendo (R). Resistente, (T). Tolerante, (I). Intermediário, (S). Suscetível.

Tabela 2 - Classificação dos parentais quanto a reação ao carvão, em relação á incidência (%) considerando se o número de chicotes.

Resistente		Intermediário		Suscetível	
Chicotes (N°)	Incidência (%)	Chicotes (N°)	Incidência (%)	Chicotes (N°)	Incidência (%)
0	0%	4 – 20	<=5%	>= 21	5%

* A incidência se refere a porcentagem de parcelas com a ocorrência dentro das faixas de número de chicotes.

Tabela 3 – Divisão de 89 famílias em 3 classes quanto a reação ao patógeno, com os tratamentos não inoculado e inoculado com *Sporisorium scitaminea*

	Classes				Total
	Suscetível	Intermediário	Resistente	Não classificado	
Número de famílias	4 (4,49 %)	17 (19,10%)	29 (32,58%)	38 (42,69%)	89 (100%)

Os cruzamentos realizados e semeados em 2013 foram divididos em grupos (tabela 3) na seguinte proporção para o Intermediário 19,10%, resistente 32,58%, Suscetível 4,49% e não classificados 42,69%.

3.3 OBTENÇÃO E PREPARO DO INÓCULO

Foi utilizado como inóculo teliosporos de chicotes de carvão, obtidos a partir ápices modificados da região de crescimento do colmo induzida pelo fungo. Os inóculos foram coletados na Usina Alto Alegre no município de Colorado –PR e na Usina Raizen no município de Araçatuba-SP conforme a Figura 1.



Figura 1– Identificação e retirada dos chicotes de carvão (A); Abertura dos chicotes na peneira (B); Teliósporo após a passagem pelas peneiras (C); embalado e armazenado com sílica (D), Araçatuba, PR.2014.

Fonte: O autor (2014)

Após a coleta, os chicotes foram levados em sacos plásticos imediatamente para uma sala para realizar a extração dos teliósporos por meio de abertura dos ápices em cima de duas peneiras

sobrepostas com uma bandeja coletora . Os teliósporos foram armazenados em sacos de papel permeável em vidros com sílica-gel a temperatura ambiente conforme recomendações de Mata (1975).

A viabilidade dos teliósporos foi calculada mediante testes de germinação em meio Ágar-Água realizados previamente com amostras armazenadas. No teste de viabilidade foi definido que para a concentração $1,0 \times 10^5$ teliósporo são necessários 1,5 gramas de teliósporos para cada 10 gramas de sementes.

3.4 INOCULAÇÃO

A inoculação nas sementes foi realizada no momento da semeadura. Inicialmente as sementes foram pesadas de acordo com o teste de germinação por cruzamentos feito pela Estação de Cruzamento em Maceió –AL. As sementes foram colocados em tubos Falcon juntamente com os teliósporos, tendo sido agitados até a constatação de homogeneização conforme a Figura 2.



Figura 2 - Pesagem de cariopse de cana-de-açúcar conforme taxa de germinação (A); Mistura da semente com o teliósporo de *Sporisorium scitamineum* em tubo falcon (B); Identificação das caixas (C); Semeio após a inoculação do *S. scitamineum* da semente (D), Conchal, SP. 2014.

Fonte: O autor (2014)

As plantas foram submetidas a uma segunda inoculação que foi feita nas plântulas após a retirada dos sacos plásticos. O preparo da suspensão foi realizado com teliósporo de *Sporisorium scitamineum*, retirados de cultivares suscetíveis proveniente da Usina Alto Alegre. Adicionou-se uma gota de espalhante adesivo, Tween 20 (polioxietilenosorbitano) a cada 1000 mL de suspensão e ajustou-se a concentração final $1,0 \times 10^5$ teliósporos viáveis/mL, por meio do uso de um hemacitômetro (câmara de Neubauer, Optik Labor, Germany). A suspensão de teliósporos foi aspergida sobre as

plântulas. As bandejas foram mantidas em casa de vegetação por 25 dias com aquecimento á temperatura variou entre 25°C a 32° C.

3.5 REPICAGEM E TRANSPLANTIO

A repicagem foi feita com 25 dias após o semeio, e a individualização em bandejas de 96 células conforme figura 3.

Em Conchal –SP foram produzidas as plântulas que, uma vez transplantadas para o campo, definem a primeira fase de seleção (SCR1). As avaliações foram em em parcelas de dois sulcos de 24 metros de comprimento.

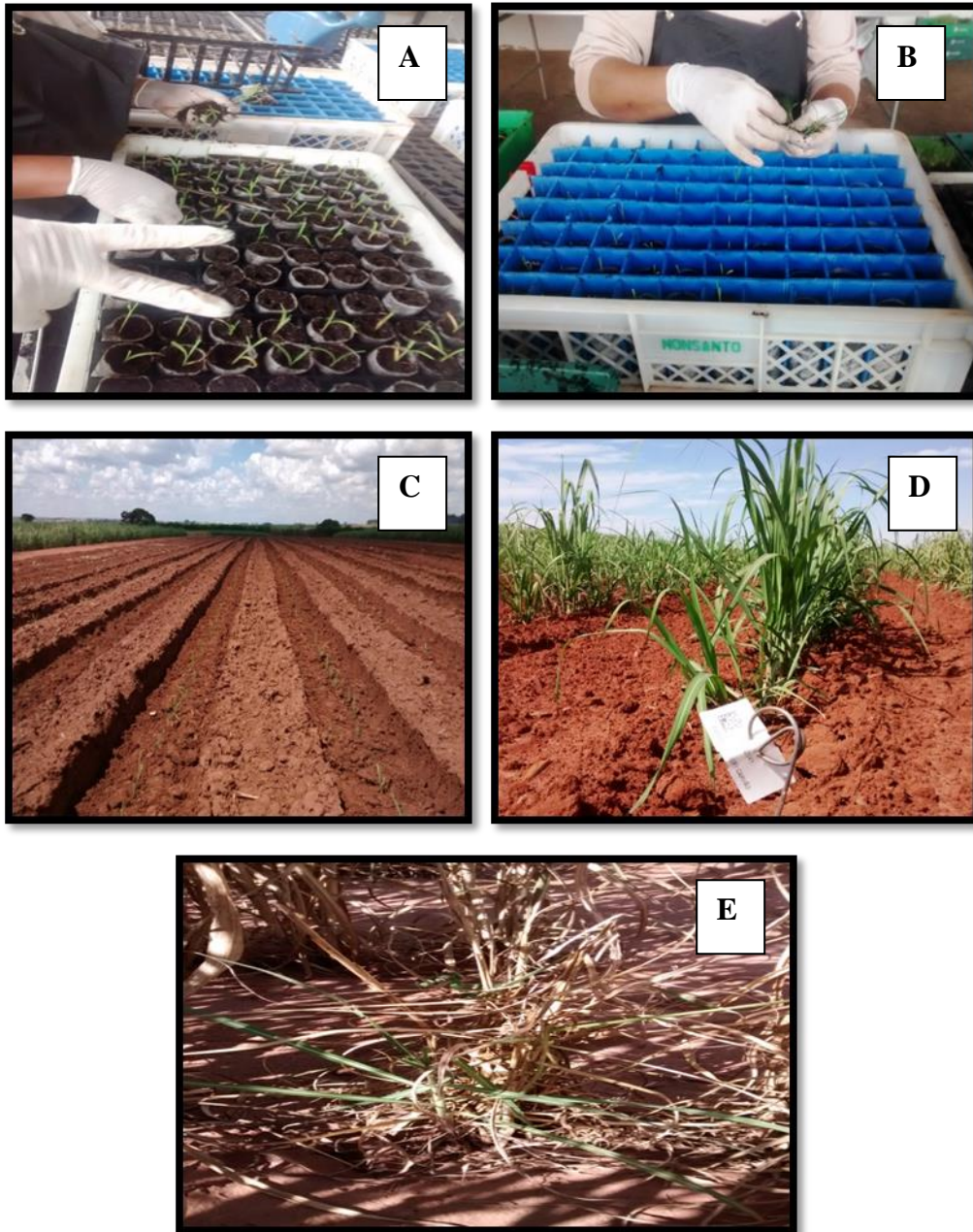


Figura 3 - Individualização das Plântulas de cana-de-açúcar (A); Plântulas com 30 dias após o semeio (B); Plântulas com 30 dias após o semeio (C); Transplante para o campo (D); Avaliação em cana -soca campo (E). Conchal, SP. 2014.

Fonte: O autor (2014)

3.6 PLANTIO DE CAMPO

Plântulas com 90 dias, mesmo cruzamento foram plantadas a uma distância de 0,5 m entre plantas e 1,5 m entre linhas. O plantio ocorreu em 3 áreas experimentais da Canavialis, situadas nos municípios de ARA, CHL e MAN. O delineamento foi o de blocos casualizados com fatorial 3 a 2 (três locais, inoculado e não inoculado). Cada tratamento foi constituído de 89 famílias. A parcela experimental foi constituída por duas linhas de 24 m, contendo 96 plantas. Foram utilizadas quatro repetições sem inocular e uma repetição inoculada de cada família, totalizando 384 plantas por família sem inocular e 96 plantas inoculadas por local.

3.7 ANÁLISE DOS DADOS

A avaliação da incidência do carvão foi feita de acordo com a metodologia de CASAGRANDE, (1998), com a contagem de touceiras doentes, determinando-se a incidência, e os resultados expressos em porcentagem de touceiras infectadas. Os dados foram transformados, $\frac{1}{\sqrt{(x + 0,1)}}$, para os dados de incidência em cana-planta e cana-soca. Então os dados transformados foram submetidos à análise de variância e as médias, comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, usando o software JMP SAS.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na análise de variância da incidência de carvão das 89 famílias (Tabela 4) avaliados nos municípios de ARA, CHL e MAN obtiveram-se efeitos significativos em todos os locais para a época de avaliação, o que significa que a incidência de carvão difere entre cana planta e cana-soca. Para o tratamento (inoculado e não inoculado) foi significativo para o município de ARA e CHL. Contudo a interação ciclo x tratamento não foi significativo somente para ARA, mostrando que o comportamento da interação ciclo x tratamento são semelhantes para CHL e MAN.

Tabela 4 – Análise de variância da incidência de carvão, touceira de carvão da cana-de-açúcar, quando comparado com ciclo cana-planta e cana-soca, para 89 famílias inoculadas e não inoculadas com *Sporisorium scitaminea* e a interação Ciclo x Tratamento.

Local	Variáveis		SQ	Teste F	Valor de P
Araçatuba –SP	Ciclo	1	235,70	485,98	<.0001
	Tratamento	1	2,73	5,62	0,0179
	Ciclo x tratamento	1	9,91	20,43	<.0001
Conchal –SP	Ciclo	1	1,404	16,214	<.0001
	Tratamento	1	7,323	84,544	<.0001
	Ciclo x Tratamento	1	0,822	9,489	0,002
Mandaguaçu –PR	Ciclo	1	45,423	169,189	<.0001
	Tratamento	1	0,215	0,800	0,371
	Ciclo x tratamento	1	0,465	1,732	0,189

Os dados mostraram que no primeiro ano, ciclo cana-planta houve incidência significativamente maior de carvão nas plantas inoculadas em relação às plantas não inoculadas, em Araçatuba-SP e em CHL. Contudo, em Mandaguaçu, PR esta diferença não foi significativa (Tabela 5). Em relação ao ciclo, observa-se que em cana –soca houve um aumento de incidência do carvão quando comparado com a cana –planta para todos os locais, favorecido por sucessivos anos com precipitação abaixo da média. (Tabela 5).

O mesmo ocorreu em relação ao tratamento, sendo que o inoculado apresentou valores maiores que o não inoculado em cana-planta, já para cana soca o não inoculado apresentou maior incidência que o inoculado (Figura 4).

Para o local houve diferença estatística para ARA e CHL, sendo MAN não apresentou diferença estatística (Tabela 5). Uma possível explicação para esse fato é que um dos locais de coleta dos teliósporos foi nas proximidades de MAN. RAGO et.al. (2009) estudaram populações do fungo coletados no Estado de São Paulo e verificaram diferenças na agressividade entre as populações quando comparadas à incidência da doença e à área sob a curva de progresso da doença.

Tabela 5 – Incidência média (%) de touceiras de carvão da cana-de-açúcar, nos ciclos de cana planta e cana soca, para 89 famílias submetidas à inoculação artificial e plantas não inoculadas com *Sporisorium scitaminea*, conduzidas nos municípios de Araçatuba e Conchal em SP, e em Mandaguáçu no PR, durante o ano agrícola 2013/2014.

Ciclo x Tratamento	LOCAL		
	Araçatuba -SP	Conchal -SP	Mandaguáçu - PR
Cana-planta, Não Inoculado	0,719 C	0,709 C	0,707 B
Cana-planta ,Inoculado	1,065 B	0,955 A	0,803 B
Cana-soca, Não Inoculado	2,053 A	0,852 B	1,329 A
Cana Soca ,Inoculado	1,945 A	0,974 A	1,311 A

*Médias seguidas de letras iguais, nas colunas, não diferem pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Na Tabela 6, observa-se a diferença entre as classes de cruzamento relacionadas à incidência de carvão. A incidência por classe variou entre 0% a 23% para os resistentes; entre 0% a 36% para os intermediários e entre 0% a 26% para os suscetíveis. Para o tratamento inoculado, observa-se variações entre 0 % a 23% para resistente; entre 0% a 19 % para intermediário e entre 0% a 14% e para o suscetível. Para o não inoculado as variações foram entre 0% a 23 % para o resistente; entre 0% a 36% para o intermediário e entre 0% a 25% para o suscetível.

Diferença entre os grupos de reação ao patógeno, para o inoculado verificou-se que o grupo suscetível (S), teve as menores médias de incidência comparado aos grupos resistente (R), e intermediário (I). A mortalidade precoce de plântulas suscetíveis pode ter sido influenciada pela inoculação drástica do carvão. Esse efeito foi observado por Carris et al. (2006) em arroz, sendo que as características do patógeno do carvão, não é de colonizar o embrião, as sementes infectadas com patógeno são frequentemente capazes de germinarem, embora existam casos em que as infecções são severas e matam o embrião transformando em massa negra pulverulenta de esporos.

Tabela 6 – Incidência (%) de touceiras de carvão da cana-de-açúcar, nos ciclos de cana- planta e cana-soca (ciclo), para 89 famílias submetidas à inoculação artificial e plantas não inoculadas com *Sporisorium scitaminea*, conduzidas nos municípios de Araçatuba e Conchal em SP, e em Mandaguacú, PR, durante o ano agrícola 2013/2014.

Tratamento	Local	Ciclo					
		Cana - Planta			Cana – Soca		
		S(%)	I (%)	R (%)	S (%)	I (%)	R (%)
Inoculado	Araçatuba – SP	0 - 2,6	0 – 7	0 – 2,4	0 – 5	0 – 19	0 – 14,3
	Conchal –SP	0 – 1,0	0 – 5,2	0 – 7,3	0-14	0 - 19	0 – 5
	Mandaguacú -PR	0	0 - 2,1	0 – 2,1	0 – 3,1	0 – 12,5	0 – 10,4
Não Inoculado	Araçatuba – SP	0	0 – 1,4	0	0 – 25,6	0 – 36,3	0 - 23,4
	Conchal –SP	0	0	0	0 - 3,2	0 – 4,4	0 – 4,3
	Mandaguacú -PR	0	0	0	0 – 5,2	0 – 14,6	0 – 11,5

Para o ciclo de cana-soca, a incidência da doença aumentou em ARA e MAN, mas não apresentou diferença significativa entre os tratamentos não inoculados e inoculado. Em CHL o aumento foi menor, mas a diferença entre não inoculado e inoculado no segundo ano de cultivo foi significativa.

Quanto à diferença no comportamento de plantas inoculadas e não inoculadas observada nos diferentes locais e épocas do ciclo (cana-planta e soca), pode ser atribuída a inoculação e a diferenças nas condições ambientais entre os 3 locais do ensaio que podem ser determinantes para o surgimento de epidemias.

As condições de temperatura e precipitação para os 3 locais durante os ciclos de cana- planta e cana-soca, foram distintas em relação ao volume de chuvas conforme as Figuras 5, 6 e 7. ARA apresentou 941,5 mm de chuvas, CHL 1305,1 mm, MAN com 2153,2 mm. Para a maioria das regiões canavieiras do país, o volume adequado de chuvas está estimado entre 1200 a 1500 mm, porém a distribuição é bastante irregular (OMETO, 1980).

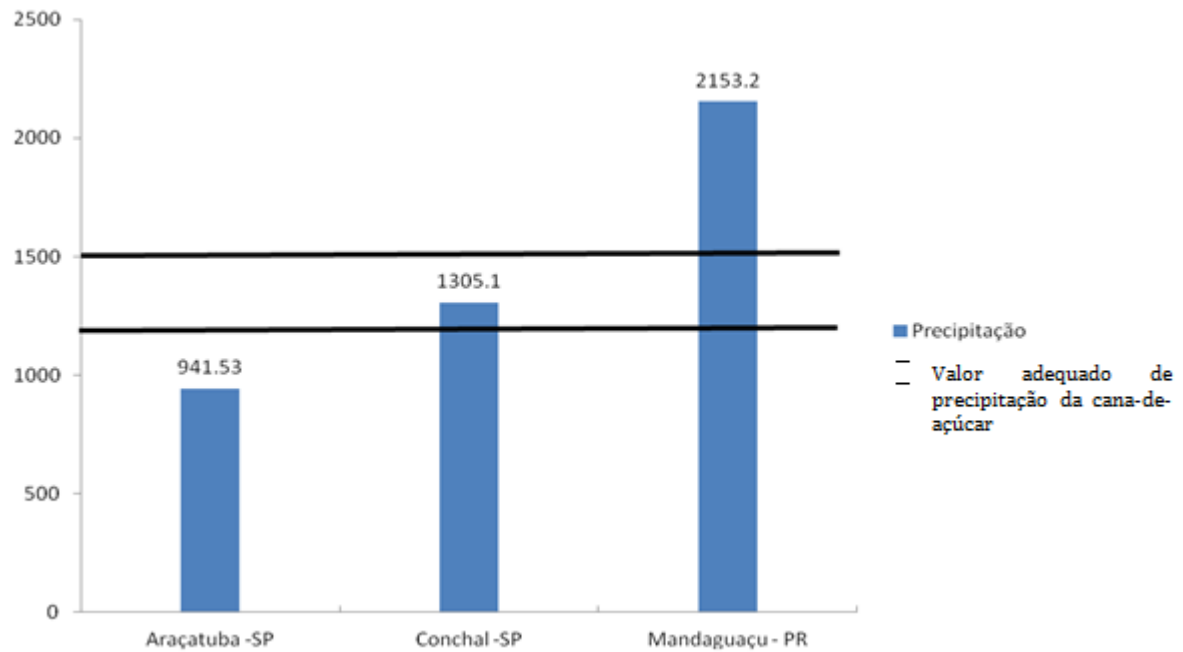


Figura 5 – Precipitação durante o período de outubro de 2013 a janeiro de 2015 nos locais Araçatuba – SP, Conchal –SP e Mandaguaçu - PR. Fonte: Estação Meteorológica Araçatuba – SP, Conchal –SP e Mandaguaçu - PR, Conchal - SP. 2015.

Constata-se que a quantidade de precipitação, nestes experimentos, para ARA esteve abaixo do limite mínimo, para CHL o volume foi adequado e para MAN o volume foi acima do adequado exigido pela cultura. Enquanto que para temperatura observou-se pequenas variações (Figura 5).

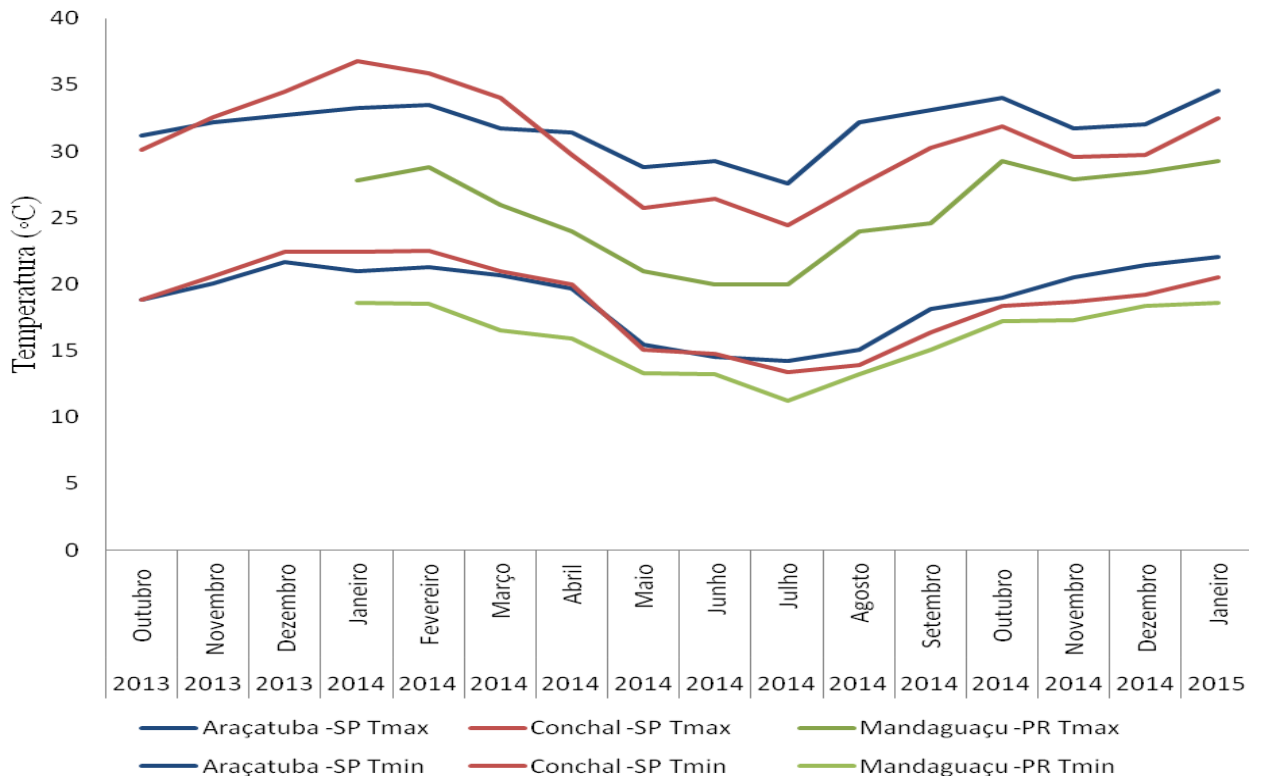


Figura 6 – Médias de temperatura mensal, ocorridas no período de outubro de 2013 a janeiro de 2015. Estação de melhoramento de Araçatuba – SP, Conchal –SP e Mandaguaçu - PR. Fonte: Estação Meteorológica Araçatuba – SP, Conchal –SP e Mandaguaçu - PR, Conchal - SP. 2015.

Os fatores climáticos que atuam na predisposição a doenças são: umidade, temperatura, luz e vento (AMORIM, 2011). Normalmente, os esporos são transportados aproximadamente 10 a 15 m, podendo vagar por maiores distâncias na ocorrência de vendavais (COMSTOCK; LENTINI, 2003). Em condições de estresse e solo de baixa fertilidade como em Araçatuba-SP, aliados a baixa precipitação proporcionou maior sobrevivência, disseminação e penetração da doença bem como de infecção.

Em ARA houve uma precipitação abaixo do necessário às plantas, e a média da temperatura mínima na maioria dos meses foi em torno de 20°C, enquanto as médias máximas em torno de 32°C. Nessas condições ambientais, onde há um estresse hídrico na planta somado ao calor, favorece o surgimento da doença (FIGUEIREDO et al., 1984). O aumento da doença nessas condições ocorre devido aos esporos sobreviverem por diversas semanas em solo seco, enquanto que em condições de umidade elevada sua viabilidade é reduzida. Para Almeida et al. (2008), a temperatura do ar afeta o crescimento da cana-de-açúcar, pois quando a temperatura ultrapassa 20°C, há um aumento na taxa de

crescimento da cultura, sendo que a faixa de 25°C a 33°C é a mais favorável ao desenvolvimento vegetativo.

Anon (1976) verificou a incidência de chicotes plantando gemas infectadas do cultivar H49-3335 nas temperaturas de 22, 26, 30 e 34°C, em que a maior incidência foi verificada em temperaturas mais altas. Hoy (1993) observou a longevidade de esporos entre 7 – 9 semanas em solos úmidos, quando esporos misturados em três solos secos a percentagem de esporos viáveis não começou a diminuir após 18 semanas. Verificou-se durante os anos 2013 e 2014, que em campos de avaliações em fases avançadas do melhoramento nos 3 locais, apresentou resultados de incidência em cana planta menores que na cana soca (dados não publicados). Conforme a Tabela 7, os dados de favorabilidade por regional verificou a influência inóculo de campo nos resultados para ARA e MAN com índices de incidência de 40% e 42% a inoculação perdeu a eficiência nesses locais, é para CHL com 20 % não influenciou no resultado.

Tabela 7 - Histórico de 4000 parcelas de incidência (%) quanto a reação ao carvão, considerando o número de chicotes, em fase avançada do melhoramento, determinando a favorabilidade por regional (Dados não publicado).

Regional	0	1 – 3	4 – 10	11-20	20≥
Araçatuba	60%	6%	10%	7%	18%
Mandaguaçu	58%	8%	9%	7%	17%
Conchal	80%	6%	8%	4%	3%

5 CONCLUSÕES

O método de inoculação de cariopses de cana-de-açúcar com *Sporisorium scitamineum* visando antecipar o descarte de genótipos susceptíveis ao carvão mostrou-se efetivo no ciclo de cana planta, mas este efeito não foi observado na cana soca, em todos os locais em que os experimentos foram conduzidos. Como a seleção de clones superiores é feita durante o ciclo de cana-soca no programa de melhoramento, a inoculação não apresentou resultados satisfatórios.

Já para locais como Conchal, a inoculação apresentou um efeito, mas não o suficiente para validar a inoculação no processo de semeadura.

REFERÊNCIAS

- AGROFIT, 2015. Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários, Disponível em: http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. Coordenação-Geral de Agrotóxicos e Afins. Acesso em: 10 fev. 2015.
- ALBERT, H.H.; SCHENCK, S. PCR amplification from a homolog of the *bE* mating-type gene as a sensitive assay for the presence of *Ustilago scitaminea* DNA. Plant Disease, ST. Paul, v.80, n.10, p.1189-1192, 1996.
- ALEXANDER, K. C. & PADMANABAN, P. (1992). Smut of sugarcane, In: Plant diseases of international importance, Diseases of sugar, forest, and plantation crops. A.N. Mukhopadhyay, J. Kumar, H.S. Chaube and U.S. Singh. Englewood Cliffs, USA, Prentice Hall: Vol. 4, pp. 1626
- ALMEIDA, A. C. S.; SOUZA, J. L.; TEODORO, I.; BARBOSA, G. V. S.; MOURA FILHO, G.; FERREIRA JÚNIOR, R. A. Desenvolvimento vegetativo e produção de variedades de cana-de-açúcar em relação a disponibilidade hídrica e unidades térmicas. Ciência Agro técnica, Lavras, v. 32, n. 5, p. 1441-1448, 2008.
- AMORIM, L.; PASCHOLATI, S.F. **Fisiologia do Parasitismo**. In: AMORIM, L.; REZENDE, J.A.M.; FILHO, A.B. Manual de Fitopatologia: Volume I Princípios e Conceitos. 4ª Edição. Piracicaba: Agronômica Ceres, 2011. 593-635.
- ANTOINE, R. Smut. In: MARTIN, J.P. ABBOTT, E.V., HUGHES, C.G. (Ed.). Sugarcane diseases of the world. Amsterdam: Elsevier, 1961. V.1, p.326-353.
- BACCHI, O.O.S. Botânica da cana-de-açúcar. In: ORLANDO FILHO J., **Coord. Nutrição e adubação da cana-de-açúcar no Brasil**. Piracicaba: IAA/ PLANALSUCAR, 1983.
- BARBOSA, E.A. Avaliação fitotécnica de cinco variedades de cana-de-açúcar para o município de Salinas – MG. 2005. 72p. Dissertação de (Mestrado na Área de Fitotecnia) – Universidade Estadual Sudoeste da Bahia, Salvador, 2005.
- BENDA, G.T.A. Breeding for disease resistance. In: COPERSUCAR INTERNATIONAL SUGARCANE BREEDING WORKSHOP, 1987. Piracicaba. **Proceeding...** Piracicaba: Copersucar. 1987.p.161-179.
- BERGAMIN FILHO, A. KIMATI, H. AMORIM, L. (ed.) **Manual de Fitopatologia: princípios e conceitos**. 3ª ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1995, v.1. 919p
- BIANCHINI, A.; MARINGONI, A. C. e CARNEIRO, S.M.T.P.G.; Doenças da Cana (*Shaccharum* spp.). KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J.A.M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A.; **Manual de fitopatologia: Doenças das plantas cultivadas**. 4ª Ed. Vol. 2, pag. 459-460 – São Paulo: Agronômica Ceres, 2005.

BREAUX, R. D.; MILLER, J. D. Seed Handling, germination and seedling propagation. In: HEINZ, J. D. (Ed.). **Sugarcane improvement through breeding**. Elsevier: Amsterdam, 1987. p.p.385-407.

BUENO, C.R. **Infecção por *Sporisorium scitamineum* em cana-de-açúcar: influência de variáveis ambientais e desenvolvimento de método para diagnose precoce**. 2010 69p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.

BURNER, D.M, GRISHAM, M.P. & LEGENDRE, B.L. (1993). **Resistance of sugarcane relatives injected with *Ustilago scitaminea***. *Plant Dis*. Vol. 77, pp. 1221 – 1223.

CABRAL, F. F. **Qualidade fisiológica e armazenamento de sementes de cana de- açúcar provenientes de diferentes cruzamentos**. 62 f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, 2007.

CAIEIRO J. T. **Avaliação da qualidade de sementes (cariopses) de cana-de açúcar (*Saccharum spp.*), como suporte ao melhoramento genético**. 55 f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.

CARRIS, L.M.; CASTLEBURY, L.A.; GOATES, B.J. Nonsystemic bunt fungi *Tilletia indica* and *T. horrida*: A review of history, systematics and biology. *Annual Reviews Phytopathology*; St. Paul, v. 44, n.5, p. 5/1-5/20, 2006.

CASAGRANDE, M.V. **Avaliação da incidência da doença e estimative de danos ocasionados pelo carvão (*Ustilago scitaminea* Sydow) em variedades de cana-de-açúcar**. 1998. 86p. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1998.

CASAGRANDE, A. A., VASCONCELOS, C. M. (2008) **Fisiologia da parte aérea**. In: Dinardo - Miranda, L.L., Vasconcelos, A. C. M., Landell, M. G. A. (eds). *Cana-de-açúcar*. 1 ed. Campinas: Instituto Agrônômico, v. 1, p. 57-78.

CESNIK, R.; MIOCQUE, J.J.Y. **Melhoramento da cana-de-açúcar**. Brasília: Embrapa, 2004.

CHEAVEGATTI-GIANOTTO, A.; ABREU, H.M.C.; ARRUDA, P.; BESPALHOK FILHO, J.C., BURNQUIST, W.L.; CRESTE, S.; DI CIERO, L.; FERRO, J.A.; FIGUEIRA, A.V.O.; FILGUEIRAS, T.S.; GROSSI-DE-SÁ, M.F.; GUZZO. E.C.; HOFFMANN, H.P.; LANDELL, M.G.A.; MACEDO, N.; MATSUOKA, S.; REINACH, F.C.; ROMANO, E.; DA SILVA, W.J., SILVA FILHO, M.C.; ULIAN, E.C. **Sugarcane (*Saccharum X officinarum*): a reference study for the regulation of genetically modified cultivares in Brazil**. *Tropical Plant Biology*, Dordrecht, v.4, p. 62-89, 2011.

COMSTOCK, J.C.; FERREIRA, S.A; TEW, T.L. Hawaii's approach to control of sugarcane smut. **Plant Disease**, St. Paul, v.67, p.452-457, 1983.

COMSTOCK, J.C.; LENTINI, R.S. Sugarcane smut disease. Florida sugarcane disease, Florida, 2005. Disponível em : <http://edis.ifas.ufl.edu/sc008/>. Acesso: 20 fev. 2015.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Cana-de-açúcar**: Primeiro levantamento abril, 2015. Disponível em: http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_04_13_09_39_02_boletim_cana_portugues_-_1o_lev_-_15-16.pdf. Acesso em: 05 de jun. 2015

COOPERATIVA CENTRAL DOS PRODUTORES DE CANA, AÇÚCAR E ÀLCOOL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Avaliação de diferentes métodos de inoculação do carvão da cana-de-açúcar (*Ustilago scitaminea* Sydow)**. Piracicaba: Centro de Tecnologia COPERSUCAR, 1995.19p. (Relatório Anual 1994/95).

DEAN, J.L. (1982). The effect of wounding and high pressure spray inoculation on the smut Reaction of sugarcane clones. *Phytopathology*, v. 71, p. 1023.

FARR, D.F., e ROSSMAN, A.Y. Fungal Databases, Systematic Mycology and Microbiology Laboratory, ARS, USDA. Disponível: <http://nt.ars-grin.gov/fungaldatabases/> Acesso em: 14 jun. 2015.

FAUCONNIER, R.E.; BASSEREAU, D. **La caña de azucar**. Barcelona: Blume, 1975.

FERREIRA; S.A., COMSTOCK, J.C. Smut. In: RICAUD, C.; EGAN, B.T.; GILLASPIE JR.; A.G.; HUGHES, C.G. (Ed). Diseases of Sugarcane – Major Diseases. Amsterdam: Elsevier, 1989.p.211-229.

FIGUEIREDO, P.; MATSUOKA, S.; SANGUINO, A.; PARADELA FILHO, O.; SILVA, W. M.; TOKESHI, H.; SILVEIRA, A. P. da; FIGUEIREDO Jr., E. R.; MELLO, S. S.; SUSUKY, S. Resistência de variedades de cana-de-açúcar a *Ustilago scitaminea* Syd. IV – Teste em condições de campo. **O Biológico**, São Paulo, v. 50, n. 1, p. 9-15, 1984.

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. 167p. Dissertação (Mestrado na Área de Fitopatologia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1993.

GLENN, A. E.; RYKARD, D.M., BACON, C.W. & HANLIN, R.T. (1998). Molecular characterization of *Myriogenospora atramentosa* and its occurrence on some new hosts. *Mycol. Res.* Vol. 102, No.4, pp. 483-490.

GRIVET, L.; ARRUDA, P. Sugarcane genomics: depicting the complex genome of an important tropical crop. **Current Opinion in Plant Biology**, London, v. 5 n. 2, p. 122-127, 2002.

HOFFMANN H. P. Melhoramento genético e as variedades de cana-de-açúcar. **Opiniões: A biotecnologia aplicada na Cana-de-açúcar**, p.28, jul.-Set, 2008.

- HOY, J.W., HOLLIER, C.A., FONTENOT, D. B., AND GRELEN, L. B. 1986. Incidence of sugarcane smut in Louisiana and its effect on yield. *Plant Dis.* 70: 59-60.
- HOY, J.W.; JIAXIE, Z.; GRELEN, L.B.; GEAGHAN, J.P. Longevity of Teliospores of *Ustilago scitaminea* in Soil, *Plant Disease*, United States, v.77, p.393-397, 1993.
- HUTCHINSON, P.B. (1970). A standardized rating system for recording varietal resistance to sugarcane disease. *Sugarcane Pathol. Newsletter*, Vol. 5, p. 7
- JAMES, G. Smut spore germination on sugarcane internode surfaces. **Proceedings of The South African Sugar Technologists Association**, Veracruz, p.179-180, 1973.
- LANDELL, M. G. A.; BRESSIANI, J. A. Melhoramento genético, caracterização e manejo varietal. In: DINARDO-MIRANDA, L. L.; VASCONCELOS, A. C. M.; LANDELL, M. A. **Cana-de-açúcar**. Campinas: Instituto Agrônômico, 2008. p. p.101-155.
- LEE-LOVICK, G. Smut of sugarcane – *Ustilago scitaminea*. **Review of Plant Pathology**, Wallingford, v.57, p.181-188, 1978.
- MAGAREY, R. C., BULL, J. I., SHEAHAN T., AND DENNEY, D. 2010. Yield losses caused by sugarcane smut in several crops in Queensland. *Proc. Aust. Soc. Sugar Cane Technol.* 32:347-354.
- MARIN, F. R. **Árvore do conhecimento cana-de-açúcar**. Brasília: AGEITEC. Disponível em:<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01_10_711200516716.html>Acesso em: 06 jun. 2015
- MARTINS, T. D. **Fungos associados às sementes de cana-de-açúcar (cariopses) no Brasil: identificação, patogenicidade e controle**. 102 f. Dissertação (Mestrado). Esalq/USP, Piracicaba, 2006.
- MATA, J.F.R.; TOKESHI, H. Comparação em três métodos de preservação de *Ustilago scitaminea*. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.2, p. 187-193, 1975.
- MATSUOKA, S.; SORDI, R.A; MASUDA, Y.; ARIZONO, H. Realiability and feasibility of the needle-bud puncture method for rapid identification of smut susceptible sugarcane clones. *Proceedings International Society Sugar Cane Technology*, Guatemala, v.19, p.375-385, p.1986.
- MENDES, M. A. S.; URBEN, A. F.; **Fungos relatados em plantas no Brasil, Laboratório de Quarentena Vegetal**. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Disponível em: <http://pragawall.cenargen.embrapa.br/aiqweb/michtml/fgbanco01.asp>. Acesso em: 14/6/2015
- MUNDKUR, B.B. Taxonomy of the sugarcane smuts. *Kew Bulletin*, London, v.10, p.525-533, 1939.
- OLWENY CO, O.; NGUGI, KAHIU.; NZIOKI, H.; GITHIRI, SM Evaluation of smut inoculation techniques in sugarcane seedlings. Kenya: *Sugar Tech*, v.4 p.341-345, 2008.

- OMETO, J. C. **Parâmetros meteorológicos e a cultura da cana-de-açúcar**. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1980. p.17.
- PEREIRA, W. **Cana, café e laranja: história econômica de Nova Iguaçu**. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas/SEEC, 1977.
- PEROS, J.P.; BAUDIN, P. Etude de la variabilité d' *Ustilago scitaminea* Syd. agent du carbón de la canne à sucre. *L'Agronomie Tropicale*, Montpellier, v. 38, p. 234-240, 1983.b
- PRADO, H. **Pedologia fácil-aplicações na agricultura**. Piracicaba. 205p. 2008. 2ª edição.
- RAO, N.V.M.; PRASKAJAM, P. Studies on sugarcane smut. **Proceedings International Society Sugarcane Technologists**, New Delhi, v.9, p.1048-1057, 1956.
- RAGO, A.M.; CASAGRANDE, M.V.; MASSOLA JUNIOR, N.S. Variabilidade patogênica de *Ustilago scitaminea* no estado de São Paulo. *Summa Phytopathologica*, Jaguariúna, v. 35, n.2, p.93-97, 2009.
- RIDESA, 201. **Melhoramento Genético**. Disponível em: <http://www.ridesa.com.br/?pagina=melhoramento>. Acesso em: 05/06/2015.
- SALOMÉ, J. L.; SAKAI, R. H.; AMBROSANO, E. Viabilidade econômica da rotação de adubos verdes com cana-de-açúcar. *Revista Brasileira de Agroecologia*, v. 2, n. 2, p. 116-119, out. 2007.
- SCARPARI, M. S.; BEAUCLAIR, E. G. F. Anatomia e botânica. In: DINARDOMIRANDA, L. L.; VASCONCELOS, A. C. M.; LANDELL, M. A. **Cana-de-açúcar**. Campinas: Instituto Agrônômico, 2008. p.p.45-56.
- SCHENCK, S. (2003). New race of sugarcane smut on Maui. Hawaii, Agriculture Research Center-*Pathology Report* Vol.69, pp. 1-4.
- SEGATO, S.V.; PINTO, A de S.; JENDIROBA, E.; NÓBREGA, J.C.M de. (Org.). **Atualização em produção de cana-de-açúcar**. Piracicaba: Alexandre de Sene Pinto, 2006, 415p.
- SINGH, K. & BUDHRAJA, T. R. (1964). The role of bud scales as barriers against smut infection. *Proceedings Bien Conf Sugarcane Res Dev*; v. 5, p. 687-90, 1964
- SINGH, N.; SOMAI, B.M. & PILLAY, D. (2005). In vitro screening of sugarcane to evaluate smut susceptibility. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, Vol. 80, pp. 259-266.
- SYDOW, H. Notizen uber *Ustilagigeen*. **Annual Mycology**, Lexington, v.22, p.277-291, 1924.
- TESTER M.; LANGRIDGE P. Breeding technologies to increase crop production in a changing world. **Science**, v. 327, p.818-822, 2010.
- TOKESHI, H. Carvão da cana-de-açúcar: etiologia e medidas de controle. *Revista da Sociedade dos Técnicos Açucareiros e Alcooleiros do Brasil*. Piracicaba: STAB, v.4 p.26-34, 1985.

TOKESHI, H. Doenças da cana-de-açúcar (híbridos de *Saccharum* spp.) in: KIMATI, H.; AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A.; REZENDE, J.A.M. (Eds.). *Manual de Fitopatologia*. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 1997. v.2, p.207-225.

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

UNIÃO DA AGROINDÚSTRIA CANAVIEIRA DE SÃO PAULO (UNICA). Cana-de-açúcar: Produtos. Disponível em: <http://www.unica.com.br/pages/cana_produtos.asp> Acesso em: 30 mai. 2015.

VIDHYASEKARAN, P, *Physiology of disease resistance in plants*. Boca Raton: CRC, 1988. Vol. 1, p. 149, Florida.

WALLER, J.M. (1970). Sugarcane smut (*Sporisorium scitaminea*) in Kenya. II. Infection and resistance. *Trans British Mycol Soc*; 54:405–14.

Walker, D.I.T. (1987) Breeding for disease resistance. In: *Sugarcane Improvement through Breeding* (ed. D. J. Heinz), p. 455–502. Elsevier, Amsterdam.

ANEXOS

Tabela 5 - Média mensal do período que cultivo Outubro de 2013 a janeiro de 2015, de elementos agro meteorológicos do Estação de Melhoramento da Canavialis em Conchal – São Paulo,

Ano	Mês	Temperatura °C		Média		Precipitação
		Máxima	Mínima	Máxima	Mínima	Mm
2013	Outubro	35	14	30.1	18.8	146
2013	Novembro	40	10	32.6	20.6	173
2013	Dezembro	39	18	34.5	22.4	219.4
2014	Janeiro	24	30	22.4	36.8	9
2014	Fevereiro	43	19	35.9	22.5	33
2014	Março	39	19	34.0	21.0	96
2014	Abril	34	12	29.7	20.0	26
2014	Maio	29	11	25.7	15.1	58
2014	Junho	30	9	26.4	14.8	0
2014	Julho	29	9	24.4	13.4	43.3
2014	Agosto	31	11	27.4	13.9	2
2014	Setembro	34	12	30.3	16.4	68
2014	Outubro	34.9	12.6	31.9	18.4	16.2
2014	Novembro	33.4	13.4	29.6	18.7	167.2
2014	Dezembro	34.7	14.2	29.7	19.2	173.2
2015	Janeiro	36.8	17.6	32.5	20.5	74.8
Ano						1305.1
Média		34.2	14.5	29.8	19.5	

mm=milímetro

Tabela 6 - Média mensal do período que cultivo Outubro de 2013 a janeiro de 2015, de elementos agro meteorológicos do Estação de Melhoramento da Canavialis em Mandaguaçu – Paraná.

Ano	Mês	Temperatura °C		Média		Precipitação
		Máxima	Mínima	Máxima	Mínima	Mm
2014	Janeiro	34	16	27.8	18.6	196
2014	Fevereiro	34.8	15.6	28.8	18.5	161
2014	Março	30.8	13.4	26	16.5	257.7
2014	Abril	30	10.6	24	15.9	134.5
2014	Maio	27	5.2	21	13.3	138
2014	Junho	26	5.8	20	13.2	201
2014	Julho	26	3.4	20	11.2	105
2014	Agosto	29	6.2	24	13.2	30
2014	Setembro	31.8	9.4	24.6	15.1	190
2014	Outubro	36.2	10	29.3	17.2	63
2014	Novembro	33.4	12.6	27.9	17.3	136
2014	Dezembro	33.6	14.4	28.4	18.4	215
2015	Janeiro	38	16.6	29.3	18.6	326
Ano						2153.2
Média		31.6	10.7	25.5	15.9	

mm=milímetro

Tabela 7 - Média mensal do período que cultivo Outubro de 2013 a janeiro de 2015, de elementos agro meteorológicos do Estação de Melhoramento da Canavialis em Araçatuba – São Paulo.

Ano	Mês	Temperatura °C		Média		Precipitação
		Máxima	Mínima	Máxima	Mínima	Mm
2013	Outubro	36.99	13.76	31.19	18.86	38.3
2013	Novembro	36.12	16.2	32.15	20.06	120.05
2013	Dezembro	37.5	18.79	32.69	21.68	95.1
2014	Janeiro	36.11	18.52	33.25	21	84.2
2014	Fevereiro	37.6	19.01	33.51	21.28	64.5
2014	Março	34.52	17.36	31.74	20.64	102.58
2014	Abril	34.69	13.95	31.45	19.69	13.4
2014	Mai	33.4	8.26	28.81	15.48	18.4
2014	Junho	33.56	7.52	29.3	14.51	1.1
2014	Julho	33.99	7.8	27.58	14.2	13.1
2014	Agosto	37.93	12.1	32.17	15.1	0.3
2014	Setembro	38.61	14.8	33.11	18.13	79.1
2014	Outubro	41.22	13.89	34.02	18.99	10.2
2014	Novembro	35.41	16.32	31.7	20.51	2.1
2014	Dezembro	36.21	18.35	32.04	21.47	129.3
2015	Janeiro	39.17	20.42	34.57	22.03	169.8
Ano						941.53
Média		36.44	14.82	31.83	18.98	

mm=milímetro