AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DE DOIS SISTEMAS DE TRATAMENTO TÉRMICO PARA INATIVAÇÃO DA BACTÉRIA CAUSADORA DO RAQUITISMO DA SOQUEIRA EM CANA-DE-AÇÚCAR

ANTONIO CARLOS ARABICANO GHELLER

Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof. Dr. OSWALDO PEREIRA GODOY

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Mestre em Agronomia - Área de Concentração: Fitotecnia.

PIRACICABA
Estado de São Paulo - Brasil
Dezembro - 1986

AGRADECIMENTOS

- . Ao PLANALSUCAR/IAA - Programa Nacional de Melhoramento da Cana-de-Açúcar pela oportunidade de participar do desenvolvimento da tecnologia canavieira no Brasil.
- . Ao Engº Agrº Alonso Keese Dodson, Ex-Coordenador Regional Sul do PLANALSUCAR, pelo incentivo e indicação para o curso de pós-graduação.
- . Ao Ex-Superintendente Geral do PLANALSUCAR, Dr. Nadir Almeida Gloria, pela oportunidade de realizar o curso, e a seu sucessor, Engº Agrº Luiz Carlos Correa Carvalho, pela oportunidade de concluir os trabalhos didáticos de pós-graduação.
- . Ao Dr. Hasime Tokeshi, Ex-Supervisor de Melhoramento do PLANALSUCAR e aos colegas da Seção de Melhoramento da Coordenadoria Regional Sul, especialmente ao Dr. Sizuo Matsuoka, pelo amparo técnico e institucional que permitiu a reorganização de toda nossa vida profissional.
- . Ao Prof. Dr. Oswaldo Pereira Godoy, nosso orientador, pelo encaminhamento, compreensão e liberdade oferecidas na elaboração dos trabalhos disciplinares e da dissertação, e pela confiança creditada de que poderíamos cumprir nossas responsabilidades acadêmicas e técnico-científicas.
- . Ao Dr. Sizuo Matsuoka e Dr. Yodiro Masuda, pela orientação e facilidades concedidas ao desenvolvimento deste trabalho.
- . Aos companheiros, Técnicos Agrícolas Antonio Paulo Mazon Març

chetti, Nobuyoshi Ojima, Luiz Carlos Dizerô, Francisco Roberto Pereira, Cesar Evair Ciola, pela imprescindível atuação nos trabalhos de campo e laboratório de fluxometria, sem a qual seria impossível conduzir este estudo.

- . Ao Biólogo José Abramo Filho e Auxiliar Munira Elias Stolf, pelas leituras de microscopia de contraste de fase.
- . À Engª Agrª Sônia Maria de Stefano Piedade pelo processamento estatístico e sugestões apresentadas, e ao Engº Agrº Norberto Lavorenti pelo dimensionamento estatístico projetado.
- . À Bibliotecária Ana Maria Zaia Gheller pela organização das citações bibliográficas e em conjunto com as Bibliotecárias Sueli A. Metzker Pereira Ribeiro e Maria Eloisa L. da Costa pelo auxílio na revisão de literatura.
- . À Roseli Ap. Cressoni Sampaio e Aparecida de Lourdes Mussarelli Massaro pelos trabalhos de datilografia e revisão dos textos, e à Maria Luiza Finardi Mazetto pela redação do resumo na versão para o idioma inglês.
- . À Fitopatologista Marineide M. Aguilera pelas sugestões e adequação do texto na língua inglesa.
- . A todos aqueles que anonimamente contribuíram para a realização deste aperfeiçoamento profissional, e confiaram na possibilidade de concluí-lo oportunamente.

ÍNDICE

	Página
LISTA DE TABELAS	vi
RESUMO	viii
SUMMARY	xi
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	5
2.1. Importância econômica do RSD	6
2.2. Agente causal do RSD	10
2.3. Controle do RSD	16
. Tipos de equipamentos para a termoterapia	18
. Controle do RSD por água quente	20
. Equipamento de termoterapia através de água	26
2.4. Diagnose do RSD	30
. Diagnose por microscopia de contraste de fase	33
. Diagnose por fluxometria	35
3. MATERIAL E MÉTODOS	39
3.1. Sistemas de tratamento térmico.....	39
3.2. Variedades empregadas e obtenção das mudas tratadas	40
3.3. Ensaio de campo	41
. Delineamento experimental	41
. Instalação e condução do ensaio no campo	41

	Página
. Parâmetros agrícolas analisados	42
. Análises estatísticas	43
3.4. Avaliação da eficiência dos sistemas	43
. Fluxometria de água através dos colmos ..	43
. Avaliação dos sintomas vasculares do RSD	44
. Contagem de bactérias (<i>Clavibacter xyli</i> subsp. <i>xyli</i>) através de microscopia de contraste de fase	45
3.5. Apêndice	46
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	48
4.1. Avaliação dos parâmetros agrícolas	48
4.1.1. Produção de colmos por parcela	48
4.1.2. Diâmetro médio dos colmos (mm)	51
4.1.3. Altura média dos colmos (cm)	53
4.1.4. Número de colmos industrializáveis	54
4.2. Avaliação da eficiência dos sistemas de tra- tamento térmico	59
4.2.1. Fluxometria de água através dos col- mos	59
4.2.2. Avaliação de sintomas vasculares de RSD	61
4.2.3. Contagem de bactérias (<i>Clavibacter xy</i> <i>li</i> subsp. <i>xyli</i>) através de microscopia de contraste de fase	64
5. CONCLUSÕES	72

	Página
6. LITERATURA CITADA	73
APENDICE	85

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1. Produção de colmos em toneladas por hectare (t/ha) e peso médio das parcelas experimentais (kg) em cana planta e soca de 3 variedades, com 3 tratamentos cada.	49
Tabela 2. Diâmetro médio entre medidas na base, meio e ponta dos colmos, em cana planta e soca de 3 variedades, com 3 tratamentos cada	52
Tabela 3. Altura média em cana planta e soca de 3 variedades, com 3 tratamentos cada	55
Tabela 4. Número de colmos por hectare e número médio de colmos das parcelas experimentais, em dois cortes consecutivos, para 3 variedades com 3 tratamentos cada	56
Tabela 5. Medidas de fluxo de água através dos colmos, em mililitros por 15 minutos a 30mm Hg de pressão negativa, em cana planta e soca de 3 variedades, com 3 tratamentos cada	60
Tabela 6. Avaliação de sintomas vasculares de RSD, em cana planta e soca, observada nos colmos submetidos ao fluxo de água, para 3 tratamentos em 3 variedades	62

Tabela 7.	Contagem de bactérias através de microscopia de contraste de fase, em extratos do xilema de colmos da variedade CB41-76, cana soca, e avaliação destes colmos para fluxo de água e sintomas vasculares de RSD	65
Tabela 8.	Contagem de bactérias através de microscopia de contraste de fase, em extratos do xilema de colmos da variedade NA56-79, cana soca, e avaliação destes colmos para fluxo de água e sintomas vasculares de RSD	67
Tabela 9.	Contagem de bactérias através de microscopia de contraste de fase, em extratos do xilema de colmos da variedade CB49-260, cana soca, e avaliação destes colmos para fluxo de água e sintomas vasculares de RSD	69

RESUMO

AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DE DOIS SISTEMAS DE TRATAMENTO TÉRMICO PARA INATIVAÇÃO DA BACTÉRIA CAUSADORA DO RAQUITISMO DA SOQUEIRA EM CANA-DE-AÇÚCAR

Autor: Antonio Carlos Arabicano Gheller

Orientador: Prof. Dr. Oswaldo Pereira Godoy

A avaliação comparativa da eficiência dos sistemas de tratamento térmico disponíveis no Brasil para a inativação da bactéria *Clavibacter xyli* subsp. *xyli*, causadora do Raquitismo-da-Soqueira (RSD) em cana-de-açúcar, constituiu o objetivo principal deste estudo.

Foram utilizados os equipamentos que caracterizam o sistema de tratamento térmico de gemas isoladas e o sistema de toletes de três gemas, ambos com fabricação seriada. Para o tratamento térmico comparativo escolheu-se as variedades de cana-de-açúcar CB41-76, CB49-260 e NA56-79, consideradas suscetíveis ao RSD, e que se encontravam altamente infectadas, para maior clareza da manifestação de eficiência dos equipamentos. O planejamento do trabalho definiu a avaliação de parâmetros agrícolas que pudessem ser influenciados pelo RSD tais como: produtividade agrícola, diâmetro e altura mé-

dia dos colmos, e numero de colmos industrializáveis por área. Como tais parâmetros são fortemente influenciados pelo meio, notadamente a precipitação pluviométrica, lançou-se mão de métodos desenvolvidos mais recentemente para avaliação do RSD que são a fluxometria de água através dos colmos (nós) e microscopia de contraste de fase, correlacionando-os, ainda com a tradicional visualização dos sintomas internos de RSD nos colmos. Os trabalhos de campo e laboratório foram conduzidos na Estação Experimental de Cana-de-Açúcar do IAA/PLANALSUCAR em Araras-SP, em cana planta e primeira soca.

Os resultados confirmaram a significativa recuperação da produtividade agrícola pelo uso do tratamento térmico a $50,5^{\circ}\text{C}/2$ horas em cana-de-açúcar. Na média das três variedades estudadas houve ganhos de rendimento agrícola da ordem de 17% em cana planta e 30% em cana soca, comparando-se os dados médios dos dois sistemas de tratamento térmico com as plantas não tratadas e bastante contaminadas pelo RSD. Não houve interferência do RSD no número de colmos industrializáveis por área, sendo os fatores de influência na produtividade agrícola o diâmetro e altura média dos colmos.

O confronto dos parâmetros agrícolas com as medidas de fluxo de água através dos colmos, a contagem de bactérias por microscopia de contraste de fase e a sintomatologia vascular do RSD, com avaliações em colmos doentes (RSD) e tratado termicamente pelos dois sistemas, possibilitou mostrar a correlação direta e estreita entre todos os métodos empregados

na detecção do RSD.

Concluiu-se que os sistemas de tratamento término de gemas isoladas e de toletes de três gemas são igualmente eficientes na inativação do agente causal do RSD.

SUMMARY

EVALUATION OF THE EFFICIENCY OF TWO HOT WATER TREATMENT SYSTEMS FOR THE INACTIVATION OF SUGARCANE RATOON STUNTING DISEASE BACTERIUM

ANTONIO CARLOS ARABICANO GHELLER

Adviser: Oswaldo Pereira Godoy

The main objective of this study was the comparison of the efficiency of two hot water treatment equipments, commercially available in Brazil, for the inactivation of the bacterium *Clavibacter xyli* subsp. *xyli*, the pathogen of sugarcane ratoon stunting disease: the hot water treatment of single-bud setts and the hot water treatment of three-bud setts.

Highly infected seed pieces of sugarcane varieties CB41-76, CB49-260 and NA56-79, all of them considered susceptible to RSD, were treated in both equipments and planted in nurseries besides untreated control plots. A year after the experiment was installed in randomized blocs, with six replications, in order to obtain a clear comparison of the efficiency of both systems.

The parameters utilized to evaluate the efficiency of the equipments were: cane yield, number of millable

stalks, diameter and average height of stalks, in treated and untreated plots. As these parameters may be strongly influenced by the environment, mainly rainfall, the evaluations were complemented by other methods, recently developed to evaluate RSD, i.e., measurement of water flux through the stalks nodes and phase contrast microscopy to detect the bacterium. Also, these evaluations were compared to the traditional evaluation of RSD by the internal symptoms of the disease.

Field and laboratory experiments were carried out at IAA/PLANALSUCAR - Sugarcane Experiment Station at Araras -SP, in plant cane and first ratoon.

As expected, the hot water treatment at 52°C/2 hours, whichever the method used, promoted significant recovery of cane yield in the three varieties, with an average increase of 17% in plant cane and 30% in the first ratoon. The disease did not interfere on the number of millable stalks per area. The influence observed were on the diameter and average stalk height.

The water flux method, the phase contrast microscopy and the internal symptom observation correlated well among them, no matter whether the cane was highly infected or with residual infection after the hot water treatment.

It was concluded that the heat treatment of single-bud and three-bud sett systems are equally efficient for the inactivation of the RSD causal bacterium.

1. INTRODUÇÃO

Apesar da grandiosidade atual do conjunto agro-industrial canavieiro do Brasil, o que o coloca como o maior produtor mundial de cana-de-açúcar e álcool, o crescimento horizontal da fronteira agrícola canavieira para condições de solo e clima nunca explorados em cana-de-açúcar, bastante incentivada a partir de 1975 pela criação do Programa Nacional do Alcool - PROÁLCOOL, vem acompanhado de problemas que são refletidos na baixa produtividade média (54 t/ha). Mesmo Estados mais tradicionalmente produtores como São Paulo, onde estão localizados 2 dos 4 milhões de hectares de cana-de-açúcar do Brasil, apresenta produtividade agrícola média de 62 t/ha cultivado, bastante abaixo do potencial real de produção já viabilizado por algumas unidades produtoras melhor administradas.

A tendência de se buscar aumento da produtividade de agroindustrial sugere investimentos na tecnologia de produção e principalmente redução de perdas. Dentre os fatores que determinam perdas, as doenças da cana-de-açúcar situam-se como dos mais importantes. A própria história da lavoura canavieira no Brasil mostra exemplos dessa afirmação com as epidemias sucessivas de gomose da cana-de-açúcar por volta de 1860-1880, de mosaico em 1922, e a constatação e medidas de controle do carvão a partir de 1951, com severos prejuízos aos produtores canavieiros. As doenças de natureza endêmica, entretanto, têm provocado perdas constantes, notadamente na atual expressão da área cultivada em cana-de-açúcar. Entre essas doenças destaca-se o raquitismo da soqueira, considerada indubitavelmente a doença mais importante da agroindústria canavieira mundial.

STEINDL (1961) considera que o raquitismo da soqueira, conhecido mundialmente como "ratoon stunting disease" - RSD, tem causado mais prejuízos aos países canavieiros, nos últimos anos, que todas as outras doenças da cana-de-açúcar.

Quando da descoberta do RSD, na Austrália, a termoterapia, utilizada até então para controlar outras doenças, foi a opção natural para o controle do RSD. Dada a eficiência demonstrada, o tratamento térmico passou a ser largamente utilizado pelos países canavieiros.

Embora muitas empresas canavieiras tivessem adotado o tratamento térmico para o controle do RSD, a partir de equipamentos de fabricação própria, no Brasil a termoterapia

sô passou a ser utilizada intensivamente com o dimensionamento do sistema de termoterapia de gemas isoladas feito pela COPER-SUCAR (SILVA, 1976). Posteriormente, TOKESHI *et alii* (1983) desenvolveram o equipamento para tratamento térmico de toletes de três gemas, e atualmente ambos os modelos estão sendo utilizados pelos produtores.

A termoterapia pode ser realizada por diferentes tipos de equipamentos, desde que seja de real eficiência na inativação do agente causal do RSD. BENDA e RICAUD (1977) consideram que o sistema de tratamento térmico pode ser modificado para aceitar gemas isoladas, colmos inteiros ou toletes.

Dada às diferentes características dos equipamentos para tratamento térmico disponíveis em fabricação serial no Brasil, e em razão das profundas diferenças de concepção, operação, volume de colmos tratados, tempo para atingir o plantio dos viveiros iniciais, custos dos equipamentos e da operacionalização dos sistemas funcionais (gemas isoladas ou toletes de 3 gemas), têm surgido, com frequência, dúvidas sobre qual sistema adotar, principalmente quanto à eficiência comparativa entre eles. A resposta dessa questão constitui o objetivo do presente trabalho.

As dificuldades de diagnose precisa do RSD, devido aos diversos fatores envolvidos tais como características varietais, condições climáticas, estado fisiológico da planta e presença de outras doenças, contribuíram para a impossibilidade de se avaliar os dois sistemas de tratamento térmico, com

suficiente precisão, principalmente quando o agente causal ocorresse em baixa intensidade de infecção. A partir do desenvolvimento da avaliação do RSD via fluxometria, via microscopia de contraste de fase e associando-se ainda os sintomas diagnósticos vasculares da doença e as características dos parâmetros agrícolas afetadas pela doença e recuperados por ambos os sistemas de tratamento térmico, conseguiu-se instrumental de apoio técnico para o objetivo de se elucidar a questão então existente, sobre a eficiência de eliminação do RSD em canas tratadas a partir do sistema de tratamento térmico de gemas isoladas e a partir do sistema de tratamento térmico de toletes de três gemas.

2. REVISÃO DE LITERATURA

O raquitismo da soqueira (RSD) da cana-de-açúcar foi inicialmente observado na Austrália, nos anos de 1944-45, incidindo na então nova e promissora variedade Q28. Após uma primavera com baixa precipitação pluviométrica, vários campos ou parte de alguns campos da Q28 apresentaram péssimo desenvolvimento das soqueiras, quando comparados a soqueiras próximas da mesma variedade (STEINDL, 1961). Em pouco tempo este mesmo autor definiu, após testes experimentais, que o RSD era uma doença transmissível que poderia ser espalhada artificialmente pelos instrumentos de corte da cana-de-açúcar, contaminados por extratos de plantas doentes.

Embora tenha sido caracterizada primeiramente na Austrália, nada se pode afirmar quanto à origem do RSD.

STEINDL (1961) considerou que o RSD existiu sem ser detectado por muitos anos e foi transferido entre países canavieiros através das trocas de variedades. A partir da caracterização do RSD em 1949, relatos sucessivos acusaram a ocorrência na maior parte dos países canavieiros. HUGHES (1978) considerou que, devido à dificuldade de identificação, fosse provável que o RSD ocorresse onde quer que a cana-de-açúcar fosse cultivada.

KING (1954) definiu o RSD como responsável pela citada "degenerescência" que a cana-de-açúcar apresentava após anos de utilização sucessiva, de causa não determinada ou considerada de natureza genética.

No Brasil, o RSD foi constatado em 1956 pelo pesquisador F.M. Veiga, em Campos-RJ e por Bento Dantas no Estado de Pernambuco, conforme citações de MATSUOKA (1971b). Este autor considera a doença disseminada generalizadamente por todos os canaviais do Brasil, atualmente.

2.1. Importância econômica do RSD

A importância do RSD em cana-de-açúcar deve ser atribuída a três fatores fundamentais: pelas perdas que provoca, pela dificuldade de ser detectada em face da inexistência de sintomas externos evidentes, e por último, pela inexistência de controle através de variedades resistentes. TOKESHI (1980) acrescentou ainda que a doença sofre influência de fatores ambientais principalmente regime de chuvas, evapotranspira

ção, tipo de solo, podridões de raízes e tolerância varietal.

HUGHES (1974) definiu as perdas causadas pelo RSD como dependentes da tolerância das variedades e disponibilidade de água no solo, variando por isso de pequena a severa intensidade. O mesmo autor classificou as perdas por RSD em dois grupos: perdas indiretas (emergência e perfilhamento deficientes, cultivos extras nas canas planta e sóca, maior custo da colheita devido a menor produtividade agrícola e a presença de plantas daninhas e menor longevidade das lavouras), e perdas diretas (menor produção com canas planta e soqueiras, menor número de cortes e custos atribuídos às necessidades de controle da doença); somente com redução da produção em um ano, em regiões mais secas da Austrália, estimou-se em 30% as perdas provocadas pelo RSD.

Onde quer que o RSD seja estudado em relação aos prejuízos que provoca, evidencia-se a importância da doença. MATSUOKA (1976) utilizando colmos tratados em equipamento convencional de 10.000 litros de água, demonstrou ganhos de 19% e 32% para as variedades CB41-76 e CB49-260, respectivamente, em média de cana planta e primeira sóca, quando comparadas com colmos que não foram tratados termicamente; isto representou produtividades adicionais de 16 t/ha e 25 t/ha, respectivamente. Ainda no Estado de São Paulo, MATSUOKA (1984b) voltou a apresentar resultados expressivos do efeito do RSD na produção agrícola da cana-de-açúcar, traduzidos pela demonstração de perdas de 16%, 24% e 37%, para as variedades CB41-76, CB49-260

e IAC52-326, respectivamente, considerando-se três cortes sucessivos. No Estado de Pernambuco, IAA/PLANALSUCAR (1976) apresentou o RSD como fator de perda de 16% em açúcar, quando comparadas plantas doentes e sadias da variedade Co331, uma das mais cultivadas em Pernambuco e também no Estado de Alagoas.

Em outros países, as avaliações de prejuízos causados pelo RSD é bastante coerente com os dados produzidos no Brasil. STEINDL (1961) citou para diversas variedades testadas na Austrália, perdas de 10-15% em cana planta e 20-25% em cana soca, como efeito normalmente comprovado. O mesmo autor informou que em áreas com irrigação normal e sub-irrigadas do Havai, em colheitas de canaviais com ciclo de 25 meses, verificou-se diminuição de produção de 14,7% (irrigação normal) e 33,6% (sub-irrigação). Na África do Sul avaliaram perdas na produção agrícola da ordem de 10 a 25% na variedade mais plantada, NCo376. (DROUGHT... 1980).

Ainda STEINDL (1961) definiu a redução da produção agrícola principalmente devido à ocorrência de colmos mais finos e curtos do que propriamente à redução do número de colmos, embora num ano seco o número de colmos fosse também reduzidos e com muita irregularidade no comprimento dos colmos da touceira. Observou-se que o "raquitismo" característico da doença não é uniforme entre touceiras, e talhões doentes mostram crescimento irregular. Melhorias na técnica cultural como maior profundidade do preparo do solo, cultivos intensivos e fertilização extra não reduziram o efeito do RSD. Entretanto,

irrigações adequadas, notadamente no estágio inicial do crescimento, tende a prevenir perdas principalmente em primeiro corte e em variedades bastante suscetíveis. O mesmo autor considerou que o RSD tem pequeno efeito no conteúdo de açúcar do colmo, embora existam informações de que o colmo doente tem pequena porcentagem a mais de sacarose que a sadia, o que poderia ser atribuído ao crescimento mais vigoroso deste colmo sadio.

SINGH (1974) estudou as características da produção de dez variedades de cana-de-açúcar com e sem RSD e chegou aos resultados seguintes sobre o efeito prejudicial causado pela doença: menos 27,5% na porcentagem de germinação; menos 25,5% no número de touceiras; menos 31,5% no número de colmos industrializáveis; menos 9% na média do número de colmos por touceira; menos 36,5% no peso médio dos colmos; menos 4,1% no peso médio por colmo; menos 6,7% no comprimento médio por colmo; menos 3,5% na extração de caldo; menos 3,7% no brix; menos 5,2% de sacarose e menos 1,2% na pureza. Concluiu que o RSD tem pequeno efeito no conteúdo de sacarose, sendo as perdas na produção agrícola as principais responsáveis pela diminuição de açúcar na área cultivada.

Embora existam muitos dados sobre os prejuízos causados pelo RSD na produção agrícola, poucas informações caracterizam os fatores da produção envolvidos no processo das perdas. É evidente que a complicação de análise dos fatores de produção agrícola existe e é provocada pela grande interação

solo x planta x clima, que interferem significativamente nos resultados comparativos entre colmos com RSD e colmos sadios. Estes fatos definem também, a impossibilidade de, somente com parâmetros de natureza agrícola ou derivados dos fatores que definem a produção agrícola, avaliar-se comparativamente colmos com diferentes graus de contaminação pelo RSD, notadamente quando essa contaminação ocorre em baixo nível, como é o caso de colmos submetidos à operação de controle. Consequentemente fica impossível avaliar-se corretamente técnicas ou equipamentos diferentes de controle do RSD, apenas com avaliação das perdas provocadas pela doença na produção agrícola.

2.2. Agente causal do RSD

STEINDL (1961) considerou o agente causal do RSD como sendo um vírus, devido ao insucesso das tentativas de isolamento desse agente causal, ausência de microrganismos em estudos microscópicos, tolerância à diluição do caldo contaminado e ao modo de transmissão da doença.

FORBES e LING (1960) observaram em microscopia eletrônica, partículas de dois tipos associadas a extratos de folhas com RSD. Não observaram as mesmas partículas em extratos de folhas sadias. Sugeriram que tais partículas eram do vírus causador do RSD. Embora outros métodos de detecção de viruses de plantas como absorção ultravioleta, eletroforese, testes serológicos e testes colorimétricos tenham todos falhados para demonstrar a presença do vírus em tecidos vegetais com

RSD, isto não provocou dúvida sobre a natureza virótica do agente causal do RSD (STEINDL, 1961).

GILLASPIE *et alii* (1966) adotando técnicas particulares de clarificação e centrifugação de caldo de cana e centrifugação com gradiente de densidade admitiram o isolamento do agente causal do RSD, que aparentemente seria um vírus esférico de tamanho indeterminado.

TEAKLE (1974) concluiu que a correlação entre infecção e alguma partícula semelhante a vírus não tinha sido demonstrada, sendo portanto, inconvincentes as associações nesse sentido. GILLASPIE *et alii* (1967) concordaram que o agente causal do RSD teria algumas propriedades de vírus, mas nenhuma que o caracterizasse por técnicas físicas ou químicas, sendo portanto coerente a indagação que despertada entre os pesquisadores se o RSD era realmente causado por um vírus.

PLAVSIC-BANJAC e MARAMOROSCH (1972) detectaram pequena bactéria ou algo semelhante a micoplasma no xilema de entre-nós de colmos velhos e infectados vindos de Porto Rico. Organismos parecidos não foram observados em plantas sadias ou plantas doentes jovens. Posteriormente MARAMOROSCH *et alii* (1973) utilizando microscopia eletrônica em colmos também vindos de Porto Rico, mostraram que o xilema dos entre-nós continham microrganismos parecidos com pequenas bactérias ou riquetias. Nenhuma partícula semelhante a vírus ou micoplasma foi observada, e o floema estava livre desses organismos.

TEAKLE *et alii* (1973) encontraram uma pequena

bactéria constantemente presente em suco fibrovascular de colmos com RSD, na Austrália. Como nunca foi observado tal bactéria em extratos de plantas livres de RSD, sugeriram que essa bactéria poderia ser o provável agente causal do RSD.

TEAKLE (1974) mostrou que a mesma associação específica observada anteriormente, foi observada em colmos provenientes de cinco outras localidades da Austrália, bastante separadas entre si. Concluiu que os microrganismos observados no material proveniente de Porto Rico (MARAMOROSCH *et alii*, 1973), e o material analisado na Austrália eram do mesmo tipo. Através de testes de filtrabilidade, sedimentação durante a centrifugação, reação ao calor, a produtos químicos e a antibióticos, este autor concluiu que fosse improvável que um organismo semelhante a vírus, viróide ou micoplasma estivesse envolvido com o RSD.

GILLASPIE *et alii* (1974) consideraram improvável que o RSD fosse provocado por micoplasma, tampouco por vírus. Consideraram que havia bastante consistência na teoria que definia o agente causal do RSD como um organismo semelhante a bactéria.

LIU *et alii* (1974) encontraram organismos semelhantes a *Xanthomonas vasculorum* em feixes vasculares de colmos das variedades B49119, Co421 e PR980. Os isolados foram identificados como a bactéria citada, através de testes bioquímicos e serológicos. TOKESHI *et alii* (1974), através de isolamentos de bactérias coletadas em nós maduros de cana-de-açúcar

com RSD, e com aplicação de testes bioquímicos, físicos e culturais, concluíram que havia evidências de que o agente causal do RSD fosse *Xanthomonas albilineans*.

A partir das associações observadas de uma bactéria como agente causal do RSD, vários relatos passaram a evidenciar mais ainda a possibilidade de que esta premissa era verdadeira. GILLASPIE *et alii* (1974) apresentaram resultados obtidos a partir de estudos em microscopia de contraste de fase ou de campo escuro, filtração e purificação, que uma pequena bactéria incapaz de mover-se estava associada ao RSD. CHEN *et alii* (1975) relataram a ocorrência em Taiwan, da bactéria corineforme descrita por TEAKLE *et alii* (1973), encontrada em plantas com RSD das variedades NCo310 e NC064-836 e não encontradas nas plantas sadias. KAMIUNTEN e WAKIMOTO (1976) relataram observação constante de bactéria corineforme em xilema dos nós de colmos de cana-de-açúcar no Japão. DAMANN e DERRICK (1976) comprovaram a associação bactéria x RSD na Louisiana. BAILEY (1976) confirmou a associação de organismos semelhante a bactéria e o RSD na África do Sul a partir de extratos de tecidos com RSD obtidos por difusão, utilizando diversas variedades, em estudos com microscopia de contraste de fase e microscopia eletrônica. RICAUD *et alii* (1976b) relataram a observação de bactéria corineforme em colmos com RSD em Mauritius, admitindo com base na sua peculiar morfologia como provavelmente sendo a mesma bactéria associada a RSD encontrada em outros países. LIU (1978) descreveu a associação de pequena bactéria

corineforme, habitante do xilema, sendo observada em caldo extraído de variedades com RSD em Porto Rico. KAISER e RAMOS (1980) encontraram pequena bactéria em caldo extraído de colmos com RSD da variedade Co421 no Quênia.

As possíveis interações entre a então provável bactéria causadora do RSD e bactérias conhecidas como *X. vasculorum* (LIU *et alii*, 1974) e *X. albilineans* (TOKESHI, *et alii*, 1974) foram ampliadas com o trabalho de SUDO (1980) que identificou a presença de outras bactérias como *Erwinia herbicola* e *Pseudomonas rubrisubalbicans* em colmos com RSD. Entretanto, RICAUD *et alii* (1976b) estudando exudações de canas com escaldadura da folha, gomose e estrias cloróticas, não encontraram a bactéria normalmente associada ao RSD, sendo que as bactérias presentes eram totalmente diferentes em morfologia e tamanho. Concluíram que não há sustentação para os relatos de que *X. vasculorum* e *X. albilineans* são associadas com o RSD. DAMANN (1976) comprovou as associações de uma bactéria distinta daquelas já conhecidas e associada ao RSD, conforme informações anteriores de TEAKLE *et alii* (1973), GILLASPIE *et alii* (1974) e CHEN *et alii* (1975). Diversas características morfológicas das bactérias citadas como prováveis agente do RSD foram analisadas para fundamentar a comprovação feita. CRUZ (1983) concluiu que o agente causal da escaldadura das folhas apresenta mecanismo de patogenicidade diferente do agente causal do RSD. Foi observado que colmos submetidos aos testes de avaliação do fluxo de água tinham sua vazão aumentada na presença de escaldadu

ra das folhas, provavelmente devido à desintegração das paredes celulares do xilema e tecido parenquimatoso adjacente.

DAVIS *et alii* (1980) realizaram isolamentos constantes de bactéria corineforme em cultura pura, a partir de cana-de-açúcar com RSD provenientes dos Estados Unidos, Brasil, África do Sul e Japão, demonstrando ser esta bactéria o agente causal do RSD. Não foi conseguido o mesmo isolamento nos colmos considerados sadios. Bactéria semelhante foi isolada da grama-seda (*Cynodon dactylon*) que, entretanto, não provocou sintomas internos do RSD quando inoculada em cana. GILLASPIE *et alii* (1981), aparentemente no mesmo procedimento adotado pela referência anterior, descreveram os resultados dos testes biológicos e serológicos realizados para a diagnose exata dos resultados das inoculações feitas com a bactéria cultivada, em CP44-101. Com isso conseguiu-se pela primeira vez isolar e cultivar a bactéria causadora do RSD.

DAVIS *et alii* (1984) estudando as bactérias encontradas em cana-de-açúcar proveniente de diversos países, e as bactérias semelhantes encontradas na grama-seda (*Cynodon dactylon*), propuseram sua classificação especificada dentro do então Gênero *Corineforme*. As bactérias estudadas formariam um grupo distinto e seriam reclassificadas no novo Gênero *Clavibacter* que acomodaria as duas bactérias encontradas. Foi proposto a classificação de *Clavibacter xyli* subsp. *xyli* sp. nov., subsp. nov. para a bactéria encontrada na cana-de-açúcar e *Clavibacter xyli* subsp. *cynodontis* subsp. nov. para a bacté-

ria encontrada na grama-seda.

A partir dos trabalhos de DAVIS *et alii* (1980 e 1984) e GILLASPIE *et alii* (1981) demonstrou-se cientificamente a hipótese de ser uma bactéria o agente causal do RSD, cuja identificação e classificação surge quarenta anos após a constatação da doença no campo.

2.3. Controle do RSD

O plantio de material sadio, a prevenção da propagação da doença, e o uso de variedades resistentes são as principais medidas que podem ser usadas para o controle do RSD (STEINDL, 1961).

HUGHES (1974) considerou que variedades resis-tes são essenciais para o controle de doenças na maioria das culturas comerciais e a cana-de-açúcar não é exceção, principalmente para doenças como gomose, escaldadura das folhas, carvão e outras. Entretanto, em relação ao RSD parece haver a exceção, uma vez que, aparentemente, gens para alta resistência a essa doença são extremamente raros no gênero *Saccharum*. O grau de perdas por RSD depende da tolerância das variedades à doença e, particularmente conforme as condições do meio ambiente, notadamente em relação a disponibilidade de água no solo.

STEINDL (1974b) admitiu que o controle do RSD através de variedades resistentes ainda não era praticado, existindo porém, variações de tolerância nos clones comer-

ciais. Alguns desses clones apresentariam pequenas perdas e em bora tivessem suas vantagens, poderiam ser perigosa fonte de infecção para os clones mais suscetíveis, desde que não fossem tomadas as devidas medidas de controle.

Wismer (1971) citado por STEINDL (1974) comentou a existência de um clone, H60-6909, imune ao RSD no Havai, embora não estivesse consciente da existência de uma variedade comercial imune ao RSD.

A possibilidade de encontrar-se variedades resistentes ao RSD foi, entretanto, apresentada por STEIB e CHILTON (1968) na Louisiana, EUA, com as variedades CP52-68 e L60-25, ambas utilizadas em exploração comercial. Estas variedades consideradas resistentes ao RSD foram, no entanto, di zimadas pelo mosaico. A partir disso, preferencialmente, vol- tou-se a praticar outro método para controlar o RSD, utilizando a resistência varietal para o controle do mosaico.

HUGHES (1978) considera parecer impossível in- duzir geneticamente a resistência ao RSD, em variedades comerciais. Algumas variedades são mais resistentes e mais tolerantes à doença, quando severamente infectadas, porém, a resistên cia ao RSD oferece pouca possibilidade de controle.

Os programas de melhoramento de cana-de-açúcar e competição de variedades, tem selecionado de maneira acidental e inconsciente variedades tolerantes ou resistentes ao RSD, pois as variedades mais suscetíveis são eliminadas neste processo, conforme concluiu TOKESHI (1980).

STEINER e COMSTOCK (1977) teceram considerações sobre a não existência de trabalhos específicos na área de melhoramento genético para a resistência ao RSD. Os autores relataram que em função de um programa efetivo de controle do RSD, via termoterapia, não havia desenvolvimento de esforços para seleção de variedades resistentes à doença.

Segundo considerações de SINGH (1967) quando o RSD foi diagnosticado na Austrália e suspeitou-se ser ocasionado por vírus, a termoterapia foi a opção natural de controle encontrada. O autor relata que a termoterapia foi primeiramente adotada por Kobus em 1889 em Java, quando observou que toletes de cana-de-açúcar tratados a 50-52°C por uma hora e meia ficavam curada da doença sereh, e que posteriormente, Wilbrink em 1923-1932 empregou o mesmo tratamento para controle das doenças estrias cloróticas e sereh.

BENDA (1972) relatou que Sayer e Kobus testaram termoterapia para controle do sereh em 1888 e 1889, respectivamente. Porém, com sucesso, a termoterapia só foi utilizada 35 anos após por Wilbrink em 1923 e, a partir disso, numerosas doenças da cana-de-açúcar têm sido controladas através dessa técnica.

. Tipos de equipamentos para a termoterapia

Existem três formas básicas de termoterapia para o controle (inativação) do RSD: água quente a 50°C por 2

horas, ar quente a 58°C por 8 horas e vapor quente a 53°C por 4 horas. Os sistemas de água quente e ar quente foram dimensionados na Austrália (STEINDL e HUGHES, 1953) e o sistema de vapor quente foi adaptado por COCHRAN *et alii* (1976), na Louisiana, EUA, para utilização em cana-de-açúcar.

ANTOINE (1957) considerou o tratamento térmico em água quente preferível devido à possibilidade de melhor controle da temperatura. BENDA e RICAUD (1977) salientaram o fato de que a água possui grande capacidade de aquecimento por unidade de volume, sendo mais eficiente para a cura de doenças na termoterapia; além disso requer menor tempo para o tratamento, a temperatura é controlada mais facilmente durante o tratamento e em qualquer parte da unidade de tratamento, e o colmo atinge a temperatura especificada para o controle muito mais rapidamente.

STEINDL (1974b) admitiu que o tratamento com ar quente é usado extensivamente na Louisiana e menos em outros países, com dificuldades de se controlar seguramente a temperatura durante o processo, mas com germinação melhor que o tratamento com água quente quando se utiliza canas imaturas. O tratamento em água quente é usado na maioria dos países onde não é necessário tratar-se colmos imaturos ou muito novos.

Informações coletadas por MATSUOKA (1984c) revelaram que era na Louisiana-EUA, o único local do mundo onde se utilizava ainda o tratamento térmico a ar quente e tentava-se utilizar o vapor quente, porém que tais sistemas de termotera-

pia foram abandonados pelas dificuldades operacionais e ineficiência que apresentavam. Em substituição está implantando-se o sistema tradicional de tratamento com água a $50,5^{\circ}\text{C}$ por 2 horas. Devido a cana-de-açúcar disponível para tratamento ser muito jovem, é realizado o tratamento do colmo inteiro.

. Controle do RSD por água quente

Através dos trabalhos pioneiros de HUGHES e STEINDL (1955) na Austrália, concluiu-se que uma combinação de tempo e temperatura da água curava a doença do RSD na variedade Q28 sem afetar a brotação. Entretanto, algumas variedades eram mais sensíveis à água quente que a Q28 e quando o tratamento térmico começou a ser utilizado em escala comercial, adotou-se como padrão o tempo de 2 horas à temperatura de 50°C .

STEINDL (1974b) admitiu várias combinações de tempo e temperatura, usualmente entre 2 a 3 horas e 50 a 51°C , sendo usada em diversos países, com alto grau de controle do RSD e, dependendo do método de plantio, colmos inteiros ou em pedaços são submetidos ao tratamento.

Em pesquisas com tratamento térmico com água para o controle do RSD, ANTOINE (1957) observou que passaram-se 13 minutos para a temperatura interna do tolete de cana-de-açúcar com 2,2 cm de diâmetro (variedade M134/32) atingir aquela do banho (50°C). Para um tolete de 6,1 cm de diâmetro, o in

tervalo foi de 75 minutos, e para a Ebene 1/37, com 6,3 cm de diâmetro, o intervalo foi de 85 minutos.

FARRAR (1958) constatou que o RSD pode ser eliminado com temperatura de 49°C por 2 horas no interior do colmo ou, mantendo-se a temperatura de 50°C durante 1 hora.

Outro trabalho analisando as relações tempo-temperatura em colmos de cana-de-açúcar submetidos à termoterapia foi realizado por RICAUD (1968). Utilizando equipamento específico, foi medida a temperatura na parte central interna de toletes de apenas uma gema e toletes com 3 gemas com diferentes diâmetros, após iniciado o tratamento térmico, com os seguintes resultados:

Diâmetro (cm)	Toletes de 1 gema (minutos)	Toletes de 3 gemas (minutos)
3,0	25	28
3,9	40	43
4,5	50	65

Observando-se a demora para que a temperatura fosse uniformizada em todas as partes do tolete, concluiu o autor, que o diâmetro do colmo é mais importante que seu comprimento, sendo a transmissão do calor governada pela menor distância do exterior ao centro do colmo, e que a casca da cana-de-açúcar tem menor poder de isolamento térmico que a medula.

Com essas observações caracterizou-se o comportamento da cana-de-açúcar submetida ao banho térmico. Com base nessas informações MATSUOKA (1975) concluiu que nas condições usuais de toletes de 2,5 a 3,5 cm de diâmetro, o tratamento de 50°C por 2 horas seria suficiente para se ter aquela temperatura no centro do colmo da cana-de-açúcar, pela mínimo de 1 hora requerida para a inativação do agente causal. Uma vez que o comprimento do colmo não influencia a eficiência do tratamento (HUGHES e STEINDL, 1955 e RICAUD, 1968) e as relações de tempo/temperatura analisadas por ANTOINE (1957), FARRAR (1958) e RICAUD (1968) compreende-se a afirmação de BENDA (1977) de que o sistema de tratamento com água quente pode ser adaptado para aceitar colmos inteiros, toletes e gemas isoladas.

Trabalhos no sentido de averiguar a eficiência do tratamento térmico em água nos padrões de tempo e temperatura indicados (50°C/2 horas) mostraram a exata situação do controle do RSD através desse método. CHU *et alii* (1960) testaram lotes de cana-de-açúcar com RSD em várias combinações de tempo e temperatura e analisaram a infecção residual através da avaliação dos sintomas internos nas plantas cultivadas após os tratamentos. Os resultados a seguir apresentados permitiram concluir que a cura do RSD não é conseguida totalmente.

°C	Minutos	Nº toletes tratados	% infecção
49	120	223	10
50	80	115	5
50	100	115	8
50	120	165	1
51	120	217	2
52	20	218	30
Teste		120	100

Trabalhos conduzidos por STEINER e BYTHER (1975) no Havai pela Hawaiian Sugar Planter's Association-HSPA mostraram os resultados da avaliação da porcentagem de infecção por RSD em colmos tratados termicamente em diferentes tempo/temperaturas, na forma de tratamento seriado.

°C	Minutos	% infecção do RSD
Controle		100,0
52	30	0,6
52	30-30 (2 dias)	2,6
52	30-30-30(3 dias)	1,2
52	45	0,4
50	120	0,0

Na África do Sul, a South African Sugar Association - SASA (1979) avaliou a eficiência do tratamento térmico em água nos tempos de 1,5 - 2,0 - 2,5 e 3,0 horas à temperatu-

ra de 50°C. Concluiu que menos de 1% das amostras tomadas após o tratamento apresentaram infecção pela bactéria do RSD, avaliadas por microscopia de contraste de fase, quando se tratou a 2 horas ou mais. Porém, com o tratamento a 1,5 hora a 50°C, a incidência de RSD foi de 4,4% e as amostras de colmos não tratados apresentaram 94,4% de incidência de RSD.

CRUZ (1983) utilizando-se do processo de coloração dos vasos funcionais do xilema de plantas sadias (tratadas termicamente) concluiu que a inativação do agente causal do RSD não era total, sobrando touceiras contaminadas provenientes de toletes submetidos à termoterapia a 50°C por 2 horas.

O conhecimento dessa infecção residual não atingida pelo tratamento térmico (50°C/2 horas) já havia levado à indicação de que o retratamento térmico em sucessivos anos seria necessário para o controle total do RSD (STEINDL, 1961). Este autor mencionou que devido ao fato, o tratamento térmico na Austrália foi estendido para 3 horas com cura mais completa do RSD, embora ocorra, mesmo assim, algum escape de toletes doentes. ABBOTT (1963) admitiu que em tratamento térmico em larga escala, a completa eliminação do agente causal é impossível e aproximadamente 5% de infecção pode ocorrer em colmos diretamente tratados. Ambos os autores (STEINDL, 1961, ABBOTT, 1963 e STEINDL, 1974b) sugeriram programa contínuo de retratamento térmico, usando a cada ano o material previamente tratado, ou que esteja relativamente livre da doença, para que ela possa ser reduzida ao mínimo.

ANTOINE e RICAUD (1964) avaliaram os efeitos do aumento do tempo de 2 horas no tratamento a 50°C em água e calcularam a seguinte redução na porcentagem de brotação em relação ao tratamento básico de 50°C por 2 horas:

50°C/2 horas	- 100%
50°C/2 horas + 15 minutos	- menos 54%
50°C/2 horas + 30 minutos	- menos 50%
50°C/2 horas + 45 minutos	- menos 72%
50°C/2 horas + 60 minutos	- menos 79%

LOPEZ-ROSA e ADSUAR (1970) em Porto Rico, através de avaliações de sintomas internos, concluíram que o tratamento térmico em água a 50°C por 3 horas não eliminou o agente causal do RSD. A mesma conclusão chegou MATSUOKA (1971a) no Brasil, após analisar plantas oriundas de viveiros tratados termicamente, através de diagnose em plantas de capim elefante (*P. purpureum*), usados como indicadoras da presença de infecção por RSD (MATSUOKA, 1972).

Em trabalho pioneiro para avaliar a eficiência comparativa do tratamento térmico a 50,5°C por 2 horas e por 3 horas e pesquisar a longevidade do efeito do tratamento térmico, MATSUOKA (1984b) chegou às conclusões que não houve aumento de eficiência de controle estendendo-se o tempo de tratamento para 3 horas e, que a reinfecção que ocorre a partir da infecção residual não controlada pelo tratamento térmico é tal que, após cinco multiplicações sucessivas, as plantas podem apresentar-se tão contaminadas quanto uma planta de cana-de-

açúcar não tratada.

. Equipamentos de termoterapia através de água

Grande número de espécies de plantas cultivadas, na forma de sementes, mudas, bulbos, caules, brotos e plantas inteiras tem sido tratadas termicamente para solucionar diversos problemas, e sobrevivem plantas livres de algumas bactérias, micoplasmas, vírus, nematóides e insetos (BENDA, 1972).

Após o sucesso obtido com o tratamento térmico em água quente para controle da estria clorótica em cana-de-açúcar, por volta de 1923/32 (SINGH, 1967 e BENDA, 1972) numerosas doenças tem sido controladas pelo calor, incluindo carvão, mosaico, escaldadura das folhas e RSD (BENDA e RICAUD, 1978).

Especificamente para o controle do RSD o tratamento em água quente foi inicialmente realizado em tanques de metal, com tamanhos variados, até aproximadamente 10 mil litros de capacidade, sendo a água aquecida por vapores de caldeira (STEINDL, 1961). Outras fontes de energia podem ser utilizadas como energia elétrica (BRIEGER, 1967) ou óleo diesel (DODSON, 1973).

MATSUOKA (1975) considerou como críticos no tratamento com água quente, o controle adequado da temperatura, proporção adequada em volume de água e de colmos e, estágio de

maturação da cana-de-açúcar. A temperatura é importante pois a combinação tempo/temperatura requerida para o controle do RSD é crítica para a brotação do colmo tratado (ANTOINE e RICAUD, 1964) e também para a inativação do agente causal do RSD (CHU, 1960; MATSUOKA, 1971a; STEINER e BYTHER, 1975; SASA, 1979).

A movimentação da água quente é feita através de bombas com capacidade suficiente para circular toda a água do tanque ao menos 6 vezes por hora (STEINDL, 1961). A proporção de volume de água e volume de colmos e consequente movimentação da água pelo material e ser tratado é fator de eficiência para os equipamentos de termoterapia através de água. HUGHES e STEINDL (1955) aconselharam a proporção de 1 volume de colmos para 6 a 7 volumes de água, variando para mais conforme a maior potência do sistema de aquecimento/circulação da água.

KING e THOMSON (1972) avaliando diversos tanques de tratamento térmico em água na África do Sul consideraram como importantes num equipamento a manutenção da temperatura próxima dos $50,5^{\circ}\text{C}$ pelas 2 horas, adequados sistemas de aquecimento, circulação da água e controle de temperatura. Acrescentaram que o isolamento efetivo do tanque contra perdas de calor e proteção da corrosão são fatores importantes para a operação econômica de qualquer modelo. Admitiram que a simplicidade operacional e registros visuais de temperatura precisos são importantes num projeto de equipamento de tratamento térmico.

A utilização de tanques de tratamento térmico em água nos países canavieiros, e principalmente no Brasil, só foi possível com a construção particular de equipamentos que reproduzissem os padrões básicos requeridos para a inativação do agente causal do RSD. Desse modo muitas estações experimentais de cana-de-açúcar e algumas empresas canavieiras construíram seus próprios equipamentos com os recursos então disponíveis (BRIEGER, 1967; DODSON, 1973). As dificuldades para construir-se um bom equipamento são evidentes e com isso a termoterapia era usada em pequena escala no Brasil.

Atentos ao problema, surgiu no início da década de 1970 o equipamento de tratamento térmico projetado por SILVA (1974). Tal equipamento caracterizou o sistema de tratamento térmico de gemas isoladas e objetivava solucionar o problema da inexistência de aparelho adequado para a operação; foi projetado para resolver os problemas provocados pelo diâmetro variável numa mesma variedade, condução pobre do calor através da casca do colmo e problemas na circulação adequada de água. O sistema é operacionalizado através de várias etapas de trabalho: corte do colmo, seccionamento em pedaços de 3-5 gemas, seccionamento dos colmos ao meio, extração das gemas, preparo das gemas para receber o tratamento térmico, tratamento propriamente dito, tratamento químico convencional, pré-brotação em canteiros e transplântio das mudas em raiz nua para o campo. Este sistema de tratamento térmico está sendo largamente utilizado no Brasil, principalmente no Estado de São Paulo. Com o traba-

lho de SILVA (1974) o Brasil passou a ter disponível um equipamento de tratamento térmico para controle do RSD com fabricação seriada.

Posteriormente TOKESHI *et alii* (1983) desenvolveram outro equipamento para controle do RSD, baseado no sistema de tratamento térmico de toletes de 3 gemas, sistema tradicional ainda utilizado pelos tanques antigos de fabricação particular (também tratavam o colmo inteiro) ou por tentativas mais recentes de contruir-se equipamentos no sistema convencional (colmos inteiros ou toletes), com controles mais confiáveis de temperatura durante o tratamento. O sistema de tratamento térmico em toletes de 3 gemas então desenvolvido permitiu, com recursos eletrônicos modernos, correta manutenção da temperatura de tratamento (MATSUOKA, 1984a). A embalagem dos toletes de 3 gemas em recipientes de malha plástica (sacos de batata) permite íntimo contato água-colmo e facilita sua circulação. A característica operacional do sistema, com entrada-saída intermitente de colmos no tanque, em unidades de 3 sacos de toletes por vez, espaçadas a cada 24 minutos, permite operação ininterrupta do aparelho e alto grau de controle de temperatura. As operações necessárias para a realização do tratamento térmico em toletes de 3 gemas restringem-se ao seccionamento dos colmos em toletes e posterior ensacamento, tratamento térmico, químico e volta ao campo para plantio, sendo todas as atividades de campo realizadas na forma convencional de plantio de cana-de-açúcar comercial.

Atualmente, os sistemas de tratamento térmico em toletes de 3 gemas e em gemas isoladas estão em utilização no Brasil. Embora existam características totalmente diferentes entre os sistemas, notadamente em relação aos custos fixos e variáveis necessários, ao produtor interessa a questão fundamental: qual sistema é mais eficiente e qual é o mais eficaz para o controle do RSD.

2.4. Diagnose do RSD

A dificuldade existente na diagnose do RSD tem se constituído num dos mais sérios entraves à realização de pesquisas relacionadas com a doença (MATSUOKA, 1972).

A partir da definição na Austrália que o RSD era doença transmissível, através da determinação dos sérios problemas de crescimento que plantas da variedade Q28 apresentavam quando submetidas à inoculação com extratos de plantas doentes, observou-se que colmos com RSD apresentavam descoloração alaranjada-avermelhada dos feixes vasculares na altura dos nós. Em brotos jovens os sintomas apresentavam-se como descoloração rósea na região apical.

Os sintomas internos descritos por STEINDL (1961) foram amplamente aceitos embora seu valor como diagnóstico fosse considerado insatisfatório, devido a variações observadas entre variedades e também conforme as condições climáticas e fisiológicas (RICAUD, 1974).

As dificuldades de detecção de infecção pelo

RSD através do único sintoma descoberto foram rapidamente sendo avaliados. THOMSON (1958) considerou a avaliação pela sintomatologia interna muito problemática. RICAUD (1974) citou outras doenças que podem causar descoloração vascular: Fusarium, Podridão Vermelha, Escaldadura das folhas, Podridão da Casca, etc. TOKESHI (1980) admitiu que a ausência de sintomas internos não indicava sanidade do material, e a descoloração vascular na região nodal seria o resultado da reação da planta a organismos estranhos, não sendo específica para o agente causal do RSD. MUNIYAPPA e SETTY (1982) em estudos de avaliação da reação de variedades ao RSD concluíram que a bactéria causadora do RSD e sintomas na região nodal nem sempre estão associados.

Desde que os sintomas diagnósticos nas plantas doentes de diversas variedades sob diferentes condições apresentavam-se tão inconsistentes, métodos de diagnose através de plantas indicadoras foram avaliados. Inicialmente a própria cana-de-açúcar, com variedades que mais facilmente mostravam sintomas em tecidos jovens foram testadas. SCHEXNAYDER (1960) apontou a variedade CP36-105 e GILLASPIE *et alii* (1966) relataram que a CP44-101 também era eficiente como indicadora. SINGH (1969) por sua vez admitia bons resultados para a Co421. TEAKLE *et alii* (1978b) consideraram a Q28 como opção entre as variedades indicadoras. Entretanto, a demora (4 a 12 semanas) entre inocular-se o caldo de colmos suspeitos num que mostre sintomas mais evidentes e formação dos sintomas diagnósticos, tor-

navam esta técnica insatisfatória.

MATSUOKA (1972) estudando diversas gramíneas hospedeiras do agente causal do RSD concluiu que o capim efefante (*P. purpureum*) é a planta mais apropriada para uso como indicadora. STEINDL (1974a) considerou que o "bana grass", híbrido de *P. purpureum* e *P. americanum*, mostrou excelentes resultados após inoculado com caldo de variedades a serem observadas.

Apesar dos resultados obtidos, o uso de plantas indicadoras, seja a própria cana-de-açúcar ou outras espécies não obtiveram pleno sucesso. BECHET (1976) citou os resultados inconsistentes obtidos com a variedade CP44-101 e *P. purpureum* na África do Sul. SASA (1976) admitiu que os resultados com "bana grass" também foram insatisfatórios. SUDO (1980) concluiu que o *P. purpureum* reage inespecificamente para os agentes causais de diversas doenças vasculares da cana-de-açúcar.

Sobre as tentativas feitas por diversos pesquisadores, para o desenvolvimento de teste químico para precisar melhor o diagnóstico do RSD, RICAUD (1974) analisou que houve sucesso apenas parcial em certos casos, e nenhum teste estudado encontrava aplicação rotineira. O autor referia-se às tentativas de FARRAR (1957) com coloração de tecidos sadios e doentes tratados com peróxido de hidrogênio e ácido clorídrico, de ANTOINE (1960) com o teste histoquímico envolvendo a redução do 2,3,5 - cloreto trifenil tetrazóleo também para coloração diferencial de tecidos sadios e com RSD, e também os trabalhos

de ROTH e WHITEHEAD (1965) com nitrato de prata e amônia ou hidróxido de potássio, que coloriam de vermelho os feixes fibro-vasculares de colmos com RSD:

Técnicas de detecção serológica foram tentadas para avaliar a presença do RSD. Trabalhos de GILLASPIE (1971) com antisoro não obteve resultado. DAMANN *et alii* (1978) propuseram a técnica de serologia específica e microscopia eletrônica como sendo mais sensível que a microscopia eletrônica com imersão rápida. HARRIS e GILLASPIE (1978) sugeriram a técnica indireta de anticorpos fluorescentes como sendo mais sensível que a microscopia de contraste de fase e que poderia ser usada rotineiramente. As tentativas de testes serológicos, entretanto, talvez devido ao seu custo, não tiveram adoção extensiva, restringindo-se a trabalhos experimentais.

. Diagnose por microscopia de contraste de fase

GILLASPIE *et alii* (1973) indicaram a microscopia de contraste de fase ou campo escuro como possível de ser utilizada para a diagnose da bactéria do RSD, diretamente em exudados do xilema de plantas doentes. STEINDL (1976) admitiu que a microscopia de contraste de fase proporcionava satisfatória identificação do RSD, sendo semelhante em precisão ao teste com "bana grass" e microscopia eletrônica.

GILLASPIE *et alii* (1976) concluíram que a microscopia de contraste de fase tinha potencial e deveria ser

mais fracas, analisando-se tão somente a presença ou ausência de bactérias causadoras do RSD.

. Diagnose por fluxometria

As observações de TEAKLE *et alii* (1975) avaliam do o fluxo de água através de tolete de cana-de-açúcar com um nó, cuja vazão foi de 13 a 19,6 ml/minuto para 6 clones suscetíveis, 2,6 a 8,4 ml/minuto para 3 clones tolerantes, e 1,4 ml/minuto para a variedade H60-6909 considerada imune ao RSD, conduziram à conclusão de que esta correlação positiva entre resistência ao RSD e resistência ao movimento de água poderia indicar que a anatomia vascular estivesse envolvida no processo. Outra evidência foi demonstrada com a coloração dos vasos, por onde o fluxo se realizava, com tinta nanquim, demonstrando-se que o número médio de feixes vasculares que conduziram o corante através do tolete de um nó, foi maior em 2 clones suscetíveis ao RSD do que em 3 clones tolerantes e no clone imune à doença.

VALARINI (1978) adaptando a metodologia empregada por TEAKLE *et alii* (1975) dimensionou equipamento que permitiu avaliar através da fluxometria, algumas relações da resistência ao RSD em cana-de-açúcar. As seguintes conclusões foram apresentadas: há correlação entre a diferença de vazão em colmos sadios e doentes e o grau de suscetibilidade ao RSD; a vazão é diretamente proporcional ao número de vasos funcionais

do colmo; é possível avaliar a resistência das variedades de cana-de-açúcar, pela determinação da vazão de água através do colmo. Entre as variedades utilizadas no trabalho, a NA56-79, a mais plantada no Brasil com aproximadamente 2 milhões de hectares, foi considerada suscetível ao RSD.

Tornando a pesquisar características da anatomia vascular da cana-de-açúcar e suas relações com a resistência ao RSD, TEAKLE *et alii* (1978a) constataram que variedades consideradas resistentes ao RSD, com baixa vazão de água nos colmos, apresentavam maior número de ramificações dos vasos de metaxilema nos nós, quando comparadas com variedades suscetíveis.

DOUGLAS (1981) admitiu que a anatomia vascular não é suficiente para explicar o grau de suscetibilidade entre variedades. A correlação positiva entre diferenças de vazão entre colmos sadios e doentes e a suscetibilidade de variedades de cana ao RSD, já descrita por VALARINI (1978), foi confirmada, assim como a avaliação de suscetíveis ao RSD para as variedades NA56-79 e CB41-76. Assegurou o autor, que o método de fluxometria é simples, seguro, barato e rápido, para separar variedades resistentes e suscetíveis ao RSD.

CRUZ (1983) noutro trabalho utilizando o método da fluxometria para avaliação do RSD e a interferência da escaudadura das folhas nas medições, confirmou as conclusões de VALARINI (1978) e DOUGLAS (1981) quanto à correlação positiva entre vazão de água entre colmos sadios e com RSD e a possibi-

lidade de avaliar-se, através desse processo, a resistência ao RSD. Este método, entretanto, não funcionou para avaliação de resistência à escaldadura das folhas, que provavelmente pode interferir nas medidas de vazão realizadas para análise da resistência ao RSD, provocando aumento de vazão no xilema. Segundo o autor, a influência da escaldadura das folhas no processo, define mecanismo diferente de patogenicidade da sua bactéria em relação ao agente causal do RSD, provavelmente devido à desintegração das paredes celulares do xilema e tecido parenquimatoso adjacente.

CHAGAS (1985) avaliando a relação entre o número de vasos funcionais do xilema coloridos pela corrente transpiratória, comparando colmos sadios e com RSD, concluiu ser este método eficiente para quantificar a contaminação pela doença. Indicou também, que a utilização dessa técnica, permitiu identificar lotes de colmos doentes, mesmo com baixos níveis de contaminação.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Sistemas de tratamento térmico

Foram utilizados para avaliação os sistemas de tratamento térmico de gemas isoladas descrito por SILVA (1974) e de tratamento por toletes de 3 gemas desenvolvido por TOKESHI *et alii* (1983).

Para o tratamento térmico de gemas isoladas foram adotadas as operações padrões do sistema, ou seja: corte dos colmos no campo, transporte para o galpão de manuseio, secionamento transversal dos colmos em toletes de 3-5 gemas e longitudinal caso os colmos fossem demasiadamente grossos, extração das gemas em aparelho próprio conjugado ao sistema, seleção das gemas sem danificações mecânicas, colocação das ge-

Pelo fato dos equipamentos possuírem sistemas de controle de temperatura diferentes (sensores termoeletrônicos para o equipamento de toletes e termômetros de mercúrio para o de gemas isoladas), foi realizada calibração igual para ambos. Para isso utilizou-se o termômetro do equipamento de gemas isoladas para calibração dos sensores do equipamento de tratamento de toletes.

3.2. Variedades empregadas e obtenção das mudas tratadas

Para a condução do experimento, foram escolhidas variedades de cana-de-açúcar com reconhecida suscetibilidade ao RSD.

Foram colhidas, para tratamento térmico, colmos provenientes de plantações de 3 variedades com os mais altos graus de infecção encontrados: 1 - colmos da variedade CB41-76 cujas plantas tinham sido sucessivamente multiplicadas sem qualquer controle desde o ano de 1972, quando foram inoculados com RSD; 2 - colmos da variedade NA56-79 originários de touceiras inoculadas com RSD em 1979; 3 - colmos da variedade CB49-260 retirados de talhões comerciais de 6º corte da Fazenda Montevideo em Araras-SP.

Todas as variedades foram tratadas termicamente nos dois equipamentos citados, conforme a sistemática operacional de cada um, em setembro de 1982, e instalado com este material o viveiro de produção de mudas para o ensaio de campo pro

priamente dito. No sistema de gemas isoladas optou-se por realizar o transplântio para o campo com as mudas enraizadas em copos plásticos, a partir da brotação após o tratamento térmico. Multiplicaram-se, evidentemente, lotes das variedades sem a realização do tratamento térmico.

3.3. Ensaio de campo

3.3.1. Delineamento experimental

Foi planejado o delineamento estatístico de blocos casualizados no esquema fatorial, composto de 6 blocos, 3 variedades (NA56-79, CB41-76 e CB49-260) e 3 tratamentos: RSD (colmos doentes), TTT (tratamento térmico no sistema de toletes de 3 gemas) e TTG (tratamento térmico no sistema de gemas isoladas). As parcelas experimentais tinham 5 sulcos de 10m de comprimento, espaçados de 1,40 metros, totalizando 70 metros quadrados de área útil.

3.3.2. Instalação e condução do ensaio no campo

O ensaio foi conduzido na Estação Experimental de Cana-de-Açúcar do IAA/PLANALSUCAR em Araras-SP, em solo Latossol Vermelho Escuro-textura muito argilosa. O plantio com mudas de 11,5 meses de idade, previamente produzidas e

preparadas para esse trabalho, foi realizado em 31 de outubro de 1983 em sulcação convencional para a cana-de-açúcar (25 a 30cm), adubados com 500 kg/ha da fórmula 5-25-25. As mudas foram seccionadas em toletes de 3 gemas, através de facões desinfetados em solução de creolina a 20%, e distribuídas na quantidade de 5 toletes por metro linear de sulco ou 15 gemas/ metro de sulco, e cobertas com 3 a 5cm de terra. Após o plantio, foi aplicado o herbicida Perflan na dosagem de 1,3 kg/ha, para controle das plantas daninhas, evitando-se a concorrência do mato até o fechamento das entrelinhas da cultura.

3.3.3. Parâmetros agrícolas analisados.

Os parâmetros agrícolas foram analisados em dois cortes consecutivos (cana planta e primeira soca), cujos cortes foram realizados em dezembro de 1984 e dezembro de 1985, respectivamente (ciclo de cana de ano).

. Produtividade agrícola (toneladas por hectare): esse parâmetro foi avaliado pela pesagem individual das parcelas com auxílio do dinamômetro marca CHATILLON, acoplado em carregadeira de cana-de-açúcar, sendo pesados grupos de 100 colmos por vez. A projeção da média conseguida nos 6 blocos determinou o índice de produtividade por hectare.

. Número de colmos industrializáveis: obtido a partir da contagem dos colmos à época da colheita; da média obtida dos 6 blocos projetou-se o número de colmos industrializáveis por hectare.

. Altura média dos colmos e diâmetro na base, meio e ponta dos colmos: para a avaliação desses parâmetros tomou-se 20 colmos por parcela experimental, coletados sequencialmente no segundo sulco dos 5 existentes em cada parcela. A altura média foi calculada a partir de medições feitas da base do colmo até a última folha do colmo que apresentava a região auricular visível (folha +1). O diâmetro da base foi medido no 2º/3º entrenô a partir do solo, e o diâmetro da ponta a 2-3 entrenôs abaixo da folha +1, utilizando-se de paquímetro para as medições realizadas.

. Peso médio por colmo: calculado a partir da pesagem das parcelas experimentais e da contagem do número de colmos industrializáveis encontrados em cada parcela.

3.3.4. Análises estatísticas

O processamento estatístico dos dados coletados foi realizado pelo Núcleo Regional de Economia, Estatística e Informática do IAA/PLANALSUCAR em Araras-SP. Foi aplicado o teste F para a análise de variância e comparação de médias pela avaliação através do teste de Tukey.

3.4. Avaliação da eficiência dos sistemas

3.4.1. Fluxometria de água através dos colmos

Para as avaliações de fluxo de água através dos

colmos, foi utilizado o fluxômetro desenvolvido por VALARINI (1978).

Aplicou-se a pressão de vácuo (30 mm de Hg) e tempo de leitura (15 minutos) recomendados para as medições, realizadas no 3º ou 4º nó dos colmos a partir do solo, em seções de 8 cm de nó mais parte de entrenós.

Foram realizadas 180 determinações de vazão por variedade em cada tratamento testado, totalizando 1.620 determinações na avaliação global do ensaio. Os colmos para verificação do fluxo foram coletados nas parcelas do ensaio de campo, sendo retirados 30 colmos por parcela, ou seja, 180 colmos nos 6 blocos. A coleta dos colmos foi feita em diferentes touceiras, ao acaso, evitando-se apenas os colmos com perfurações da broca da cana-de-açúcar. Todo colmo amostrado e submetido à avaliação do fluxo de água, foi também examinado quanto à presença de sintomas internos característicos do RSD.

Os resultados das avaliações do fluxo de água através dos colmos foram analisados estatisticamente segundo o esquema de blocos casualizados, considerando-se 60 blocos e 3 tratamentos (RSD, TTT e TTG). Cada bloco constou de 3 determinações simultâneas de fluxo por tratamento ocupando, portanto, 9 posições das 10 disponíveis no fluxômetro.

3.4.2. Avaliação dos sintomas vasculares do RSD

As leituras para determinação da ocorrência de

sintomas internos de RSD foram realizadas nos mesmos colmos utilizados para medição do fluxo de água, após a retirada do material necessário à fluxometria. Dessa forma foram observados 30 colmos por parcela e 180 colmos por variedade em cada tratamento, buscando-se os sintomas característicos do RSD nos nós mais velhos do colmo. Admitiu-se a graduação dos sintomas em ausentes (Au), Fracos (Fr), Médios (Me) e Fortes (Fo), conforme a intensidade de ocorrência nos colmos observados.

3.4.3. Contagem de bactérias (*Clavibacter xyli* subsp. *xyli*) através de microscopia de contraste de fase

A contagem de bactérias foi realizada através da microscopia de contraste de fase, conforme as indicações de GILLASPIE *et alii* (1973 e 1976), STEINDL (1976) e BAILEY (1976).

A extração do conteúdo vascular (seiva) do 4º ou 5º nó e entrenó a partir do solo, foi feita através de centrifugação a 3.000 rpm por um (1) minuto), procedimento utilizado por DAMANN (1981), apenas reduzindo-se o tempo de centrifugação. Do extrato assim obtido, após homogeneização, foi tomado uma gota com auxílio de micro-pipeta, lançada em lâmina e coberta com lamínula.

As contagens de bactérias foram feitas em um

campo por amostra (colmo), na posição central da lâminula, em microscópio LEITZ com equipamento de contraste de fase. As leituras foram padronizadas em aumentos de 1250X com imersão e realizadas, após domínio da técnica visual, em aumento de 500X sem imersão, obtendo-se, assim mais rapidez nas leituras e maior campo microscópico de observação.

Foram realizadas 18 leituras por variedade testada em cada tratamento aplicado, suficiente para amostragem dos lotes a serem observados, conforme deduções de BAILEY e FOX (1985), sendo, portanto, praticadas 162 tomadas de avaliação de número de bactérias no total do trabalho. Nos colmos amostrados foram também observadas a presença de sintomas internos de RSD e avaliada a vazão de água conforme o procedimento descrito em 3.4..

As leituras foram ordenadas conforme o grau de infecção de RSD encontrado, ou número de bactérias contadas, segundo a classificação proposta por SANGUINO *et alii* (1984).

3.5. Apêndice

Em apêndice são apresentadas as análises de variância por parcela experimental, para os parâmetros produtividade agrícola, diâmetro médio dos colmos, altura média dos colmos, número de colmos industrializáveis por hectare e fluxo de água através dos colmos. Também são relacionados os dados originais por parcela para os diversos parâmetros observados nas variedades estudadas e a precipitação pluviométrica

ocorrida nos anos de 1983, 1984 e 1985 e a média normal de pre
cipitação para Araras, calculada em 30 anos de observação de
dados.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Avaliação dos parâmetros agrícolas

4.1.1. Produção de colmos por parcela

A aplicação do teste F (apêndice 1) definiu a existência de diferenças significativas entre variedades e entre tratamentos, ao nível de 1% de probabilidade tanto para ca na planta como para a 1ª soca. A interação variedades com tratamentos apresentou-se significativa apenas na cana soca, demonstrando haver diferença de comportamento das variedades em relação aos tratamentos.

A tabela 1 apresenta as médias dos pesos obtidos para os tratamentos nas parcelas experimentais e a quanti-

Tabela 1. Produção de colmos em toneladas por hectare (t/ha) e peso médio das parcelas experimentais (kg) em cana planta e soca de 3 variedades, com 3 tratamentos cada.

	Peso médio das parcelas(kg)			Toneladas por hectare(t/ha)		
	RSD	TTG	TTT	RSD	TTG	TTT
1º corte - cana planta - 1984						
CB41-76	358	427	403	51,19	60,95	57,62
NA56-79	416	491	510	59,41	70,12	72,86
CB49-260	465	516	551	66,43	73,69	78,69
Média	413	478	488	59,01	68,25	69,72
2º corte - cana soca - 1985						
CB41-76	331	475	393	47,29	67,81	56,10
NA56-79	374	534	518	53,48	76,31	74,07
CB49-260	438	534	526	62,50	76,31	75,22
Média	381	514	479	54,42	73,48	68,46
dms(Δ) e s($\bar{m}$) para peso médio das parcelas:	Cana planta			Cana soca		
	$\Delta 5\%$	$\Delta 1\%$	s($\bar{m}$)	$\Delta 5\%$	$\Delta 1\%$	s($\bar{m}$)
entre tratamentos	33	42	9,69	29	36	8,32
tratamento em cada variedade	58	73	16,78	50	63	14,42
	CV = 8,94%			CV = 7,71%		

RSD - Raquitismo da soqueira

TTG - Tratamento térmico de gemas isoladas

TTT - Tratamento térmico de toletes de três gemas.

ficação da produtividade agrícola (t/ha) tanto para cana planta como para primeira soca.

A confrontação estatística mostrou, tanto em cana planta como em 1ª soca que independente de variedades, os pesos médios das parcelas dos tratamentos TTT e TTG foram semelhantes, e ambos diferiram significativamente do tratamento RSD (canas doentes).

Embora o teste F não tenha acusado, quando aplicou-se o teste de comparações múltiplas (Tukey) observou-se a nível de variedades, em cana planta, que os tratamentos TTT e TTG também não diferiram estatisticamente. Os tratamentos térmicos (TTT e TTG) diferiram do tratamento RSD (canas doentes) na variedade NA56-79; para a CB41-76 o tratamento TTT não diferiu do RSD e na CB49-260, o tratamento TTG não diferiu do RSD, porém em ambos os casos, notou-se a tendência nítida de vantagens para os tratamentos TTT e TTG em relação ao RSD.

Em cana soca, para as variedades NA56-79 e CB49-260 houve igualdade estatística entre os tratamentos TTT e TTG, com ambos diferindo do tratamento RSD. Para a CB41-76, os três tratamentos diferiram entre si, porém com tendência de maiores médias para os sistemas de tratamento térmico empregados, em relação à testemunha não tratada (RSD).

Desde que não evidenciou-se diferenças estatísticas significativas entre os dois métodos de tratamentos térmicos (TTG e TTT), pode-se avaliar a reação das plantas tratadas termicamente em relação às aquelas não tratadas e definir, des

ta forma, o efeito da doença do RSD na cultura da cana-de-açúcar. Assim demonstraram-se acréscimos de produtividade agrícola (t/ha) da ordem de 16%, 20% e 15% para as variedades CB41-76, NA56-79 e CB49-260, respectivamente, em cana planta. Na soca, os ganhos de produtividade agrícola foram da ordem de 31%, 41% e 21%, respectivamente, para as variedades CB41-76, NA56-79 e CB49-260.

As perdas de produtividade admitidas ao RSD estão coerentes com estudos efetuados por diversos autores, em diversos países canavieiros (STEINDL 1961, HUGHES, 1974, MATSUOKA 1974 e 1984). Os trabalhos de MATSUOKA (1984), realizados no Estado de São Paulo, mostraram na variedade CB41-76, perdas de 14% em cana planta e 25% em soca. Na variedade CB49-260, as perdas foram de 17% e 21%, respectivamente para cana planta e soca. A comparação destes dados define a situação fitossanitária das variedades antes da realização dos tratamentos térmicos, e renova a importância econômica do RSD, quando define-se as perdas provocadas pela doença na variedade NA56-79, a mais plantada no Brasil, como sendo da significativa ordem de 20% e 41% em planta e soca, respectivamente, comparando-se plantas severamente contaminadas pelo RSD com plantas da mesma origem, porém, tratadas termicamente.

4.1.2. Diâmetro médio dos colmos (mm)

A análise de variância (apêndice 2) foi feita

Tabela 2. Diâmetro médio entre medidas na base, meio e ponta dos colmos, em cana planta e soca de 3 variedades, com 3 tratamentos cada.

	Diâmetro médio dos colmos (mm)		
	RSD	TTG	TTT
<hr/> 1º corte - cana planta <hr/>			
CB41-76	24,30	25,62	24,31
NA56-79	24,69	25,10	24,84
CB49-260	23,38	25,06	24,23
<i>Média</i>	24,12	25,26	24,46
<hr/> 2º corte - cana soca <hr/>			
CB41-76	23,43	24,67	24,27
NA56-79	22,88	24,08	23,93
CB49-260	22,40	23,57	23,63
<i>Média</i>	22,91	24,11	23,94

dms(Δ) e s($\bar{m}$) para diâmetro médio dos colmos:	Cana planta			Cana soca		
	$\Delta 5\%$	$\Delta 1\%$	s($\bar{m}$)	$\Delta 5\%$	$\Delta 1\%$	s($\bar{m}$)
entre tratamentos	0,83	1,05	0,2409	0,63	0,80	0,1822
tratamento em cada variedade	1,44	1,82	0,4173	1,09	1,38	0,3157
	CV = 4,15%			CV = 3,27%		

RSD - Raquitismo da soqueira

TTG - Tratamento térmico de gemas isoladas.

TTT - Tratamento térmico de toletes de três gemas.

com os dados médios dos diâmetros obtidos pelas determinações realizadas na base, meio e ponta dos colmos. Houve diferença significativa entre os tratamentos em cana planta e soca. Entre variedades, houve diferença estatística apenas em cana soca.

A tabela 2 mostra o diâmetro médio dos colmos em cada tratamento. Estes dados, comparados através do teste de Tukey demonstram a igualdade estatística entre os tratamentos TTG e TTT, em cana planta e soca, sendo os resultados mais evidentes nos dados coletados na cana soca, quando ambos (TTT e TTG) diferiram estatisticamente do tratamento RSD.

A redução do diâmetro médio dos colmos, provocada pelo RSD é claramente demonstrada. Calculou-se ganhos devidos aos tratamentos térmicos (TTG e TTT) em 2,7%, 1,1% e 5,4% para cana planta, nas variedades CB41-76, NA56-79 e CB49-260, respectivamente. Em cana soca, os ganhos foram da ordem de 4,4%, 4,9% e 5,3%, respectivamente, mostrando o efeito do RSD na soca com maior evidência, como era esperado. Estes dados de finem quantitativamente a observação de STEINDL (1961) quanto à influência do RSD na ocorrência de colmos mais finos.

4.1.3. Altura média dos colmos (cm)

Na avaliação de altura média dos colmos, a análise de variância (apêndice 3) mostrou diferenças estatísticas entre variedades e entre tratamentos, tanto em cana planta co-

mo em soca. A interação variedades e tratamentos apresentou significância a 5% de probabilidade apenas em cana soca.

O desenvolvimento dos colmos de cana-de-açúcar em relação à altura e ao diâmetro, são os parâmetros mais afetados pelo RSD, segundo constatações de STEINDL (1961).

Os resultados apresentados na tabela 3, quanto à altura média dos colmos, mostram igualdade estatística entre os tratamentos TTT e TTG e ambos diferentes do RSD em cana planta e soca. O desenvolvimento superior dos colmos em altura calculado pela média dos tratamentos térmicos (TTG e TTT) em relação às canas doentes, mostraram ganhos de 8%, 6% e 6% nas variedades CB41-76, NA56-79 e CB49-260 respectivamente, em cana planta e 14%, 19% e 7% em cana soca.

Os índices de danos ao crescimento dos colmos apresentados estão bastante próximo ao calculado por SINGH (1974), que definiu em 6,7% o decréscimo em altura, como média de dez variedades analisadas, em plantas de primeiro corte.

4.1.4. Número de colmos industrializáveis

Pela análise de variância (apêndice 4) realizada, pode-se afirmar que pelo menos duas das variedades diferiram entre si em cana planta e soca. Também, pelo menos dois tratamentos foram diferentes entre si, porém, apenas em cana soca.

Na tabela 4 estão apresentadas as médias dos tratamentos calculadas em relação ao número de colmos por par-

Tabela 3. Altura média em cana planta e soca de 3 variedades, com 3 tratamentos cada.

	Altura média dos colmos (cm)		
	RSD	TTG	TTT
1º corte - cana planta			
CB41-76	197	219	207
NA56-79	208	226	214
CB49-260	203	212	218
Média	203	219	213
2º corte - cana soca			
CB41-76	188	219	208
NA56-79	204	243	242
CB49-260	206	218	221
Média	199	227	224

dms(Δ) e s($\bar{m}$) para altura média dos colmos:	Cana planta			Cana soca		
	$\Delta 5\%$	$\Delta 1\%$	s($\bar{m}$)	$\Delta 5\%$	$\Delta 1\%$	s($\bar{m}$)
entre tratamentos	7	9	2,15	10	12	2,77
tratamento em cada variedade	13	16	3,73	16	21	4,80
	CV = 4,32%			CV = 5,43%		

RSD - Raquitismo da soqueira

TTG - Tratamento térmico de gemas isoladas

TTT - Tratamento térmico de toletes de três gemas.

Tabela 4. Número de colmos por hectare e número médio de colmos das parcelas experimentais, em dois cortes consecutivos, para 3 variedades com 3 tratamentos cada.

	Número médio de colmos/parcela			Número de colmos/hectare		
	RSD	TTG	TTT	RSD	TTG	TTT
1º corte - cana planta						
CB41-76	401	400	407	57.215	57.168	58.144
NA56-79	444	458	480	63.406	65.368	68.597
CB49-260	542	520	520	77.502	74.240	74.359
Média	462	459	469	66.041	65.588	67.033
2º corte - cana soca						
CB41-76	505	624	552	72.168	89.168	78.811
NA56-79	570	665	685	81.430	94.978	97.835
CB49-260	718	748	752	102.573	106.811	107.359
Média	598	679	663	85.390	96.985	94.668
dms(Δ) e s($\hat{m}$) para número de colmos/parcela:	Cana planta			Cana soca		
	$\Delta 5\%$	$\Delta 1\%$	s($\hat{m}$)	$\Delta 5\%$	$\Delta 1\%$	s($\hat{m}$)
entre tratamentos	19	25	5,63	44	56	12,74
tratamentos em cada variedade	34	43	9,76	76	96	22,06
	CV = 5,16%			CV = 8,36%		

RSD - Raquitismo da soqueira

TTG - Tratamento térmico de gemas isoladas

TTT - Tratamento térmico de toletes de três gemas.

cela e número de colmos por hectare.

As médias relativas ao número de colmos por parcela demonstram, através do teste de Tukey, que independente de variedades, os tratamentos não diferiram entre si em cana planta. Na soca, os tratamentos TTT e TTG não diferiram e ambos foram significativamente diferentes do tratamento RSD.

Na variedade CB41-76 e CB49-260, em cana planta, os três tratamentos apresentaram-se iguais. Para a NA56-79 houve diferença significativa (5%) entre os tratamentos RSD e TTT, com este apresentando pequena vantagem sobre os demais.

Em cana soca, os tratamentos TTT e TTG foram iguais nas três variedades. Em relação às canas doentes, houve diferença apenas entre os tratamentos TTG e RSD na CB41-76; diferença entre TTT e RSD na NA56-79 e igualdade entre TTT, TTG e RSD na CB49-260. Observou-se, entretanto, tendência de maior número de colmos por parcela para os tratamentos TTT e TTG em relação às canas doentes (RSD).

As observações de SINGH(1974) apresentando 31,5% de diminuição no número de colmos industrializáveis não está coerente com o presente trabalho. É preferível, por estas análises e nestas variedades, concordar com as afirmações de STEINDL (1961), que admitiu serem as perdas pelo RSD devido mais a outros fatores, do que a redução no número de colmos. Entretanto, o mesmo autor admitiu que em anos secos o número de colmos é reduzido, como observou-se no tratamento RSD em relação ao TTT e TTG na colheita da cana soca, quando o ano de

1985 apresentou chuvas irregularmente distribuídas (precipitações pluviométricas registradas, no apêndice 7).

Calculando-se o peso médio por colmo, a partir do peso das parcelas e número de colmos industrializáveis colhidos (quadro) observou-se a nítida diferença dos tratamentos térmicos (TTT e TTG) em relação às canas não tratadas, em conformidade com as análises feitas para as avaliações de diâmetro e altura média dos colmos.

Variedades	Cálculo de peso dos colmos (kg/colmo)					
	1º corte - cana planta			2º corte - cana soca		
	RSD	TTG	TTT	RSD	TTG	TTT
CB41-76	0,89	1,06	0,99	0,66	0,76	0,71
NA56-79	0,93	1,07	1,06	0,66	0,80	0,76
CB49-260	0,85	0,99	1,05	0,61	0,71	0,70
Médias	0,89	1,04	1,03	0,64	0,76	0,72

Pode-se avaliar em 16,3% o ganho em peso médio por colmo em cana planta e 15,6% em cana soca, quando as canas foram submetidas ao tratamento térmico, comparadas àquelas sem controle do RSD, para as 3 variedades utilizadas. Este índice é bastante superior ao obtido por SINGH(1974) em cana planta (menos 4,1%), nas condições e variedades por ele empregadas.

4.2. Avaliação da eficiência dos sistemas de tratamento térmico

4.2.1. Fluxometria de água através dos colmos (nós)

Para cana planta e soca, as medidas de fluxo de água através dos colmos (ml/15 minutos), apresentam para 3 variedades utilizadas, diferença estatística entre os tratamentos, indicando que pelo menos dois destes tratamentos, indicando que pelo menos dois destes tratamentos diferiram entre si (apêndice 5).

As médias de fluxo de água apresentados na tabela 5, com as respectivas diferenças mínimas significativas pelo teste de Tukey, permitem verificar que em cana planta, para as variedades CB49-260 e NA56-79, apenas o tratamento RSD diferiu dos demais, enquanto para a variedade CB41-76 os três tratamentos diferiram entre si. Em cana soca, para as três variedades estudadas, somente o tratamento RSD diferiu dos demais ao nível de 1% de probabilidade.

O método de avaliação da resistência de variedades de cana-de-açúcar ao RSD, pelo da medida do fluxo de água através dos colmos, conforme metodologia concebida por TEAKLE *et alii* (1975) e ampliada por VALARINI (1978), permite numa mesma variedade, determinar o grau de contaminação pelo RSD, uma vez que existe correlação positiva na diferença de vazão em colmos sadios e doentes (VALARINI, 1978; DOUGLAS, 1981

Tabela 5. Medidas de fluxo de água através dos colmos, em mililitros por 15 minutos a 30mm Hg de pressão negativa, em cana planta e soca de 3 variedades com 3 tratamentos cada.

	CB41-76			NA56-79			CB49-260		
	RSD	TTG	TTT	RSD	TTG	TTT	RSD	TTG	TTT
1º corte - planta	11,52	17,99	15,60	11,10	15,57	15,08	10,30	13,79	15,14
2º corte - soca	5,28	9,97	9,56	6,90	13,99	12,73	7,69	9,63	11,51
Média	8,40	13,98	12,58	9,00	14,78	13,91	9,00	11,71	13,33
dms(Δ) e s($\bar{m}$) do fluxo de água através dos colmos:									
	CB41-76			NA56-79			CB49-260		
	$\Delta 5\%$	$\Delta 1\%$	s($\bar{m}$)	$\Delta 5\%$	$\Delta 1\%$	s($\bar{m}$)	$\Delta 5\%$	$\Delta 1\%$	s($\bar{m}$)
1º corte - planta	1,7	2,2	0,51	1,5	1,9	0,45	1,6	2,0	0,47
2º corte - soca	1,7	2,1	0,50	1,6	2,0	0,47	1,9	2,4	0,56

RSD - Raquitismo da soqueira

TTG - Tratamento térmico de gemas isoladas

TTT - Tratamento térmico de toletes de três gemas.

e CRUZ, 1983) e proporcionalidade direta entre vazão de água através dos colmos e o número de vasos funcionais do xilema.

Os elementos mostrados na tabela 5, conseguidos através de amostragem intensiva (180 determinações por variedade em cada tratamento) e analisados estatisticamente, permitem avaliar comparativamente os tratamentos estudados em dois ciclos sucessivos da cana-de-açúcar. Assim, em cana planta e soca, observou-se a maior vazão das canas consideradas sadias (TTT e TTG) sobre as canas doentes (RSD) não tratadas termicamente, como também nas médias dos tratamentos nos dois cortes sucessivos.

Sabe-se que os sintomas de RSD revelam-se com maior intensidade nas soqueiras. Tal fato foi constatado, pois na soca, as plantas tratadas termicamente pelos 2 sistemas apresentaram vazão de água através dos colmos significativamente superiores às plantas não tratadas. Conforme verificou-se, também, essas plantas tratadas apresentaram na soca nítido desenvolvimento maior em altura e diâmetro médio dos colmos, comparadas às plantas testemunhas.

4.2.2. Avaliação de sintomas vasculares do RSD

A tabela 6 apresenta a tabulação dos resultados obtidos, na avaliação de sintomas vasculares nos colmos, cuja comparação aritmética define as tendências de ocorrência de sintomatologia característica do RSD, para os tratamentos e va

Tabela 6. Avaliação de sintomas vasculares de RSD, em cana planta e soca, observada nos colmos submetidos ao fluxo de água, para 3 tratamentos em 3 variedades.

	RSD				TTG				TTG			
	Au		Fo		Au		Fo		Au		Fo	
	Fr	Me	Fr	Me	Fr	Me	Fr	Me	Fr	Me	Fr	Me
1º corte - cana planta												
CB41-76	39	113	28	0	169	11	0	0	140	40	0	0
NA56-79	69	111	0	0	170	10	0	0	169	11	0	0
CB49-260	48	32	62	38	160	11	6	3	148	13	13	6
Média	52	85	30	13	166	11	2	1	153	21	4	2
%	29	47	17	7	92	6	1	1	85	12	2	1
2º corte - cana soca												
CB41-76	20	23	61	74	172	8	0	0	138	24	16	2
NA56-79	52	95	29	4	172	8	0	0	176	4	0	0
CB49-260	12	12	60	96	138	12	12	18	104	19	29	28
Média	28	44	50	58	161	9	4	6	139	16	15	10
%	16	24	28	32	89	5	2	4	77	9	8	6

RSD - Raquitismo da soqueira
TTG - Tratamento térmico de gemas isoladas
TTT - Tratamento térmico de toletes de três gemas

Au - sintomas ausentes
Fr - sintomas fracos
Me - sintomas médios
Fo - sintomas fortes

riedades analisados.

Embora considerado insatisfatório para, isoladamente, detectar a ocorrência de RSD, os sintomas vasculares em algumas variedades, podem ser utilizados como diagnóstico rápido, no campo. É necessário, entretanto, bom treinamento visual da sintomatologia interna de RSD e diferenciação para a ocorrência de outras doenças vasculares.

Os dados da Tabela 6 mostram diferenças marcantes na manifestação de sintomas vasculares na população de colmos doentes (RSD) e sadios (TTT e TTG). Observou-se ausência de sintomas em 29% dos colmos analisados com RSD da cana planta, e em 16% na cana soca, enquanto os tratamentos térmicos apresentaram índices calculados de 85-92% de ausência de sintomas na cana planta e 77-89% em cana soca. Para os tratamentos térmicos comparados (TTT e TTG) há nítida tendência decrescente de aparecimento dos sintomas, da ausência dos sintomas para os mais evidentes, o que ocorre de forma inversa no tratamento RSD, notadamente em cana soca.

Analisando-se os padrões de ocorrência de RSD em duas classes apenas, com a associação dos sintomas ausente e fraco (Au + Fr) comparados com médio e forte (Me + Fo), é possível avaliação mais evidente das leituras. Desse modo, em cana-planta, calculando-se percentualmente, os tratamentos térmicos (TTG e TTT) apresentam 98% e 97%, respectivamente, de sintomas ausente/fraco, contra 76% dos colmos com RSD. Na soca os tratamentos TTG e TTT apresentaram 94% e 86%, respectivamen

te, de sintomas ausente/fraco, contra apenas 40% do tratamento RSD, caracterizando a evoluçã da doença nas soqueiras de cana-de-açúcar.

4.2.3. Contagem de bactérias (*Clavibacter xyli* subsp. *xyli*) através de microscopia de contraste de fase

Estão apresentadas nas tabelas 7, 8 e 9, as contagens de bactérias realizadas nas variedades CB41-76, NA56-79 e CB49-260, respectivamente, através da microscopia de contraste de fase. Os colmos amostrados para serem submetidos à microscopia, foram analisados novamente pela fluxometria (vazão de água através dos nós) e ocorrência de sintomas vasculares, cujas avaliações constam das tabelas.

Comparando-se as médias apresentadas nessas tabelas têm-se que a contagem do número de bactérias no suco do xilema dos colmos das variedades utilizadas, apresentou avaliação rigorosamente idêntica para os tratamentos TTT e TTG, e bastante diferenciado das características da população de colmos doentes (RSD).

Em comparação à avaliação do fluxo de água através dos nós, feita em amostragem mais intensiva (item 4.2.1), as medições de vazão realizadas nos colmos submetidos à microscopia apresentaram-se rigorosamente dentro dos comentários já desenvolvidos naquele item. Da mesma forma, a caracterização

Tabela 7. Contagem de bactérias através de microscopia de contraste de fase, em extra-
tos do xilema de colmos da variedade CB41-76, cana soca, e avaliação destes
colmos para fluxo de água e sintomas vasculares de RSD.

Tratamento		Blocos											
		I			II			III			IV		
		Vazão (ml)	Micr*	Sintoma interno	Vazão (ml)	Micr*	Sintoma interno	Vazão (ml)	Micr*	Sintoma interno	Vazão (ml)	Micr*	Sintoma interno
RSD	1	5,5	+++	forte	4,0	++	ausente	8,5	+++	fraco	3,0	++	forte
	2	15,5	+++	fraco	9,5	++	médio	9,0	++	ausente	2,5	++	forte
	3	6,0	+++	forte	3,5	++	ausente	6,5	++	ausente	5,0	++	fraco
	M	9,0	+++	forte	5,7	++	ausente	8,0	++	ausente	3,5	++	forte
TTT	1	16,5	+	ausente	5,0	+	ausente	20,0	++	ausente	4,5	+	ausente
	2	15,0	+	ausente	6,0	+	ausente	15,0	++	ausente	3,0	+	ausente
	3	23,5	-	ausente	3,0	++	forte	8,5	+	ausente	3,5	+	ausente
	M	18,3	+	ausente	4,7	+	ausente	14,5	++	ausente	3,7	+	ausente
TTG	1	16,0	++	ausente	7,0	-	ausente	14,0	+	fraco	23,0	-	ausente
	2	24,0	+	ausente	10,0	-	ausente	9,5	++	médio	25,5	-	ausente
	3	8,0	+	ausente	8,0	-	ausente	16,5	+++	forte	16,5	-	ausente
	M	16,0	+	ausente	8,3	-	ausente	13,3	++	médio	21,7	-	ausente

*Bactérias/campo

RSD - Raquitismo da soqueira.

TTT - Tratamento térmico de toletes de três gemas

TTG - Tratamento térmico de gemas isoladas.

Continua ...

Tabela 7. Continuação.

Tratamento	Amostras	Blocos							
		V				VI			
		Vazão (ml)	Micr*	Sintoma interno	Vazão (ml)	Micr*	Sintoma interno	Vazão (ml)	Média Micr* Sintoma interno
RSD	1	14,5	++	ausente	5,0	+++	forte		
	2	17,5	++	ausente	4,0	+++	médio	8,18	+++ forte
	3	24,0	++	ausente	3,5	+++	forte		
	$\bar{M}$	18,7	++	ausente	4,2	+++	forte		
TTT	1	8,5	++	forte	8,0	+	ausente		
	2	9,0	+	ausente	12,5	-	ausente	9,65	+ ausente
	3	2,5	+	médio	9,5	+	ausente		
	$\bar{M}$	6,7	+	médio	10,0	+	ausente		
TTG	1	15,0	+	ausente	5,5	-	ausente		
	2	11,0	+	ausente	10,5	-	ausente	13,80	+ ausente
	3	18,5	+	ausente	10,0	-	ausente		
	$\bar{M}$	14,8	+	ausente	8,7	-	ausente		

*Bactérias/campo

RSD - Raquitismo da soqueira

TTT - Tratamento térmico de toletes de três gemas

TTG - Tratamento térmico de gemas isoladas.

Tabela 8 . Contagem de bactérias através de microscopia de contraste de fase, em extra-
tos do xilema de colmos da variedade NA56-79, cana soca, e avaliação destes
colmos para fluxo de água e sintomas vasculares de RSD.

Tratamento	Amostras											
	I			II			III			IV		
	Vazão (ml)	Micr*	Sintoma interno	Vazão (ml)	Micr*	Sintoma interno	Vazão (ml)	Micr*	Sintoma interno	Vazão (ml)	Micr*	Sintoma interno
RSD	1	14,0	+	médio	3,0	++	médio	-	ausente	4,0	+	fraco
	2	7,5	+	médio	2,5	++	ausente	-	ausente	11,5	+	fraco
	3	22,0	+	ausente	7,0	++	médio	-	fraco	8,5	+	ausente
	M	14,5	+	médio	4,2	++	médio	-	ausente	8,0	+	fraco
TTT	1	15,0	-	ausente	12,5	-	ausente	-	ausente	38,0	+	ausente
	2	17,5	-	ausente	9,5	+	fraco	-	ausente	6,0	-	ausente
	3	24,5	-	ausente	13,0	+	ausente	-	ausente	20,0	-	ausente
	M	19,0	-	ausente	11,7	+	ausente	-	ausente	21,3	-	ausente
TTG	1	25,0	-	ausente	16,0	-	ausente	-	ausente	9,0	-	ausente
	2	23,5	-	ausente	4,0	-	ausente	-	ausente	12,5	-	ausente
	3	20,0	-	ausente	7,0	-	ausente	-	ausente	14,0	-	ausente
	M	22,8	-	ausente	9,0	-	ausente	-	ausente	11,8	-	ausente

* Bactérias/campo

RSD - Raquitismo da soqueira

TTT - Tratamento térmico de toletes de três gemas

TTG - Tratamento térmico de gemas isoladas.

Continua ...

Tabela 8 . Continuação

Tratamento	Amostras	Amostras							
		V				VI			
		Vazão (ml)	Micr*	Sintoma interno	Vazão (ml)	Micr*	Sintoma interno	Vazão (ml)	Média Micr* + Sintoma interno
RSD	1	23,5	+	ausente	6,0	++	médio		
	2	8,5	+	fraco	4,5	++	médio	9,1	+
	3	4,5	-	ausente	9,0	+	fraco		
	$\bar{M}$	12,2	+	ausente	6,5	++	médio		
TTT	1	5,5	-	ausente	9,5	-	ausente		
	2	4,0	-	ausente	16,5	-	ausente	13,6	-
	3	16,0	-	ausente	7,0	-	ausente		
	$\bar{M}$	8,5	-	ausente	11,0	-	ausente		
TTG	1	25,0	-	ausente	9,5	-	ausente		
	2	9,5	-	ausente	8,5	-	ausente	15,0	-
	3	13,5	-	ausente	32,0	-	ausente		
	$\bar{M}$	16,0	-	ausente	16,7	-	ausente		

* Bactérias/campo

RSD - Raquitismo da soqueira

TTT - Tratamento térmico de toletes de três gemas

TTG - Tratamento térmico de gemas isoladas.

Tabela 9. Contagem de bactérias através de microscopia de contraste de fase, em extra-
tos do xilema de colmos da variedade CB49-260, cana soca, e avaliação destes
colmos para fluxo de água e sintomas vasculares de RSD.

Tratamento	Amostras	Amostras											
		I			II			III			IV		
		Vazão (ml)	Micr*	Sintoma interno	Vazão (ml)	Micr*	Sintoma interno	Vazão (ml)	Micr*	Sintoma interno	Vazão (ml)	Micr*	Sintoma interno
RSD	1	15,0	+++	forte	7,0	+++	forte	6,5	+++	forte	6,0	+++	forte
	2	16,5	+++	médio	9,0	+++	forte	22,0	+++	ausente	2,0	+++	forte
	3	17,5	+++	forte	5,0	+++	forte	14,0	+++	médio	4,5	++	ausente
	M	16,3	+++	forte	7,0	+++	forte	14,2	+++	médio	4,2	+++	forte
TTT	1	15,0	++	ausente	18,5	+	ausente	22,5	-	ausente	7,0	-	ausente
	2	17,5	+	ausente	9,5	++	forte	17,0	+	ausente	4,5	-	ausente
	3	24,5	+	ausente	6,5	++	forte	13,0	-	ausente	15,0	-	ausente
	M	19,0	+	ausente	11,5	++	forte	17,5	-	ausente	8,8	-	ausente
TTG	1	25,0	-	ausente	20,0	-	ausente	8,0	-	ausente	4,5	-	ausente
	2	23,5	+	ausente	18,5	-	ausente	20,5	-	ausente	4,5	-	ausente
	3	20,0	-	ausente	16,0	-	ausente	10,5	-	ausente	24,5	-	médio
	M	22,8	-	ausente	18,2	-	ausente	13,0	-	ausente	11,2	-	ausente

* Bactérias/campo

RSD - Raquitismo da soqueira

TTT - Tratamento térmico de toletes de três gemas

TTG - Tratamento térmico de gemas isoladas.

Continua ...

Tabela 9. Continuação

Tratamento	Amostras	V				VI				Média		
		V		Sintoma		V		Sintoma		V		Sintoma interno
		Vazão (ml)	Micr*	interno	forte	Vazão (ml)	Micr*	interno	forte	Vazão (ml)	Micr*	
RSD	1	2,5	+++	forte	forte	11,5	+++	forte	forte			
	2	12,0	+++	forte	forte	17,0	+++	médio		11,58	+++	forte
	3	17,0	+++	forte	forte	23,5	+++	forte	forte			
	M	10,5	+++	forte	forte	17,3	+++	forte	forte			
TTT	1	22,0	+	ausente	ausente	16,0	+	ausente	ausente			
	2	24,0	+	ausente	ausente	14,0	-	ausente	ausente	16,05	-	ausente
	3	13,5	-	ausente	ausente	29,0	-	ausente	ausente			
	M	19,8	+	ausente	ausente	19,7	-	ausente	ausente			
TTG	1	8,5	-	ausente	ausente	16,5	-	ausente	ausente			
	2	12,0	-	ausente	ausente	7,0	-	ausente	ausente	14,58	-	ausente
	3	17,0	-	ausente	ausente	6,0	-	ausente	ausente			
	M	12,5	-	ausente	ausente	9,8	-	ausente	ausente			

*Bactérias/campo

RSD - Raquitismo da soqueira

TTT - Tratamento térmico de toletes de três gemas

TTG - Tratamento térmico de gemas isoladas.

dos sintomas vasculares mostrados nas tabelas 7, 8 e 9, acompanham a análise desenvolvida no item 4.2.1.

A microscopia de contraste de fase, conforme as indicações de GILLAPIE *et alii* (1973 e 1976), BAILEY (1981), BAILEY e FOX (1985) e SANGUINO *et alii* (1984), avalia com precisão a ocorrência das bactérias *Clavibacter xyli* em material (suco) extraído do xilema dos colmos da cana-de-açúcar. Os elementos apresentados nas tabelas 7, 8 e 9 demonstram claramente a situação dos colmos com RSD das 3 variedades estudadas, com leituras bastante diferenciadas em relação aos tratamentos térmicos (TTT e TTG). Entre os tratamentos térmicos comparados (TTT e TTG), portanto colmos com menor intensidade de infestação de bactérias, a microscopia de contraste de fase possibilita a detecção de escapes, normalmente esperado para as condições fitossanitárias destas variedades antes do tratamento, e a realização de somente uma operação termoterápica.

A perfeita correlação de prejuízos causados pelo RSD (toneladas de colmos por hectare) com a avaliação feita pelo fluxo de água através dos nós e pela da microscopia de contraste de fase, asseguram a eficiência particular dos sistemas de tratamento térmico em gemas isoladas (TTG) e em toletes de 3 gemas (TTT), e a igualdade de ação destes equipamentos na inativação do agente causador do RSD em cana-de-açúcar.

5. CONCLUSÕES

1. O raquitismo da soqueira interfere drasticamente na produtividade agrícola da cana-de-açúcar, devido principalmente à redução da altura e diâmetro dos colmos.

2. O fluxo de água através dos colmos e a avaliação da ocorrência de bactérias causadoras do raquitismo da soqueira no xilema dos colmos, através da microscopia de contraste de fase, constituem-se métodos eficientes de avaliação da incidência da doença em cana-de-açúcar, principalmente quando são conhecidas as características da variedade infectada, e sua reação de tolerância ao raquitismo da soqueira (manifestação de perdas nas condições de campo).

3. Os sistemas de tratamento térmico em gemas isoladas e em toletes de 3 gemas são igualmente eficientes no

controle do raquitismo da soqueira em cana-de-açúcar.

4. O sistema de tratamento térmico em toletes de 3 gemas, comparado ao sistema de gemas isoladas, apresenta melhor eficácia operacional, devido ao menor número de operações e maior rapidez na implantação da primeira fase de campo (viveiro primário).

LITERATURA CITADA

- ABBOTT, E.V., 1963. Problems in sugar cane disease control in Louisiana. In: XI Congress of the International Society of Sugar Cane Technologists', Mauritius, p. 739-742.
- ANTOINE, R., 1957. Cane diseases. Review of Appl. Mycology. Farnham Royal, 36:616-617.
- ANTOINE, R., 1958. A staining technique for detecting ratoon stunting disease in sugar cane. Nature. London, 181:276-277.
- ANTOINE, R. e C. RICAUD, 1964. Cane diseases. In: MAURITIUS SUGAR INDUSTRY RESEARCH INSTITUTE. Port Louis. Annual Report 1963. Port Louis, p. 75-89.
- BAILEY, R.A., 1976. Some observations on the bacterium associated with ratoon stunting disease of sugarcane. Proceedings

- of the South African Sugar Technologists' Association.
Mount Edgecombe, 50:1-5.
- BAILEY, R.A., 1981. Rapid diagnostic service for RSD. South African Sugar Journal. Durban, 65:567-568.
- BAILEY, R.A. e P.H. FOX, 1985. A large-scale diagnostic service for ratoon stunting disease. Sugar Journal. New Orleans, 47:12-17.
- BECHET, G.R., 1976. Ratoon stunting disease and rapid diagnostic techniques. South African Sugar Journal. Durban, 60:539-545.
- BENDA, G.T.A., 1972. Hot-water treatments for mosaic virus and ratoon stunting disease control. Sugar Journal. New Orleans, 34:1-23.
- BENDA, G.T.A. e C. RICAUD, 1978. The use of heat treatment for sugarcane disease control. In: XVI Congress of the International Society of Sugar Cane Technologists, São Paulo, v.1, p. 484-496.
- BRIEGER, F.O., 1967. Raquitismo da soqueira. Boletim Informativo COPERESTE. Ribeirão Preto, 6:1-5.
- CARVALHO, P.C.T., 1978. Importância das doenças das plantas, In: _____. Manual de Fitopatologia. São Paulo, Editora Agronômica Ceres, v. 1, cap. 2, p. 15-25.
- CHAGAS, P.R.R., 1985. Método de coloração pelo fluxo transpiratório aplicado na determinação de infecção do raquitismo da soqueira em cana-de-açúcar. Piracicaba, ESALQ/USP, 123p. (Dissertação de Mestrado).
- CHEN, C.T.; S.M. LEE e M.J. CHEN, 1975. Small coryneform bac-

- teria in ratoon-stunted sugarcane. Sugarcane Pathologists' Newsletter. Honolulu, (13/14):6-8.
- CHU, H.T.; K.C. LING e S.M. LEE, 1960. Ratoon stunting disease control in Taiwan. In: X Congress of the International Society of Sugar Cane Technologists, Hawaii, p.1072-1077.
- COCHRAN, B.J.; M. MAYEUX e R. STEIB, 1976. Development of an aerated steam system for the control of ratoon stunting disease in sugar cane. Proceedings American Society of Sugar Cane Technologists. Florida, 5:123-126.
- CRUZ, M.M., 1983. Avaliação da resistência ao raquitismo da soqueira e a escaldadura das folhas pelo método de vazão de água em colmos de cana-de-açúcar. Piracicaba, ESALQ/USP, 52p. (Dissertação de Mestrado).
- DAMANN Jr., K.E., 1976. A possible causal organism of ratoon stunting disease. Proceedings of the American Society of Sugar Cane Technologists'. Florida, 5:53-55.
- DAMANN Jr., K.E., 1981. La enfermedad del raquitismo del retoño (RSD) de la caña de azúcar; la bacteria causante. Tecnologia GEPLACEA. México, (2):149-152.
- DAMANN Jr., K.E. e K.S. DERRICK, 1976. Bacterium associated with ratoon stunting disease in Louisiana. Sugarcane Pathologists' Newsletter. Aiea, (15/16):20-22.
- DAMANN Jr., K.E.; K.S. DERRICK; A.G. GILLASPIE Jr.; D.B. FONTENOT e J. KAO, 1978. Detection of the RSD-associated bacterium by serologically specific electron microscopy. In: XVI Congress of the International Society of Sugar Cane Technologists, São Paulo, v. 1, p. 433-437.

- DAVIS, M.J.; A.G. GILLASPIE Jr.; R.W. HARRIS, R.H. LAWSON, 1980. Ratoon stunting disease of sugarcane; isolation of the causal bacterium. Science. Washington, 210:1365-1367.
- DAVIS, M.J.; A.G. GILLASPIE Jr.; A.K. VIDAVER e R.W. HARRIS, 1984. *Clavibacter*; a new genus containing some phytopathogenic coryneform bacteria, including *Clavibacter xyli* subsp. *xyli* sp. nov. and *Clavibacter xyli* subsp. *cynodontis* subsp. nov., pathogens that cause ratoon stunting disease of sugarcane and bermudagrass stunting disease. International Journal of Systematic Bacteriology. Washington, 34:107-117.
- DODSON, A.K., 1973. Equipamento para tratamento térmico desenvolvido no PLANALSUCAR. Planalsucar em Notícias. Rio de Janeiro, (12):1-4.
- DOUGLAS, R.A., 1981. Correlação entre vazão de água e resistência ao raquitismo da soqueira em cana-de-açúcar. Piracicaba, ESALQ/USP, 57p. (Dissertação de Mestrado).
- DROUGHT devastates RSD infected cane, 1980. South African Sugar Journal. Durban, 64:405-408.
- FARRAR, L.L., 1957. A chemical test for ratoon stunting disease of sugarcane. Phytopathology. St. Paul, 47:10.
- FARRAR, L.L., 1958. Studies on the ratoon stunting disease of sugarcane in Louisiana. Review of Applied Mycology. Farnham Royal, 37:309.
- FORBES, I.L. e K.C. LING, 1960. Particles associated with the ratoon stunting disease of sugarcane. Sugar Journal. New Orleans, 23:15.
- GILLASPIE Jr., A.G., 1971. Ratoon stunting disease virus;

- problems in purification. Proceeding American Society of Sugar Cane Technologists. Florida, 1:52-56.
- GILLASPIE Jr., A.G.; J.E. IRVINE e R.L. STEERE, 1966. Ratoon stunting disease virus; assay technique and partial purification. Phytopathology. St. Paul, 56:1426-1427.
- GILLASPIE Jr., A.G.; J.E. IRVINE e R.L. STEERE, 1967. Ratoon stunting disease. Sugar Journal. New Orleans, 29:18-19.
- GILLASPIE Jr., A.G.; R.E. DAVIS e J.F. WORLEY, 1973. Diagnosis of ratoon stunting disease based on the presence of a specific microorganism. Plant Disease Reporter. Washington, 57:987-990.
- GILLASPIE Jr., A.G.; R.E. DAVIS e J.F. WORLEY, 1974. Nature of the ratoon stunting disease agent. In: XV Congress of the International Society of Sugar Cane Technologists, Durban, p. 218-224.
- GILLASPIE Jr., A.G.; G. FLAX e H. KOIKE, 1976. Relationship between numbers of diagnostic bacteria and injury by ratoon stunting disease in sugarcane. Plant Disease Reporter. Washington, 60:573-575.
- GILLASPIE Jr., A.G.; M.J. DAVIS, R.W. HARRIS e R.H. LAWSON, 1981. Isolation and pathogenicity of the ratoon stunting disease bacterium. International Sugar Journal. Bucks., 83:324-326.
- HARRIS, R.W. e A.G. GILLASPIE Jr., 1978. Immunofluorescent diagnosis of ratoon stunting disease. Plant Disease Reporter. Washington, 62:193-196.
- HUGHES, C.G., 1974. The economic importance of ratoon stunt-

- ing disease. In: XV Congress of the International Society of Sugar Cane Technologists, Durban, v. 1, p. 213-217.
- HUGHES, C.G., 1978. Diseases of sugarcane; a review. Pans. London, 24:143-159.
- HUGHES, C.G. e D.R.L. STEINDL, 1955. Ratoon Stunting Disease of Sugar Cane. Queensland, BSES, 54p. (Tech. Comm., 2).
- IAA/PLANALSUCAR. Piracicaba, 1976. Raquitismo da soqueira. In: _____ . Relatório Anual 1975. Piracicaba, p. 35-37.
- KAISER, W.J. e A.H. RAMOS, 1980. Association of a bacterium-like organism with ratoon stunting disease of sugarcane in Kenya. Sugarcane Pathologists' Newsletter. Réduit, (24):14-16.
- KAMIUNTEN, H. e S. WAKIMOTO, 1976. Coryneform bacteria found in xylem of the ratoon diseased sugarcane. Phytopathological Society of Japan. Annals. Tokio, 42:500-503.
- KING, N.J., 1954. Uma causa para o declínio das variedades. Brasil Açucareiro. Rio de Janeiro, 43:62-65.
- KING, R.F. e G.M. THOMSON, 1972. A note on a survey of commercially available hot water treatment tanks for the control of ratoon stunting disease (RSD). In: XLVI Annual Congress of the South African Sugar Cane Technologists' Association, Mount Edgecombe, p. 1-2.
- LIU, L.J., 1978. Association of a small coryneform bacterium with RSD in Puerto Rico. Sugarcane Pathologists' Newsletter. Reduit, (20):4.
- LIU, L.J.; A. CORTES-MONLLOR; K. MARAMOROSCH; H. HIRUMI; J.E. PEREZ e J. BIRD, 1974. Isolation of an organism resembling

- Xanthomonas vasculorum* from sugarcane effected by ratoon stunting disease. In: XV Congress of the International Society of Sugar Cane Technologists, Durban, p. 234-240.
- LÓPEZ-ROSA, J.H. e J. ADSUAR, 1970. Effect of stunting disease on yield of some sugarcane varieties in Puerto Rico. Journal Agricultural University Puerto Rico. Rio Piedras, 54:149-160.
- MAGO N., P.; A. APONTE e L. RODRÍGUEZ, 1984. Efecto de la termoterapia sobre el raquitismo de las socas y la germinación de la caña de azúcar. Caña de Azúcar. Maracay, 2:80-88.
- MARAMOROSCH, K.; B. PLAVSIC-BANJAC; J. BIRD e L.J. LIU, 1973. Electron microscopy of ratoon stunted sugar cane; microorganism in xylem. Phytopathology. St. Paul, 77:270-273.
- MATSUOKA, S., 1971a. Incidência do vírus do raquitismo da soqueira em canas provenientes de material propagativo tratado termicamente. Campinas, Instituto Agronômico, 2p.
- MATSUOKA, S., 1971b. Vírus do raquitismo da soqueira. Piracicaba, ESALQ/USP, 9p.
- MATSUOKA, S., 1972. Raquitismo da soqueira da cana-de-açúcar; diagnose da moléstia e estudos sobre o seu agente causal. Piracicaba, ESALQ/USP, 77p. (Tese de Doutorado)
- MATSUOKA, S., 1975. Disseminação e controle do raquitismo da soqueira da cana-de-açúcar. Summa Phytopathologica. Piracicaba, 1:245-257.
- MATSUOKA, S., 1976. Recuperação da produtividade de variedades de cana-de-açúcar pelo tratamento térmico de toletes

- (1). Brasil Açucareiro. Rio de Janeiro, 87:20-24.
- MATSUOKA, S., 1984a. Benefícios da prática de tratamento térmico da muda de cana-de-açúcar e eficiência dos dois métodos existentes no Brasil. Cadernos PLANALSUCAR. Piracicaba, (3):22-24.
- MATSUOKA, S., 1984b. Longevidade do efeito do tratamento térmico em canas infetadas pelo raquitismo da soqueira. Araras, IAA/PLANALSUCAR. COSUL, 19p.
- MATSUOKA, S., 1984c. Relatório técnico-científico. Piracicaba, IAA/PLANALSUCAR. SUPER, 18p. (Processo SAD/GOD 40.5460/84 AG).
- MUNIYAPPA, V. e V.N. SETTY, 1982. Reaction of sugarcane varieties to ratoon stunting disease. Sugar Pathologists' Newsletter. Reduit, (29):41-44.
- PLAVSIC-BANJAC, B. e K. MARAMOROSH, 1972. Electron microscopy of the xylem of ratoon stunted sugarcane. Phytopathology. St. Paul, 62:498-499.
- RICAUD, C., 1968. Ratoon stunting disease. In: MAURITIUS SUGAR INDUSTRY RESEARCH INSTITUTE. Port Louis. Annual Report 1967. Port Louis, p. 54.
- RICAUD, C., 1974. Problems in the diagnosis of ratoon stunting disease. In: XV Congress of the International Society of Sugar Cane Technologists, Durban, v. 1, p. 241-249.
- RICAUD, C.; S. SULLIVAN e J.C. AUTREY, 1976a. Presence of the RSD-Associated Bacterium in Mauritius. Sugarcane Pathologists' Newsletter. Aiea, (17):37-39.
- RICAUD, C.; S. SULLIVAN e J.C. AUTREY, 1976b. Systemic in-

- fections of sugar cane by the bacterium associated with symptoms of ratoon stunting disease. Revue Agricole et Sucriere de Maurice. Réduit, 55:159-162.
- ROTH, G. e C. WHITEHEAD, 1965. Virus diseases and sugarcane. South African Sugar Journal. Durban, 49:675-683.
- SANGUINO, A.; V.A. MORAES e O.T. SANTOS FILHO, 1984. Diagnóstico do raquitismo da soqueira em colmos de cana-de-açúcar. In: II Seminário de Tecnologia Agronômica, Piracicaba, COPERUCAR, p. 250-253.
- SASA. Mount Edgecombe, 1976. Ratoon stunting disease. In: _____. Annual Report 1975-76. Mount Edgecombe, p. 63-64.
- SASA. Mount Edgecombe, 1979. RSD diagnosis and surveys. In: _____. Annual Report 1978-79. Mount Edgecombe, p. 68-69.
- SCHEXNAYDER, C.A., 1960. The use of a sugarcane "test plant" as a means of detecting the presence of ratoon stunting diseases in sugarcane. In: X Congress of the International Society of Sugar Cane Technologists, Hawaii, p. 1068-1072.
- SILVA, W.M., 1974. Hot water treatment of single buds for ratoon stunting disease control. Sugarcane Pathologists' Newsletter. Durban, (11/12):32-33.
- SILVA, W.M., 1976. Termoterapia em gemas isoladas assegura o controle do raquitismo. Boletim Técnico COPERUCAR. São Paulo, (1):12-14.
- SINGH, G.R., 1974. Studies on yield of cane and juice quality due to ratoon stunting of sugarcane in India. Indian Sugar. New Delhi, 24:623-629.
- SINGH, K., 1967. Heat therapy of sugarcane. Indian Sugar.

New Delhi, 17:181-186.

SINGH, R.G., 1969. An indicator sugarcane variety for ratoon stunting disease. Current Science. Bangalore, 38:221-222.

STEIB, R.J. e S.J.P. CHILTON, 1968. Ratoon stunting disease can and must be controlled in Louisiana. Sugar Bulletin. New Orleans, 46:5-7.

STEINDL, D.R.L., 1961. Ratoon stunting disease; causal agent, probably a virus. In: MARTIN, J.P.; E.V. ABBOTT e C.G. HUGHES. Sugar-cane Diseases of the World. Amsterdam, Elsevier, chap. 20, p. 433-459.

STEINDL, D.R.L., 1974a. Methods used in the identification of ratoon stunting disease. Cane Growers' Quarterly Bulletin. Brisbane, 38:23-25.

STEINDL, D.R.L., 1974b. Ratoon stunting disease history, distribution and control. In: XV Congress of the International Society of Sugar Cane Technologists, Durban, v.1, p. 210-212.

STEINDL, D.R.L., 1976. The use of phase-contrast microscopy in the identification of ratoon stunting disease. In: XLIII Conference of the Queensland Society of Sugar Cane Technologists, Cairns, p. 71-72.

STEINDL, D.R.L. e C.G. HUGHES, 1953. Ratoon stunting disease. Cane Growers' Quarterly Bulletin. Indooropilly, 16:79-95.

STEINER, G. e R. BYTHER, 1975. Control of RSD by serial hot water treatments. In: HAWAIIAN SUGAR PLANTERS' ASSOCIATION, Honolulu. 1974 Annual Report. Honolulu, p. 49-50.

STEINER, G.W. e J.C. COMSTOCK, 1977. Reaction of varieties to

- ratoon stunting disease. In: HAWAIIAN SUGAR PLANTERS' ASSOCIATION. Hawaii. Annual Report 1976. Hawaii, p. 58-59.
- SUDO, S., 1980. Bactérias associadas ao raquitismo das soqueiras da cana-de-açúcar (*Saccharum* sp.) e avaliação do capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) como indicadora. Piracicaba, ESALQ/USP, 86p. (Dissertação de Mestrado).
- TEAKLE, D.S., 1974. The causal agent of sugarcane ratoon stunting disease (RSD). In: XV Congress of the International Society of Sugar Cane Technologists, Durban, v.1, p.225-233.
- TEAKLE, D.S.; P.M. SMITH e D.R.L. STEINDL, 1973. Association of a small coryneform bacterium with the ratoon stunting disease of sugarcane. Journal of Agricultural Research. Lahore, 24:869-874.
- TEAKLE, D.S.; P.M. SMITH e D.R.L. STEINDL, 1975. Ratoon stunting disease of sugarcane; possible correlation of resistance with vascular anatomy. Phytopathology. St. Paul, 65:138-140.
- TEAKLE, D.S.; J.M. APPLETON e D.R.L. STEINDL, 1978a. An anatomical basis for resistance of sugar cane to ratoon stunting disease. Physiological Plant Pathology. New York, 12:83-91.
- TEAKLE, D.S.; R.G. BIRCH e J.M. APPLETON, 1978b. Use of sugarcane uprights in the diagnosis of RSD. Sugarcane Pathologists' Newsletter. Réduit, (20):21.
- THOMSON, G.M., 1958. The diseases of sugarcane in Natal.

Bulletin of the South African Sugar Association. Mount Ed-
gecombe, (9):1-11.

TOKESHI, H., 1980. Doenças da cana-de-açúcar. In: GALLI, F.,
coord. Manual de Fitopatologia. São Paulo, Editora Agronô-
mica Ceres, v. 2, cap. 12, p. 141-206.

TOKESHI, H.; A. SANGUINO e F. AKIBA, 1974. Xanthomonas albi-
lineans, provável agente causal de raquitismo da soqueira e
escaldadura da cana-de-açúcar. Piracicaba, ESALQ/USP, 17p.

TOKESHI, H.; A.C.A. GHELLER; R.A. SORDI; Y. MASUDA e S. MATSUO
KA, 1983. Nova unidade de tratamento térmico de toletes
de cana-de-açúcar para controle do raquitismo da soqueira
(RSD). Summa Phytopathologica. Piracicaba, 9:59-61.

VALARINI, P.J., 1978. Avaliação da resistência ao raquitismo
da soqueira pelo método da vazão de água em colmos de cana-
de-açúcar. Piracicaba, ESALQ/USP, 78p. (Dissertação de
Mestrado).

APÊNDICE

Apêndice 1. Análise de variância para os dados de produção de colmos por parcela (produtividade agrícola)

C. variação	GL	Quadrados médios	
		Cana planta	Cana soca
Blocos	5	18.747,41	4.944,48
Variedades (V)	2	61.079,63**	49.084,39**
Tratamentos (T)	2	29.758,80**	86.051,72**
V x T	4	1.758,10	4.507,78**
Resíduo	40	1.689,91	1.246,94
TOTAL	53	-	-

Apêndice 2. Análise de variância para os dados de diâmetro médio dos colmos.

C. variação	GL	Quadrados médios	
		Cana planta	Cana soca
Blocos	5	5,3743	2,7799
Variedades (V)	2	2,1309	3,8319**
Tratamentos (T)	2	6,1508**	7,6357**
V x T	4	0,8960	0,0957
Resíduo	40	1,0450	0,5979
TOTAL	53		

Apêndice 3. Análise de variância para altura média dos colmos

C. variação	GL	Quadrados médios	
		Cana planta	Cana soca
Blocos	5	2.335,10	244,65
Variedades (V)	2	329,85*	2.747,63**
Tratamentos (T)	2	1.245,91**	4.086,35**
V x T	4	174,66	375,18*
Resíduo	40	83,55	138,38
TOTAL	53	-	-

Apêndice 4. Análise de variância para número de colmos industrializáveis por parcela

C. variação	GL	Quadrados médios	
		Cana planta	Cana soca
Blocos	5	1.722,68	1.392,60
Variedades (V)	2	70.437,02**	144.314,24**
Tratamentos (T)	2	481,46	33.206,91**
V x T	4	1.317,16	6.484,85
Resíduo	40	571,41	2.919,81
TOTAL	53	-	-

Apêndice 5. Análise de variância para os dados de fluxo de água através dos colmos
(hãos)

C. variação	GL	CB41-76		NA56-79		CB49-260	
		Quadrados médios		Quadrados médios		Quadrados médios	
		Cana planta	Cana soca	Cana planta	Cana soca	Cana planta	Cana soca
Blocos	59	59,56	23,14	21,02	29,84	23,32	24,18
Tratamentos	2	641,84**	405,30**	361,29**	859,86**	373,58**	219,28**
Resíduo	118	15,79	15,27	12,03	13,44	13,20	19,11
TOTAL	179	-	-	-	-	-	-
C.V. (%)		26,44	47,24	24,93	32,71	27,79	45,49

** = significância ao nível de 1% de probabilidade.

Apêndice 6. Dados originais de campo para diversas avaliações da variedade CB41-76

Tratamento	Bloco	Nº colmos p/parcela	Peso da parcela (kg)	Diâmetro médio (mm)	Altura média (cm)
Cana planta					
TTT	B1	418	430	23,84	205
	B2	398	315	21,84	182
	B3	386	295	24,51	183
	B4	396	445	25,17	222
	B5	426	465	25,33	226
	B6	418	470	25,17	224
	Total	2442	2420	145,86	1242
	<i>Média</i>	<i>407</i>	<i>403</i>	<i>24,31</i>	<i>207</i>
Cana soca					
TTT	B1	607	442	23,4	209
	B2	580	385	22,3	206
	B3	480	321	24,4	199
	B4	502	348	25,1	195
	B5	585	440	24,6	211
	B6	556	420	25,8	228
	Total	3310	2356	145,6	1248
	<i>Média</i>	<i>552</i>	<i>393</i>	<i>24,27</i>	<i>208</i>

TTT - Tratamento térmico de toletes de 3 gemas.

Continua...

Apêndice 6. Continuação

Tratamento	Bloco	Nº colmos p/parcela	Peso da parcela (kg)	Diâmetro médio (mm)	Altura média (cm)
Cana planta					
TTG	B1	370	325	24,93	212
	B2	356	376	25,80	206
	B3	394	390	25,18	216
	B4	412	475	25,95	222
	B5	443	530	26,49	223
	B6	426	565	25,34	235
	Total	2401	2560	153,69	1314
	<i>Média</i>	400	426	25,62	219
Cana soca					
TTG	B1	650	485	23,4	208
	B2	530	449	24,4	233
	B3	578	463	25,3	231
	B4	600	451	24,0	197
	B5	716	451	25,6	212
	B6	671	549	25,3	232
	Total	3745	2848	148,0	1313
	<i>Média</i>	624	474	24,67	218

TTG - Tratamento térmico de gemas isoladas.

Continua...

Apêndice 6. Continuação

Tratamento	Bloco	Nº colmos p/parcela	Peso da parcela (kg)	Diâmetro médio (mm)	Altura média (cm)
Cana planta					
RSD	B1	430	375	23,00	205
	B2	379	325	23,44	175
	B3	380	255	23,27	167
	B4	405	400	24,97	207
	B5	400	390	26,31	211
	B6	409	405	24,79	217
	Total	2403	2150	145,78	1182
	<i>Média</i>	<i>400</i>	<i>358</i>	<i>24,30</i>	<i>197</i>
Cana soca					
RSD	B1	523	402	23,40	183
	B2	564	320	24,40	169
	B3	500	299	25,30	196
	B4	444	305	24,00	205
	B5	500	295	25,60	186
	B6	500	365	25,30	192
	Total	3031	1986	148,00	1131
	<i>Média</i>	<i>505</i>	<i>331</i>	<i>24,67</i>	<i>188</i>

RSD - Raquitismo da soqueira.

Apêndice 7. Dados originais de campo para diversas avaliações da variedade NA56-79

Tratamento	Bloco	Nº colmos p/parcela	Peso da parcela (kg)	Diâmetro médio (mm)	Altura média (cm)
Cana planta					
TTT	B1	493	475	23,79	182
	B2	466	465	25,64	198
	B3	470	470	24,45	198
	B4	527	575	24,53	231
	B5	455	515	25,18	236
	B6	470	560	25,43	237
	Total	2881	3060	149,02	1282
	<i>Média</i>	<i>480</i>	<i>510</i>	<i>24,84</i>	<i>214</i>
Cana soca					
TTT	B1	650	539	23,50	239
	B2	650	516	23,20	229
	B3	668	509	23,60	244
	B4	845	483	25,10	251
	B5	633	521	24,40	246
	B6	663	543	23,80	245
	Total	4109	3111	143,60	1454
	<i>Média</i>	<i>684</i>	<i>518</i>	<i>23,93</i>	<i>242</i>

TTT - Tratamento térmico de toletes de 3 gemas.

Continua...

Apêndice 7. Continuação

Tratamento	Bloco	Nº colmos p/parcela	Peso da parcela (kg)	Diâmetro médio (mm)	Altura média (cm)
Cana planta					
TTG	B1	424	410	25,00	217
	B2	425	445	23,96	200
	B3	473	545	24,74	218
	B4	519	545	26,43	240
	B5	424	515	26,37	234
	B6	480	485	24,13	250
	Total	2745	2945	150,63	1359
	<i>Média</i>	<i>457</i>	<i>490</i>	<i>25,11</i>	<i>227</i>
Cana soca					
TTG	B1	660	497	22,80	241
	B2	650	527	24,20	241
	B3	704	568	24,30	236
	B4	689	490	24,20	238
	B5	645	553	25,30	254
	B6	641	570	23,70	247
	Total	3989	3205	144,50	1457
	<i>Média</i>	<i>664</i>	<i>534</i>	<i>24,08</i>	<i>243</i>

TTG - Tratamento térmico de gemas isoladas.

Continua...

Apêndice 7. Continuação

Tratamento	Bloco	Nº colmos p/parcela	Peso da parcela (kg)	Diâmetro médio (mm)	Altura média (cm)
Cana planta					
RSD	B1	471	395	23,07	206
	B2	437	395	24,34	193
	B3	440	390	24,42	185
	B4	440	425	25,57	215
	B5	410	435	26,30	230
	B6	465	455	24,43	220
	Total	2663	2495	148,13	1249
	Média	444	416	24,69	208
Cana soca					
RSD	B1	596	405	21,40	206
	B2	562	334	21,90	197
	B3	583	373	23,20	217
	B4	560	347	23,10	186
	B5	544	372	24,40	210
	B6	575	415	23,30	207
	Total	3420	2246	137,30	1223
	Média	570	374	22,88	203,8

RSD - Raquitismo da soqueira.

Apêndice 8. Dados originais de campo para diversas avaliações da variedade CB49-260

Tratamento	Bloco	Nº colmos p/parcela	Peso da parcela (kg)	Diâmetro médio (mm)	Altura médio (cm)
cana planta					
TTT	B1	515	465	23,70	218
	B2	511	530	22,66	191
	B3	520	570	21,52	202
	B4	533	575	26,14	230
	B5	512	585	25,35	232
	B6	532	580	26,03	232
	Total	3123	3305	145,40	1305
	<i>Média</i>	<i>520</i>	<i>550</i>	<i>24,23</i>	<i>218</i>
cana soca					
TTT	B1	768	549	23,40	197
	B2	786	527	23,10	229
	B3	815	573	23,50	239
	B4	650	431	24,70	220
	B5	734	548	24,50	234
	B6	756	531	22,60	207
	Total	4509	3159	141,80	1326
	<i>Média</i>	<i>751</i>	<i>526</i>	<i>23,63</i>	<i>221</i>

TTT - Tratamento térmico de toletes de 3 gemas.

Continua...

Apêndice 8. Continuação

Tratamento	Bloco	Nº colmos p/parcela	Peso da parcela (kg)	Diâmetro médio (mm)	Altura média (cm)
cana planta					
TTG	B1	516	480	27,07	212
	B2	480	445	24,38	207
	B3	551	530	22,67	179
	B4	532	535	26,38	234
	B5	541	585	25,79	225
	B6	498	520	24,07	214
	Total	3118	3095	150,36	1271
	<i>Média</i>	<i>519</i>	<i>515</i>	<i>25,06</i>	<i>212</i>
cana soca					
TTG	B1	739	520	22,80	229
	B2	745	554	24,20	232
	B3	818	549	24,30	218
	B4	640	465	24,20	199
	B5	813	612	25,30	227
	B6	731	505	23,70	206
	Total	4486	3205	144,50	1311
	<i>Média</i>	<i>747</i>	<i>534</i>	<i>24,08</i>	<i>218</i>

TTG - Tratamento térmico de gemas isoladas.

Continua...

Apêndice 8. Continuação

Tratamento	Bloco	Nº colmos p/parcela	Peso da parcela (kg)	Diâmetro médio (mm)	Altura média (cm)
Cana planta					
RSD	B1	566	410	22,72	187
	B2	518	415	22,22	190
	B3	510	380	24,57	194
	B4	586	590	23,35	211
	B5	559	530	23,30	210
	B6	516	465	24,12	224
	Total	3255	2790	140,28	1216
	Média	543	465	23,38	203
Cana soca					
RSD	B1	700	418	21,50	209
	B2	729	468	22,60	201
	B3	720	456	24,40	226
	B4	705	412	21,50	188
	B5	782	483	23,10	211
	B6	672	388	21,30	198
	Total	4308	2625	134,40	1233
	Média	718	438	22,40	205,5

RSD - Raquitismo da soqueira.

Apêndice 9. Precipitação nos anos de 1983 a 1985 na Estação Experimental de Cana-de-Açúcar do IAA/PLANALSUCAR em Araras-SP

Mês	1983	1984	1985	M 30 anos*
Janeiro	300,0	101,8	333,2	238,5
Fevereiro	354,6	34,0	144,6	205,6
Março	375,6	70,2	113,2	169,1
Abril	105,0	92,0	174,8	61,4
Maio	192,8	26,8	34,8	46,4
Junho	104,1	0,0	20,6	36,4
Julho	55,2	3,0	0,0	24,5
Agosto	0,0	161,2	9,4	27,9
Setembro	255,6	77,0	33,6	59,4
Outubro	103,8	24,4	3,6	133,3
Novembro	118,8	152,8	184,2	146,8
Dezembro	329,8	187,6	157,0	229,4
Total	2.295,3	930,8	1.209,0	1.378,7