RAQUITISMO DA SOQUEIRA: SEVERIDADE DOS SINTOMAS DO
XILEMA E QUANTIFICAÇÃO DE DANOS AGRO-INDUSTRIAIS.

PAULO ROBERTO RIBEIRO CHAGAS
Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof. Dr. HASIME TOKESHI

Tese apresentada à Escola
Superior de Agricultura "Luiz de
Queiroz", da Universidade de São
Paulo, para obtenção do título de
Doutor em Agronomia, Área de
Concentração: Fitopatologia.

PIRACICABA
Estado de São Paulo - Brasil
março-1996

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - Campus "Luiz de Queiroz"/USP

Chagas, Paulo Roberto Ribeiro

Raquitismo da soqueira: severidade dos sintomas do xilema e quantificação de danos agro-industriais / Paulo Roberto Ribeiro Chagas. - - Piracicaba, 1996. 136p.

Tese (doutorado) - - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1996.
Bibliografia.

1. Bactéria fitopatogênica 2. Cana-de-açúcar - Variedade - Resistência à doença
3. Raquitismo das soqueiras da cana-de-açúcar - Avaliação I. Título

CDD 633.61
632.8

**RAQUITISMO DA SOQUEIRA: SEVERIDADE DOS SINTOMAS DO XILEMA
E QUANTIFICAÇÃO DE DANOS AGRO-INDUSTRIAIS.**

PAULO ROBERTO RIBEIRO CHAGAS

Aprovada em 02 de maio de 1996.

Comissão julgadora:

. Prof. Dr. Hasime Tokeshi	ESALQ/USP
. Prof. Dr. Hiroshi Kimati	ESALQ/USP
. Prof. Dr. Yodiro Masuda	UFSCar
. Prof. Dr. Roland Vencosvsky	ESALQ/USP
. Dr. Álvaro Sanguino	COPERSUCAR

Prof. Dr. HASIME TOKESHI

Orientador

À minha esposa Sônia Regina e
filhos Fabrício, Fabiano e
Paula Regina,

Dedico.

AGRADECIMENTOS

A todos que direta e indiretamente colaboraram neste trabalho e em especial:

- Ao Prof. Dr. Hasime Tokeshi, pela orientação, ensinamento e com a esposa Sra MitsueTsuahako Tokeshi, pelo estímulo, amizade e apoio à família.
- Aos Professores do Departamento de Fitopatologia ESALQ/USP, pelos ensinamentos.
- À Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro - Campus “Dr. Leonel Miranda”, pela liberação para a realização do curso.
- À Usina Santa Helena, pelo apoio técnico e operacional durante o desenvolvimento do trabalho de tese.
- Ao Engenheiro Agrônomo Nilton Degaspari, Técnico Agrícola Sebastião F. da Silva e Auxiliares, pela colaboração e apoio durante a condução do experimento.
- Aos Professores da Universidade Federal de São Carlos - DBV/CCA/UFSCar - Araras, pelo o apoio técnico e acadêmico durante o curso.
- Ao Engenheiro Agrônomo Antônio Augusto Franco Garcia - FAI/CCA/UFSCar, pela orientação e realização das análises estatísticas.
- Aos meus filhos Fabrício Venâncio Chagas e Fabiano Venâncio Chagas, pelo auxílio na revisão dos originais.
- Ao Decanato de Pesquisa e Pós-Graduação - UFRRJ, pelo o apoio durante o curso.
- Sra. Mitsue Tsuhako Tokeshi pela versão para o inglês.
- Aos colegas e funcionários do Departamento de Fitopatologia da ESALQ/USP, pelo excelente convívio durante o curso.
- À CAPES/PICD, pela concessão da bolsa de estudos.
- Às Bibliotecárias Eliana M.G. Sabino e Kátia M. de Andrade Ferraz, pela correção das Referências Bibliográficas.
- Ao Engenheiro Agrônomo João Pedro Pimentel pela revisão dos originais.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE APÊNDICES	viii
LISTA DE FIGURAS	xiii
LISTA DE TABELAS	xvii
Resumo	xxi
Summary	xxiii
1.INTRODUÇÃO	1
2.REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1. Avaliação de doenças	4
2.1.1. Métodos de avaliação de doenças	5
2.1.1.1. Métodos diretos de avaliação do RS	5
2.1.1.2. Métodos indiretos de avaliação do RS	8
2.2. Avaliação de danos e perdas causados por doenças de plantas	14
2.2.1. Modelos para estimar tendências de danos de produção causados por doenças de plantas.	14
2.2.2. Teste de modelos para estimar tendências de danos de produção causados por doenças de plantas.	16
3. MATERIAL E MÉTODOS	18
3.1.Local e variedades.....	18
3.2.Preparo do materia e formação dos tratamentos.....	18
3.2.1 Obtenção e preparo do inóculo	19
3.2.2. Formação das mudas para o plantio	19
3.3. Delineamento experimental	20
3.3.1. Dimensões do campo experimental	20
3.4. Delineamento estatístico	20
3.4.1. Esquema de análise de variância dos dados experimentais em blocos ao acaso com parcelas sub-divididas	21
3.5. Variáveis avaliadas	22

3.5.1. índice de severidade do raquitismo da soqueira (ISRS%) ...	22
3.5.2. Produtividade agrícola (C)	22
3.5.3. Rendimento Industrial (A)	23
3.5.4. Análises estatísticas dos resultados	23
3.5.5. Relação de produtividade agrícola (C) e industrial (A) com o índice de severidade do raquitismo da soqueira (ISRS%), em cana-planta e cana-soca	23
3.5.6. Danos de rendimentos agrícola (DC) e industrial (DA) em função do índice de severidade do raquitismo da soqueira (ISRS%), em cana-planta e cana-soca	24
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
4.1. Cana-planta	26
4.1.1. Índice de severidade do raquitismo da soqueira (ISRS%), produtividade agrícola (C) e industrial (A)	26
4.1.2. Ordenação de dados para expressar as relações de índice de severidade do raquitismo da soqueira (ISRS%) com o produtividade agrícola (C) e industrial (A) da cana-de- açúcar e com os respectivos danos de produção	33
4.1.2.1. Análise de regressão linear para expressar tendências de relações de produtividade agrícola (C) e industrial (A) em função do índice de severidade do raquitismo da soqueira (ISRS%)	36
4.1.2.2. Testes de modelos propostos para avaliar previsão de produtividade agrícola (C) e industrial (A) em função do índice de severidade do raquitismo da soqueira (ISRS%)	40

4.1.2.3. Análise de regressão linear para expressar tendências de danos de produtividade agrícola (DC) e industrial (DA) em função do índice de severidade do raquitismo da soqueira (ISRS%) ..	51
4.1.2.4. Testes de modelos propostos para expressar tendências de danos de produtividade agrícola (DC) e industrial (DA) em função do índice de severidade do raquitismo da soqueira (ISRS%) ..	56
4.2. Cana-soca	67
4.2.1. Índices de severidade do raquitismo da soqueira (ISRS%), produtividade agrícola (C) e rendimento industrial (A)	67
4.2.2. Ajustes de dados para expressar as relações de índice de severidade do raquitismo da soqueira (ISRS%) com o produtividade agrícola (C) e industrial (A) da cana-de-açúcar e com os respectivos danos de produção	74
4.2.2.1. Análise de regressão linear para estimar produtividade agrícola (C) e rendimento industrial (A) em função do índice de severidade do raquitismo da soqueira (ISRS%)	77
4.2.2.2. Testes de modelos propostos de previsão de produtividade agrícola (C) e rendimento industrial (A) em função do índice de severidade do raquitismo da soqueira (ISRS%)	80
4.2.2.3. Análise de regressão linear para expressar tendências de danos de produtividade agrícola (DC) e industrial (DA) em função do índice de severidade do raquitismo da soqueira (ISRS%) .	91

4.2.2.4. Testes de modelos propostos para expressar tendências de danos de produtividade agrícola (DC) e industrial (DA) em função do índice de severidade do raquitismo da soqueira (ISRS%)	95
5. CONSIDERAÇÕES GERAIS	106
6. CONCLUSÕES	109
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	111
8. APÊNDICES	125

LISTA DE APÊNDICES

	Página
Apêndice 1- Resultados de análises tecnológicas: pol % cana (P%C), quilo de açúcar/tonelada de cana (kgA/tc), ágio/deságio - A/D (%), fibra% e pureza%, de amostras tratadas termicamente (TT) e inoculadas (RS), em cana-planta (cp) e cana-soca (cs).	126
Apêndice 2- Dados ajustados de índices de severidade do raquitismo da soqueira (ISRS%), produtividade agrícola observada (C), estimado ("C") rendimento industrial observado (A), estimado (Â) e respectivos danos (DC, "DC" e DA, DÂ), CP44-101, cana-planta.	127
Apêndice 3- Dados ajustados de índices de severidade do raquitismo da soqueira (ISRS%), produtividade agrícola observada (C), estimado ("C") rendimento industrial observado (A), estimado (Â) e respectivos danos (DC, "DC" e DA, DÂ), NA56-79, cana-planta.	127
Apêndice 4- Dados ajustados de índices de severidade do raquitismo da soqueira (ISRS%), produtividade agrícola observada (C), estimado ("C") rendimento industrial observado (A), estimado (Â) e respectivos danos (DC, "DC" e DA, DÂ), RB72454, cana-planta.	128
Apêndice 5- Dados ajustados de índices de severidade do raquitismo da soqueira (ISRS%), produtividade agrícola observada (C), estimado ("C") rendimento industrial observado (A), estimado (Â) e respectivos danos (DC, "DC" e DA, DÂ), RB785148, cana-planta.	128

Apêndice 6- Dados ajustados de índices de severidade do raquitismo da soqueira (ISRS%), produtividade agrícola observada (C), estimado ("C") rendimento industrial observado (A), estimado ($\hat{A}$) e respectivos danos (DC, "DC" e DA, $D\hat{A}$), RB785343, cana-planta.	129
Apêndice 7- Dados ajustados de índices de severidade do raquitismo da soqueira (ISRS%), produtividade agrícola observada (C), estimado ("C") rendimento industrial observado (A), estimado ($\hat{A}$) e respectivos danos (DC, "DC" e DA, $D\hat{A}$), RB805246, cana-planta.	129
Apêndice 8- Dados ajustados de índices de severidade do raquitismo da soqueira (ISRS%), produtividade agrícola observada (C), estimado ("C") rendimento industrial observado (A), estimado ($\hat{A}$) e respectivos danos (DC, "DC" e DA, $D\hat{A}$), RB806043, cana-planta.	130
Apêndice 9- Dados ajustados de índices de severidade do raquitismo da soqueira (ISRS%), produtividade agrícola observada (C), estimado ("C") rendimento industrial observado (A), estimado ($\hat{A}$) e respectivos danos (DC, "DC" e DA, $D\hat{A}$), SP70-1143, cana-planta.	130
Apêndice 10- Dados ajustados de índices de severidade do raquitismo da soqueira (ISRS%), produtividade agrícola observada (C), estimado ("C") rendimento industrial observado (A), estimado ($\hat{A}$) e respectivos danos (DC, "DC" e DA, $D\hat{A}$), SP70-1284, cana-planta.	131

Apêndice 11- Dados ajustados de índices de severidade do raquitismo da soqueira (ISRS%), produtividade agrícola observada (C), estimado ("C") rendimento industrial observado (A), estimado ($\hat{A}$) e respectivos danos (DC, "DC" e DA, $D\hat{A}$), SP79-1011, cana-planta.	131
Apêndice 12- Dados ajustados de índices de severidade do raquitismo da soqueira (ISRS%), produtividade agrícola observada (C), estimado ("C") rendimento industrial observado (A), estimado ($\hat{A}$) e respectivos danos (DC, "DC" e DA, $D\hat{A}$), CP44-101, cana-soca.	132
Apêndice 13- Dados ajustados de índices de severidade do raquitismo da soqueira (ISRS%), produtividade agrícola observada (C), estimado ("C") rendimento industrial observado (A), estimado ($\hat{A}$) e respectivos danos (DC, "DC" e DA, $D\hat{A}$), NA56-79, cana-soca.	132
Apêndice 14- Dados ajustados de índices de severidade do raquitismo da soqueira (ISRS%), produtividade agrícola observada (C), estimado ("C") rendimento industrial observado (A), estimado ($\hat{A}$) e respectivos danos (DC, "DC" e DA, $D\hat{A}$), RB72454, cana-soca.	133
Apêndice 15- Dados ajustados de índices de severidade do raquitismo da soqueira (ISRS%), produtividade agrícola observada (C), estimado ("C") rendimento industrial observado (A), estimado ($\hat{A}$) e respectivos danos (DC, "DC" e DA, $D\hat{A}$), RB785148, cana-soca.	133

Apêndice 16- Dados ajustados de índices de severidade do raquitismo da soqueira (ISRS%), produtividade agrícola observada (C), estimado (“C”) rendimento industrial observado (A), estimado ($\hat{A}$) e respectivos danos (DC, “DC” e DA, $D\hat{A}$), RB785343, cana-soca.	134
Apêndice 17- Dados ajustados de índices de severidade do raquitismo da soqueira (ISRS%), produtividade agrícola observada (C), estimado (“C”) rendimento industrial observado (A), estimado ($\hat{A}$) e respectivos danos (DC, “DC” e DA, $D\hat{A}$), RB805246, cana-soca.	134
Apêndice 18- Dados ajustados de índices de severidade do raquitismo da soqueira (ISRS%), produtividade agrícola observada (C), estimado (“C”) rendimento industrial observado (A), estimado ($\hat{A}$) e respectivos danos (DC, “DC” e DA, $D\hat{A}$), RB806043, cana-soca.	135
Apêndice 19- Dados ajustados de índices de severidade do raquitismo da soqueira (ISRS%), produtividade agrícola observada (C), estimado (“C”) rendimento industrial observado (A), estimado ($\hat{A}$) e respectivos danos (DC, “DC” e DA, $D\hat{A}$), SP70-1143, cana-soca.	135
Apêndice 20- Dados ajustados de índices de severidade do raquitismo da soqueira (ISRS%), produtividade agrícola observada (C), estimado (“C”) rendimento industrial observado (A), estimado ($\hat{A}$) e respectivos danos (DC, “DC” e DA, $D\hat{A}$), SP70-1284, cana-soca.	136

Apêndice 21- Dados ajustados de índices de severidade do raquitismo da soqueira (ISRS%), produtividade agrícola observada (C), estimado ("C") rendimento industrial observado (A), estimado ($\hat{A}$) e respectivos danos (DC, "DC" e DA, $D\hat{A}$), SP79-1011, cana-soca.	136
--	-----

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Representação de modelos de produtividade em função do ISRS%, cana-planta, CP44-101: A) Agrícola e B) Industrial.	41
Figura 2. Representação de modelos de produtividade em função do ISRS%, cana-planta, NA56-79: A) Agrícola e B) Industrial.	42
Figura 3. Representação de modelos de produtividade em função do ISRS%, cana-planta, RB72454: A) Agrícola e B) Industrial.	43
Figura 4. Representação de modelos de produtividade em função do ISRS%, cana-planta, RB785148: A) Agrícola e B) Industrial.	44
Figura 5. Representação de modelos de produtividade em função do ISRS%, cana-planta, RB785343: A) Agrícola e B) Industrial.	35
Figura 6. Representação de modelos de produtividade em função do ISRS%, cana-planta, RB805246: A) Agrícola e B) Industrial.	46
Figura 7. Representação de modelos de produtividade em função do ISRS%, cana-planta, RB806043: A) Agrícola e B) Industrial.	47
Figura 8. Representação de modelos de produtividade em função do ISRS%, cana-planta, SP70-1143: A) Agrícola e B) Industrial.	48
Figura 9. Representação de modelos de produtividade em função do ISRS%, cana-planta, SP70-1284: A) Agrícola e B) Industrial.	49
Figura 10. Representação de modelos de produtividade em função do ISRS%, cana-planta, SP79-1011: A) Agrícola e B) Industrial.	50
Figura 11. Representação para teste de modelos de tendência de danos de produtividade em função do ISRS%, na cana-planta, CP44-101: A) Agrícola e B) Industrial.	57
Figura 12. Representação para teste de modelos de tendência de danos de produtividade em função do ISRS%, na cana-planta, NA56-79: A) Agrícola e B) Industrial.	58

Figura 13. Representação para teste de modelos de tendência de danos de produtividade em função do ISRS%, na cana-planta, RB72454: Agrícola e B) Industrial.	59
Figura 14. Representação para teste de modelos de tendência de danos de produtividade em função do ISRS%, na cana-planta, RB785148: A) Agrícola e B) Industrial.	60
Figura 15. Representação para teste de modelos de tendência de danos de produtividade em função do ISRS%, na cana-planta, RB785343: A) Agrícola e B) Industrial.	61
Figura 16. Representação para teste de modelos de tendência de danos de produtividade em função do ISRS%, na cana-planta RB805246: A) Agrícola e B) Industrial.	62
Figura 17. Representação para teste de modelos de tendência de danos de produtividade em função do ISRS%, na cana-planta, RB806043: A) Agrícola e B) Industrial.	63
Figura 18. Representação para teste de modelos de tendência de danos de produtividade em função do ISRS%, na cana-planta, SP70-1143: A) Agrícola e B) Industrial.	64
Figura 19. Representação para teste de modelos de tendência de danos de produtividade em função do ISRS%, na cana-planta, SP70-1284: A) Agrícola e B) Industrial.	65
Figura 20. Representação para teste de modelos de tendência de danos de produtividade em função do ISRS%, na cana-planta, SP79-1011: A) Agrícola e B) Industrial.	66
Figura 21. Representação de modelos de produtividade em função do ISRS%, cana-soca, CP44-101: A) Agrícola e B) Industrial.	81
Figura 22. Representação de modelos de produtividade em função do ISRS%, cana-soca, NA56-79: A) Agrícola e B) Industrial.	82

Figura 23. Representação de modelos de produtividade em função do ISRS%, cana-soca, RB72454: A) Agrícola e B) Industrial.	83
Figura 24. Representação de modelos de produtividade em função do ISRS%, cana-soca, RB785148: A) Agrícola e B) Industrial.	84
Figura 25. Representação de modelos de produtividade em função do ISRS%, cana-soca, RB785343: A) Agrícola e B) Industrial.	85
Figura 26. Representação de modelos de produtividade em função do ISRS%, cana-soca, RB805246: A) Agrícola e B) Industrial.	86
Figura 27. Representação de modelos de produtividade em função do ISRS%, cana-soca, RB806043: A) Agrícola e B) Industrial.	87
Figura 28. Representação de modelos de produtividade em função do ISRS%, cana-soca, SP70-1143: A) Agrícola e B) Industrial.	88
Figura 29. Representação de modelos de produtividade em função do ISRS%, cana-soca, SP70-1284: A) Agrícola e B) Industrial.	89
Figura 30. Representação de modelos de produtividade em função do ISRS%, cana-planta, SP79-1011: A) Agrícola e B) Industrial.	90
Figura 31. Representação para teste de modelos de tendência de danos de produtividade em função do ISRS%, na cana-soca, CP44-101: A) Agrícola e B) Industrial.	96
Figura 32. Representação para teste de modelos de tendência de danos de produtividade em função do ISRS%, na cana-soca, NA56-79: A) Agrícola e B) Industrial.	97
Figura 33. Representação para teste de modelos de tendência de danos de produtividade em função do ISRS%, na cana-soca, RB72454: A) Agrícola e B) Industrial.	98
Figura 34. Representação para teste de modelos de tendência de danos de produtividade em função do ISRS%, na cana-soca, RB785148: A) Agrícola e B) Industrial.	99

Figura 35. Representação para teste de modelos de tendência de danos de produtividade em função do ISRS%, na cana-soca, RB785343: A) Agrícola e B) Industrial.	100
Figura 36. Representação para teste de modelos de tendência de danos de produtividade em função do ISRS%, na cana-soca, RB805246: A) Agrícola e B) Industrial.	101
Figura 37. Representação para teste de modelos de tendência de danos de produtividade em função do ISRS%, na cana-soca, RB806043: A) Agrícola e B) Industrial.	102
Figura 38. Representação para teste de modelos de tendência de danos de produtividade em função do ISRS%, na cana-soca, SP70-1143: A) Agrícola e B) Industrial.	103
Figura 39. Representação para teste de modelos de tendência de danos de produtividade em função do ISRS%, na cana-soca, SP70-1284: A) Agrícola e B) Industrial.	104
Figura 40. Representação para teste de modelos de tendência de danos de produtividade em função do ISRS%, na cana-soca, SP79-1011: A) Agrícola e B) Industrial.	105

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1- Quadrados médios (QM) e coeficiente de variação (C.V%) das análises de variância entre TT e RS, para índice de severidade do raquitismo da soqueira (ISRS%), produtividade agrícola (C) e industrial (A), em cana-planta.	27
Tabela 2- Dados médios de índice de severidade do raquitismo da soqueira (ISRS%), produtividade agrícola (C) e industrial (A), da cana-planta.	28
Tabela 3- Diferenças em porcentagem, de índice de severidade do raquitismo da soqueira (ISRS%), produtividade agrícola (C), rendimento industrial (A) e respectivos Índices de Danos (ID%), em função do ISRS%, observados entre os tratamentos TT e RS, em cana-planta.	32
Tabela 4- Médias de índice de severidade do raquiismo da soqueira (ISRS%), produtividade agrícola (C) e industial (A), em cana-planta.	34
Tabela 5- Análise de variância para estudo da regressão linear, para produtividade agrícola (C) ou industrial (A) em função do índice de severidade do raquitismo da soqueira (ISRS%), em cana-planta.	35
Tabela 6- Parâmetros da regressão linear entre índice de severidade do raquitismo da soqueira (ISRS%) e produtividade agrícola (C), em cana-planta: coeficiente linear da reta (a); coeficiente angular da reta (b); coeficiente de determinação (R^2); equação da reta de regressão (Eq) e coeficiente de correlação (r).	38

Tabela 7- Parâmetros da regressão linear entre índice de severidade do raquitismo da soqueira (ISRS%) e rendimento industrial (A), em cana-planta: coeficiente linear da reta (a); coeficiente angular da reta (b); coeficiente de determinação (R^2); equação da reta de regressão (Eq) e coeficiente de correlação (r).	39
Tabela 8- Análise de variância para estudo da regressão linear, para estimar tendências de danos de produtividade agrícola (DC) ou industrial (DA) em função do índice de severidade do raquitismo da soqueira (ISRS%), em cana-planta.	53
Tabela 9- Parâmetros da regressão linear para estimar tendências de danos de produtividade agrícola (DC) em função do índice de severidade do raquitismo da soqueira (ISRS%), em cana-planta: coeficiente linear da reta (a); coeficiente angular da reta (b); coeficiente de determinação (R^2); equação da reta de regressão (Eq) e coeficiente de correlação (r).	54
Tabela 10- Parâmetros da regressão linear para estimar tendências de danos de rendimento industrial (DA) em função do índice de severidade do raquitismo da soqueira (ISRS%), em cana-planta: coeficiente linear da reta (a); coeficiente angular da reta (b); coeficiente de determinação (R^2); equação da reta de regressão (Eq) e coeficiente de correlação (r).	55
Tabela 11- Quadrados médios (QM) e coeficiente de variação (C.V%) das análises de variância entre TT e RS, para índice de severidade do raquitismo da soqueira (ISRS%), produtividade agrícola (C) e industrial (A), em cana-soca.	68
Tabela 12- Dados médios de índice de severidade do raquitismo da soqueira (ISRS%), produtividade agrícola (C) e industrial (A), da cana-soca.	69

Tabela 13- Diferenças em porcentagem, de índice de severidade do raquitismo da soqueira (ISRS%), produtividade agrícola (C), rendimento industrial (A) e respectivos índices de danos (ID%), em função do ISRS%, observados entre os tratamentos TT e RS, em cana-soca.	71
Tabela 14- Diferenças em porcentagem, de índice de severidade do raquitismo da soqueira (ISRS%), produtividade agrícola (C), rendimento industrial (A) e respectivos Índices de Danos (ID%), em função do ISRS%, observados entre a cana-planta e cana-soca.	73
Tabela 15- Médias de índice de severidade do raquitismo da soqueira (ISRS%), produtividade agrícola (C) e industrial (A), em cana-soca.	75
Tabela 16- Análise de variância para estudo da regressão linear, para produtividade agrícola (C) ou industrial (A) em função o índice de severidade do raquitismo da soqueira (ISRS%), em cana-soca.	76
Tabela 17- Parâmetros da regressão linear entre índice de severidade do raquitismo da soqueira (ISRS%) e produtividade agrícola (C), em cana-soca: coeficiente linear da reta (a); coeficiente angular da reta (b); coeficiente de determinação (R^2); equação da reta de regressão (Eq) e coeficiente de correlação (r).	78
Tabela 18- Parâmetros da regressão linear entre entre índice de severidade do raquitismo da soqueira (ISRS%) e rendimento industrial (A), em cana-soca: coeficiente linear da reta (a); coeficiente angular da reta (b); coeficiente de determinação (R^2); equação da reta de regressão (Eq) e coeficiente de correlação (r).	79

Tabela 19- Análise de variância para estudo da regressão linear, para estimar tendências de danos de produtividade agrícola (DC) ou industrial (DA) em função do índice de severidade do raquitismo da soqueira (ISRS%), em cana-soca.	92
Tabela 20- Parâmetros da regressão linear para estimar tendências de danos de produtividade agrícola (DC) em função do índice de severidade do raquitismo da soqueira (ISRS%), em cana-soca: coeficiente linear da reta (a); coeficiente angular da reta (b); coeficiente de determinação (R^2); equação da reta de regressão (Eq) e coeficiente de correlação (r).	93
Tabela 21- Parâmetros da regressão linear para estimar tendências de danos de rendimento industrial DA) em função do índice de severidade do raquitismo da soqueira (ISRS%), em cana-soca: coeficiente linear da reta (a); coeficiente angular da reta (b); coeficiente de determinação (R^2); equação da reta de regressão (Eq) e coeficiente de correlação (r).	94

RESUMO

A ausência de sintomas característicos do raquitismo da soqueira (RS) e a falta de métodos específicos para quantificar a severidade da doença do xilema, tem dificultado a detecção da doença e a quantificação de danos agro-industriais em viveiros de mudas e canaviais comerciais.

Nesse sentido, o presente trabalho, utilizando o método de coloração do xilema pela fluxo transpiratório (CXFT), propôs: a) avaliar quantitativamente a severidade do RS na obstrução dos vasos do xilema; b) avaliar a resistência de variedades de cana-de-açúcar à evolução da doença; c) avaliar a tolerância de variedades de cana-de-açúcar à ação da bactéria do RS no colmo; e, d) estimar danos agro-industriais em função do índice de severidade do raquitismo da soqueira (ISRS%).

O trabalho foi instalado com 10 variedades de cana-de-açúcar tratadas termicamente (TT) ou inoculadas (RS), em um delineamento de blocos ao acaso com parcelas sub-divididas e 6 repetições.

Os resultados demonstraram que as variedades apresentaram comportamento semelhante quando TT ou quando RS. Porém, foram diferentes pelas percentagens de vasos do xilema coloridos apresentados. Das 10 variedades avaliadas em relação a incidência do RS, as RB785148, RB805246 e SP70-1143 foram as mais resistentes a infecção inicial. Reagiram como intermediárias a CP44-101, RB72454, RB785343, RB806043, SP70-1284 e SP79-1011, enquanto que, a NA56-79 foi a mais suscetível entre elas. Com maior resistência à evolução da doença após o corte da cana-planta, mostraram-se as variedades RB785148 e RB805246. Foram intermediárias a CP44-101, RB72454, RB806043, SP70-1143, SP70-1284 e SP79-1011 e suscetíveis a NA56-79 e RB785343.

Em função do ISRS% do xilema, na cana-planta, as variedades CP44-101, RB72454, RB785343, RB806043, SP70-1284 e SP79-1011 foram as mais tolerantes.

Reagiram como intermediárias as variedades NA56-79, RB785148 e SP70-1143, enquanto que, a RB805246 mostrou-se intolerante à ação da bactéria no colmo. Na canasoca, a variedade NA56-79 aparentemente atingiu seu patamar máximo de doença, apresentando elevados danos de produção, sendo a mais intolerante, enquanto que, as demais variedades, independente do índice da doença apresentado, foram tolerantes à ação da bactéria.

A quantificação de severidade do raquitismo da soqueira do xilema e estimativas de danos agro-indústrias entre colmos TT e RS, permite a seleção de variedades resistentes (tolerantes e intolerantes), intermediárias (tolerantes e intolerantes) e suscetíveis (tolerantes e intolerantes), em programas de melhoramento e a elaboração de modelos de regressão linear para estimar danos de produção de viveiros de mudas e de canavais comerciais, em função do índice da doença.

RATOON STUNTING DISEASE: SEVERITY OF XYLEM SYMPTOMS AND QUANTIFICATION OF FIELD AND INDUSTRIAL DAMAGES

Author: ENG^o AGR^o PAULO ROBERTO RIBEIRO CHAGAS

Adviser: PROF. Dr. HASIME TOKESHI

SUMMARY

The absence of symptoms characteristic of ratoon stunting disease (RSD) and the lack of specific methods to quantify xylem disease severity have made the detection of the disease and the quantification of the agro-industrial damage in nurseries and commercial fields difficult. Therefore, the present study proposed to: a) evaluate quantitatively the severity of RSD in obstructing xylem vessels; b) evaluate the resistance of sugarcane varieties to the evolution of the disease; c) evaluate the tolerance of sugarcane varieties to the action of RSD bacteria in the stalk; and d) estimate the agro-industrial damage resulting from the severity index of ratoon stunting disease (SIRS%), by using the staining of xylem vessels by transpiratory flow (SXTF) method.

A experiment was set up which 10 sugarcane varieties submitted to long hot water treatment (LHWT) or inoculated (RSD) in a randomized block and split plot design and 6 replications. The results showed that the behavior of the varieties was similar, whether treated with hot water or inoculated with RSD. However, there were differences in the percentages of xylem vessels stained. Ten varieties were evaluated with regard to RSD incidence, where RB785148, RB805246 and SP70-1143 proved to be the most resistant to initial infection; CP44-101, RB72454, RB785343, RB806043, SP70-1284 and SP79-1011 showed intermediate resistance, whereas NA56-79 was the

most susceptible. Varieties RB785148 and RB805246 were the most resistant to the evolution of the disease after plant cane harvesting, while CP44-101, RB72454, RB806043, SP70-1143, SP70-1284 and SP79-1011 showed intermediate resistance, and the most susceptible were NA56-79 and RB785343.

In terms of xylem SISR%, in plant cane, varieties CP44-101, RB72454, RB785343, RB806043, SP70-1284 and SP79-1011 were the most tolerant; NA56-79, RB785148 and SP70-1143 reacted as intermediate, while RB805246 proved to be intolerant to the bacteria in the stalk. In ratoon cane, variety NA56-79 apparently reached its maximum disease threshold, showing high yield damage and proving to be the most intolerant, while the other varieties under study were tolerant to the bacteria action, regardless of the disease index presented.

The quantification of ratoon stunting severity of the xylem and estimates of agro-industrial losses between hot water treated and RSD stalks, permits the selection of resistant (tolerant and intolerant), intermediate (tolerant and intolerant) and susceptible (tolerant and intolerant) varieties in breeding programs and the development of linear regression models to estimate yield damages in nurseries and commercial fields as a function of the disease index.

1. INTRODUÇÃO

O raquitismo da soqueira (RS) é considerado uma das mais graves doenças da cana-de-açúcar, uma vez que o patógeno *Clavibacter xyli subsp. xyli* infecta os vasos do xilema e a doença não manifesta sintomas específicos. A dificuldade na diagnose do RS permite sua disseminação entre e dentro de canaviais. A incidência do RS em canaviais comerciais é preocupante e os trabalhos recentes (OCHOA, et al., 1990; GUL, et al., 1992; DAMANN, 1992; COMSTOCK, et al., 1993; SANGUINO, 1987, 1993), demonstram em todas as regiões de cultivo, o mau estado fitossanitário das lavouras devido, principalmente, ao uso de mudas contaminadas.

A dificuldade na diagnose leva o produtor a cultivar variedades severamente infectadas pela bactéria com rendimentos agro-industriais aquém do seu potencial genético. Por outro lado, por erro de diagnose, canaviais comprometidos por outros fatores e não pelo RS são renovados e as plantas apesar de tratadas termicamente não apresentam aumento de produtividade levando o produtor a avaliar erroneamente a validade deste tratamento no controle do raquitismo da soqueira.

A baixa rentabilidade ocasionada pelo raquitismo da soqueira e outros fatores é mais evidenciada com os altos custos do tratamento térmico e produção de mudas. Desse modo, a correta determinação do índice de contaminação da planta nos canaviais comerciais e viveiros de mudas torna-se imprescindível em qualquer planejamento de implantação e/ou renovação de lavouras de cana-de-açúcar.

A diagnose do RS é dificultada pela falta de sintomas específicos. Por isso, várias metodologias foram desenvolvidas para o diagnóstico da doença. Esses métodos são divididos de acordo com o critério adotado, em: a) métodos de diagnose direto e, b) métodos de diagnose indireto.

a) Métodos diretos, aqueles baseados na observação da bactéria em suco extraído do xilema, com emprego de microscopia de contraste de fase, serologia, (“tissue blot enzyme immunoassay”), isolamento da bactéria, etc. Esses métodos, mesmo apresentando-se sensíveis em detectar a bactéria, apresentam custos elevados por necessitarem de equipamentos caros e de pessoal técnico altamente especializados. Por outro lado, o seu emprego na pesquisa mostrou-se eficiente e sensível para os estudos de localização, atuação, morfologia da bactéria e seleção de variedades resistentes, em programas de melhoramento. Porém, são inadequados para seleção de variedades tolerantes ao RS.

b) O método indireto empregado avalia a doença através da coloração dos vasos do xilema e baseia-se nos sintomas fisiológicos da redução no transporte da seiva bruta. Este método, apresenta sensibilidade equivalente aos métodos diretos para diagnosticar o RS. No entanto, é de aplicação fácil, de baixo custo, prático, eficaz, podendo ser aplicado com baixa tecnologia, não necessitando de pessoal altamente especializado.

Dentre os métodos de diagnose indireto apresentados na literatura, o método de coloração do xilema pelo fluxo transpiratório (CXFT) destaca-se pela sua praticidade, baixo custo e aplicação no campo, sendo apropriado para diagnosticar o RS a nível de usinas, produtores, viveiristas e em programas de melhoramento genético para produção de variedades resistentes e tolerantes ao RS.

Tendo em vista a importância do RS, este trabalho teve como objetivos: a) avaliar quantitativamente a severidade do raquitismo da soqueira, através do CXFT; b) avaliar a resistência de variedades ao desenvolvimento da doença; c) avaliar a tolerância de variedades à ação da bactéria do RS; e, d) estimar danos de rendimentos agro-industriais, em função do índice de severidade do raquitismo da soqueira (ISRS%).

2. REVISÃO DE LITERATURA

O raquitismo da soqueira da cana-de-açúcar (RS) causado pela bactéria *Clavibacter xyli* subsp. *xyli* sp. nov., subsp. nov. (DAVIS et al, 1984) é considerado uma das doenças mais importantes da cana-de-açúcar, contribuindo com a baixa produtividade agrícola dos canaviais. Sua importância aumenta por estar presente em todos os canaviais do mundo sem ser notado (HUGHES, 1958) e os danos causados por essa doença podem oscilar de 10% a 60% (MATSUOKA, 1976; TOKESHI, 1980). Segundo SANGUINO (1987) 90% dos canaviais brasileiros estão infectados com o RS, variando a incidência conforme o grau de suscetibilidade das variedades cultivadas, com danos de 20% a 60% em peso de cana. Esses danos são mais evidenciados em soqueiras de variedades suscetíveis, quando cultivadas em solos marginais com longos períodos de estiagem. A ausência de sintomas específicos é a principal característica da doença, dificultando a diagnose e proporcionando uma disseminação rápida e eficiente do patógeno entre e dentro de canaviais (STEINDL & HUGHES, 1953; HUGHES & STEINDL, 1955; TODD, 1960; STEINDL, 1961; GALLI et al, 1968; MATSUOKA, 1975). Resultados experimentais obtidos por MATSUOKA (1983, 1984) demonstraram que colmos sadios após poucos cortes com ferramentas infectadas, apresentavam níveis altíssimos de contaminação do RS.

Para HUGHES (1974) os danos decorrentes do RS foram agrupados em: a) **indiretos**, aqueles de difícil quantificação exata, como fraca germinação, desenvolvimento raquítico das plantas, reduzido número de perfilhos, maior incidência de ervas daninhas onerando os custos com carpinas, principalmente, nas socarias; e, b) **diretos**, aqueles de fácil quantificação, como os custos com o tratamento térmico, quedas de produção em socas subsequentes e até mesmo com morte de soqueiras.

Visto que a doença não manifesta sintomas específicos, o controle é efetuado com o tratamento de mudas de 3 gemas com água quente a 50,5 °C por 2 horas (TOKESHI, 1980; MATSUOKA, 1983; MASUDA, 1984) e gemas isoladas a 52 °C / 30 minutos (COOPERATIVA DOS PRODUTORES DE AÇÚCAR E ÁLCOOL DO ESTADO DE SÃO PAULO - COPERSUCAR). A prevenção da disseminação do patógeno e uso de variedades resistentes são as mais eficientes medidas de controle da doença (STEINDL, 1961; TOKESHI, 1980; TEAKLE, 1983). Porém, a eliminação da bactéria nos colmos tratados termicamente, não é completa (HUGHES & STEINDL, 1955; STEINDL, 1961; MATSUOKA, 1972) necessitando-se da realização de vários ciclos de tratamento térmico a fim de eliminar as possíveis bactérias que escaparam do tratamento anterior (TOKESHI, 1980).

A dificuldade de se detectar a doença e o desconhecimento do estado fitossanitário dos canaviais em relação ao raquitismo da soqueira, certamente influirão na produtividade dos canaviais formados por mudas já infectadas, bem como na disseminação do patógeno em cortes subsequentes.

2.1. Avaliação de doenças

A quantificação de doenças designada pelo termo fitopatometria, é um tópico ligado a diversas especialidades dentro da fitopatologia. Esta quantificação é necessária para o estudo de medidas de controle; na determinação da eficiência de fungicidas; na caracterização da resistência varietal; em estudos de epidemiologia; na construção de curvas de progresso da doença e estimativa dos danos provocados por elas (AMORIM, 1995). Segundo a autora, sua importância equivale à importância da diagnose da doença, pois de nada adiantaria conhecer o patógeno de uma enfermidade se não fosse possível quantificar os danos por ele causados.

Para ZADOKS (1987) o controle de pragas e doenças depende de ação conjunta entre a atuação da biologia e da economia, visto que, é necessário que o produtor determine se é econômico ou não aplicar métodos de controle em sua plantação.

Para JAMES (1974) e KRANZ (1988) a diagnose e avaliação de doenças de plantas são coisas comuns e de idêntica importância para os fitopatologistas. Porém, a falta de padronização dos métodos para avaliação de doenças, já era ponto de preocupação para JAMES & TENG (1979) quando afirmaram que, enquanto métodos de diagnose são produzidos universalmente, os métodos de avaliação de doenças encontram-se ainda em desenvolvimento, necessitando segundo aqueles autores, de uniformidade e padronização urgente nos critérios adotados.

JAMES (1974); TENG (1985) e KRANS (1988) definiram **Incidência** como sendo a porcentagem (frequência) de plantas doentes ou partes de plantas doentes em uma amostra ou população. **Severidade** como sendo a porcentagem da área ou do volume do tecido coberto por sintomas. **Intensidade** um termo mais amplo, que pode ser expresso como incidência ou severidade. Segundo AMORIM (1995) o problema da desuniformidade de métodos em fitopatometria começa pela própria terminologia utilizada. Pois, mesmo que os termos **incidência**, **severidade** e **intensidade**, que representam os parâmetros a serem medidos, já terem sido definidos, muitas vezes são utilizados de forma inadequada.

2.1.1. Métodos de avaliação de doenças

2.1.1.1. Métodos diretos de avaliação do RS

Através de exames em microscópio eletrônico, vários autores observaram bactérias no xilema de colmos infectados com RS (PLAVSIC - BANJAC & MARAMORoch, 1972; MARAMORoch et al, 1973; TEAKLE et al, 1973; CHEN et al, 1975; WORLEY & GILLASPIE, Jr., 1975; KAMIUNTEN & WAKIMOTO, 1976). O RS pode ser diagnosticado também, através do exame de exsudado do xilema, empregando-se microscopia de contraste de fase ou campo escuro (GILLASPIE, Jr. et al., 1976; STEINDL, 1976; BAILEY, 1976, 1977; GILLASPIE, Jr., 1978) sendo estes testes fáceis, rápidos, mais acessíveis e menos dispendiosos do que microscopia eletrônica

que, além de requerer equipamentos caros e pessoal especializado a tecnologia envolvida limita severamente o número de amostras a serem examinadas.

Para RICAUD et al (1976) o organismo associado ao RS é facilmente distinguido das outras bactérias contaminantes, com o emprego de microscopia de campo escuro, devido suas formas características e sua morfologia comumente filiforme.

DAMANN et al (1977) associaram a técnica de serologia com a microscopia eletrônica (SEM) e observaram uma bactéria característica associada ao RS, concluindo que essa técnica foi efetiva para a diagnose direta da doença com sensibilidade maior do que a técnica de microscopia eletrônica com imersão rápida. HARRIS & GILLASPIE, Jr (1978) utilizaram a técnica de imunofluorescência com antissoro específico, para diagnosticar bactérias corineformes em amostras de caldo bruto, mesmo contendo baixas concentrações da bactéria, constituiu-se em um teste mais sensível que a microscopia de contraste de fase na diagnose do RS.

Baseados no teste ELISA (“Enzyme Linked Immunosorbent Assay”) em que a intensidade do desenvolvimento da coloração está diretamente relacionada com o número de bactérias presentes na amostra, GILLASPIE, Jr. & HARRIS (1978) sugeriram um método de seleção para resistência ao RS em grande escala, detectando em torno de 4×10^6 células/ ml ou em torno de 3 bactérias por campo de microscópio de contraste de fase. Entretanto, GILLASPIE, Jr. & HARRIS (1979) relataram possíveis limitações do método, como baixa sensibilidade, alta absorção de fundo e resultados inconsistentes.

DAVIS & DEAN (1984) compararam os métodos de microscópio de contraste de fase, isolamento em meio de cultura e reação serológica (“Fluorescent Antibody Stains on Membranes” - FASM) na observação da bactéria do RS em canaviais comerciais da Flórida. Os autores demonstraram que 79% das amostras de 20 campos comerciais, estavam infectadas pelo RS, sendo detectado pelo menos por um destes 3 métodos. Concluíram então, que o FASM foi 20% superior aos outros métodos, além de possuir as características necessárias à todas as técnicas de diagnóstico (sensibilidade, especificidade e confiabilidade).

BAILEY & FOX (1985) definiram vários parâmetros, como o tamanho de amostras a ser avaliada (20 colmos ou mais conforme o tamanho do campo); influência

do armazenamento sobre o número de bactérias e período de processamento da amostra (até 24 horas após colheita); escala de doença (amostra de 20 colmos): **Sadio** - nenhum colmo com RS; **Leve** - de 1 a 2 colmos com RS; **Moderado** - de 3 a 6 colmos com RS; **Severo** - de 7 a 12 colmos com RS; e, **Muito Severo** - de 13 a 20 colmos com RS. Esses parâmetros, segundo os autores, são essenciais para a aplicabilidade do método em larga escala. No Brasil, trabalho semelhante vem sendo conduzido por SANGUINO et al (1984), porém com algumas variações, como o tamanho de amostra (50 colmos/ ha); armazenamento após a colheita não superior a 12 horas; utilização do terceiro nó basal para extração do suco do xilema, uso da bomba de vácuo com pressão negativa de 30 polegadas de Hg/ 15 minutos, observação da bactéria em microscópio de contraste de fase com aumento de 1000 vezes e a classificação feita segundo o número de bactérias do RS encontrado.

JAYARAWE & WIDANAPATHIRANA (1987) utilizaram o microscópio de contraste de fase para estudar o ciclo de vida da bactéria *Clavibacter xyli* subsp. *xyli* e determinaram que a bactéria sobreviveu por mais de 19 dias sobre uma superfície de capim esterilizado e sem nutriente. Relataram também, que o tratamento com água quente não foi efetivo para eliminar a bactéria do RS. Ainda, segundo os autores, os resultados de uma pesquisa realizada na Estação de Cana-de-açúcar de Kantale, revelaram que a incidência do RS em viveiro primário, oriundo de tratamento térmico, foi de 25 % e no viveiro secundário de 33 %.

Para HARRIS & DAVIS (1990) a eficiência relativa do “Tissue-blot enzyme immunoassay” (dot-blot EIA) e microscopia de contraste de fase (MCF) para detectar a bactéria foi 94,7% e 87,8 %, respectivamente, comparados com a eficiência do “Fluorescent antibody direct count on filters technique” (FADCF). Devido a sua capacidade de processar amostras múltiplas e praticidade na aplicação, a “Tissue-blot-EIAs”, poderá tornar-se um meio prático para testar plantas de cana-de-açúcar contra o RS, em grande escala. Os dados apresentados, demonstraram a sensibilidade do método para selecionar variedades resistentes ao RS, em programas de melhoramento.

Segundo LEAMAN et al (1991) problemas são encontrados em todos os métodos de diagnose. Mesmo assim, dois métodos apresentaram bons resultados: a) O

“Fluorescent antibody direct count on filters” (FADCF) com alta sensibilidade (c. 5×10^4 células/ ml, detectável) com especificidade de 100 % de diagnose correta e não foi afetado pelas substâncias específicas ou compostos fenólicos oxidados, presentes em suco fibrovascular de cana-de-açúcar; e, b) O “Liquid transf. enzyme immunoassay” (LF - EIA) com sensibilidade de (c. 5×10^5 células/ ml, detectável) e especificidade de 98 % de diagnose correta. Além disso, o simples procedimento requereu pouco ou nenhum conhecimento prévio do teste ELISA.

SANGUINO (1993) avaliou a tolerância de variedades de cana-de-açúcar ao raquitismo da soqueira, por 3 cortes consecutivos. Comparou o peso da parcela e a infecção pela bactéria *Clavibacter xyli* subsp. *xyli*., através de microscopia de contraste de fase. Os resultados demonstraram que todas as variedades testadas apresentavam a infecção pela bactéria do RS, diferindo apenas na porcentagem de plantas infectadas. As variedades SP70-3370; SP70-1078; SP70-1284; SP71-799; NA56-79 e SP70-1143 apresentaram diferenças significativas na produção entre as parcelas sadias e doentes. Enquanto as variedades SP71-3146; SP71-1406; SP70-1423 e SP71-6163 não apresentaram diferenças na produção.

A revisão da literatura mostrou que a diagnose do raquitismo da soqueira em canaviais comerciais e viveiros, por métodos diretos, muitas vezes requer o emprego de equipamentos sofisticados e caros, além de técnicos especializados implicando em custos elevados e tornando essas técnicas proibitivas. No entanto, suas aplicações na pesquisa mostraram-se eficientes e sensíveis nos estudos de localização e morfologia da bactéria do raquitismo da soqueira.

2.1.1.2. Métodos indiretos de avaliação do RS

As doenças onde os sintomas são difíceis de serem observados na planta por envolverem apenas redução de vigor, diminuição de produção ou enfezamento, os métodos indiretos de diagnose são os mais aplicados. Sendo este caso muito comum nas doenças causadas por vírus e nematóides (AMORIM, 1995).

HUGHES & STEINDL (1955) comparando plantas sadias com plantas inoculadas com o RS observaram que, aquelas inoculadas com RS mostraram os efeitos do “déficit” de água durante as horas mais quentes do dia, quando cultivadas em solos com baixa umidade. STEINDL (1961) examinando cortes histológicos em secções de feixes vasculares descoloridos de cana-de-açúcar afetados pelo RS, observou que, muitos vasos estavam obstruídos com substância gomosa.

ASHTON (1956) estudou o efeito da alternância do nível de água no solo na fotossíntese da cana-de-açúcar. Os resultados revelaram que a taxa fotossintética declinou com o declínio da umidade no solo do ponto máximo da capacidade de campo, para o ponto de murchamento permanente. Entretanto, segundo o autor, a taxa de declínio não foi uniforme e o nível original de fotossíntese foi observado até que a umidade do solo se aproximasse do ponto de murchamento.

ANTOINE (1957) utilizou a técnica colorimétrica empregando o 2,3,5 - cloreto trifenil tetrazólico que em contato com o tecido vivo da cana produzia um pigmento vermelho insolúvel, sendo esta alteração mais rápida em tecido doente do que em tecido sadio. Para FARRAR (1957) uma coloração vermelho azulado no tecido parenquimatoso vizinho aos feixes vasculares de colmos sadios foi observada quando secções longitudinais de nós maduros da parte basal desse colmo eram tratadas com peróxido de hidrogênio a 3%, combinado com ácido clorídrico hidratado. No entanto, em tecidos de colmo doente, isso não ocorria. Porém, HUGHES (1958) utilizou as técnicas descritas concluindo que nenhuma apresentou resultados consistentes.

FIFE & STOKES (1959) utilizaram a cromatografia e demonstraram que a concentração de aminoácidos foi maior em extratos de folhas de cana-de-açúcar com o RS do que em extratos de folhas de colmos sadios.

ROTH & WHITHEAD (1965) trataram a parte periférica de colmos sadios e doentes com uma solução de nitrato de prata + amônia e uma solução a 20% de hidróxido de potássio e observaram que tecidos de colmos sadios apresentavam uma coloração amarela, enquanto que, nos tecidos infectados com a bactéria surgiam estrias avermelhadas de fundo amarelo. Porém, devido a resultados contraditórios os autores sugeriram a necessidade de maiores estudos.

Os dados disponíveis na literatura revelaram que a diagnose através de testes químicos e biológicos não apresentaram precisão suficiente para avaliar o estado fitossanitário de mudas com baixos níveis de infecção, evidenciando a necessidade do uso de técnicas mais modernas para a perfeita diagnose da doença.

THOMPSON (1968) observou que o RS quando combinado com fatores adversos como seca prolongada, produz efeitos desastrosos sobre a cana-de-açúcar. Porém, estes efeitos são freqüentemente mascarados, quando as condições de crescimento são boas, com irrigação adequada. Estas observações foram confirmadas mais tarde por ROSSLER (1974) ao descrever os efeitos do RS no rendimento da cana-de-açúcar, cultivada em três regimes diferentes de irrigação.

Para testar a hipótese da possível correlação entre a resistência ao RS com a anatomia vascular, TEAKLE et al (1975) utilizaram colmos maduros de clones com reações de resistência, tolerância e suscetibilidade àquela bactéria. Concluíram que a anatomia vascular na forma de poucos vasos, grandes e contínuos passando através do nó, pode ser um fator de “resistência”, “imunidade” e “suscetibilidade” ao RS. Porém, não influenciando para clones com reação de “tolerância”. De maneira similar, porém, utilizando dois nós, os autores mediram a habilidade da tinta nanquim (suspensão coloidal de partículas de carbono) de atravessar os vasos do xilema, avaliando-se o número de feixes vasculares escurecidos. Observaram que o número de vasos descolorido, foi de 1 para clones “imunes”, de 2 a 29 para clones “resistentes” e de 36 a 41 para clones “suscetíveis”. Para clones com reação de “tolerância”, o número de vasos descolorido, também foi de 1.

Nesse sentido, utilizando-se metodologia similar àquela desenvolvida por TEAKLE et al (1975) vários estudos foram realizados para detectar o RS em colmos de cana-de-açúcar.

TEAKLE et al (1978) desenvolveram estudos sobre as bases anatômicas envolvidas na resistência ao RS em diferentes clones de cana-de-açúcar, para verificar os efeitos do diâmetro dos vasos do xilema na taxa de fluxo de água. Concluíram os autores que os clones resistentes possuíam fluxos de água lento, pois apresentavam maior

ramificação nos vasos do metaxilema, na região do nó, quando comparados aos clones suscetíveis.

VALARINI (1978) adaptando o equipamento descrito por TEAKLE et al (1975) avaliou dentro da mesma variedade, a vazão de água em colmos com e sem RS, para medir suscetibilidade ao raquitismo da soqueira. Trabalhando na hipótese levantada por aqueles autores, demonstrou que em variedades resistentes a diferença de vazão de água entre colmos sadios e doentes, da mesma variedade, era pequena e o oposto, ocorria entre colmos sadios e doentes de variedades suscetíveis. O método demonstrou ser eficiente, seguro e exequível em programas de melhoramento, visando a obtenção de variedades resistentes ao raquitismo da soqueira. Porém, diferentes fatores como a pressão de vácuo, período de armazenamento do colmo, doenças vasculares, broca do colmo (*Diatraea saccharalis*), idade do colmo e a distribuição da doença dentro da touceira, afetavam a precisão do método.

DOUGLAS (1981) dando continuidade ao trabalho desenvolvido por VALARINI (1978) correlacionou a vazão de água e resistência ao RS, acrescentando mais dois fatores que influenciavam no método: a) o armazenamento do colmo por 24 horas e b) a umidade do solo.

CRUZ (1983) utilizando a metodologia modificada por VALARINI (1978) determinou que a escaldadura das folhas não interferiu significativamente no método de vazão de água. No mesmo estudo, introduziu uma modificação na metodologia, substituindo a água por uma solução de água mais corante, permitindo que duas avaliações fossem realizadas concomitantemente: 1) a medição do fluxo de água no colmo e, 2) a contagem dos vasos funcionais que ficavam coloridos após a passagem da solução corante.

Prosseguindo na hipótese da interferência da bactéria no transporte de seiva bruta na planta CHAGAS (1986) desenvolveu uma nova metodologia baseada na coloração dos vasos do xilema pelo fluxo transpiratório (CXFT). A metodologia desenvolvida teve como princípio básico a substituição da bomba de vácuo (pressão negativa) utilizada por TEAKLE et al (1975), VALARINI (1978), DOUGLAS (1981) e CRUZ (1983) pela própria planta que funcionou como "bomba de sucção" para

promover a passagem da solução corante através do colmo. Na coloração dos vasos do xilema, uma solução corante (Safranina O a 2,5 % em etanol 95 %, diluído em água na proporção de 1:10) é succionada pelo fluxo transpiratório natural do colmo. Para isso, colmos inteiros e com folhas colhidos pela manhã, após serem novamente cortados entre os nós 3 e 4 são introduzidos imediatamente em recipientes contendo a solução corante, permanecendo por 60 minutos realizando fotossíntese. Os colmos devem estar livres de brocas (*Diatraea saccharalis*) e a umidade do solo no momento da colheita dos colmos, em torno da capacidade de campo. Após os 60 minutos os colmos são retirados da solução corante e com o auxílio de uma "guilhotina" cortados transversalmente, acima do anel de cera do primeiro nó basal colorido. A seguir são classificados conforme a porcentagem de vasos coloridos, de acordo com a escala diagramática desenvolvida por CHAGAS (1986).

CHAGAS (1986) e CHAGAS & TOKESHI (1994b) compararam os métodos de coloração do xilema pelo fluxo transpiratório (CXFT), vazão de água (VALARINI, 1978) e vazão de solução corante (CRUZ, 1983) com os resultados demonstrando ser o método CXFT mais preciso, mais barato e prático do que os outros dois métodos, na determinação de diferenças entre colmos sadios e doentes, dentro de uma mesma variedade.

DAMANN, Jr. (1988) descreve detalhadamente a metodologia utilizada na técnica de microscopia de fluorescência e apresenta os resultados obtidos na avaliação de respostas do hospedeiro pela fluorescência ou não do xilema em resposta a presença ou ausência da bactéria nos vasos. Em testes adicionais, o autor associou a autofluorescência do metaxilema com a presença da bactéria extraída de plantas doentes e que esta reação era constante para algumas variedades. No entanto, para outras variedades houve autofluorescência do metaxilema sem que a presença da bactéria do RS fosse detectada. Determinando assim, a insensibilidade do método para detectar plantas com RS ou a presença de outros fatores que também possam causar fluorescência. Concluiu o autor que a fluorescência é uma reação do tecido doente do hospedeiro e não da presença de talo bacteriano.

IAMAUTI (1990) e IAMAUTI & TOKESHI (1994) compararam os métodos de coloração do xilema pelo fluxo transpiratório (CXFT), observação da bactéria do RS em suco extraído do xilema através de microscopia de contraste de fase (CT) e de autofluorescência do metaxilema (FL). Pelos resultados obtidos concluíram que os métodos CXFT e CT foram equivalentes no diagnóstico do RS, quando aplicados em plantas cujo processo de transporte de seiva bruta já sofrera interferência da bactéria. O método CT mostrou maior sensibilidade para detectar o patógeno em colmos, na fase inicial do processo patológico. Por outro lado, os autores mencionam que a simplicidade de execução e o baixo custo do método CXFT permitem sua utilização para avaliação de campos comerciais, viveiros de mudas e seleção de variedades resistentes e tolerantes nos programas de melhoramento genético.

GIGLIOTI, et al. (1996) compararam os métodos de coloração do xilema pelo fluxo transpiratório (CXFT) e “tissue blot enzyme immunoassay” (TBIA) na avaliação de resistência de genótipos de cana-de-açúcar à *Clavibacter xyli* subsp. *xyli*. Concluíram que os métodos CXFT e TBIA são semelhantes ($r=0,987$) para quantificar a severidade da doença nos vasos do xilema em genótipos resistentes ou intermediários ao raquitismo da soqueira. Porém, em genótipos suscetíveis “tolerantes”, a correlação entre os dois métodos foi baixa ($r=0,40$). Explicam os autores, que a baixa correlação possa ser devido ao fato de que em genótipos suscetíveis “tolerantes”, a bactéria esteja presente sem impedir a absorção de água, podendo assim, indicar tolerância desses genótipos ao raquitismo da soqueira.

Pelos resultados apresentados na literatura, observa-se que, o método de diagnose indireto CXFT é equivalente aos métodos diretos de microscopia de contraste de fase, e “tissue blot enzyme immunoassay” na diagnose do RS e na seleção de variedades resistentes e intermediárias, porém, é o único que detecta variedades tolerantes ao RS. Por ser um método simples, sensível, econômico, prático, de execução rápida e no campo, dispensando mão de obra altamente qualificada o CXFT é o mais apropriado para países em desenvolvimento.

2.2. Avaliação de danos e perdas causados por doenças de plantas.

ZADOKS (1985) definiu que qualquer agente biológico que danifique uma plantação é chamado **organismo nocivo**, seja ele um inseto, fungo, bactéria, nematóide ou vírus. **Injúria** é qualquer sintoma visível causado por um organismo nocivo. **Produção** é o produto mensurável de valor econômico de uma plantação. **Dano** é qualquer redução na qualidade e/ou quantidade de uma produção. **Perda** a redução em retorno financeiro por unidade de área devido à ação de organismos nocivos.

Na discussão dos resultados do presente trabalho, o termo **dano** definido por ZADOKS (1985) será usado para expressar redução na quantidade de produção, relacionando a função de **dano (D)** com **injúria (I)**. Injúria segundo ZADOKS (1985) é qualquer sintoma visível causado por um organismo nocivo. Para os resultados em discussão, injúria é a porcentagem de vasos obstruídos, não coloridos e representa o índice de severidade dos sintomas do raquitismo da soqueira (ISRS%), causado pela bactéria *Clavibacter xyli* subsp. *xyli*.

2.2.1- Modelos para estimar tendência de danos de produção causados por doenças de plantas.

Modelo é definido por Teng & Zadoks¹ citados por BERGAMIN Fº & AMORIM (1991) como sendo a representação de um sistema que reproduz uma parte da realidade. TENG (1981) definiu modelagem como sendo uma maneira conveniente de sumarizar um grande número de dados em um formato prático e conciso, normalmente como uma equação, para simular a realidade. Ainda, segundo aquele autor, a maioria dos modelos para estimar perdas causadas por doenças, são modelos empíricos de regressão, da forma, $Y = f(x)$, com “Y” expressando a porcentagem de perdas (variável dependente)

¹ TENG, P.S. & ZADOKS, J.C. Computer simulation of plant disease epidemics. In: YEARBOOK of science and technology. New York, McGraw-Hill, 1980. p.23-31.

e “x” a intensidade da doença em porcentagem (variável independente). Nesse sentido, Teng & Johnson² citados por BERGAMIN F^o (1995) listam vários modelos que podem ser empregados para relacionar doenças com dano ou produção:

- 1) **Modelo de ponto crítico** (JAMES, 1974) onde apenas uma variável independente reflete com maior ou menor exatidão toda a epidemia. Neste modelo é possível identificar um determinado estágio de desenvolvimento do hospedeiro, no qual a intensidade de doença presente está altamente correlacionada com o dano futuro;
- 2) **Modelo de múltiplos pontos** (JAMES, 1974) estima danos relacionando com variáveis derivadas de avaliações sucessivas do progresso da doença durante o ciclo de desenvolvimento do hospedeiro, sendo os danos estimados com o auxílio da análise de regressão múltipla;
- 3) **Área sob a curva de progresso da doença** (WANDERPLANK, 1963) onde modelos integrais relacionam danos com alguma variável que represente a totalidade de uma epidemia, como, a área sob a curva de progresso da doença. Argumenta o autor, ser este modelo vantajoso sobre os demais, por agrupar de uma só vez a severidade e o período de duração da doença;
- 4) **Modelo de superfície-resposta** (citado por BERGAMIN F^o, 1995) este tipo de modelo estima o dano a partir de dois diferentes tipos de “input”, segundo a equação geral, porcentagens de dano ($D\%$) = $f(x, T)$, onde “x” usualmente é a severidade da doença e “T”, o estágio de desenvolvimento do hospedeiro. Ele consiste na justaposição de curvas de produtividade sobre um certo número de curvas epidêmicas, para formar a superfície algébrica de resposta;
- 5) **Modelo sinecológico** (Kranz & Jorg³) citados por BERGAMIN F^o (1995) introduziram o termo sinecológico para descrever uma abordagem de pesquisa que permitisse a construção de modelos para múltiplos fatores, bióticos ou abióticos,

² TENG, P.S. & JOHNSON, K.B. Analysis epidemiological components in yield loss assessment. In: KRANZ, J. & ROTEM, J. ed. **Experimental techniques in plant disease epidemiology**. Berlin, Springer-Verlag, 1988. cap. 12, p.179-89.

³ KRANZ, J. & JORG, E. The synecological approach in plant disease epidemiology. **Rev. Trop. Pl. Path.** 6:27-38, 1980.

limitantes da produção. A existência na prática de incidência de diferentes organismos nocivos sobre as culturas, geravam a necessidade da obtenção de um número bastante elevado de dados, devido a necessidade de obter diversos níveis de intensidade de ataque, para cada um dos diferentes organismos nocivos considerados.

2.2.2- Teste de modelos para estimar tendências de danos de produção causados por doenças de plantas

Para JAMES & TENG (1979) as equações matemáticas usadas para descrever os modelos de danos de produção, simplificam o cálculo dos danos e facilitam a interpretação biológica do fenômeno envolvido. No entanto, alerta os autores, para que antes de ajustar-se uma equação deve-se verificar a distribuição normal dos dados obtidos. Ainda, segundo aqueles autores, para a avaliação da equação de regressão, diversos parâmetros estatísticos podem ser usados, tais como R^2 (coeficiente de determinação da equação), r (coeficiente de correlação), F e t (testes estatísticos) e s (erro padrão da estimativa da variável dependente). Sendo o R^2 calculado a partir da soma dos quadrados da regressão pela soma total dos quadrados e representa a proporção da variação total da variável dependente que é explicado pela variável ou variáveis independentes, este é seguramente, o mais importante indicador da confiabilidade do modelo de regressão.

TENG (1981) admite que a capacidade de previsão de um modelo de regressão para danos causado por doença, é em parte estabelecido durante o processo de desenvolvimento do modelo, com R^2 e s , indicando a exatidão do modelo. Acrescenta TENG (1981) que modelos podem ser testados seguindo as seguintes condições: 1) usar o modelo como parte de um programa amplo de avaliação de perdas e subsequentemente medir a resposta em diversas épocas (anos); e, 2) usar testes estatísticos para checar a boa qualidade da adaptação entre o modelo de previsão e os dados observados de perdas de produção. Porém, segundo o mesmo autor, uma dificuldade geralmente encontrada é que para expressar perda de produção, deve-se ter o controle, ou seja, nível zero de

doença. O que, freqüentemente na prática não é possível, exceto em certas interações. Porém, um procedimento simples é testar a estimativa da variável através do modelo “Y” em contraste com os danos observados “x” e efetuar a regressão linear dos dados. Estando a melhor linha de adaptação teórica na inclinação de 45° dos eixos, com um gradiente 1,0 e passando pelo ponto de origem da reta. Considera ainda o autor, que esta regra é válida somente para dados básicos usados para a regressão e implicitamente para a extensão da produção e fatores ambientais cobertos pelo experimento de campo. Não sendo estabelecido a capacidade do modelo de fazer estimativas de danos usando avaliações da doença, que não foram utilizadas como variáveis independentes no desenvolvimento do modelo.

O uso de modelos para estimativas de danos de produção em cana-de-açúcar causados pelo raquitismo da soqueira, não é mencionado na literatura. No entanto, considera-se que o modelo de ponto crítico (JAMES, 1974) é o que mais se adapta aos objetivos deste trabalho. Visto que, a quantificação da doença através do índice de severidade do raquitismo da soqueira (ISRS%), variável independente, determinada aos 11 meses de idade da cultura, está altamente correlacionada com a produção, variável dependente, revertendo, conseqüentemente, em danos futuros.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Local e variedades

De acordo com os objetivos do trabalho, foi instalado em julho de 1992, em área de solo Latossolo Roxo eutrófico, da Usina Santa Helena S/A, município de Rio das Pedras, SP, um experimento com 10 variedades de cana-de-açúcar (CP44-101, NA56-79, RB72454, RB785148, RB785343, RB805246, RB806043, SP70-1143, SP70-1284 e SP79-1011), repetidas em 2 tratamentos.

3.2. Preparo do material e formação dos tratamentos

De cada variedade foram cortados minitoletes de uma gema que após selecionados e identificados por variedade, foram submetidos ao tratamento térmico a 50,5 °C por 2 horas (TOKESHI, 1980), em tanque térmico UTTII-SUPER HORM, pertencente à Usina Santa Helena S/A. Após o tratamento térmico 50% dos minitoletes de cada variedade foram inoculados pelo método de imersão em suspensão de inóculo por 2 minutos e constituíram o tratamento RS, segundo metodologia descrita por MATSUOKA (1972). Os outros 50% sofreram imersão em água por igual período e constituíram o tratamento TT.

3.2.1- Obtenção e preparo do inóculo

O inóculo utilizado foi obtido das variedades CP44-101 e NA56-79. A variedade CP44-101 foi oriunda do campo experimental do Departamento de Fitopatologia - ESALQ/USP, Piracicaba, SP e apresentava touceiras com colmos infectados pelo RS, diagnosticado através da presença de sintomas em forma de vírgulas avermelhadas na região do nó e observação da bactéria do RS através de microscopia de contraste de fase. A variedade NA56-79 foi obtida de canavial comercial, de 4^º corte e estava infectada pelo RS, demonstrado através de sintomas nodais e pelo índice de severidade do raquitismo da soqueira (ISRS%) de 35,86% determinado através do método de coloração do xilema pelo fluxo transpiratório descrito por (CHAGAS, 1986); CHAGAS e TOKESHI, 1988, 1994a).

3.2.2- Formação das mudas para o plantio

Após realizadas as etapas de preparo dos minitoletes, tratamento térmico e inoculação, os minitoletes separados por tratamentos, foram novamente tratados por 2 minutos em uma solução a base de benomyl (Benlate 500) na dosagem de 70 g do princípio ativo / 100 litros de água, visando o controle de doenças do solo, principalmente, a podridão abacaxi, causada pelo fungo *Ceratocystis paradoxa*. Em seguida, para estimular a brotação, os minitoletes foram colocados em caixas de papelão com 0,30 x 0,30 x 0,40 m de largura, altura e comprimento, respectivamente e as mesmas foram então cobertas até o terço médio, com torta de filtro Oliver recém-produzido (quente). Após a brotação (6 - 10 dias) os minitoletes foram transferidos para sacos plásticos 15 x 15 cm, cheios de terra previamente preparada e os sacos acondicionados em área de aclimação onde receberam irrigação e adubação necessária até atingirem as condições de transplântio para o campo experimental.

3.3- Delineamento experimental

O experimento foi instalado em um delineamento blocos ao acaso com parcelas subdivididas, com 6 repetições. As parcelas foram formadas por 2 sulcos de 2,00 m de comprimento e espaçados entre si por 1,40 m. Em um sulco plantou-se 4 mudas do tratamento TT e no outro 4 mudas do tratamento RS, da mesma variedade e formaram as sub-parcelas.

3.3.1- Dimensões do campo experimental

área útil do tratamento (sub-parcela)	2,80 m ²
área útil da parcela	5,60 m ²
área útil da repetição	56,00 m ²
área útil do experimento	336,00 m ²

3.4- Delineamento estatístico

Para a avaliação dos resultados adotou-se o delineamento estatístico de blocos casualizado com parcelas subdivididas e 6 repetições.

Para a análise de variância dos resultados, utilizou-se o seguinte modelo matemático:

$$Y_{ijk} = U + V_i + B_j + A_{ij} + S_k + (VS)_{ik} + E_{ijk} \quad (1)$$

onde;

Y_{ijk} - variável resposta (C, A e severidade (%)) de sintomas) observada na i-ésima variedade, k-ésima sanidade e j-ésima repetição;

U - média geral constante de cada variável resposta;

V_i - efeito da i-ésima variedade (fator);

B_j - efeito da j-ésima repetição;

$(A)_{ij}$ - efeito do erro A do tratamento a nível de parcela i com repetição j e é usado como resíduo a nível de parcela, definido como resíduo (A);

S_k - efeito da k -ésima sanidade;

$(VS)_{ik}$ - efeito da interação entre a i -ésima variedade i com a k -ésima sanidade;

E_{ijk} - o erro experimental observado a ijk e é usado como resíduo a nível de parcela, definido como resíduo (B), tal que $E_{ijk} \sim N(0, \sigma^2)$.

3.4.1- Esquema da análise de variância dos dados experimentais em blocos ao acaso com parcelas sub-divididas.

C. Variações	G.L.
Variedades (V)	$I - 1$
Blocos (B)	$J - 1$
Resíduo (A)	$(I-1)(J-1)$
Sanidades (S)	$K-1$
Interação (VxS)	$(I-1)(K-1)$
Resíduo (B)	$I(J-1)(K-1)$
Total	$IJK-1$

3.5- Variáveis avaliadas

3.5.1- Índice de severidade do raquitismo da soqueira (ISRS%)

Entende-se por índice de severidade do raquitismo da soqueira (ISRS%) a quantidade, em porcentagem, de vasos obstruídos que não foram coloridos pela solução corante, determinado através do método de coloração do xilema pelo fluxo transpiratório (CXFT).

Com base no método de CXFT, 10 colmos inteiros e com folhas, com idade de 13 meses, de cada variedade por sub-parcelas, foram colhidos pela manhã. Após a colheita, os colmos foram novamente cortados na parte basal, entre os nós 3 e 4 e introduzidos imediatamente em contendo 5 litros de uma solução corante a base de safranina O, permanecendo na solução por 60 minutos. Após esse período, os colmos foram retirados da solução, cortados transversalmente acima do anel de cera, do primeiro nó colorido e classificados para ISRS%, através de escala da diagramática de sintomas do RS (CHAGAS, 1986).

O uso exclusivo do método CXFT na determinação do ISRS%, foi baseado na simplicidade e praticidade de operação, eficiência, baixo custo e na equivalência em relação aos métodos de diagnose do RS da cana-de-açúcar, demonstrado por CHAGAS (1986); IMAUTI (1990); CHAGAS & TOKESHI (1994b); IMAUTI & TOKESHI (1994); GIGLIOTI, et al. (1996).

3.5.2- Produtividade agrícola (quilograma de cana por sub-parcela - C)

Para o cálculo da produtividade agrícola, em cana-planta e cana-soca, todos os colmos, por variedade e por repetição foram pesados e os resultados, em kg de cana por sub-parcela (C), utilizados para comparação entre os tratamentos TT e RS.

3.5.3- Rendimento industrial (quilograma de açúcar por sub-parcela - A)

Dentro de cada repetição foram amostrados 10 colmos/variedade e encaminhados para análises tecnológicas, realizadas no laboratório da própria usina. Os resultados de kg de açúcar por tonelada de cana foram transformados para kg de açúcar por sub-parcela (A) e utilizados para comparação entre os tratamentos TT e RS.

3.5.4- Análises estatísticas dos resultados

Para comparação de médias entre os tratamentos TT e RS, as análises de variância (ANOVA) foram realizadas através do Programa "SAS". Durante as análises o programa "SAS" calculou as sub-parcelas perdidas. Para comparações de médias, independente de tratamentos, utilizou-se do teste de Tukey (5%).

3.5.5- Relação de produtividade agrícola (C) ou rendimento industrial (A) com o índice de severidade do raquitismo da soqueira (ISRS%), em cana-planta e cana-soca.

Para avaliação do comportamento de cada variedade em relação a C ou A, em função do ISRS% encontrado, foram determinadas equações de regressão linear, que associam a variável independente (x), correspondente ao ISRS% e dependente (Y), correspondente a C ou A, em cana-planta e cana-soca, de acordo com as seguintes expressões (STEEL & TORRIE, 1960):

$$Y_k = a + bX_k + e_k \dots\dots\dots(2)$$

onde:

Y_k = variável dependente (dados de sub-parcelas / variedade.;

a = coeficiente linear da reta;

b = coeficiente angular da reta;

X_k = k -ésima variável independente (no caso k -varia conforme o ISRS%, de cada variedade estudada);

e = erro experimental associado à observação k .

O parâmetro “ a ”, estima o valor da variável analisada para ISRS% zero (se os dados puderem ser ajustados a uma reta). O parâmetro “ b ”, estima a alteração na variável dependente, em função de ISRS%, podendo, assim, ser usado como estimativa de ganho ou danos de rendimentos. Valores de “ b ” significativos, quando positivos, indicam aumento de rendimentos e quando negativos, indicam redução. Valores não significativos se traduzem na impossibilidade de traçar a reta de regressão.

Estimou-se o coeficiente de determinação (R^2), que mede o ajuste dos dados à reta de regressão. Também, estimou-se o coeficiente de correlação de Pearson (r), para C ou A, em relação a ISRS%.

Para a determinação das equações de regressão, os dados reais de C e de A foram ordenados, em função de ISRS% absoluto, isto é, ISRS% ordenados crescentemente, independente de tratamentos e, apresentados nos Apêndices 2 a 11, para cana-planta e de 12 a 21, para cana-soca.

3.5.6- Danos da produtividade agrícola (DC) ou rendimento industrial (DA) em função do índice de severidade do raquitismo da soqueira (ISRS%)

Para o cálculo de danos da produtividade agrícola ou rendimento industrial, de cana-planta e de cana-soca, em função do índice de severidade do raquitismo da soqueira (ISRS%), partiu-se do pressuposto que o menor ISRS%, independente de tratamento, seria considerado como dano nulo ou igual a zero, representado num modelo geral $Y = f(X)$, onde “ x ” seria a variável independente ISRS% e “ Y ” os danos de produtividade agrícola (DC) ou de rendimento industrial (DA) observados no campo, considerado variável dependente. As equações de regressão linear determinadas a partir dos dados

inclusos nos Apêndices 2 a 11 e 12 a 21, para cana-planta e cana-soca, respectivamente, seguem o modelo (2) citado no item 3.5.5.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1- Cana-planta

4.1.1- Índices de severidade do raquitismo da soqueira (ISRS%), produtividade agrícola (C) e rendimento industrial (A).

Os quadrados médios observados nas análises de variância de ISRS%, C e A, para comparação entre os tratamentos TT e RS, são apresentados na Tabela 1. Observa-se significância ao nível de 1% de probabilidade, para variedades e tratamentos, nas três variáveis estudadas. No entanto, para a interação variedade x tratamento não foi detectada significância para nenhuma das variáveis testadas, indicando que as variedades apresentaram comportamentos semelhantes quando tratadas termicamente (TT) ou quando inoculadas (RS). Porém, pequenas variações foram observadas entre as médias das variedades em cada tratamento.

As médias de ISRS%, C e A, de 10 variedades de cana-de-açúcar tratadas termicamente (TT) ou inoculadas (RS) são apresentadas na Tabela 2. Observa-se que, dentro da mesma variedade o ISRS% foi sempre maior no tratamento RS, em comparação com o tratamento TT. Nota-se também, que as variedades apresentaram comportamento diferenciado em relação aos tratamentos. No tratamento TT a variedade RB785148 apresentou o menor ISRS% (9,58%) e o maior foi verificado na NA56-79 (19,21%). No tratamento RS o menor ISRS% foi observado na SP70-1143 (11,13%),

Tabela 1- Quadrados médios (QM) e coeficiente de variação (C.V%) das análises de variância entre TT e RS, para índice de severidade do raquitismo da soqueira (ISRS%), produtividade agrícola (C) e rendimento industrial (A), em cana-planta.

Variedades	G.L.	QM		
		ISRS%	C	A
Repetição	5	104,7731	130,0379	2,8119
Variedade	9	95,7247**	979,1317**	16,6189**
Ea	39	12,2273	55,0182	1,0971
Tratamento	1	459,0521**	1596,9653**	21,1294**
Var X Trat	9	9,9495	91,0303	1,2891
Eb	44	15,0276	59,1676	0,7350
Médias		14,49	48,45	5,86
C.V (%)		26,75	15,88	14,64

**) Significativo a 1%;

TT = tratamento tratado termicamente; RS = tratamento inoculado.

enquanto que, a NA56-79 com 23,60% apresentou novamente o maior ISRS%, ratificando sua característica de padrão de suscetibilidade ao raquitismo da soqueira.

No tratamento RS os resultados de ISRS% apresentados pelas variedades SP70-1143 (11,13%), RB805246 (12,80%) e RB785148 (13,67%) demonstram uma tendência de resistência destas variedades em relação à infecção inicial, resultante de inoculação artificial. As variedades RB806043 (16,24%), SP79-1011 (16,89%), RB72454 (17,11%), CP44-101 (17,97%), SP70-1284 (18,07%) e RB785343 (18,87%)

Tabela 2- Dados médios de índice de severidade do raquitismo da soqueira (ISRS%), produtividade agrícola (C) e industrial (A), da cana-planta.

Variedades	Trata- mentos	Médias de 6 repetições		
		ISRS%	C	A
CP44-101	TT ¹	11,28	47,00	5,77
	RS ²	17,97	34,00	4,04
NA56-79	TT	19,21	39,56	4,65
	RS	23,60	26,80	3,29
RB72454	TT	10,42	64,86	8,25
	RS	17,11	62,35	7,91
RB785148	TT	9,58	62,17	7,19
	RS	13,67	48,86	5,59
RB785343	TT	14,54	49,40	6,35
	RS	18,87	42,20	5,63
RB805246	TT	11,73	64,20	7,42
	RS	12,80	47,20	5,65
RB806043	TT	12,17	56,90	6,97
	RS	16,24	58,33	7,20
SP70-1143	TT	10,13	48,00	5,44
	RS	11,13	43,20	5,09
SP70-1284	TT	14,00	41,60	4,98
	RS	18,07	35,80	4,15
SP79-1011	TT	11,86	47,17	5,70
	RS	16,89	43,00	5,26

¹TT- tratamento tratado termicamente; ²RS- tratamento inoculado.

demonstram reação intermediária, enquanto que, a variedade NA56-79 com 23,60% de ISRS% mostrou-se suscetível ao raquitismo da soqueira.

O ISRS% inicial, apresentado pela variedade RB785148 (13,67%), foi considerado baixo e está em conformidade com aqueles apresentados por IAMAUTI (1990).

Pelos resultados alcançados considera-se que a metodologia de inoculação adotada (MATSUOKA, 1972) foi eficiente para infectar minitoletes de cana-de-açúcar. Visto que a maioria das variedades inoculadas apresentou ISRS% próximo da variedade NA56-79, classificada por (VALARINI, 1978; IAMAUTI, 1990) como padrão de suscetibilidade ao raquitismo da soqueira. Por outro lado, verifica-se que o tratamento térmico a 50 °C / 2 horas, foi insuficiente para “limpeza” da *Clavibacter xyli* subsp. *xyli*, dos minitoletes do tratamento TT.

A sobrevivência da bactéria em colmos tratados termicamente foi relatado por HUGHES & STEINDL (1955); STEINDL (1961); MATSUOKA (1972); TOKESHI (1980); VALARINI (1979); DOUGLAS (1981); CRUZ (1883); DAMANN & BENDA (1983); CHAGAS (1986); GHELLER (1986); JAYARAWA & WIDANAPATHIRANA (1987); CHAGAS & TOKESHI (1988, 1994b); IAMAUTI (1990) e SANGUINO (1993). Nesse sentido, TOKESHI (1980) sugeriu o retratamento térmico de mudas infectadas em ciclos sucessivos, variando o seu número conforme o ISRS% inicial e o índice de escape verificado após cada tratamento térmico.

Em relação a produtividade agrícola, observa-se que à exceção da variedade RB806043 com maior produção de cana no tratamento RS, nas demais variedades a produtividade foi maior no tratamento TT.

Os dados apresentados na Tabela 2, mostram que a variedade RB72454 apresentou as maiores produtividades tanto no tratamento TT (64,86kg) como no tratamento RS (62,35kg), enquanto que, as menores foram apresentadas pela variedade NA56-79 com 39,56kg no tratamento TT e 26,80kg no tratamento RS.

Um aspecto a ressaltar são as altas produtividades agrícolas da cana-planta apresentados pelas variedades RB72454 (64,86 e 62,35), RB785148 (62,17 e 48,86), RB805246 (64,20 e 47,20) e RB806043 (56,90 e 58,33) nos tratamentos TT e RS,

respectivamente. É oportuno salientar que tais produtividades são resultados de sub-parcelas com 2,80 m² e plantio de mudas individuais, espaçadas no sulco de 0,50 m entre si.

Segundo resultados de pesquisa (UFSCar - DBV - Relatório Técnico - 1994) e informações pessoais de técnicos de usinas, as variedades mencionadas fazem parte do rol daquelas que apresentam altas produções de cana (t/ha) tanto em experimentação como em plantios comerciais e semi-comerciais. Por outro lado, a variedade NA56-79 encontra-se entre aquelas com as mais baixas produtividades agrícolas, observadas para as mesmas condições citadas.

Em relação a rendimento industrial, comenta-se que colmos apresentando o raquitismo da soqueira produz mais açúcar do que colmos livres da doença. Também, que esse fenômeno seria geral para todas as variedades, bem como, para todas as condições edafo-climáticas e de cultivo. Este fato foi confirmado pelos resultados de kg de açúcar/t de cana (Apêndice 1) onde observa-se que as variedades NA56-79, RB72454, RB785343, RB805246, RB806043, SP70-1143 e SP79-1011 com ISRS% maior no tratamento RS, apresentaram maior teor de açúcar no colmo nesse mesmo tratamento, comparados com o tratamento TT. No entanto, para as variedades CP44-101, RB785148 e SP70-1284 as maiores concentrações de açúcar foram observadas nos colmos que compuseram o tratamento TT, com ISRS% mais baixo, comparados aos do tratamento RS.

Para THOMPSON (1968) o RS quando combinado com fatores adversos ao desenvolvimento da cana, como períodos prolongados de seca e solos de baixa fertilidade, produzem efeitos desastrosos sobre a produtividade da cana-de-açúcar. Porém, segundo ainda aquele pesquisador, esses efeitos são mascarados quando as condições para o crescimento são favoráveis, como adubação e irrigação adequada. Resultados semelhantes foram apresentados por HUGHES & STEINDL (1955); ASTHON (1956); ROSSLER (1974); TEAKLE et al (1975); VALARINI (1978) e DOUGLAS (1981) quando mediram a resistência da passagem da água pelo interior de colmos infectados com o RS.

Assim sendo, o cultivo de variedades com diferentes reações de resistência e tolerância ao RS, em condições favoráveis ao desenvolvimento vegetativo, pode alterar a concentração de açúcar no colmo. Isso ocorre em variedades suscetíveis e doentes (RS) por não realizarem normalmente as funções fisiológicas que determinam a conversão de elementos essenciais em fatores de crescimento e de concentração de açúcar. Nesse sentido, optou-se pela apresentação e discussão dos resultados de rendimento industrial em kg de açúcar por sub-parcela (A), por considerar-se ser mais representativo e mais real, uma vez que, esta variável leva em consideração a concentração de açúcar no colmo (Pol%) e a produção de colmos por área.

Em relação aos resultados da Tabela 3, observa-se que, entre os tratamentos TT e RS as variedades RB805246 (9,12%) e SP70-1143 (9,87%) apresentaram as menores diferenças de infecção oriunda da inoculação artificial. As variedades SP70-1284 (29,07%), RB785343 (29,78%), RB806043 (33,44%), SP79-1011 (42,41%) e RB785148 (42,69%) apresentaram diferenças mediana, enquanto que, as maiores diferenças foram observadas para as variedades CP44-101 (59,31%) e RB72454 (64,20%). Em relação a produtividades agrícola e industrial, observou-se coerência no tratamento RS, de menor produção de cana e de açúcar por sub-parcela, relacionada com o maior índice de doença. As diferenças de produtividade agrícola no tratamento RS em relação ao tratamento TT variaram de +2,51% na RB806043 a -32,25% na NA56-79. Para o rendimento industrial, a variação entre os tratamentos foi de +3,30% na RB806043 a -29,98% na CP44-101.

MASUDA (1984) relata que canaviais formados com mudas que não sofreram tratamento térmico podem apresentar prejuízos da ordem de 20% a 30%. MATSUOKA (1984) apresenta ganhos médios de 13%, 24% e 27%, em cana-planta, cana-soca e ressoca, respectivamente, quando cana inteira das variedades CB41-76, CB49-260 e IAC53-326 receberam tratamento térmico a 50,5 °C / 2 horas, antes do plantio. SANGUINO (1987) considerou que 90% dos canaviais brasileiros estavam infectados

Tabela 3- Diferenças em porcentagem, de índice de severidade do raquitismo da soqueira (B), produtividade agrícola (C), rendimento industrial (A) e respectivos índices de danos por unidade de doença (IDUD) observados entre os tratamentos TT e RS, em cana-planta.

Variedades	(B)	Rendimentos			
		Agricultura		Industrial	
		C	IDUD -(C/B)	A	IDUD -(A/B)
CP44-101	59,31	-27,66	0,47	-29,98	0,50
NA56-79	22,85	-32,85	1,41	-29,25	1,28
RB72454	64,20	-3,87	0,06	-4,12	0,06
RB785148	42,69	-21,41	0,50	-22,25	0,52
RB785343	29,78	-14,57	0,49	-11,34	0,38
RB805246	9,12	-26,48	2,90	-23,85	2,61
RB806043	33,44	+2,51	(+)	+3,30	(+)
SP70-1143	9,87	-10,00	1,01	-6,43	0,65
SP70-1284	29,07	-13,94	0,48	-16,67	0,57
SP79-1011	42,41	-8,84	0,21	-7,72	0,18

TT = tratamento tratado termicamente; RS = tratamento inoculado;

(±)= aumento ou decréscimo de produção no tratamento RS, em relação ao tratamento TT.

pelo RS, verificando em resultados experimentais que colmos tratados termicamente produziam de 20% a 60% a mais em peso de cana do que colmos doentes pelo raquitismo da soqueira. GRISHAN (1991) apresentou variação de danos de cana para 7 variedades de 27 t/ha a 60 t/ha e de açúcar de 2,63 t/ha a 7,37 t/ha, na média de 3 cortes e com os danos tendendo a aumentar com o número de cortes.

Considerando-se que a maioria dos viveiros de “mudas” comerciais apresentam infecção residual do RS, os resultados obtidos em cana-planta, foram satisfatórios. Sobretudo, considerando-se que os resultados estão próximos da realidade brasileira, ou mesmo, mundial, possibilitando com isso diagnósticos mais adequados dos danos e perdas causadas pelo raquitismo da soqueira, bem como, apresentar soluções acessíveis para as condições de cultivo da cana-de-açúcar no país.

4.1.2- Ordenação de dados para expressar as relações de índice de severidade do raquitismo da soqueira (ISRS%) com a produtividade agrícola (C) ou industrial (A) e com os respectivos danos de produção.

Os Apêndices 2 a 11, apresentam os dados originais ordenados de ISRS%, C e A, em cana-planta, que foram utilizados para comparações entre variedades, pelo teste de Tukey (5%). Também, foram usados para avaliação das relações entre C, A e respectivos danos, com ISRS% através da análise de regressão linear e do coeficiente de correlação r .

A Tabela 4 apresenta os resultados comparativos pelo teste de Tukey para ISRS%, C e A entre as variedades estudadas independente de tratamentos. Observa-se que, as variedades NA56-79 e RB785343 não diferiram significativamente entre si, para ISRS%, no entanto, para C e A as diferenças entre elas foram significativas a 5%. A variedade NA56-79 diferiu significativamente das demais variedades no ISRS%, porém, não diferiu significativamente de SP70-1284 e CP44-101 para C. Para A, as variedades NA56-79, SP70-1284, CP44-101, SP79-1011 e SP70-1143 não diferiram entre si, para o mesmo nível de significância.

As variedades RB806043, RB72454, RB805246 e RB785148 foram iguais estatisticamente para ISRS% e C. No entanto, para A a RB72454 diferiu significativamente de RB805246 e RB785148 mas não diferiu estatisticamente de RB806043.

Tabela 4- Médias de índice de severidade do raquitismo da soqueira (ISRS%), produtividade agrícola (C) e industrial (A), em cana-planta.

Variedades	Sub-par celas	ISRS (%)	Produtividades	
			C	A
NA56-79	10	21,40a	33,18a	3,97a
RB785343	10	16,70ab	45,80 bc	5,99 bcde
SP70-1284	10	16,03 bc	39,40ab	4,57ab
CP44-101	12	14,62 bcd	40,75ab	4,91abc
SP79-1011	12	14,38 bcd	45,08 bc	5,48abcd
RB806043	10	14,20 bcd	57,62 d	7,09 ef
RB72454	12	13,77 bcd	63,60 d	8,08 f
RB805246	10	12,77 bcd	55,70 cd	6,53 de
RB785148	12	11,63 cd	55,51 cd	6,39 cde
SP70-1143	10	10,63 d	45,60 bc	5,27abcd
D.M.S (5%)		5,06	10,74	1,52

Médias na coluna seguidas de letras iguais não diferem entre si, ao nível de 5%, no teste de Tukey.

A análise estatística dos resultados através de modelos de regressão linear apresentada na Tabela 5, demonstrou que, os valores de F para produtividade agrícola ou industrial relacionada com o ISRS%, na cana-planta, variaram para significância ou não conforme a variedade analisada.

Para C, a análise estatística mostrou F, significativo a 1%, para as variedades CP44-101, RB785148, RB785343, RB805246 e SP79-1011. Significativo a 5%, para a NA56-79 e F não significativo, para as variedades RB72454, RB806043, SP70-1143 e SP70-1284. Para A, o teste F, foi significativo a 1%, para as variedades CP44-101,

Tabela 5- Análise de variância para estudo da regressão linear, para produtividade agrícola (C) ou industrial (A) relacionado com o índice de severidade do raquitismo da soqueira (ISRS%), em cana-planta.

Variedades	Causas de variação							
	Regressão linear				Resíduo			
	C		A		C		A	
	GL	Q.M	GL	Q.M	GL	Q.M	GL	Q.M
CP44-101	1	652,56**	1	9,93**	10	14,79	10	0,35
NA56-79	1	439,13*	1	8,93**	8	60,68	8	0,62
RB72454	1	317,58	1	2,54	10	68,78	10	1,47
RB785148	1	562,92**	1	8,48**	10	27,39	10	0,61
RB785343	1	392,60**	1	4,58**	8	13,38	8	0,38
RB805246	1	1035,29**	1	12,39**	8	81,35	8	1,08
RB806043	1	127,28	1	2,69	8	40,60	8	0,58
SP70-1143	1	182,66	1	6,70**	8	44,97	8	0,28
SP70-1284	1	88,05	1	2,60	8	29,30	8	0,79
SP79-1011	1	462,86**	1	4,80	10	30,80	10	0,47

*,**) Significativo a 5% e 1%, respectivamente.

NA56-79, RB785148, RB785343, RB805246 e SP70-1143 e não significativo para RB72454, RB806043, SP70-1284 e SP79-1011.

4.1.2.1- Análise de Regressão Linear para estimar produtividade agrícola (C) ou rendimento industrial (A) com o índice de severidade do raquitismo da soqueira (ISRS%).

As Tabelas 6 e 7 apresentam para cada variedade os parâmetros estimados da regressão linear que determinaram as equações representativas da relação entre C e A e o ISRS%, bem como, os coeficientes de correlação (r) existentes entre elas. Pelos resultados da Tabela 6, observa-se que, à exceção da variedade RB805246 que apresentou valor inicial estimado de C para ISRS% igual a zero, determinado por “a” não significativo, nas demais variedades os valores de “a” foram significativos a 1% de probabilidade, variando entre elas conforme características de produção de cada variedade. Em relação ao parâmetro “b”, a análise estatística detectou significância a 5% na NA56-79, a 1% na CP44-101, RB785148, RB785343, RB805246 e SP79-1011 e não significativo na RB72454, RB806043, SP70-1143 e SP70-1284.

Para o ajuste dos dados à reta proposta, observou-se que, para as variedades RB72454, RB806043, SP70-1143 e SP70-1284 que apresentaram valores de “b”, não significativos, os valores de R^2 foram baixos (0,32; 0,28; 0,34 e 0,27), respectivamente. Demonstrando que para as condições estudadas as equações determinadas não são válidas para expressar relações de produtividade agrícola (C) e índices de doença (ISRS%), pois assim, os valores de “b” não significativos, são estatisticamente iguais a zero.

Ainda em relação aos resultados da Tabela 6, observa-se coeficiente de correlação (r) negativo para todas as variedades estudadas. Determinando que o aumento da doença (ISRS%) resultou sempre em redução na produtividade (C). Pelo coeficiente de correlação (r) não significativo nas variedades RB72454, RB806043, SP70-1143 e SP70-1284 presume-se estarem a reação de tolerância de cada variedade e o ambiente interferindo nas variações de produtividade agrícola.

Os resultados apresentados na Tabela 7, demonstram para todas as variedades estudadas um valor inicial estimado de A, para um ISRS% igual a zero, determinado por “a”, significativo ao nível de 1% de probabilidade. Para “b”, a análise estatística não

detectou significância nas variedades RB72454, RB806043 e SP70-1284, porém, nas demais variedades os valores de “b” foram significativos a 1% de probabilidade. Os valores de R^2 para o caso de “b” não significativo, foram baixos indicando dispersão dos dados estimados em relação à reta de regressão. Os coeficientes de correlação (r) para valores de “b” não significativos, também foram baixos e não significativos, estatisticamente iguais a zero, indicando interação das características varietais de tolerância ao raquitismo da soqueira e condições ambientais na expressão final de produtividade diferenciada para cada variedade estudada.

Para as variedades CP44-101, NA56-79, RB785148, RB785343, RB805246, SP70-1143 e SP79-1011 com valores de “b” significativos, os coeficientes de determinação (R^2) demonstraram bom ajuste dos dados obtidos à reta proposta. Do mesmo modo, os coeficientes “r” determinaram correlação negativa alta e significativas, diferindo estatisticamente de zero. Nesse sentido, considera-se que as equações das retas propostas para aquelas variedades são confiáveis para avaliação das relações de produtividade e o índice de severidade do raquitismo da soqueira.

Tabela 6- Parâmetros da regressão linear entre índice de severidade do raquitismo da soqueira (ISRS%) e produtividade agrícola (C), em cana-planta: coeficiente linear da reta (a); coeficiente angular da reta (b); coeficiente de determinação (R^2); equação da reta de regressão (Eq) e coeficiente de correlação (r).

Variedades	Parâmetros da regressão linear				Coefic. cor.(r)
	a	b	R^2	Eq($Y=a+bx$)	
CP44-101	58,49**	-1,21**	0,81	$Y=58,49-1,21x$	-0,90**
NA56-79	58,23**	-1,17*	0,47	$Y=58,23-1,17x$	-0,62*
RB72454	79,29**	-1,14	0,32	$Y=79,29-1,14x$	-0,56
RB785148	81,98**	-2,28**	0,67	$Y=81,98-2,28x$	-0,82**
RB785343	67,70**	-1,31**	0,79	$Y=67,70-1,31x$	-0,89**
RB805246	82,58	-2,19**	0,61	$Y=82,58-2,19x$	-0,78**
RB806043	69,49**	-0,83	0,28	$Y=69,49-0,83x$	-0,53
SP70-1143	59,79**	-1,33	0,34	$Y=59,79-1,33x$	-0,58
SP70-1284	55,57**	-1,01	0,27	$Y=55,57-1,01x$	-0,52
SP79-1011	62,76**	-1,23**	0,60	$Y=62,76-1,23x$	-0,77**

*,**) Significativo a 5% e 1%, respectivamente.

Tabela 7- Parâmetros da regressão linear entre índice de severidade do raquitismo da soqueira (ISRS%) e produtividade industrial (A), em cana-planta: coeficiente linear da reta (a); coeficiente angular da reta (b); coeficiente de determinação (R^2); equação da reta de regressão (Eq) e coeficiente de correlação (r).

Variedades	Parâmetros da regressão linear				Coefic. cor. (r)
	a	b	R^2	Eq($Y=a+bx$)	
CP44-101	7,10**	-1,15**	0,74	$Y=7,10-1,15x$	-0,86**
NA56-79	7,54**	-0,17**	0,64	$Y=7,54-0,17x$	-0,80**
RB72454	9,48**	-0,10	0,15	$Y=9,48-0,10x$	-0,38
RB785148	9,64**	-0,28**	0,58	$Y=9,64-0,28x$	-0,76**
RB785343	8,36**	-0,14**	0,60	$Y=8,36-0,14x$	-0,77**
RB805246	9,47**	-0,24**	0,59	$Y=9,47-0,24x$	-0,77**
RB806043	8,81**	-0,12	0,37	$Y=8,81-0,12x$	-0,61
SP70-1143	7,99**	-0,26**	0,75	$Y=7,99-0,26x$	-0,86**
SP70-1284	7,35**	-0,17	0,27	$Y=7,35-0,17x$	-0,54
SP79-1011	7,28**	-0,12**	0,50	$Y=7,28-0,12x$	-0,71**

**) Significativo a 1%.

4.1.2.2- Testes dos modelos propostos para estimar produtividade agrícola (C) ou industrial (A) relacionados com o índice de severidade do raquitismo da soqueira (ISRS%).

Determinado os modelos das equações da reta para estimar produtividade agrícola ou industrial relacionado com o índice de severidade do raquitismo da soqueira, para cada variedade estudada (Tabelas 6 e 7) e a sua exatidão avaliada através dos respectivos coeficientes R^2 e r , propôs-se testar segundo TENG (1981) a adequação de cada modelo na previsão de produtividades observadas no campo e os valores estimados em cada equação da reta.

Os valores apresentados nos Apêndices 2 a 11, permitem a definição destes testes, sendo C a produtividade agrícola e A o rendimento industrial observados e " C " a produtividade agrícola e $\hat{A}$ o rendimento industrial estimados, a partir da aplicação do modelo proposto para cada variedade.

Nas Figuras 1 a 10 são apresentadas as equações da reta de regressão linear para os valores de produtividades agrícola e industrial observados no campo e estimados através dos modelos propostos para cada variedade estudada.

Os coeficientes de determinação apresentados nas Figuras 1, 4, 5, 6, 8 e 10 (A e B) determinam a boa adequação dos modelos propostos na determinação de tendências de relação de produtividades agrícola e industrial observadas e estimadas, em cana-planta, para as variedades CP44-101, RB785148, RB785343, RB805246, SP70-1143 e SP79-1011, respectivamente.

Para as demais variedades os coeficientes de determinação (R^2) da produtividade agrícola e industrial apresentados nas Figuras 2, 3, 7 e 9 (A e B), demonstram a inviabilidade do modelo proposto para expressar relações entre produtividade observada e estimada, devido a dispersão dos dados estimados em relação à reta de regressão.

Fig. 1- Representação para teste de modelos de rendimentos em função do ISRS%, cana-planta, CP44-101: A) Agrícola e B) Industrial.

Fig. 2- Representação para teste de modelos de rendimentos em função do ISRS%, cana-planta, NA56-79: A) Agrícola e B) Industrial.

Fig. 3- Representação para teste de modelos de rendimentos em função do ISRS%, cana-planta, RB72454: A) Agrícola e B) Industrial.

Fig. 4- Representação para teste de modelos de rendimentos em função do ISRS%, cana-planta, RB785148: A) Agrícola e B) Industrial.

Fig. 5- Representação para teste de modelos de rendimentos em função do ISRS%, cana-planta, RB785343: A) Agrícola e B) Industrial.

Fig. 6- Representação para teste de modelos de rendimentos em função do ISRS%, cana-planta, RB805246: A) Agrícola e B) Industrial.

Fig. 7- Representação para teste de modelos de rendimentos em função do ISRS%, cana-planta, RB806043: A) Agrícola e B) Industrial.

Fig. 8- Representação para teste de modelos de rendimentos em função do ISRS%, cana-planta, SP70-1143: A) Agrícola e B) Industrial.

Fig. 9- Representação para teste de modelos de rendimentos em função do ISRS%, cana-planta, SP70-1284: A) Agrícola e B) Industrial.

Fig. 10- Representação para teste de modelos de rendimentos em função do ISRS%, cana-planta, SP79-1011: A) Agrícola e B) Industrial.

4.1.2.3- Análise de regressão linear para estimar danos de produtividade agrícola (DC) ou rendimento industrial (DA) relacionados com o índice de severidade do raquitismo da soqueira (ISRS%).

Os danos de produtividade agrícola e industrial relacionados com ISRS% em cada variedade, foram avaliados através da análise de regressão linear e os resultados apresentados na Tabela 8. Observa-se pelos quadrados médios (QM) comportamentos diferenciados entre as variedades testadas em termos de danos de produtividade agrícola relacionados com os respectivos ISRS%. Para a variedade NA56-79 o teste F, foi significativo a 5%. Para CP44-101, RB785148, RB785343, RB805246 e SP79-1011 significativo a 1% e não significativo para a RB72454, RB806043, SP70-1143 e SP70-1284.

Em relação a rendimento industrial os resultados demonstram QM significativo a 1%, para as variedades CP44-101, NA56-79, RB785148, RB785343, RB805246, SP70-1143 e SP70-1284 e não significativo para RB72454, RB806043 e SP79-1011. Também para danos de rendimento industrial as variedades comportaram-se diferentemente em função do índice de severidade do raquitismo da soqueira encontrado.

Os parâmetros estimados da regressão linear que determinam as equações representativas de danos de produtividade agrícola (DC) e de rendimento industrial (DA) em função do ISRS%, bem como, os coeficientes de correlação (r) existentes entre elas são apresentados nas Tabelas 9 e 10, respectivamente. Observa-se que, para DC os valores de “a” (Tabela 9) foram significativos a 5% para as variedades RB785148, RB785343 e RB805246, enquanto que, para as demais variedades testadas foi não significativo. Em relação ao coeficiente angular da reta “b” observa-se valores positivos e significativos nas variedades CP44-101, NA56-79, RB785148, RB785343, RB805246 e SP79-1011 indicando danos de produtividade agrícola em função do ISRS%. Para as variedades RB72454, RB806043, SP70-1143 e SP70-1284 o coeficiente “b” apesar de positivo, foi não significativo, indicando que, para essas quatro variedades finais os danos de produtividade agrícola não foram, unicamente, em função do ISRS%. Pelos

coeficientes de determinação (R^2) observa-se para as variedades CP44-101 (0,81), RB785148 (0,67), RB785343 (0,79), RB805246 (0,61) e SP79-1011 (0,60) com “b”, significativo a 1%, bom ajuste dos dados à reta proposta. Em relação a “r”, observa-se correlação positiva para todas as variedades testadas. Para as variedades CP44-101, NA56-79, RB785148, RB785343, RB805246 e SP79-1011 com “b” significativo, o coeficiente “r” apresentou-se alto e significativo, indicando que o raquitismo da soqueira pode ter influenciado nos danos apresentados por aquelas variedades. Por outro lado, nas variedades RB72454, RB806043, SP70-1143 e SP70-1284 que apresentaram “b” não significativo, o coeficiente “r”, mesmo positivo, foi baixo e não significativo, não correlacionando diminuição de rendimentos com ISRS%.

Para rendimento industrial (Tabela 10) observa-se “a” significativo a 5%, apenas na variedade RB805246. Para as demais variedades testadas “a” foi não significativo. Em relação a “b” as análises foram significativas a 1% de probabilidade, nas variedades CP44-101, NA56-79, RB785148, RB785343, RB805246, SP70-1143 e SP79-1011 com os valores dos respectivos R^2 demonstrando bom ajuste dos dados à reta proposta. Do mesmo modo, os coeficientes de correlação altos, positivos e significativos indicam relação entre danos de rendimento industrial e os respectivos ISRS%. Para as variedades RB72454, RB806043 e SP70-1284 tanto o coeficiente angular “b” como o coeficiente de correlação “r” foram não significativos, indicando que o ISRS% apresentado por essas variedades não tenha influenciado na diminuição dos rendimentos industriais.

O comportamento diferenciado de cada variedade testada pode ser explicado pelas características de produção, resistência horizontal e de tolerância inerentes a cada uma, justificando a construção de equações de regressão linear para cada variedade, ao invés de uma única equação para todas as variedades.

Tabela 8- Análise de variância para estudo da regressão linear para danos de produtividade agrícola (DC) ou industrial (DA) em função do índice de severidade do raquitismo da soqueira (ISRS%), em cana-planta.

Variedades	Causas de variação							
	Regressão linear				Resíduo			
	DC		DA		DC		DA	
	GL	Q.M	GL	Q.M	GL	Q.M	GL	Q.M
CP44-101	1	625,52**	1	9,95**	10	14,79	10	0,35
NA56-79	1	439,07*	1	8,93**	8	60,68	8	0,62
RB72454	1	317,46	1	2,52	10	68,79	10	1,47
RB785148	1	563,03**	1	8,48**	10	27,38	10	0,60
RB785343	1	392,54**	1	4,60**	8	13,38	8	0,38
RB805246	1	1035,32**	1	12,39**	8	81,35	8	1,08
RB806043	1	127,24	1	2,68	8	40,60	8	0,58
SP70-1143	1	182,62	1	6,71**	8	44,97	8	0,28
SP70-1284	1	88,04	1	2,61**	8	29,29	8	0,79
SP79-1011	1	462,90**	1	4,77	10	30,80	10	0,47

*, **) Significativo a 5% e 1%, respectivamente.

Danos de produtividade agrícola causados pelo raquitismo da soqueira são citados na literatura por HUGHES (1974), MATSUOKA (1976, 1984); TOKESHI (1980); KOIKE, et al. (1982); DEAN (1983); MASUDA (1984); SANGUINO (1987, 1993); GRISHAN (1991). No entanto, correlacionando danos com severidade do raquitismo da soqueira não foi encontrado.

Tabela 9- Parâmetros da regressão linear para estimar tendências de danos de produtividade agrícola (DC), em função do índice de severidade do raquitismo da soqueira (ISRS%), em cana-planta: coeficiente linear da reta (a); coeficiente angular da reta (b); coeficiente de determinação (R^2); equação da reta de regressão (Eq) e coeficiente de correlação (r).

Variedades	Parâmetros da regressão linear				Coefic. cor.(r)
	a	b	R^2	Eq($Y=a+bx$)	
CP44-101	-5,49	1,21**	0,81	$Y=-5,49+1,21x$	0,90**
NA56-79	-3,23	1,17*	0,47	$Y=-3,23+1,17x$	0,69*
RB72454	-3,09	1,14	0,32	$Y=-3,09+1,14x$	0,56
RB785148	-13,99*	2,28**	0,67	$Y=-13,99+2,28x$	0,82**
RB785343	-13,70*	1,31**	0,79	$Y=-13,70+1,31x$	0,89**
RB805246	-20,18*	2,19**	0,61	$Y=-20,18+2,19x$	0,78**
RB806043	3,11	0,84	0,28	$Y=3,11+0,84x$	0,53
SP70-1143	2,21	1,33	0,34	$Y=2,21+1,33x$	0,58
SP70-1284	-0,54	1,01	0,27	$Y=-0,54+1,01x$	0,52
SP79-1011	1,24	1,23*	0,60	$Y=1,24+1,23x$	0,77

*,**) Significativo a 5% e 1%, respectivamente.

Tabela 10- Parâmetros da regressão linear para estimar tendências de danos de rendimento industrial (DA), em função do índice de severidade do raquitismo da soqueira (ISRS%), em cana-planta: coeficiente linear da reta (a); coeficiente angular da reta (b); coeficiente de determinação (R^2); equação da reta de regressão (Eq) e coeficiente de correlação (r).

Variedades	Parâmetros da regressão linear				Coefic. cor. (r)
	a	b	R^2	Eq($Y=a+bx$)	
CP44-101	-0,89	0,15**	0,74	$Y=-0,89+0,15x$	0,86**
NA56-79	-0,73	0,17**	0,64	$Y=-0,73+0,17x$	0,80**
RB72454	0,45	0,10	0,15	$Y=0,45+0,10x$	0,38
RB785148	-1,52	0,28**	0,58	$Y=-1,52+0,28x$	0,76**
RB785343	-1,09	0,14**	0,60	$Y=-1,09+0,14x$	0,78**
RB805246	-2,79*	0,24**	0,59	$Y=-2,79+0,24x$	0,77**
RB806043	-0,14	0,12	0,37	$Y=-0,14+0,12x$	0,60
SP70-1143	-0,90	0,26**	0,75	$Y=-0,90+0,26x$	0,86**
SP70-1284	-0,24	0,17	0,29	$Y=-0,24+0,17x$	0,54
SP79-1011	0,06	0,12**	0,50	$Y=0,06+0,12x$	0,71**

*, **) Significativo a 5% e 1%, respectivamente.

4.1.2.4. Testes de modelos propostos para estimar tendências de danos de produtividade agrícola (DC) ou rendimento industrial (DA) em função do índice de severidade do raquitismo da soqueira (ISRS%)

Os resultados dos testes de modelos de regressão linear propostos para expressar danos de rendimentos (DC) ou (DA) em função do ISRS%, para cada variedade estudada, são apresentados nas Figuras 11 a 20.

Os coeficientes de determinação R^2 das Figuras 11, 14 e 16, observados para danos de produtividade agrícola (DC) e industrial (DA) para as variedades CP44-101, RB785148 e RB805246, respectivamente, indicam bom ajuste dos dados às retas de regressão, demonstrando que os modelos propostos são viáveis para expressar tendências de DC e DA em função dos ISRS% encontrados.

Para as variedades RB785343 e SP79-1011 os coeficientes de determinação R^2 observados nas Figuras 15 A e 20 A, respectivamente, demonstram bom ajuste à reta obtida e indicam que os modelos propostos são adequados para relacionar DC com ISRS%. Por outro lado, para danos de rendimento industrial os valores de R^2 das Figuras 15 B e 20 B, indicam ajustes razoáveis dos dados observados e estimados à reta proposta.

Os coeficientes de determinação R^2 apresentados nas Figuras 12 e 18 para as variedades NA56-79 e SP70-1143, respectivamente, indicam dispersão dos dados de DC estimados às retas de regressão propostas, enquanto que, para danos de rendimento industrial (DA) os dados estimados apresentam bom ajuste às retas de regressão propostas.

Nas variedades RB72454, RB806043 e SP70-1284 os coeficientes de determinação R^2 das Figuras 13, 17 e 19 demonstram que os valores estimados não apresentaram bom ajuste às retas de regressão propostas, indicando inviabilidade dos modelos de regressão linear para estimar tendências de danos agroindustriais em função dos ISRS% encontrados para essas variedades.

Fig. 11- Representação para teste de modelos de tendência de danos de rendimentos em função do ISRS%, cana-planta, CP44-101: A) Agrícola e B) Industrial.

Fig. 12- Representação para teste de modelos de tendência de danos de rendimentos em função do ISRS%, cana-planta, NA56-79: A) Agrícola e B) Industrial.

Fig. 13- Representação para teste de modelos de tendência de danos de rendimentos em função do ISRS%, cana-planta, RB72454: A) Agrícola e B) Industrial.

Fig. 14- Representação para teste de modelos de tendência de danos de rendimentos em função do ISRS%, cana-planta, RB785148: A) Agrícola e B) Industrial.

Fig. 15- Representação para teste de modelos de tendência de danos de rendimentos em função do ISRS%, cana-planta, RB785343: A) Agrícola e B) Industrial.

Fig. 16- Representação para teste de modelos de tendência de danos de rendimentos em função do ISRS%, cana-planta, RB805246: A) Agrícola e B) Industrial.

Fig. 17- Representação para teste de modelos de tendência de danos de rendimentos em função do ISRS%, cana-planta, RB806043: A) Agrícola e B) Industrial.

Fig. 18- Representação para teste de modelos de tendência de danos de rendimentos em função do ISRS%, cana-planta, SP70-1143: A) Agrícola e B) Industrial.

Fig. 19- Representação para teste de modelos de tendência de danos de rendimentos em função do ISRS%, cana-planta, SP70-1284: A) Agrícola e B) Industrial.

Fig. 20- Representação para teste de modelos de tendência de danos de rendimentos em função do ISRS%, cana-planta, SP79-1011: A) Agrícola e B) Industrial.

4.2- Cana-soca

4.2.1- Índices de severidade do raquitismo da soqueira (ISRS%), produtividade agrícola (C) e rendimento industrial (A).

Os quadrados médios observados nas análises de variância para comparação entre os tratamentos TT e RS apresentados na Tabela 11, demonstram que houve diferenças significativas a 1% pelo teste F, entre variedades e tratamentos, nas três variáveis testadas, enquanto que, para a interação variedades x tratamentos as diferenças não foram significativas.

Pelos resultados apresentados na Tabela 12, observa-se que, para cada variedade testada o ISRS% foi maior no tratamento RS comparado às mesmas variedades no tratamento TT. A variedade SP79-1011 (13,47%) apresentou o menor ISRS% no tratamento TT, enquanto que, a NA56-79 com 24,32% apresentou o maior. No tratamento RS o menor ISRS% foi observado na RB785148 (15,42%) e o maior na NA56-79 (26,43%), ratificando sua reação de suscetibilidade ao raquitismo da soqueira, também na cana-soca. Observa-se que, em cada variedade a produção de cana foi maior no tratamento TT. A variedade RB785148 com 56,73 C, apresentou a maior produção média, seguida da RB806043 (55,82) e RB72454 (54,63), enquanto que, a NA56-79 com 35,50 C apresentou a menor produtividade agrícola. No tratamento RS a maior produtividade (56,47 C) foi observado na variedade RB785148 e a menor produtividade (25,38 C) na variedade NA56-79.

Em relação a rendimento industrial observa-se comportamento semelhante àquele demonstrado para produtividade agrícola, com as variedades produzindo mais açúcar por área no tratamento TT. A variedade RB72454 com 7,30 A, apresentou o maior rendimento, enquanto que, o menor foi observado na NA56-79 (4,01 A). No tratamento RS o maior rendimento foi observado na variedade RB806043 (6,80 A) e o menor, na variedade NA56-79 com 2,98 quilos de açúcar por sub-parcela.

Tabela 11- Quadrados médios (QM) e coeficiente de variação (C.V%) das análises de variância entre TT e RS, para índice de severidade do raquitismo da soqueira (ISRS%), produtividade agrícola (C) e rendimento industrial (A), em cana-soca.

Variedades	G.L.	QM		
		ISRS%	C	A
Repetições	5	10,7785	55,8137	1,1772
Variedades	9	97,242**	734,3359**	11,4789**
Ea	39	26,1786	91,004	1,2886
Tratamentos	1	286,0901**	448,6381**	7,8723**
Var X Trat	44	7,3657	24,4385	0,4842
Eb		13,5647	60,4160	0,8332
Médias		18,21	45,76	5,45
C.V (%)		20,22	16,99	16,75

**) Significativo a 1%.

TT = tratamento tratado termicamente; RS = tratamento inoculado.

As diferenças em porcentagem, de índice de severidade do raquitismo da soqueira (B), produtividade agrícola (C%), rendimento industrial (A%) e respectivos índices de danos por unidade de doença (IDUD) entre os tratamentos TT e RS são apresentados na Tabela 13. Observa-se que, a variedade NA56-79 com o mais alto ISRS% nos dois tratamentos, apresentou o menor percentual de diferença entre eles (8,68%). Com percentual de diferença mediano apresentaram-se as variedades RB806043 (8,71%), RB785343 (9,47%), RB785148 (10,14%) e SP70-1143 (14,69%) e com os maiores percentuais de diferença entre os tratamentos as variedades SP79-1011

Tabela 12- Dados médios de índice de severidade do raquitismo da soqueira (ISRS%), produtividade agrícola (C) e industrial (A), da cana-soca.

Variedades	Tratamentos	Médias de 6 repetições		
		ISRS%	C	A
CP44-101	TT ¹	15,64	49,95	5,68
	RS ²	21,00	43,78	5,10
NA56-79	TT	24,32	35,50	4,01
	RS	26,43	25,38	2,98
RB72454	TT	16,72	54,63	7,30
	RS	21,95	49,16	6,03
RB785148	TT	14,00	56,73	6,54
	RS	15,42	56,47	6,46
RB785343	TT	19,43	49,59	5,51
	RS	21,27	47,32	5,31
RB805246	TT	13,77	49,18	5,89
	RS	16,97	45,28	5,56
RB806043	TT	16,53	55,82	6,80
	RS	17,97	55,02	6,74
SP70-1143	TT	17,50	43,35	5,53
	RS	20,07	40,14	4,67
SP70-1284	TT	15,35	39,59	4,75
	RS	20,50	33,28	4,02
SP79-1011	TT	13,47	40,47	4,91
	RS	18,40	38,85	4,64

¹TT- tratamento tratado termicamente; ²RS- tratamento inoculado.

(36,00%), CP44-101 (34,27%), SP70-1284 (35,55%), RB72454 (31,28%) e RB805246 (23,24%).

Por ser a variedade NA56-79 suscetível ao RS, acredita-se que o seu patamar máximo de doença seja inferior ao patamar máximo das demais variedades estudadas. Visto que, esta variedade apresentou os maiores ISRS% tanto no tratamento TT como no RS, esta maior suscetibilidade explicaria a menor diferença entre os tratamentos.

Para produtividade agrícola as diferenças observadas entre os tratamentos TT e RS para as 10 variedades foram de -0,46% na RB785148, seguida da RB806043 (-1,43%), SP79-1011 (-4,00%), RB785343 (-4,58%), SP70-1143 (-7,40%) e RB805246 (-7,93%) consideradas baixas. Com diferenças de -10,01%, -12,35% e -15,94%, consideradas medianas apresentaram-se as variedades RB72454, CP44-101 e SP70-1284, respectivamente. Com a maior diferença entre os tratamentos (-28,51%) apresentou-se a NA56-79. No entanto, analisando-se os índices de danos por unidade de doença (IDUD) observa-se que, apenas a variedade NA56-79 (3,28) apresentou tendência de intolerância à presença do patógeno. As demais variedades com IDUD variando de 0,04 na RB785148 a 0,50 na SP70-1143 apresentaram tendência de tolerância avaliada pelo ISRS%. Os resultados ratificam a tendência de patamar máximo de ISRS% da variedade NA56-79 inferior, comparado as demais variedades, demonstrado pela maior intolerância dessa variedade à presença da bactéria.

Em relação a rendimento industrial, a variedade SP70-1143 com IDUD de 1,06 apresentou tendência de reação intermediária de tolerância ao RS. A variedade NA56-79 com IDUD de 2,96 apresentou tendência de intolerância ao RS e as demais variedades testadas com IDUD variando de 0,10 na RB806043 a 0,56 na RB72454 apresentaram tendência de tolerância pelo ISRS% apresentado.

Os resultados obtidos estão de acordo com os de MATSUOKA (1975, 1983, 1984); OCHOA, et al. (1990); DAMANN (1992) e SANGUINO (1993), quando apresentaram evolução da doença após o primeiro corte, com maior ISRS% na cana-soca, Observou-se ainda, que as variedades apresentaram comportamento diferenciado quando se comparou os resultados de ISRS% entre os dois cortes.

Tabela 13- Diferenças em porcentagem, de índice de severidade do raquitismo da soqueira (B), produtividade agrícola (C), rendimento industrial (A) e respectivos índices de danos por unidade de doença (IDUD) observados entre os tratamentos TT e RS, em cana-soca.

Variedades	(B)	Rendimentos			
		Agrícola		Industrial	
		C	IDUD -(C/B)	A	IDUD -(A/B)
CP44-101	34,27	-12,35	0,36	-10,21	0,30
NA56-79	8,68	-28,51	3,28	-25,69	2,96
RB72454	31,28	-10,01	0,32	-17,40	0,56
RB785148	10,14	-0,46	0,04	-1,22	0,20
RB785343	9,47	-4,58	0,48	-3,63	0,38
RB805246	23,24	-7,93	0,34	-5,60	0,24
RB806043	8,71	-1,43	0,16	-0,88	0,10
SP70-1143	14,69	-7,40	0,50	-15,55	1,06
SP70-1284	35,55	-15,94	0,47	-15,37	0,46
SP79-1011	36,00	-4,00	0,11	-5,50	0,15

TT = tratamento tratado termicamente; RS = tratamento inoculado.

As diferenças em porcentagem, de índice de severidade do raquitismo da soqueira (ISRS%), produtividade agrícola (C%), rendimento industrial (A%) e respectivos índices de danos por unidade de doença (IDUD) observadas entre a cana-planta e cana-soca, são apresentadas na Tabela 14. Pelos resultados observa-se que, as variedades SP79-1011 e SP70-1284 com 10,86% e 11,79%, respectivamente, de aumento de ISRS% da cana-planta para a cana-soca, apresentaram tendência de resistência à evolução da doença. As variedades NA56-79, RB806043, RB785343, CP44-101, RB805246 e RB785148 com diferenças de 18,55%, 21,48%, 21,86%,

25,31%, 25,37% e 26,59%, respectivamente, apresentaram-se intermediárias, enquanto que, as variedades RB72454 com 40,48% e a SP70-1143 com 76,67% de acréscimo de ISRS% mostraram-se com tendência de suscetibilidade a evolução da doença, após o corte da cana-planta.

O acréscimo de 25,31% de índice de doença, observado na cana-soca em relação a cana-planta não interferiu na produtividade agrícola e industrial da variedade CP44-101, visto que, a produção tanto de cana como de açúcar, foi maior na cana-soca. Por conseguinte, essa variedade não apresentou IDUD. Ao contrário do que relata a literatura, ela é suscetível, mas tolerante à presença da bactéria, provavelmente por ter alcançado seu patamar máximo de ISRS% entre a cana-planta e cana-soca.

As variedades RB785148 e RB785343 a semelhança de CP44-101 aparentemente atingiram seu patamar de ISRS% e apresentaram comportamento diferenciado em relação a produtividade agrícola e rendimento industrial. Para produtividade agrícola, aquelas variedades apresentaram maior produção de cana por sub-parcela, na cana-soca. Ao passo que, para rendimento industrial, produziram mais açúcar na cana-planta, apresentando IDUD de 0,07 e 0,44, respectivamente. Para as demais variedades testadas as produções de cana e de açúcar por sub-parcela foram menores na cana-soca, apresentaram IDUD em relação a cana-planta, diferenciado por variedade. Os maiores IDUD para produtividade agrícola e industrial foram observados na variedade SP79-1011 (1,11 e 1,19), respectivamente, enquanto que, os menores foram observados na variedade SP70-1143 (0,11 e 0,04), respectivamente.

O aumento do raquitismo da soqueira através de cortes subsequentes é relatado por MATSUOKA (1975; 1983; 1984); OCHOA, et al. (1990); DAMANN (1992); SANGUINO (1993). Contribuindo efetivamente para reduções agrícola por HUGHES, (1974); MATSUOKA, (1976, 1984); TOKESHI, (1980); KOIKE et al. (1982); DEAN, (1983); MASUDA, (1984); SANGUINO, (1987, 1993); GRISHAN, (1991). Que por sua vez, está em acordo com os resultados das variedades que no experimento, apresentaram reduções de produtividade agrícola em função do índice de severidade do raquitismo da soqueira, avaliado no colmo através da coloração do xilema pelo fluxo transpiratório.

Tabela 14- Diferenças em porcentagem, de índice de severidade do raquitismo da soqueira (B), produtividade agrícola (C), rendimento industrial (A) e respectivos índices de danos por unidade de doença (IDUD) observadas entre a cana-planta e cana-soca.

Variedades	(B)	Produtividade			
		Agrícola		Industrial	
		C	IDUD -(C/B)	A	IDUD -(A/B)
CP44-101	25,31	+15,70	(+)	+10,00	(+)
NA56-79	18,55	-8,26	0,44	-12,09	0,65
RB72454	40,48	-18,41	0,45	-17,57	0,43
RB785148	26,59	+1,96	(+)	-1,88	0,07
RB785343	21,86	+5,79	(+)	-9,68	0,44
RB805246	25,37	-15,21	0,60	-12,40	0,49
RB806043	21,48	-3,80	0,18	-4,38	0,20
SP70-1143	76,67	-8,46	0,11	-3,04	0,04
SP70-1284	11,79	-5,86	0,50	-3,95	0,33
SP79-1011	10,86	-12,02	1,11	-12,96	1,19

(±)= acréscimo ou decréscimo de rendimento na cana-soca em relação a cana-planta.

Dessa forma os resultados observados neste trabalho por variedade, concordam com os trabalhos antes mencionados.

4.2.2- Ordenação de dados para expressar as relações de índice de severidade do raquitismo da soqueira (ISRS%) com o produtividade agrícola (C) ou rendimento industrial (A) e respectivos índices de danos.

Os Apêndices 12 a 21, apresentam os dados originais ordenados de ISRS%, C e A, em cana-soca que foram utilizados para comparações entre variedades pelo teste de Tukey (5%) e também, para avaliação das relações entre C ou A com ISRS% através da análise de regressão linear e do coeficiente de correlação r .

Pelos resultados da Tabela 15, observa-se que para ISRS% a variedade NA56-79 (25,38%) não diferiu significativamente, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey, das variedades RB785343 (20,35%), RB72454 (19,33%), SP70-1143 (18,78%), CP44-101 (18,38%) e SP70-1284 (17,92%). No entanto, diferiu estatisticamente das variedades RB806043 (17,25%), SP79-1011 (15,60%), RB805246 (15,37%) e RB785148 (14,71%) que, por sua vez, não diferiram significativamente, das demais variedades testadas.

Para produtividade agrícola (C) e rendimento industrial (A) as variedades NA56-79, SP70-1143, SP70-1284 e SP79-1011 não diferiram significativamente entre si. Por outro lado, diferiram das demais variedades, que entre si, não diferiram estatisticamente, pelo teste de Tukey (5%).

Pelos resultados da análise de variância da regressão linear apresentados na Tabela 16, observa-se que, para a variedade CP44-101 os valores de F, foram significativos a 1% e 5% para produtividade agrícola e industrial, respectivamente. Para a RB806043 os valores de F, foram significativo a 5% para produtividade agrícola e não significativo para rendimento industrial. Para as variedades RB785343 e RB805246 os valores de F, foram significativos a 5% de probabilidade, para as duas variáveis testadas. Para as demais variedades testadas, o teste F, detectou significância a 1% de probabilidade, para regressão linear nas duas variáveis testadas.

Tabela 15- Médias de índice de severidade do raquitismo da soqueira (ISRS%), produtividade agrícola (C) e rendimento industrial (A), em cana-soca.

Variedades	Sub-par celas	ISRS (%)	Produtividade	
			C	A
NA56-79	10	25,38a	30,44a	3,50a
RB785343	10	20,35ab	48,73 bcde	5,41 bcd
RB72454	12	19,33ab	51,90 cde	6,67 cd
SP70-11 43	10	18,78ab	41,74abcd	5,10abc
CP44-101	12	18,38ab	46,91 bcde	5,39 bcd
SP70-1284	10	17,92ab	36,51ab	4,38ab
RB806043	10	17,25 b	55,42 de	6,77 d
SP79-1011	12	15,60 b	39,66abc	4,72 bcd
RB805246	10	15,37 b	47,23 bcde	5,72 bcd
RB785148	12	14,71 b	56,60 e	6,50 cd
D.M.S (5%)		7,41	13,82	1,64

Médias na coluna seguidas de letra iguais não diferem entre si, ao nível de 5%, no teste de Tukey.

Tabela 16- Análise de variância para estudo da regressão linear, para produtividade agrícola (C) ou industrial (A) relacionado com o índice de severidade do raquitismo da soqueira (ISRS%), em cana-soca.

Variedades	Causas de variação							
	Regressão linear				Resíduo			
	C		A		C		A	
	GL	Q.M	GL	Q.M	GL	Q.M	GL	Q.M
CP44-101	1	270,51**	1	3,02*	10	17,87	10	0,37
NA56-79	1	770,39**	1	12,50**	8	28,97	8	0,29
RB72454	1	774,11 **	1	17,07**	10	27,21	10	0,56
RB785148	1	430,34**	1	6,61**	10	26,90	10	0,43
RB785343	1	406,74*	1	4,38*	8	60,80	8	0,47
RB805246	1	91,68*	1	1,33*	8	9,08	8	0,12
RB806043	1	494,09*	1	4,80	8	66,25	8	1,01
SP70-1143	1	265,59**	1	5,65**	8	8,49	8	0,23
SP70-1284	1	747,18**	1	8,63**	8	49,98	8	0,39
SP79-1011	1	227,42**	1	4,13**	10	16,09	10	0,32

*,**) Significativo a 5% e 1%, respectivamente.

4.2.2.1- Análise de regressão linear para estimar produtividade agrícola (C) ou rendimento industrial (A) em função do índice de severidade do raquitismo da soqueira (ISRS%).

As Tabelas 17 e 18 apresentam para cada variedade, os parâmetros estimados da regressão linear que determinam as equações representativas da relação entre C e ISRS% e A e ISRS%, respectivamente, bem como, os coeficientes de correlação existente entre elas.

Pelos resultados da Tabela 17, observa-se que, em cada variedade o valor do parâmetro "a" para a variável C, foi significativo a 1% de probabilidade, demonstrando comportamento semelhante para um ISRS% inicial, determinado por "x" igual a zero. Com relação ao parâmetro "b", a análise estatística detectou valores significativos a 5% nas variedades RB785343, RB805246 e RB806043 e a 1% na CP44-101, NA56-79, RB72454, RB785148, SP70-1143, SP70-1284 e SP79-1011. Em relação ao coeficiente de determinação R^2 , os resultados apresentados determinam um bom ajuste dos dados a reta proposta. Para valores de "b", significativos a 5%, os valores de R^2 são baixos, porém, estatisticamente são diferentes de zero, validando a equação de regressão para expressar relações de C e ISRS%. Para o coeficiente "r", observa-se correlação negativa alta e significativa entre ISRS% e produtividade agrícola para todas as variedades testadas. Os resultados indicam tendência de que o raquitismo da soqueira influenciou na produtividade agrícola daquelas variedades. Sendo mais ou menos expressiva, conforme reação de tolerância de cada variedade à incidência da bactéria no colmo.

Pelos resultados apresentados na Tabela 18, nota-se valores de "a" significativos a 1% de probabilidade, para todas as variedades testadas. Em relação ao parâmetro "b", observa-se significância a 5%, na CP44-101 e na RB805246. Significativo a 1% na NA56-79, RB72454, RB785148, RB785343, SP70-1143, SP70-1284 e SP79-1011 e não significativo na variedade RB806043. Os valores do coeficiente de determinação R^2 indicam um ajuste variável da regressão linear à reta proposta, à exceção para as

Tabela 17- Parâmetros da regressão linear entre índice de severidade do raquitismo da soqueira (ISRS%) e produtividade agrícola (C), em cana-soca: coeficiente linear da reta (a); coeficiente angular da reta (b); coeficiente de determinação (R^2); equação da reta de regressão (Eq) e coeficiente de correlação (r).

Variedades	Parâmetros da regressão linear				Coefic. cor. (r)
	a	b	R^2	Eq($Y=a+bx$)	
CP44-101	64,57**	-0,78**	0,60	$Y=64,57-0,78x$	-0,78**
NA56-79	83,39**	-2,09**	0,77	$Y=83,39-2,09x$	-0,88**
RB72454	82,97**	-1,61**	0,74	$Y=82,97-1,61x$	-0,86**
RB785148	79,42**	-1,55**	0,61	$Y=79,42-1,55x$	-0,78**
RB785343	74,72**	-1,28*	0,45	$Y=74,72-1,28x$	-0,67*
RB805246	63,30**	-1,05*	0,56	$Y=63,30-1,05x$	-0,75*
RB806043	79,85**	-1,42*	0,48	$Y=79,85-1,42x$	-0,69*
SP70-1143	63,94**	-1,18**	0,80	$Y=63,94-1,18x$	-0,89**
SP70-1284	74,18**	-2,10**	0,65	$Y=74,18-2,10x$	-0,81**
SP79-1011	58,57**	-1,23**	0,59	$Y=58,57-1,23x$	-0,76**

*, **) Significativo a 5% e 1%, respectivamente.

variedades CP44-101 ($R^2=0,45$) e RB806043 ($R^2=0,37$) que apresentam dispersão dos dados à reta de regressão.

Reservando-se as diferenças de tolerância ao RS de cada variedade cultivada, evidenciada pelas características de produtividade para as diferentes condições de cultivo e de severidade da doença, considera-se os resultados satisfatórios para elaboração de modelos matemáticos diferenciados para cada variedade estudada a partir das variáveis x e Y da função básica $Y=f(x)$.

Tabela 18- Parâmetros da regressão linear entre índice de severidade do raquitismo da soqueira (ISRS%) e rendimento industrial (A), em cana-soca: coeficiente linear da reta (a); coeficiente angular da reta (b); coeficiente de determinação (R^2); equação da reta de regressão (Eq) e coeficiente de correlação (r).

Variedades	Parâmetros da regressão linear				Coefic.
	a	b	R^2	Eq($Y=a+bx$)	cor. (r)
CP44-101	7,26**	-0,10*	0,45	$Y=7,26-0,10x$	-0,67*
NA56-79	10,24**	-0,27**	0,84	$Y=10,24-0,27x$	-0,92**
RB72454	11,28**	-0,24**	0,75	$Y=11,28-0,24x$	-0,87**
RB785148	9,33**	-0,19**	0,60	$Y=9,33-0,19x$	-0,78**
RB785343	8,10**	-0,13**	0,54	$Y=8,10-0,13x$	-0,73*
RB805246	7,66**	-0,13*	0,57	$Y=7,66-0,13x$	-0,75*
RB806043	9,17**	-0,14	0,37	$Y=9,17-0,14x$	-0,61
SP70-1143	8,33**	-0,17**	0,75	$Y=8,33-0,17x$	-0,87**
SP70-1284	8,43**	-0,23**	0,73	$Y=8,43-0,23x$	-0,86**
SP79-1011	7,36**	-0,17**	0,57	$Y=7,36-0,17x$	-0,75**

*, **) Significativo a 5% e 1%, respectivamente.

Analisando-se os resultados dos coeficientes “r”, verifica-se correlação negativa para todas as variedades testadas. No entanto, na variedade RB806043 o valor de $r = 0,61$ não significativo indica que a resultante da produtividade nessa variedade está sujeita a influência varietal e interferência de fatores externos, superior aos efeitos da doença. Para as demais variedades que apresentaram “r” significativo, a produtividade final poderá estar correlacionada a severidade da doença. Estando mais ou menos evidenciada em função das características de produção e de tolerância ao RS inerentes a

cada variedade. Os resultados do coeficiente de correlação “r” alto e significativo, indicam que alta porcentagem de variação dos valores de rendimento industrial, pode ser explicada pela equação de regressão construída para cada variedade. Constituindo-se assim, em um bom modelo (TENG, 1987) para explicar as tendências de relações de rendimento industrial (A) e índice de severidade do raquitismo da soqueira (ISRS%).

4.2.2.2- Teste dos modelos propostos de previsão de produtividade agrícola (C) ou rendimento industrial (A) relacionados com o índice de severidade do raquitismo da soqueira (ISRS%).

Seguindo os mesmos procedimentos dispensados para testar os modelos de regressão na cana-planta, foram testados os modelos de regressão (Tabelas 17 e 18) propostos para cana-soca, cujos resultados são apresentados nas Figuras de 21 a 30.

Os coeficientes de determinação R^2 das Figuras 22, 23, 24 e 28, observados para C e A nas variedades NA56-79, RB72454, RB785148 e SP70-1143, respectivamente, indicam bom ajuste dos dados estimados às retas de regressão propostas. Nas variedades CP44-101 e RB806043 os coeficientes de determinação R^2 para A apresentados nas Figuras 21 B e 27 B, respectivamente, mostram para cana-soca, dispersão dos dados obtidos às retas propostas. Para produtividade agrícola os coeficientes de determinação R^2 indicam um ajuste médio para a CP44-101, porém baixo para a RB806043 (0,49).

Os coeficientes de determinação R^2 da Figura 26 para C e A, na variedade RB805246 indicam ajuste médio dos dados estimados à reta de regressão proposta.

Os coeficientes de determinação R^2 das Figuras 25, 29 e 30 para produtividade agrícola e rendimento industrial nas variedades RB785343, SP70-1284 e SP79-1011, respectivamente, indicam ajuste médio para rendimento industrial, enquanto que, para produtividade agrícola os dados obtidos não se ajustaram às retas propostas.

Fig. 21- Representação para teste de modelos de rendimentos em função do ISRS%, cana-soca, CP44-101: A) Agrícola e B) Industrial.

Fig. 22- Representação para teste de modelos de rendimentos em função do ISRS%, cana-soca, NA56-79: A) Agrícola e B) Industrial.

Fig. 23- Representação para teste de modelos de rendimentos em função do ISRS%, cana-soca, RB72454: A) Agrícola e B) Industrial.

Fig. 24- Representação para teste de modelos de rendimentos em função do ISRS%, cana-soca, RB785148: A) Agrícola e B) Industrial.

Fig. 25- Representação para teste de modelos de rendimentos em função do ISRS%, cana-soca, RB785343: A) Agrícola e B) Industrial.

Fig. 26- Representação para teste de modelos de rendimentos em função do ISRS%, cana-soca, RB805246: A) Agrícola e B) Industrial.

Fig. 27- Representação para teste de modelos de rendimentos em função do ISRS%, cana-soca, RB806043: A) Agrícola e B) Industrial.

Fig. 28- Representação para teste de modelos de rendimentos em função do ISRS%, cana-soca, SP70-1143: A) Agrícola e B) Industrial.

Fig. 29- Representação para teste de modelos de rendimentos em função do ISRS%, cana-soca, SP70-1284: A) Agrícola e B) Industrial.

Fig. 30- Representação para teste de modelos de rendimentos em função do ISRS%, cana-soca, SP79-1011: A) Agrícola e B) Industrial.

4.2.2.3- Análise de regressão linear para estimar tendências de danos de produtividade agrícola (DC) ou rendimento industrial (DA) em função do índice de severidade do raquitismo da soqueira (ISRS%).

Na Tabela 19 são apresentados os quadrados médios (QM) das análises de variância individuais, para danos de produtividade agrícola (DC) e industrial (DA) em função do ISRS% de cada variedade testada. Observa-se que, para DC o QM foi significativo a 5% para as variedades RB785343, RB805246 e RB806043 e a 1% para CP44-101, NA56-79, RB72454, RB785148, SP70-1143, SP70-1284 e SP79-1011. Para DA, o QM das variedades CP44-101, RB785343 e RB805246 foi significativo a 5%. Significativo a 1% para as variedades NA56-79, RB72454, RB785148, SP70-1143, SP70-1284 e SP79-1011 e não significativo para a RB806043. Indicando mais uma vez, comportamento diferenciado de tolerância ao raquitismo da soqueira entre as variedades testadas. Justificando a construção de equações de regressão linear para danos de produtividade agrícola ou de rendimento industrial em função de ISRS%, por variedade, também na cana-soca.

Os parâmetros da regressão linear, para DC e DA por variedade e respectivos coeficientes “r” são apresentados nas Tabelas 20 e 21, respectivamente. Observa-se pelos resultados da Tabela 20, tendência de aumento de DC em função do ISRS%, visto que, “b” foi positivo e significativo para todas as variedades testadas. Do mesmo modo, observa-se coeficiente “r” positivo e significativo indicando correlação positiva, entre o aumento do ISRS% e o aumento de DC. Os coeficientes de determinação (R^2) para os resultados de “b” significativos a 1% de probabilidade, conferem bom ajuste dos dados às retas obtidas. Para o parâmetro “a” os resultados da análise de variância indicam significância a 5%, para as variedades NA56-79 e SP79-1011, a 1% para SP70-1143 e não significativo para CP44-101, RB72454, RB785148, RB785343, RB805246, RB806043 e SP70-1284.

Tabela 19- Análise de variância para estudo da regressão linear para estimar tendências de danos de produtividade agrícola (DC) ou rendimento industrial (DA) em função do índice de severidade do raquitismo da soqueira (ISRS%), em cana-soca.

Variedades	Causas de variação							
	Regressão linear				Resíduo			
	DC		DA		DC		DA	
	GL	Q.M	GL	Q.M	GL	Q.M	GL	Q.M
CP44-101	1	271,03**	1	3,03*	10	17,89	10	0,37
NA56-79	1	770,42**	1	12,47**	8	28,97	8	0,28
RB72454	1	774,08**	1	17,07**	10	27,21	10	0,56
RB785148	1	430,26**	1	6,65**	10	26,74	10	0,43
RB785343	1	406,67*	1	4,37*	8	60,79	8	0,47
RB805246	1	91,67*	1	1,35*	8	9,08	8	0,13
RB806043	1	494,11*	1	4,81	8	66,25	8	1,01
SP70-1143	1	265,56**	1	5,64**	8	8,49	8	0,23
SP70-1284	1	747,16**	1	8,64**	8	49,98	8	0,39
SP79-1011	1	227,42**	1	4,11**	10	16,09	10	0,32

*, **) Significativo a 5% e 1%, respectivamente.

Tabela 20- Parâmetros da regressão linear para estimar tendências de danos de produtividade agrícola (DC) em função do índice de severidade do raquitismo da soqueira (ISRS%), em cana-soca: coeficiente linear da reta (a); coeficiente angular da reta (b); coeficiente de determinação (R^2); equação da reta de regressão (Eq) e coeficiente de correlação (r).

Variedades	Parâmetros da regressão linear				Coefic.
	a	b	R^2	Eq($Y=a+bx$)	cor. (r)
CP44-101	-3,79	0,96**	0,60	$Y=-3,79+0,96x$	0,78**
NA56-79	-26,39*	2,09**	0,77	$Y=-26,39+2,09x$	0,88**
RB72454	-12,57	1,61**	0,74	$Y=-12,57+1,61x$	0,86**
RB785148	-12,31	1,55**	0,62	$Y=-12,31+1,55x$	0,78**
RB785343	-8,98	1,28*	0,45	$Y=-8,98+1,28x$	0,67*
RB805246	-9,00	1,05*	0,56	$Y=-9,00+1,05x$	0,75*
RB806043	-3,85	1,42*	0,48	$Y=-3,85+1,42x$	0,69*
SP70-1143	-15,70**	1,18**	0,80	$Y=-15,70+1,18x$	0,89**
SP70-1284	-9,68	2,10**	0,65	$Y=-9,68+2,10x$	0,81**
SP79-1011	-11,87*	1,23**	0,59	$Y=-11,87+1,23x$	0,76**

*, **) Significativo a 5% e 1%, respectivamente.

Em relação aos resultados da Tabela 21, Observa-se que, os valores de "b" positivos indicam tendência de danos de rendimento industrial em função do índice do raquitismo da soqueira. À exceção, para a variedade RB806043 onde o valor de "b" mesmo positivo, foi não significativo, portanto, estatisticamente igual a zero. Com relação ao coeficiente de determinação R^2 , apenas aqueles referentes a "b" significativos a 1%, apresentam bom ajuste dos dados obtidos às retas de regressão. Para o coeficiente r, observa-se correlação alta e positiva. Inclusive, na variedade RB806043, não significativo e com valores de "a" e "b", também não significativos.

Tabela 21- Parâmetros da regressão linear para estimar tendências de danos de rendimento industrial (DA) em função do índice de severidade do raquitismo da soqueira (ISRS%), em cana-soca: coeficiente linear da reta (a); coeficiente angular da reta (b); coeficiente de determinação (R^2); equação da reta de regressão (Eq) e coeficiente de correlação (r).

Variedades	Parâmetros da regressão linear				Coefic. cor. (r)
	a	b	R^2	Eq($Y=a+bx$)	
CP44-101	0,01	0,10*	0,45	$Y=0,01+0,10x$	0,67*
NA56-79	-3,36*	0,26**	0,85	$Y=-3,36+0,26x$	0,92**
RB72454	-1,71	0,24**	0,75	$Y=-1,71+0,24x$	0,87**
RB785148	-1,04	0,19**	0,60	$Y=-1,04+0,19x$	0,78**
RB785343	-0,70	0,13*	0,53	$Y=-0,70+0,13x$	0,73*
RB805246	-1,31	0,13*	0,57	$Y=-1,31+0,13x$	0,76*
RB806043	-0,54	0,14	0,37	$Y=-0,54+0,14x$	0,61
SP70-1143	-1,97*	0,17**	0,75	$Y=-1,97+0,17x$	0,87**
SP70-1284	-1,47	0,23**	0,73	$Y=-1,47+0,23x$	0,86**
SP79-1011	-1,69*	0,16**	0,56	$Y=-1,69+0,16x$	0,75**

*,**) Significativo a 5% e 1%, respectivamente

4.2.2.4. Testes de modelos de regressão propostos para estimar tendências de danos de produtividade agrícola (DC) ou industrial (DA) em função do índice de severidade do raquitismo da soqueira (ISRS%).

Os resultados dos testes de modelos de regressão linear propostos para expressar DC ou DA em função do ISRS%, por variedade são apresentados nas Figuras 31 a 40.

Os coeficientes de determinação R^2 das Figuras 32, 33, 38 e 39 demonstram bom ajuste dos dados de DC e DA estimados às reta de regressão, indicando que nas variedades NA56-79, RB72454, SP70-1143 e SP70-1284 os modelos propostos são capazes de expressar tendências de danos de produção de cana e de açúcar em função do ISRS% encontrado.

Pelos coeficientes de determinação apresentados nas Figuras 34, 36 e 40 para DC e DA observa-se que, os modelos de regressão propostos são razoáveis para expressar tendências de danos de produtividade em função do ISRS%, nas variedades RB785148, RB805246 e SP79-1011.

O coeficiente R^2 da Figura 31 A indica bom ajuste dos dados de DC estimados à reta de regressão. Porém, para DA o $R^2 = 0,43$ da Figura 31 B demonstra que os dados estimados não se ajustaram à reta de regressão, indicando comportamento diferenciado de DC e DA na variedade CP44-101 em função do ISRS% encontrado.

Pelos resultados de R^2 das Figuras 35 e 37, observa-se grande dispersão dos dados estimados em relação à reta de regressão obtida. Demonstrando para as variedades RB785343 e RB806043 baixa capacidade dos modelos propostos de expressar tendências de danos em função do índice do raquitismo da soqueira.

Fig. 31- Representação para teste de modelos de tendências de danos de rendimentos em função do ISRS%, cana-soca, CP44-101: A) Agrícola e B) Industrial.

Fig. 32- Representação para teste de modelos de tendências de danos de rendimentos em função do ISRS%, cana-soca, NA56-79: A) Agrícola e B) Industrial.

Fig. 33 Representação para teste de modelos de tendências de danos de rendimentos em função do ISRS%, cana-soca, RB72454: A) Agrícola e B) Industrial.

Fig. 34- Representação para teste de modelos de tendências de danos de rendimentos em função do ISRS%, cana-soca, RB785148: A) Agrícola e B) Industrial.

Fig. 35- Representação para teste de modelos de tendências de danos de rendimentos em função do ISRS%, cana-soca, RB785343: A) Agrícola e B) Industrial.

Fig. 36- Representação para teste de modelos de tendências de danos de rendimentos em função do ISRS%, cana-soca, RB805246: A) Agrícola e B) Industrial.

Fig. 37- Representação para teste de modelos de tendências de danos de rendimentos em função do ISRS%, cana-soca, RB806043: A) Agrícola e B) Industrial.

Fig. 38- Representação para teste de modelos de tendências de danos de rendimentos em função do ISRS%, cana-soca, SP70-1143: A) Agrícola e B) Industrial.

Fig. 39- Representação para teste de modelos de tendências de danos de rendimentos em função do ISRS%, cana-soca, SP70-1284: A) Agrícola e B) Industrial.

Fig. 40- Representação para teste de modelos de tendências de danos de rendimentos em função do ISRS%, cana-soca, SP79-1011: A) Agrícola e B) Industrial.

5- CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados comparativos de ISRS% entre os tratamentos TT e RS de cana-planta (Tabela 2) e de cana-soca (Tabela 12), demonstraram diferenças entre os tratamentos com índice da doença maior no tratamento RS. Resultados dessa natureza já eram esperados, visto que, trabalhos conduzidos por MATSUOKA (1975, 1983, 1984); CHAGAS (1986); IMAUTI (1990); SANGUINO (1993). apresentaram índices de RS, maior em colmos inoculados comparados a colmos tratados termicamente. Do mesmo modo, observa-se aumento do índice da doença (ISRS%) na cana-soca em relação à cana-planta (Tabela 14), indicando eficiência da disseminação do patógeno após o corte da cana-planta. Trabalhos realizados por MATSUOKA (1975, 1983, 1984); OCHOA, et al. (1990); DAMANN (1992) e SANGUINO (1993) citam aumento do raquitismo da soqueira, em cortes subsequêntes.

Os resultados alcançados indicam que a metodologia de inoculação utilizada foi eficiente para infectar minitoletes de cana-de-açúcar com uma gema, enquanto que, o tratamento térmico a 50,5 °C por 2 horas mostrou-se ineficiente para “limpeza” total da bactéria *Clavibacter xyli* subsp. *Xyli*, dos minitoletes do tratamento tratado termicamente (TT).

Em relação a produtividade agrícola e rendimento industrial, observa-se de um modo geral, coerência dos resultados, com menor produção de cana e de açúcar e maior ISRS% no tratamento RS comparado ao TT. Apenas a variedade RB806043 constituiu-se em exceção, visto que, produziu mais cana e açúcar no RS, que por sua vez, apresentou maior ISRS%.

Ainda em relação aos resultados da Tabela 2, observa-se que, no tratamento RS, as variedades SP70-1143 (11,13%), RB805246 (12,80%) e RB785148 (13,67%)

apresentaram os menores ISRS%, comportando-se como resistentes à inoculação inicial. As variedades RB806043 (16,24%), SP79-1011 (16,89%), RB72454 (17,11%), CP44-101 (17,97%), SP70-1284 (18,07%) e RB785343 (18,87%) foram intermediárias, enquanto que, pelo mesmo critério de inoculação, a variedade NA56-79 com o maior ISRS% (23,60%) comportou-se como suscetível. Por outro lado, observa-se pelos resultados apresentados na Tabela 3, que a variedade RB805246 com resistência ao desenvolvimento da doença, mostrou-se a mais intolerante à presença da bactéria, com IDUD de 2,90 e 2,61 para C e A, respectivamente. A variedade NA56-79, suscetível ao RS, apresentou tanto para C como para A, IDUD intermediário, enquanto que, as demais variedades resistentes ou intermediárias em relação ao ISRS% apresentado, comportaram-se como tolerante à presença do patógeno.

Em relação a produtividade agrícola e rendimento industrial de cana-planta, os resultados demonstraram coerência em geral com menor produção de cana e de açúcar no tratamento RS, que por sua vez, apresentou maior ISRS%. Apenas a variedade RB806043 constituiu-se em exceção, visto que, produziu mais cana e mais açúcar no tratamento RS que também, apresentou maior ISRS% comparados ao do tratamento TT.

Pelos resultados de cana-soca apresentados na Tabela 12, observa-se que, as variedades RB785148, RB805246, RB806043 e SP79-1011 com os menores ISRS%, no tratamento RS comportaram-se como resistentes à evolução da doença. As variedades SP70-1143, SP70-1284, CP44-101, RB785343 e RB72454 foram intermediárias, enquanto que, a NA56-79 comportou-se como suscetível, ratificando resultados alcançados por VALARINI (1978), CHAGAS (1986), IAMAUITI (1990) e SANGUINO (1993). No entanto, segundo os resultados apresentados na Tabela 13, a NA56-79 apresentou a menor diferença de ISRS% entre TT e RS. Porém, em relação a C e A, mostrou-se intolerante a interferência da bactéria no xilema, apresentando os maiores IDUD. Entre as variedades com menores ISRS% (Tabela 12), a RB785148 e a RB806043 apresentaram as menores diferenças entre os tratamentos, a RB805246 foi intermediária e a SP79-1011 a maior diferença (Tabela 13). No entanto, em relação a C e A, essas variedades apresentaram IDUD baixos, demonstrando que além de resistência à evolução da doença foram tolerantes à presença da bactéria no colmo. Para as variedades

intermediárias ao ISRS%, a RB785343 e SP70-1143 apresentaram as menores diferenças entre TT e RS, com a SP70-1143 apresentando tolerância intermediária aos efeitos da bactéria.

Devido ao mecanismo de patogenicidade envolvido no RS não permitir que 100 % dos vasos sejam bloqueados pelo patógeno, acredita-se que cada variedade suscetível, intermediária e resistentes, tem um patamar máximo de ISRS%. Podendo ser atingido já na cana-planta ou em cortes subsequentes, tendendo a estabilização, diferindo assim, a característica de resistência em relação ao RS. Ao se aproximar desse máximo a diferença de ISRS% entre cana-planta e cana-soca tende a decrescer, o que explicaria as diferenças de ISRS% apresentadas pelas variedades acima mencionadas.

Resistência ao RS não implica necessariamente na diminuição de danos de produção, uma vez que, redução de produtividade está ligada às características de tolerância ou inttolerância da planta à presença do patógeno que pode ou não interferir na fisiologia de transporte de seiva bruta pelo xilema e na produtividade da planta.

O percentual de diferença de ISRS% entre cana-planta e cana-soca de 10,68% (Tabela 14) indica que na variedade SP79-1011 o ISRS de 18,40% (Tabela 12), esteja próximo do patamar máximo de doença, tendendo a se estabilizar, conferindo resistência ao RS. Para as variedades RB785148, RB805246, CP44-101, RB785343 e RB806043 as diferenças de 26,59%, 25,37%, 25,31% e 21,86% e 21,48%, respectivamente, indicam que o patamar máximo de doença nessas variedades seja mais alto, necessitando-se de maior número de cortes para definição da reação dessas variedades em relação ao RS. A diferença de 11,79% de ISRS indica patamar próximo da estabilização para resistência intermediária da variedade SP70-1284. Já a diferença de 18,55% na variedade NA56-79 indica que para essa variedade o patamar máximo de suscetibilidade seja mais alto do que aquele apresentado no experimento. As diferenças de 40,48% e 76,67% entre os dois cortes, para as variedades RB72454 e SP70-1143, respectivamente, indicam que o patamar máximo de doença nessas variedades não foram alcançados, necessitando-se de mais resultados para determinação do ponto de estabilidade do ISRS% e com isso, classifica-las como resistentes, intermediárias ou suscetíveis ao RS.

O aumento de 25,31% de índice de doença, observado na cana-soca em relação a cana-planta não interferiu na produtividade da variedade CP44-101, uma vez que, a produção tanto de cana como de açúcar, foi maior na cana-soca, não apresentando, portanto, índice de danos. Esta variedade tida como suscetível ao raquitismo da soqueira, na verdade está se confirmando como suscetível, porém, tolerante a presença da bactéria.

As variedades RB785148 e RB785343 comportaram-se diferentemente em relação a produtividade agrícola e rendimento industrial, uma vez que, apresentaram maior produção de cana por sub-parcela na cana-soca, enquanto que, a produção de açúcar por sub-parcela, foi maior na cana-planta, com IDUD de 0,07 e 0,44 para um aumento de ISRS% na cana-soca de 26,59 e 21,68 %, respectivamente. Para as demais variedades as produções de cana e de açúcar por sub-parcela foram menores na cana-soca, com IDUD diferenciado por variedade.

O aumento do raquitismo da soqueira, através de cortes subseqüentes é relatado por MATSUOKA (1975; 1983; 1984); OCHOA, et al. (1990); DAMANN (1992); SANGUINO (1993) e contribuindo efetivamente para reduções agrícola por HUGHES, (1974); MATSUOKA, (1976, 1984); TOKESHI, (1980); KOIKE et al. (1982); DEAN, (1983); MASUDA, (1984); SANGUINO, (1987, 1993) e GRISHAN, (1991). Por sua vez, está em acordo com os resultados das variedades que, no presente experimento apresentaram reduções de produtividade agrícola em função do ISRS%.

Os resultados das análises de variância realizadas para estudo da regressão linearem cana-planta (Tabela 5) e em cana-soca (Tabela 16) demonstraram comportamento diferenciado das variedades.

Para os parâmetros de regressão “a” e “b”, como para “r”, a análise de variância mostrou que as variedades comportaram-se diferentemente em relação à significância estatística. Indicando ser válida a apresentação de modelos de regressão linear individualizado por variedade e por corte, para estimar rendimentos e danos de produtividade em função do ISRS% encontrado.

Os resultados dos testes dos modelos de regressão linear apresentados pelos valores do coeficiente de determinação da reta (R^2) demonstram em cada variedade, a viabilidade dos modelos de regressão para tendências de danos em função do ISRS%.

O comportamento diferenciado, tanto em cana-planta como em cana-soca, pode ser explicado pelas características de produção, resistência horizontal e de tolerância, inerentes a cada variedade. Justificando, desse modo, o desenvolvimento de modelos de regressão linear por variedade e por corte, ao contrário de um único modelo para expressar tendências de danos de produtividade em função do ISRS%, para todas as variedades.

Pelos resultados alcançados acredita-se que, determinando-se o patamar máximo de doença para cada variedade, permitindo a classificação em resistência ou suscetibilidade ao raquitismo da soqueira, será possível a elaboração de modelos de regressão linear, para estimar danos de produção por grupos de variedades em função da resistência e tolerância à doença.

7- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMORIM, L. Avaliação de doenças. In: BERGAMIN FILHO, A; KIMATI, H.; AMORIM, L., ed. **Manual de fitopatologia**; princípios e conceitos. 3. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1995. cap.32, p.647-71.
- ANTOINE, R. A histo-chemical test for diagnosing ratoon stunting disease of sugarcane. In: Congrs de la P.I.D.S.D.,3., Tananarine, 1957. **Proceedings**. 1957. p.155-60.
- ASHTON, F.M. Effects of a series of cycles of alternating low and high soil water contents on the rate of apparent photosynthesis in sugarcane. **Plant Physiology**, v.31, p.266-73, 1956.
- BAILEY, R.A. Some observations on the bacterium associated with ratoon stunting disease of sugarcane. **Proceedings of the South African Technologists'Association**, v.5, p.1-5, 1976.
- BAILEY, R.A. The systemic distribution and relative occurrence of bacteria in sugarcane varieties affected by ratoon stunting disease. **Proceedings of the South African Technologists'Association**, v.6, n.9, p.466-7, 1977.

BAILEY, R.A.; FOX, P.H. A large-scale diagnostic service for ratoon stunting disease.

Sugar Journal, v.48, n.2, p.12-7, 1985.

BERGAMIN FILHO, A. Avaliação de danos e perdas. In: BERGAMIN FILHO, A;

KIMATI, H.; AMORIM, L., ed. **Manual de fitopatologia**; princípios e conceitos.

3ª ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1995. cap.33, p.672-90.

BERGAMIN FILHO, A.; AMORIM, L. Avaliação de doenças e perdas. **Summa**

Phytopathologica, v.17, n.1, p.57-67, jan./fev. 1991.

CHAGAS, P.R.R. **Método de coloração do xilema pelo fluxo transpiratório,**

aplicado na determinação do raquitismo da soqueira de cana-de-açúcar.

Piracicaba, 1986. 123p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura

"Luiz de Queiroz",) Universidade de São Paulo.

CHAGAS, P.R.R.; MATSUOKA, S. Medidas de controle do raquitismo da soqueira.

Brasil Açucareiro, v.106, n.1, p.40-4, jan/fev., 1988.

CHAGAS, P.R.R.; TOKESHI, H. Método alternativo de coloração do xilema para

avaliação do raquitismo da soqueira em cana-de-açúcar. In: CONGRESSO

NACIONAL DA STAB, 4., Olinda, 1987. **Anais**. p. 241-9. (**Brasil Açucareiro**,

v.106, n.5-6, p.43-7, 1988).

CHAGAS, P.R.R.; TOKESHI, H. Staining transpiration method for the diagnosis of ratoon stunting disease in sugarcane. In: RAO, G.P.; GILLASPIE Jr., A.G.; UPADHYAYA, P.P.; BERGAMIN FILHO, A.; AGNIHOTRI, V.P.; CHEN, C.T., ed. **Current trends in sugarcane pathology**. New Delhi: International Books & Periodicals Supply Service, 1994a. p.159-62.

CHAGAS, P.R.R.; TOKESHI, H. Comparison between methods for diagnosis of ratoon stunting disease: I. Water flow, flow and staining and staining by transpiration. In: RAO, G.P.; GILLASPIE Jr., A.G.; UPADHYAYA, P.P.; BERGAMIN FILHO, A.; AGNIHOTRI, V.P.; CHEN, C.T., ed. **Current trends in sugarcane pathology**. New Delhi: International Books & Periodicals Supply Service, 1994b. p.163-71.

CHEN, C.T.; LEE, S.M.; CHEN, M.J. Small coryneform bacteria in ratoon stunted sugarcane. **Sugarcane Pathologists'Newsletter**, n. 13/14, p.6-8, 1975.

COOPERATIVA CENTRAL DOS PRODUTORES DE AÇÓCAR E ALCOOL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Binômio tempo X temperatura no controle do raquitismo da soqueira (RSD) da cana-de-açúcar, pelo processo de termoterapia em gemas isoladas**. São Paulo, 1989. 5p. (Cadernos COPERSUCAR. Série Melhoramento, 25).

CRUZ, M.M. **Avaliação de resistência ao raquitismo da soqueira pela vazão de água em colmos de cana-de-açúcar e a interferência da escaldadura das folhas no método**. Piracicaba, 1983. 51p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

DAMANN Jr., K.E. Alkaline-induced metaxylem autofluorescence: a diagnostic symptom of ratoon stunting disease of sugarcane. **Phytopathology**, v.78, n.2, p.23-6, 1988.

DAMANN Jr., K.E. Effect of sugarcane cultivar susceptibility on spread of ratoon stunting disease by the mechanical harvest. **Plant Disease**, v.76, p.1148-9, 1992.

DAMANN Jr., K.E.; DERRICH, K.S.; GILLASPIE Jr., A.G.; FONTENOT, B.F.; KAO, J. Detection of the RSD-associated bacterium by sereologically specific electron microscopy. In: CONGRESS INTERNATIONAL SOCIETY OF SUGAR CANE TECHNOLOGISTS'; 18., São Paulo, 1977. **Proceedings**. São Paulo: ISSCT, 1977. p966-7.

DAMANN Jr., K.E.; BENDA, G.T.A. Evaluation of commercial heat-treatment methods for control of ratoon stunting disease of sugarcane. **Plant Disease**, v.67, p.966-7, 1983.

DAVIS, M.J.; DEAN, J.L. Comparison of diagnostic techniques for determining incidence of ratoon stunting disease in Florida. **Plant Disease**, v.68, n.10, p.896-9, 1984.

DAVIS, M.J.; GILLASPIE Jr., A.G.; VIDAVER, A.K.; HARRIS, R.W. *Clavibacter*: a new genus containing some phytopathogenic coryneform bacteria, including *Clavibacter xyli* subsp. *xyli* sp. nov., subsp. nov. and *Clavibacter xyli* subsp. *cyanodontis* subsp. nov., pathogens that cause ratoon stunting disease of sugarcane and bermudagrass stunting disease. **International Journal of Systematic Bacteriology**. v.34, n.2, p107-17, 1984.

DOUGLAS, R.A. **Correlação entre vazão de água e resistência ao raquitismo da soqueira em cana-de-açúcar**. Piracicaba, 1981. 57p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

FARRAR, L.L. A chemical test for ratoon stunting disease of sugarcane. **Phytopathology**. v.47, p.10, 1957.

FIFE, J.M.; STOKES, I.E. Amino acid changes identify ratoon stunting disease. **Sugar Y Azúcar**, v.54, p.27-8, 1959.

GIGLIOTI, E.A.; COMSTOCK, J.C.; MATSUOKA, S.; TOKESHI, H. Comparison of staining by transpiration method and tissue blot immunoassay to evaluate ratoon stunting disease resistance of sugarcane cultivars. In: CONGRESSO PAULISTA DE FITOPATOLOGIA, 19. Campinas, 1996. **Resumos**.

GHELLER, A.C.A. **Avaliação da eficiência de dois sistemas de tratamento térmico para inativação da bactéria causadora do raquitismo da soqueira em cana-de-açúcar**. Piracicaba, 1986. 99p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

- GHELLER, A.C.A. Avaliação de técnica cultural para o controle da Podridão Abacaxi em cana-de-açúcar e desenvolvimento de modelos para estimar suas perdas. Piracicaba, 1995. Dissertação (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.
- GILLASPIE Jr., A.G. Ratoon stunting disease of sugarcane serology. **Phytopathology**, v.68, n.3, p.529-32, 1978.
- GILLASPIE Jr., A.G.; FLAX, G.; KOIKE, H. Relationship between numbers of diagnostic bacteria and injury by ratoon stunting disease in sugar cane. **Plant Disease Reporter**, v.60, n.7, p.573-5, 1976.
- GILLASPIE Jr., A.G.; HARRIS, R.W. Screening for resistance to ratoon stunting disease-injury: the enzyme - linked immunosorbent assay. **Sugar Y azucar**. v.73, n.6, p. 42-3, 1978.
- GILLASPIE Jr., A.G.; HARRIS, R.W. Limitations of E.L.I.S.A. for detection of the RSD: associated bacterium in sugarcane and sudangrass. **Sugarcane Pathologists' Newsletter**, v.22, p.25-8, 1979.
- GRISHAM, M.T. Effect of ratoon stunting disease on yield of sugar cane grown in multiple three-year plantings. **Phytopathology**, v.81, n.3, p.337-40, 1991.

- GUL, F.; HASSAN, S.; ARIF, M. Identification, incidence and distribution of ratoon stunting disease of sugarcane in N. W. F. L. Province, **Pakistan-Journal-of-Phytopathology**, v.4, n.1/2, p.9-13, 1992. /Resumo em CAB Abstracts on CD-ROM, v.4, 1994/.
- HARRIS, R.W.; GILLASPIE Jr., A.G. Immunofluorescent diagnosis of ratoon stunting disease. **Plant Disease Reporter**, v.62, n.3, p.193-6, 1978.
- HARRISON, N.A.; DAVIS, M.J. Comparison of serological techniques for diagnosis of ratoon stunting disease. **Sugar Cane**, Spring, p.5-9, 1990. /Resumo em CAB Abstracts on CD - ROM, v.3A, 1990-91/.
- HUGHES, C.G. Disease investigations; ratoon stunting disease. **Annual Report - Queensland Bureau of Sugar Experiment Stations**, v.58, p.68-95, 1958.
- HUGHES, C.G. The economic importance of ratoon stunting disease. In: CONGRESS OF INTERNATIONAL SOCIETY SUGAR CANE TECHNOLOGISTS, 15, Durban, 1974. **Proceedings**. Durban: ISSCT, 1974. v.1, p. 213-7.
- HUGHES, C.G.; STEINDL, D.R.L. Ratoon stunting disease. **Technical Communication Queensland Bureau of Sugar Experiment Stations**, v.2, p.4, 1955.

IAMAUTI, M.T. **Comparação de métodos para diagnose do raquitismo da soqueira da cana-de-açúcar (*Clavibacter xyli* subsp. *xyli*) e aplicação na seleção de variedades resistentes**. Piracicaba, 1990. 133p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

IAMAUTI, M.T.; TOKESHI, H. Comparison between methods for diagnosis of ratoon stunting disease (*Clavibacter xyli* subsp. *xyli*): II, staining by transpiration method, observation of bacterium in contrast phase microscope, Alkaline-induced metaxylem autofluorescence. In: RAO, G.P.; GILLASPIE Jr., A.G.; UPADHYAYA, P.P.; BERGAMIN FILHO, A.; AGNIHOTRI, V.P.; CHEN, C.T., ed. **Current trends in sugarcane pathology**. New Delhi: International Books & Periodicals Supply Service: 1994. p.173-84.

INSTITUTO DO AÇÚCAR E DO ÁLCOOL. **Novas variedades RB para a região centro sul do Brasil**. Araras, 1988. 31p.

JAMES, W.C. Assessment of plant diseases and losses. **Annual Review of Phytopathology**, v.12, p.27-48, 1974.

JAMES, W.C. & TENG, P.S. The quantification of production constraints associated with plant diseases. In: COAKER, T.H., ed. **Applied biology**. London: Academic Press, 1979. v.4, p.201-67.

JAYARATNE, D.L.; WIDANAPATHIRANA, S. Ratoon stunting disease of sugarcane in Sri Lanka. **Journal of the National Science Council of Sri Lanka**, v.15, n.2, p.227-36, 1987. /Resumo em CAB Abstracts on CD - ROM, v.2, 1987 - 89/.

- KAMIUNTEN, H.; WAKIMOTO, S. Coryneform bacteria found xylem of the ratoon stunting disease sugarcane. **Annals of the Phytopathological Society of Japan**, v.42, n.4, p.500-3, 1976.
- KOIKE, H.; GILLASPIE, A.G.; BEDA, G.T.A. Cane yield response to ratoon stunting disease. **International Sugar Journal**, v.1001, p.131-3, 1982.
- KRANZ, J. Measuring plant disease. In: KRANZ, J.; ROTEM, J., ed. **Experimental techniques in plant disease epidemiology**. Berlin: Springer-Verlag, 1988. cap.3, p.35-50.
- LEAMAN, T.M.; TEAKLE, D.S.; CROFT, B.J. Comparison of serological diagnostic tests for the detection of *Clavibacter xyli* subsp. *xyli*, the causal bacterium of ratoon stunting disease in sugarcane: **Proceedings of the Australian Society of Sugar Cane Technologists**, v.13, 88-94, 1991. /Resumo em CAB Abstracts on CD-ROM, v.3A, 1990 - 91/.
- LEAMAN, T.M.; TEAKLE, D.S.; CROFT, B.J. A comparison of diagnostic techniques for ratoon stunting disease. **Sugar Cane**, n.1, p. 29, 1992.
- MARAMOROSCH, K.; PLAVSIC - BANJAC, B.; BIRD, J.; LIU, L.J. Electron microscopy of ratoon stunted sugar cane: microorganisms in xylem. **Phytopathologische Zeitschrift**, v.77, 270-3, 1973.
- MASUDA, Y. Controle de raquitismo da soqueira. **Alcool & açúcar**, v.4, p.38-40, 1984.

MATSUOKA, S. Ratoon stunting disease diagnosis with elephant-grass as a indicator plant. **Sugarcane Pathologists' Newsletter**, v.8, p.10-1, 1972.

MATSUOKA, S. Disseminação e controle do raquitismo da soqueira da cana-de-açúcar. **Summa Phytopatologica**. v.1, n.4, p.245-57, 1975.

MATSUOKA, S. Recuperação da produtividade de variedades de cana-de-açúcar pelo tratamento térmico de toletes. **Brasil Açucareiro**. v.87, n.5, p.20-4, 1976.

MATSUOKA, S. Raquitismo da soqueira: longevidade do efeito do tratamento térmico. In: Congresso Paulista de Fitopatologia, 6., Araras, 1983. Resumos.

MATSUOKA, S. Longevidade do efeito do tratamento térmico em canas infectadas pelo raquitismo da soqueira. In: Congresso Nacional da STAB, 3., São Paulo, 1984. **Anais**. São Paulo: STAB, 1984. p.244-9.

OCHOA, O.; GUZMAN, M.L.; VICTORIA, J.I.; MORENO, C.A.; ANGEL, J.C. Efficiency of manchete transmission of *Clavibacter xyli* subsp. *xyli* in dissemination of ratoon stunting disease (RSD) in sugarcane plantations. **Fitopatologia - Colombiana**, v.14, n.1, p.32-8, 1990. / Resumo em **CAB Abstracts on CD-ROM**, v.5, 1994.

PLAVSIC - BANJAC, B. & MARAMOROSCH, K. Electron microscopy of the xilem of ratoon stunted sugarcane. **Phytopathology**, v.65,n.5,p.498-9, 1972.

- RICAUD, C.; SULLIVAN, S.; AUTREY, J.C. Presence of the RSD: associated bacterium in Mauritius. **Sugarcane Pathologists'Newsletter**, v.17, p.37-9, 1976.
- RICHARDSON, S.R. An improved method of xylem-sap extraction using positive pressure for the rapid diagnosis of ratoon stunting disease. **Sugarcane Pathologists'Newsletter**, v.21 p.17-8, 1978.
- ROSSLER, L.A. The effects of ratoon stunting disease on three sugarcane varieties under different irrigation regimes. In: **Proceedings of the Congress - International Society of Sugar Cane Technologists'**, Durban, p. 250-7, 1974.
- ROTH, G. & WHITEHEAD, C. Virus diseases of sugarcane. **The South African Sugar Journal**, v.49 p.675-83, 1965.
- SANGUINO, A. Principais moléstias da cana-de-açúcar. In: PARANHOS, S.B. **Cana-de-açúcar: cultivo e utilização**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. cap. 6, p. 741-57.
- SANGUINO, A.; MORAES, V.A.; SANTOS, O.T. Diagnóstico do raquitismo da cana-de-açúcar. In: SEMINÁRIO DE TECNOLOGIA AGRONÔMICA, 2., Piracicaba, 1984. **Anais**. São Paulo: COPERSUCAR, 1984. p.250-3.
- SANGUINO, A. Tolerância de variedades ao raquitismo da soqueira. In: CONGRESSO NACIONAL DA STAB, 5., São Pedro, 1993. **Anais**. p.143-7, 1993.

STEEL, R.G.D. & TORRIE, J.H. **Principles and procedures of statistics**. New York, Mc Graw-Will, 1960.

STEINDL, D.R.L. Ratoon stunting disease. In: MARTIM, J.P.; ABBOTT, E.V.; HUGHES, C.G. ed. **Sugar cane disease of the world**, Amsterdam: Elsevier, 1961. v.1. p.433-59.

STEINDL, D.R.L. Pathology research development: New method of identifying ratoon stunting disease. **The Cane Growers' Quarterly Bulletin**, v.39, n.4 p.130-1, 1976.

TEAKLE, D.S. The sugarcane ratoon stunting disease bacterium. In: FAHY, P.C.; PERSLEY, G.J. , ed. **Plant bacterial diseases: a diagnostic guide**. North Ryde: Academic Press, 1983. cap. 11, p. 247-57.

TEAKLE, D.S.; SMITH, P.M.; STEINDL, D.R.L. Association of a small coryneform bacterium with the ratoon stunting disease of sugarcane. **Australian Journal of Agricultural Research**. v.24, p.869-74, 1973.

TEAKLE, D.E.; SMITH, P.M.; STEINDL, D.R.L. Ratoon stunting disease of sugarcane: possible correlation of resistance with vascular anatomy. **Phytopathology**, v.65, 138-41, 1975.

TEAKLE, D.S.; APPLETON, J.M.; STEINDL, D.R.L. An anatomical basis for resistance of sugarcane to ratoon stunting disease. **Physiological Plant Pathology**, v.12, p.83-91, 1978.

- TENG, P.S. Use of regression analysis for developing crop loss models. In: FAO. Rome. **Crops loss assessment methods**: supplement 3. Farnham Royal: CAB, 1981. p.51-5.
- TENG, P.S. Construction of predictive models; 2. Forecasting crop losses. **Advances in Plant Pathology**, v.3, p.179-206, 1985.
- TODD, E. The ratoon stunting disease of sugar cane and its control in Florida. **Crop Research - U.S. Department of Agriculture Agricultural Research Service**, Washington, (34-12): 1-7, 1960.
- TOKESHI, H. Doenças da cana-de-açúcar. In: GALLI, F., coord. **Manual de fritopatologia**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. v.2, cap. 12, p.141-206.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS - DBV. PROGRAMA DE COOPERAÇÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA NA ÁREA DE MELHORAMENTO DA CANA-DE-AÇÚCAR. **Relatório técnico**, 1994. Araras, 1994. 116p.
- VALARINI, P.J. **Avaliação da resistência ao raquitismo da soqueira pelo método da vazão de água em colmos de cana-de-açúcar**. Piracicaba, 1978. 78p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.
- WANDERPLANK, J.E. **Plant diseases**: epidemics and control. New York: Academic Press, 1963. 349p.
- WORLEY, J.F.; GILLASPIE Jr., A.G. Electron microscopy in situ of the bacterium associated with ratoon stunting disease in sudangrass. **Phytopathology**, v.65 p.287-95, 1975.

ZADOKS, J.C. The concept of thresholds; warning, action and damage thresholds. In: TENG, P.S., ed. **Crop loss assessment and pest management**. St. Paul: APS, 1987. cap.18, p.168-75.

ZADOKS, J.C. On the conceptual basis of crop loss assessment: the threshold theory. **Annual Review of Phytopathology**, v.23, p.455-73, 1985.

APÊNDICES

Apêndice 1- Resultados de análises tecnológicas: pol % cana (P%C), quilo de açúcar/tonelada de cana (kgA/tc), ágio/deságio - A/D(%), fibra% e pureza%, de amostras tratadas termicamente (TT) e inoculadas (RS), em cana-planta (cp) e cana-soca (cs).

Variedades		Resultados de análises tecnológicas									
		P%C		kgA/tc		A/D(%)		Fibra %		Pureza %	
		TT	RS	TT	RS	TT	RS	TT	RS	TT	RS
CP44-101	cp	15,23	14,59	123,02	117,19	30,87	24,67	14,33	15,67	88,92	88,31
	cs	14,05	14,48	111,69	116,43	18,82	23,86	14,05	13,52	87,23	88,38
NA56-79	cp	14,55	15,44	115,45	124,48	22,84	32,43	14,14	15,10	87,06	88,68
	cs	14,00	14,92	108,55	118,52	15,48	26,40	12,96	12,40	84,85	87,44
RB72454	cp	15,62	15,69	126,51	127,59	34,59	35,74	14,88	14,84	89,15	89,60
	cs	16,11	15,34	130,90	124,26	39,26	32,19	12,21	13,46	89,51	89,19
RB785148	cp	14,52	14,49	115,39	115,15	22,76	22,50	14,44	14,07	87,21	87,23
	cs	14,30	14,72	113,00	117,90	20,21	25,42	13,45	12,86	86,68	87,72
RB785343	cp	16,19	13,40	130,79	134,48	39,14	43,06	14,35	14,43	88,88	90,53
	cs	14,30	14,72	113,00	117,90	20,21	25,42	13,45	12,86	86,68	87,72
RB805246	cp	14,66	15,00	116,41	119,59	23,84	27,22	14,70	15,43	87,11	87,56
	cs	14,93	14,97	120,06	121,74	27,73	29,51	15,07	15,53	88,39	89,63
RB806043	cp	15,05	15,05	123,23	123,57	31,10	31,46	15,44	14,25	90,35	90,68
	cs	14,69	15,42	117,28	124,93	24,77	32,91	13,90	13,07	87,67	89,22
SP70-1143	cp	14,31	14,66	112,67	116,71	19,86	24,15	14,88	15,00	86,28	87,40
	cs	15,88	15,22	128,67	121,80	36,88	29,57	13,74	13,76	89,19	87,94
SP70-1284	cp	15,22	14,99	121,80	118,69	29,57	26,27	13,86	13,99	87,94	86,89
	cs	15,24	14,70	121,26	116,18	29,00	24,27	11,76	12,76	87,33	87,20
SP79-1011	cp	14,96	15,09	121,56	122,35	29,32	30,16	14,60	14,68	89,54	89,29
	cs	15,32	14,68	123,38	117,23	31,25	24,71	13,39	13,77	88,60	87,72

Apêndice 2- Dados ajustados de índices de severidade do raquitismo da soqueira (ISRS%), produtividade agrícola observada (C), estimada ("C") rendimento industrial observado (A), estimado (Â) e respectivos danos (DC, "DC" e DA, DÂ), CP44-101, cana-planta.

Repe- tição	ISRS (%)	Rendimentos				Danos			
		C	"C"	A	Â	DC	"DC"	DA	DÂ
1	4,17	53	53,44	6,21	6,47	0	-0,44	0	-0,26
2	7,50	50	49,41	6,06	5,97	3	3,58	0,15	0,23
3	9,17	41	47,39	4,81	5,72	12	5,60	1,40	0,48
4	10,00	50	46,39	6,35	5,60	3	6,61	-0,14	0,61
5	11,17	48	44,97	5,95	5,42	5	8,02	0,26	0,78
6	16,67	39	38,32	4,51	4,60	14	14,68	1,70	1,61
7	16,67	38	38,32	4,67	4,60	15	14,68	1,54	1,61
8	18,00	38	36,71	4,47	4,40	15	16,29	1,74	1,81
9	18,17	43	36,50	5,41	4,37	10	16,49	0,80	1,83
10	18,33	33	36,31	3,77	4,35	20	16,69	2,44	1,86
11	18,33	31	36,31	3,77	4,35	22	16,69	2,44	1,86
12	27,30	25	25,46	2,90	3,00	28	27,54	3,31	3,20

Valores estimados segundo as equações:

C: $Y = 58,49 - 1,21x$; $R^2 = 0,81$

Â: $Y = 7,10 - 0,15x$; $R^2 = 0,74$

DC: $Y = -5,49 + 1,21x$; $R^2 = 0,81$

DÂ: $Y = -0,89 + 0,15x$; $R^2 = 0,74$

Apêndice 3- Dados ajustados de índices de severidade do raquitismo da soqueira (ISRS%), produtividade agrícola observada (C), estimado ("C") rendimento industrial observado (A), estimado (Â) e respectivos danos (DC, "DC" e DA, DÂ), NA56-79, cana-planta.

Repe- tição	ISRS (%)	Rendimentos				Danos			
		C	"C"	A	Â	DC	DC	DA	DÂ
1	13,33	55	42,63	6,81	5,27	0	12,37	0	1,54
2	16,50	34	38,92	4,36	4,73	21	16,07	2,45	2,07
3	16,67	37	38,72	4,85	4,71	18	16,27	1,96	2,10
4	16,83	28	38,53	3,49	4,68	27	16,46	3,32	2,13
5	18,89	31	36,12	3,73	4,33	24	18,87	3,08	2,48
6	22,17	34	32,29	3,78	3,77	21	22,71	3,03	3,04
7	24,83	31	29,17	3,60	3,32	24	25,82	3,21	3,49
8	25,00	41	28,97	4,07	3,29	14	26,02	2,74	3,52
9	27,50	23	26,05	2,78	2,86	32	28,94	4,03	3,94
10	32,33	18	20,40	2,23	2,04	37	34,60	4,58	4,77

Valores estimados segundo as equações:

C: $Y = 58,23 - 1,17x$; $R^2 = 0,47$

Â: $Y = 7,54 - 0,17x$; $R^2 = 0,64$

DC: $Y = -3,23 + 1,17x$; $R^2 = 0,47$

DÂ: $Y = -0,73 + 0,17x$; $R^2 = 0,64$

Apêndice 4- Dados ajustados de índices de severidade do raquitismo da soqueira (ISRS%), produtividade agrícola observada (C), estimado ("C") rendimento industrial observado (A), estimado (Â) e respectivos danos (DC, "DC" e DA, DÂ), RB72454, cana-planta.

Repe- tição	ISRS (%)	Rendimentos				Danos			
		C	"C"	A	Â	DC	"DC"	DA	DÂ
1	9,17	76	68,84	9,93	8,56	0	7,36	0	1,37
2	9,17	70	68,84	8,75	8,56	6	7,36	1,18	1,37
3	9,33	76	68,65	8,32	8,55	0	7,55	1,61	1,38
4	10,67	76	67,13	9,90	8,41	0	9,07	0,03	1,52
5	10,67	59	67,13	8,19	8,41	17	9,07	1,74	1,52
6	10,67	58	67,13	7,19	8,41	18	9,07	2,74	1,52
7	12,17	49	65,42	5,54	8,26	27	10,78	4,39	1,67
8	15,17	60	62,00	8,03	7,96	16	14,20	1,90	1,97
9	16,67	67	60,29	8,81	7,81	9	19,91	1,12	2,12
10	19,50	61	57,06	7,82	7,53	15	19,14	2,11	2,40
11	19,67	59	56,87	7,88	7,51	17	19,33	2,05	2,42
12	22,33	50	53,83	6,63	7,25	26	22,37	3,30	2,68

Valores estimados segundo as equações:

C: $Y = 79,29 - 1,14x$; $R^2 = 0,32$;

Â: $Y = 9,48 - 0,10x$; $R^2 = 0,15$;

DC: $Y = -3,09 + 1,14x$; $R^2 = 0,32$;

DÂ: $Y = 0,45 + 0,10x$; $R^2 = 0,10$.

Apêndice 5- Dados ajustados de índices de severidade do raquitismo da soqueira (ISRS%), produtividade agrícola observada (C), estimado ("C") rendimento industrial observado (A), estimado (Â) e respectivos danos (DC, "DC" e DA, DÂ), RB785148, cana-planta.

Repe- tição	ISRS (%)	Rendimentos				Danos			
		C	"C"	A	Â	DC	"DC"	DA	DÂ
1	5,00	68	70,58	8,12	8,24	0	-2,59	0	-0,12
2	7,50	63	64,88	7,28	7,54	5	3,11	0,84	0,58
3	10,00	70	59,18	8,25	6,84	-2	8,81	-0,13	1,28
4	11,00	53	56,90	5,92	6,54	15	11,09	2,20	1,56
5	11,17	52	56,51	6,15	6,51	16	11,48	1,97	1,61
6	11,67	62	55,37	7,47	6,37	6	12,62	0,65	1,75
7	12,17	58	54,23	5,84	6,23	10	13,75	2,28	1,89
8	12,50	47	53,48	4,77	6,14	21	14,51	3,35	1,98
9	13,17	54	51,96	6,23	5,92	14	16,04	1,89	2,17
10	13,67	50	50,82	6,09	5,81	18	17,18	2,03	2,31
11	15,00	45	47,79	5,65	5,44	23	20,21	2,47	2,68
12	16,67	44	43,97	4,89	4,97	24	24,02	3,23	3,15

Valores estimados segundo as equações:

C: $Y = 81,98 - 2,28x$; $R^2 = 0,67$;

Â: $Y = 9,64 - 0,28x$; $R^2 = 0,58$;

DC: $Y = -13,99 + 2,28x$; $R^2 = 0,67$;

DÂ: $Y = -1,52 + 0,28x$; $R^2 = 0,58$;

Apêndice 6- Dados ajustados de índices de severidade do raquitismo da soqueira (ISRS%), produtividade agrícola observada (C), estimado ("C") rendimento industrial observado (A), estimado (Â) e respectivos danos (DC, "DC" e DA, DÂ), RB785343, cana-planta.

Repe- tição	ISRS (%)	Rendimentos				Danos			
		C	"C"	A	Â	DC	"DC"	DA	DÂ
1	10,67	54	53,72	7,27	6,87	0	0,28	0	0,40
2	11,67	58	52,41	6,22	6,73	-4	1,59	1,05	0,54
3	13,00	52	50,67	7,52	6,54	2	3,33	-0,25	0,73
4	14,72	46	48,42	6,43	6,30	8	5,58	0,84	0,97
5	15,17	45	47,83	5,83	6,24	9	6,17	1,44	1,03
6	15,33	49	47,62	5,52	6,21	5	6,38	1,75	1,06
7	18,00	42	44,12	6,06	5,84	12	9,88	1,21	1,43
8	20,33	36	41,07	4,64	5,51	18	12,93	2,63	1,76
9	20,83	39	40,41	5,45	5,44	15	13,59	1,82	1,83
10	27,33	37	31,90	4,97	4,53	17	22,10	2,30	2,74

Valores estimados segundo as equações:

C: $Y = 67,70 - 1,31x$; $R^2 = 0,79$;

Â: $Y = 8,36 - 0,14x$; $R^2 = 0,60$;

DC: $y = -13,70 + 1,31x$; $R^2 = 0,79$;

DÂ: $Y = -1,09 + 0,14x$; $R^2 = 0,60$;

Apêndice 7- Dados ajustados de índices de severidade do raquitismo da soqueira (ISRS%), produtividade agrícola observada (C), estimado ("C") rendimento industrial observado (A), estimado (Â) e respectivos danos (DC, "DC" e DA, DÂ), RB805246, cana-planta.

Repe- tição	ISRS (%)	Rendimentos				Danos			
		C	"C"	A	Â	DC	"DC"	DA	DÂ
1	4,50	62	72,72	6,68	8,39	0	-10,32	0	-1,71
2	6,00	77	69,44	9,13	8,03	-15	-7,04	-2,45	-1,35
3	9,50	56	61,77	7,40	7,19	6	0,62	-0,72	-0,51
4	10,00	63	60,68	7,83	7,07	-1	1,72	-1,15	-0,39
5	11,17	71	58,12	7,14	6,79	-9	4,28	-0,46	-0,11
6	13,67	42	52,64	5,19	6,19	20	9,76	1,49	0,49
7	14,83	60	50,10	7,28	5,91	2	12,30	-0,60	0,77
8	16,67	50	46,07	5,69	5,47	12	16,33	0,99	1,21
9	16,67	38	46,07	4,65	5,47	24	16,33	2,03	1,21
10	19,67	36	39,50	4,33	4,75	26	22,90	2,35	1,93

Valores estimados segundo as equações:

C: $Y = 82,58 - 2,19x$; $R^2 = 0,61$;

Â: $Y = 9,47 - 0,24x$; $R^2 = 0,59$;

DC: $Y = -20,18 + 2,19x$; $R^2 = 0,61$;

DÂ: $Y = -2,79 + 0,24x$; $R^2 = 0,59$;

Apêndice 8- Dados ajustados de índices de severidade do raquitismo da soqueira (ISRS%), produtividade agrícola observada (C), estimado ("C") rendimento industrial observado (A), estimado (Â) e respectivos danos (DC, "DC" e DA, DÂ), RB806043, cana-planta.

Repe- tição	ISRS (%)	Rendimentos				Danos			
		C	"C"	A	Â	DC	"DC"	DA	DÂ
1	9,17	73	61,79	8,67	7,71	0	10,81	0	0,96
2	9,17	58	61,79	7,01	7,71	15	10,81	1,66	0,96
3	10,67	63	60,53	7,94	7,53	0	12,87	0,73	1,14
4	10,67	56	60,53	7,22	7,53	17	12,87	1,50	1,14
5	12,17	61	59,27	7,59	7,35	12	13,33	1,08	1,32
6	15,17	46	56,75	6,08	6,99	27	15,85	2,59	1,68
7	16,67	59	55,49	7,54	6,81	14	17,11	1,13	1,86
8	16,67	53	55,49	5,88	6,81	20	17,11	2,79	1,86
9	20,00	54	52,69	6,04	6,41	19	19,91	2,62	2,26
10	21,67	51	51,29	6,94	6,21	17	21,31	1,73	2,46

Valores estimados segundo as equações:

C: $Y = 69,49 - 0,84x$; $R^2 = 0,28$

Â: $Y = 8,81 - 0,12x$; $R^2 = 0,37$

DC: $Y = 3,11 + 0,84x$; $R^2 = 0,28$

DÂ: $Y = -0,14 + 0,12x$; $R^2 = 0,37$

Apêndice 9- Dados ajustados de índices de severidade do raquitismo da soqueira (ISRS%), produtividade agrícola observada (C), estimado ("C") rendimento industrial observado (A), estimado (Â) e respectivos danos (DC, "DC" e DA, DÂ), SP70-1143, cana-planta.

Repe- tição	ISRS (%)	Rendimentos				Danos			
		C	"C"	A	Â	DC	"DC"	DA	DÂ
1	6,00	62	51,81	7,09	6,43	0	5,77	0	0,66
2	8,00	48	49,15	5,92	5,91	14	8,43	1,17	1,18
3	8,33	43	48,71	5,34	5,82	19	8,87	1,74	1,26
4	9,50	44	47,15	5,58	5,52	18	10,42	1,51	1,57
5	10,00	48	46,49	5,04	5,39	14	11,09	2,05	1,70
6	10,50	53	45,82	6,02	5,26	9	11,75	1,07	1,83
7	10,50	34	45,82	4,37	5,26	28	11,75	2,72	1,83
8	11,67	42	44,27	5,18	4,96	20	13,31	1,91	2,13
9	13,67	43	41,61	4,67	4,44	19	15,97	2,42	2,65
10	18,17	39	35,62	3,44	3,27	23	21,95	3,65	3,82

Valores estimados segundo as equações:

C: $Y = 59,79 - 1,33x$; $R^2 = 0,34$

Â: $Y = 7,99 - 0,26x$; $R^2 = 0,75$

DC: $Y = -2,21 + 1,33x$; $R^2 = 0,34$

DÂ: $Y = -0,90 + 0,26x$; $R^2 = 0,75$

Apêndice 10- Dados ajustados de índices de severidade do raquitismo da soqueira (ISRS%), produtividade agrícola observada (C), estimado ("C") rendimento industrial observado (A), estimado (Â) e respectivos danos (DC, "DC" e DA, DÂ), SP70-1284, cana-planta.

Repe- tição	ISRS (%)	Rendimentos				Danos			
		C	"C"	A	Â	DC	"DC"	DA	DÂ
1	13,00	55	42,44	7,11	5,14	0	12,59	0	1,97
2	13,33	40	42,11	4,48	5,08	15	12,92	2,63	2,03
3	13,33	39	42,11	4,32	5,08	16	12,92	2,79	2,03
4	13,33	36	42,11	4,44	5,08	19	12,92	2,67	2,03
5	13,67	42	41,76	4,52	5,03	13	13,27	2,59	2,08
6	16,67	35	38,73	4,34	4,52	20	16,30	2,77	2,59
7	17,33	39	38,07	4,38	4,40	16	16,96	2,73	2,71
8	18,67	37	36,71	4,97	4,18	18	18,31	2,14	2,93
9	19,83	34	35,54	3,75	3,98	21	19,49	3,36	3,13
10	21,17	37	34,19	3,35	3,75	18	20,84	3,76	3,36

Valores estimados segundo as equações:

C: $Y = 55,57 - 1,01x$; $R^2 = 0,27$

Â: $Y = 7,35 - 0,17x$; $R^2 = 0,29$

DC: $Y = -0,54 + 1,01x$; $R^2 = 0,27$

DÂ: $Y = -0,24 + 0,17x$; $R^2 = 0,29$

Apêndice 11- Dados ajustados de índices de severidade do raquitismo da soqueira (ISRS%), produtividade agrícola observada (C), estimado ("C") rendimento industrial observado (A), estimado (Â) e respectivos danos (DC, "DC" e DA, DÂ), SP79-1011, cana-planta.

Repe- tição	ISRS (%)	Rendimentos				Danos			
		C	"C"	A	Â	DC	"DC"	DA	DÂ
1	4,50	64	57,22	7,34	6,74	0	6,77	0	0,60
2	6,67	51	54,56	6,06	6,48	13	9,44	1,28	0,86
3	9,89	52	50,59	6,23	6,09	12	13,40	1,11	1,25
4	11,67	41	48,41	4,75	5,88	23	15,59	2,59	1,46
5	13,33	37	46,36	4,81	5,68	27	17,63	2,53	1,66
6	15,00	50	44,31	6,26	5,48	14	19,69	1,08	1,86
7	16,06	44	43,01	5,58	5,35	20	20,99	1,76	1,99
8	17,72	48	40,96	6,10	5,15	16	23,03	1,24	2,19
9	17,72	43	40,96	4,95	5,15	21	23,03	2,39	2,19
10	19,30	36	39,02	4,57	4,96	28	24,98	2,77	2,38
11	20,00	40	38,16	4,99	4,88	24	25,84	2,35	2,46
12	20,56	35	37,47	4,13	4,81	29	26,53	3,21	2,53

Valores estimados segundo as equações:

C: $Y = 62,76 - 1,23x$; $R^2 = 0,60$

Â: $Y = 7,28 - 0,12x$; $R^2 = 0,50$

DC: $Y = 1,24 + 1,23x$; $R^2 = 0,60$

DÂ: $Y = 0,06 + 0,12x$; $R^2 = 0,50$

Apêndice 12- Dados ajustados de índices de severidade do raquitismo da soqueira (ISRS%), produtividade agrícola observada (C), estimado ("C") rendimento industrial observado (A), estimado (Â) e respectivos danos (DC, "DC" e DA, DÂ), CP44-101, cana-soca.

Repe- tição	ISRS (%)	Rendimentos				Danos			
		C	"C"	A	Â	DC	"DC"	DA	DÂ
1	10,00	61	56,77	7,26	6,26	0	5,81	0	1,01
2	10,50	50	56,38	5,32	6,21	11	6,29	1,94	1,06
3	16,17	49	51,96	5,78	5,64	12	11,73	1,48	1,63
4	16,74	49	51,51	5,08	5,59	12	12,28	2,18	1,68
5	16,87	47	51,41	5,87	5,37	14	12,40	1,39	1,70
6	18,33	47	50,27	5,09	5,43	14	13,81	2,17	1,84
7	18,33	54	50,27	5,41	5,43	7	13,81	1,85	1,84
8	18,33	39	50,27	4,42	5,43	22	13,81	2,84	1,84
9	21,33	43	47,93	5,58	5,13	18	16,69	1,68	2,14
10	21,67	41	47,67	5,20	5,09	20	17,01	2,06	2,17
11	22,17	45	47,28	5,55	5,04	16	17,49	1,71	2,23
12	29,16	38	41,82	4,12	4,34	23	24,20	3,14	2,93

Valores estimados segundo as equações:

C: $Y = 64,57 - 0,78x$; $R^2 = 0,60$;

Â: $Y = 7,26 - 0,10x$; $R^2 = 0,45$;

DC: $Y = -3,79 + 0,96x$; $R^2 = 0,60$;

DÂ: $Y = 0,10 + 0,10x$; $R^2 = 0,45$.

Apêndice 13- Dados ajustados de índices de severidade do raquitismo da soqueira (ISRS%), produtividade agrícola observada (C), estimado ("C") rendimento industrial observado (A), estimado (Â) e respectivos danos (DC, "DC" e DA, DÂ), NA56-79, cana-soca.

Repe- tição	ISRS (%)	Rendimentos				Danos			
		C	"C"	A	Â	DC	"DC"	DA	DÂ
1	15,00	57	52,04	6,87	6,19	0	4,96	0	0,54
2	21,17	31	39,14	3,84	4,52	26	17,85	3,03	2,14
3	23,83	35	33,58	3,62	3,81	22	23,41	3,25	2,83
4	25,00	28	31,14	3,24	3,49	29	25,86	3,63	3,14
5	26,67	24	27,65	2,74	3,04	33	29,35	4,13	3,57
6	27,78	35	25,33	3,74	2,74	22	31,67	3,13	3,86
7	28,33	27	24,18	3,06	2,59	30	32,82	3,81	4,00
8	28,33	20	24,18	2,63	2,59	37	32,82	4,24	4,00
9	28,50	23	23,82	2,63	2,54	34	33,17	4,24	4,05
10	29,17	24	22,42	2,58	2,36	33	34,57	4,29	4,20

Valores estimados segundo as equações:

C: $Y = 83,39 - 2,09x$; $R^2 = 0,77$;

Â: $Y = 10,24 - 0,27x$; $R^2 = 0,84$;

DC: $Y = -26,39 + 2,09x$; $R^2 = 0,77$;

DÂ: $Y = -3,36 + 0,26x$; $R^2 = 0,85$.

Apêndice 14- Dados ajustados de índices de severidade do raquitismo da soqueira (ISRS%), produtividade agrícola observada (C), estimado ("C") rendimento industrial observado (A), estimado (Â) e respectivos danos (DC, "DC" e DA, DÂ), RB72454, cana-soca.

Repe- tição	ISRS (%)	Rendimentos				Danos			
		C	"C"	A	Â	DC	"DC"	DA	DÂ
1	12,50	70	62,84	9,57	8,28	0	7,55	0	1,29
2	13,00	61	62,04	7,71	8,16	9	8,36	1,86	1,41
3	13,33	50	61,51	6,74	8,08	20	8,89	2,83	1,49
4	14,83	56	59,09	7,35	7,72	14	11,31	2,22	1,85
5	16,67	61	56,13	7,89	7,28	9	14,27	1,68	2,29
6	18,00	60	53,99	7,37	6,96	10	16,41	2,20	2,61
7	21,67	48	48,08	6,68	6,08	12	20,24	2,89	3,49
8	21,67	48	48,08	5,69	6,08	12	20,24	3,88	3,49
9	23,67	45	44,86	5,92	5,60	25	25,54	3,65	3,97
10	25,00	45	42,72	4,97	5,28	25	27,68	4,60	4,29
11	25,00	42	42,72	4,76	5,28	28	27,68	3,81	4,29
12	26,67	37	40,03	4,33	4,88	33	30,37	5,34	4,69

Valores estimados segundo as equações:

C: $Y = 82,97 - 1,61x$; $R^2 = 0,74$;

Â: $Y = 11,28 - 0,24x$; $R^2 = 0,75$;

DC: $Y = -12,57 + 1,61x$; $R^2 = 0,74$;

DÂ: $Y = -1,71 + 0,24x$; $R^2 = 0,75$.

Apêndice 15- Dados ajustados de índices de severidade do raquitismo da soqueira (ISRS%), produtividade agrícola observada (C), estimado ("C") rendimento industrial observado (A), estimado (Â) e respectivos danos (DC, "DC" e DA, DÂ), RB785148, cana-soca.

Repe- tição	ISRS (%)	Rendimentos				Danos			
		C	"C"	A	Â	DC	"DC"	DA	DÂ
1	6,83	67	68,83	8,30	8,03	0	1,72	0	0,26
2	9,33	60	64,96	6,75	7,56	7	2,15	1,55	0,73
3	10,33	67	63,41	7,13	7,37	0	3,70	1,17	0,92
4	13,83	61	57,98	7,15	6,70	6	9,17	1,15	1,59
5	15,00	64	56,17	7,74	6,48	3	10,94	0,56	1,81
6	15,00	48	56,17	5,72	6,48	19	10,94	2,58	1,81
7	15,50	64	55,39	7,17	6,38	3	11,71	1,13	1,90
8	16,67	54	53,58	6,02	6,16	13	13,53	2,28	2,13
9	16,67	50	53,58	5,57	6,16	17	13,53	2,73	2,13
10	18,50	51	50,74	5,74	5,81	16	16,36	2,56	2,47
11	18,83	48	50,23	5,28	5,75	19	16,88	3,02	2,54
12	20,00	46	40,42	5,44	5,53	21	18,69	2,86	2,76

Valores estimados segundo as equações:

C: $Y = 79,42 - 1,55x$; $R^2 = 0,61$;

Â: $Y = 9,33 - 0,19x$; $R^2 = 0,60$;

DC: $Y = -12,31 + 1,55x$; $R^2 = 0,62$;

DÂ: $Y = -1,04 + 0,19x$; $R^2 = 0,60$

Apêndice 16- Dados ajustados de índices de severidade do raquitismo da soqueira (ISRS%), produtividade agrícola observada (C), estimado ("C") rendimento industrial observado (A), estimado (Â) e respectivos danos (DC, "DC" e DA, DÂ), RB785343, cana-soca.

Repe- tição	ISRS (%)	Rendimentos				Danos			
		C	"C"	A	Â	DC	"DC"	DA	DÂ
1	12,50	66	58,72	7,40	6,47	0	7,02	0	0,92
2	12,50	49	58,72	5,43	6,47	17	7,02	1,97	0,92
3	16,67	68	53,38	6,78	5,93	-2	12,35	0,62	1,47
4	16,67	44	53,38	5,01	5,93	22	12,35	2,39	1,47
5	23,00	44	45,28	5,15	5,11	22	20,46	2,25	2,29
6	23,00	43	45,28	5,29	5,11	23	20,46	2,11	2,29
7	23,33	41	44,86	4,90	5,07	25	20,89	2,50	2,33
8	24,17	49	43,78	5,15	4,96	17	21,95	2,25	2,44
9	25,00	43	42,72	4,40	4,85	23	23,02	3,00	2,55
10	26,67	40	40,58	4,55	4,63	26	25,16	2,85	2,77

Valores estimados segundo as equações:

C: $Y = 74,72 - 1,28x$; $R^2 = 0,45$;

Â: $Y = 8,10 - 0,13x$; $R^2 = 0,54$;

DC: $Y = -8,98 + 1,28x$; $R^2 = 0,45$;

DÂ: $Y = -0,70 + 0,13x$; $R^2 = 0,53$.

Apêndice 17- Dados ajustados de índices de severidade do raquitismo da soqueira (ISRS%), produtividade agrícola observada (C), estimado ("C") rendimento industrial observado (A), estimado (Â) e respectivos danos (DC, "DC" e DA, DÂ), RB805246, cana-soca.

Repe- tição	ISRS (%)	Rendimentos				Danos			
		C	"C"	A	Â	DC	"DC"	DA	DÂ
1	11,17	54	51,57	6,35	6,21	0	2,73	0	0,14
2	12,17	53	50,52	6,43	6,08	1	3,78	-0,08	0,27
3	13,33	50	49,30	6,26	5,93	4	5,00	0,09	0,42
4	13,33	47	49,30	5,80	5,93	7	5,00	0,55	0,42
5	13,83	44	48,78	5,34	5,86	10	5,52	1,01	0,49
6	15,83	45	46,68	5,62	5,60	9	7,62	0,73	0,75
7	16,67	47	45,80	5,48	5,49	7	8,50	0,87	0,86
8	18,33	48	44,05	5,53	5,28	6	10,25	0,82	1,07
9	19,00	41	43,35	4,78	5,19	13	10,95	1,57	1,16
10	20,00	44	42,30	5,57	5,06	10	12,00	0,78	1,29

Valores estimados segundo as equações:

C: $Y = 63,30 - 1,05x$; $R^2 = 0,56$;

Â: $Y = 7,66 - 0,13x$; $R^2 = 0,57$;

DC: $Y = -9,00 + 1,05x$; $R^2 = 0,56$;

DÂ: $Y = -1,31 + 0,13x$; $R^2 = 0,57$.

Apêndice 18- Dados ajustados de índices de severidade do raquitismo da soqueira (ISRS%), produtividade agrícola observada (C), estimado ("C") rendimento industrial observado (A), estimado (Â) e respectivos danos (DC, "DC" e DA, DÂ), RB806043, cana-soca.

Repe- tição	ISRS (%)	Rendimentos				Danos			
		C	"C"	A	Â	DC	"DC"	DA	DÂ
1	11,67	76	63,28	8,64	7,54	0	12,72	0	1,09
2	11,83	61	63,09	7,64	7,51	15	12,95	1,00	1,12
3	13,33	58	60,92	6,67	7,30	18	15,08	1,97	1,33
4	14,83	57	58,79	6,92	7,09	19	17,21	1,72	1,54
5	15,83	58	57,37	7,27	6,95	18	18,63	1,37	1,68
6	16,67	56	56,18	6,89	6,84	20	19,82	1,75	1,79
7	16,67	55	56,18	6,85	6,84	21	19,82	1,79	1,79
8	21,67	50	49,08	6,51	6,14	26	26,92	2,13	2,49
9	21,67	33	49,08	3,93	6,14	43	26,92	4,71	2,49
10	28,33	49	39,62	6,34	5,20	27	36,38	2,30	3,43

Valores estimados segundo as equações:

C: $Y = 79,85 - 1,42x$; $R^2 = 0,48$;

Â: $Y = 9,17 - 0,14x$; $R^2 = 0,37$;

DC: $Y = -3,85 + 1,42x$; $R^2 = 0,48$;

DÂ: $Y = -0,54 + 0,14x$; $R^2 = 0,37$.

Apêndice 19- Dados ajustados de índices de severidade do raquitismo da soqueira (ISRS%), produtividade agrícola observada (C), estimado ("C") rendimento industrial observado (A), estimado (Â) e respectivos danos (DC, "DC" e DA, DÂ), SP70-1143, cana-soca.

Repe- tição	ISRS (%)	Rendimentos				Danos			
		C	"C"	A	Â	DC	"DC"	DA	DÂ
1	11,17	48	50,76	6,35	6,43	0	-2,52	0	-0,07
2	13,33	47	48,21	6,22	6,06	1	0,03	0,13	0,29
3	15,00	49	46,24	5,50	5,78	-1	2,00	0,85	0,58
4	17,83	43	42,90	5,51	5,30	5	5,34	0,84	1,06
5	18,33	42	42,31	5,16	5,21	6	5,93	1,19	1,14
6	20,00	42	40,34	4,12	4,93	6	7,90	2,23	1,43
7	21,50	39	38,57	4,74	4,67	9	9,67	1,61	1,68
8	21,67	38	38,57	4,60	4,65	10	9,87	1,75	1,71
9	23,00	41	36,80	5,30	4,42	7	11,44	1,05	1,94
10	26,00	28	33,26	3,38	3,91	20	14,98	2,97	2,45

Valores estimados segundo as equações:

C: $Y = 63,94 - 1,18x$; $R^2 = 0,80$;

Â: $Y = 8,33 - 0,17x$; $R^2 = 0,75$;

DC: $Y = -15,70 + 1,18x$; $R^2 = 0,80$;

DÂ: $Y = -1,97 + 0,17x$; $R^2 = 0,75$.

Apêndice 20- Dados ajustados de índices de severidade do raquitismo da soqueira (ISRS%), produtividade agrícola observada (C), estimado ("C") rendimento industrial observado (A), estimado (Â) e respectivos danos (DC, "DC" e DA, DÂ), SP70-1284, cana-soca.

Repe- tição	ISRS (%)	Rendimentos				Danos			
		C	"C"	A	Â	DC	"DC"	DA	DÂ
1	9,33	64	54,59	6,96	6,28	0	9,91	0	0,67
2	14,23	41	44,30	4,99	5,16	23	20,20	1,97	1,80
3	14,83	36	43,04	4,68	5,02	28	21,46	2,28	1,94
4	16,67	40	39,17	5,09	4,59	24	25,33	1,87	2,36
5	16,67	27	39,17	3,42	4,59	37	25,33	3,54	2,36
6	20,00	37	32,18	4,41	3,83	27	32,32	2,55	3,13
7	20,83	33	30,44	3,96	3,64	31	34,06	3,00	3,32
8	21,67	30	28,67	3,69	3,44	34	35,83	3,27	3,51
9	22,17	23	27,62	2,92	3,33	41	36,88	4,04	3,63
10	22,83	32	26,24	3,72	3,18	32	38,26	3,24	3,78

Valores estimados segundo as equações:

C: $Y = 74,18 - 2,10x$; $R^2 = 0,65$;

Â: $Y = 8,43 - 0,23x$; $R^2 = 0,73$;

DC: $Y = -9,68 + 2,10x$; $R^2 = 0,65$;

DÂ: $Y = -1,47 + 0,23x$; $R^2 = 0,73$.

Apêndice 21- Dados ajustados de índices de severidade do raquitismo da soqueira (ISRS%), produtividade agrícola observada (C), estimado ("C") rendimento industrial observado (A), estimado (Â) e respectivos danos (DC, "DC" e DA, DÂ), SP79-1011, cana-soca.

Repe- tição	ISRS (%)	Rendimentos				Danos			
		C	"C"	A	Â	DC	"DC"	DA	DÂ
1	10,50	47	45,65	5,66	5,57	0	1,04	0	-0,01
2	11,67	42	44,22	4,89	5,38	5	2,48	0,77	0,18
3	13,33	47	42,17	5,78	5,09	0	4,52	-0,12	0,44
4	13,50	42	41,96	5,54	5,06	5	4,73	0,12	0,47
5	13,50	35	41,96	4,17	5,06	12	4,73	1,49	0,47
6	14,83	46	40,33	5,36	4,84	1	6,37	0,30	0,68
7	14,83	43	40,33	5,19	4,84	4	6,37	0,47	0,68
8	14,93	40	40,21	2,01	4,82	7	6,49	0,65	0,70
9	18,33	30	36,02	3,43	4,24	17	10,67	2,23	1,24
10	18,50	39	35,81	4,29	4,21	8	10,88	1,37	1,27
11	20,33	36	33,56	4,52	3,90	11	13,13	1,14	1,56
12	23,00	29	30,28	3,42	3,45	18	16,42	2,24	1,99

Valores estimados segundo as equações:

C: $Y = 58,57 - 1,23x$; $R^2 = 0,59$;

Â: $Y = 7,36 - 0,17x$; $R^2 = 0,57$;

DC: $Y = -11,8 + 1,23x$; $R^2 = 0,59$;

DÂ: $Y = -1,69 + 0,16x$; $R^2 = 0,56$.