

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Programa de Pós-Graduação em Sistemas de
Produção Agrícola Familiar

Dissertação



Caracterização de clones de cana-de-açúcar
(*Saccharum* spp) em Paranavaí e Pelotas

Francis Radael Tatto

Pelotas, 2016

FRANCIS RADAEL TATTO

Engenheiro Agrônomo

Caracterização de clones de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp) em Paranavaí e Pelotas

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Agronomia.

Orientador: Pesquisador Dr. Sergio Delmar dos Anjos e Silva

Co-Orientadores: Prof. Dr. Luis Antonio Verissimo Corrêa
DFT/FAEM/UFPeI

Prof. Dr. Ricardo Augusto de Oliveira
PMGCA/UFPR

Pelotas, 2016

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas
Catalogação na Publicação

T221c Tatto, Francis Radael

Caracterização de clones de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp) em Paranavai e Pelotas / Francis Radael Tatto ; Sergio Delmar dos Anjos e Silva, orientador ; Luis Antonio Verissimo Corrêa, Ricardo Augusto de Oliveira, coorientadores. — Pelotas, 2016.

105 f.

Dissertação (Mestrado) — Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, 2016.

1. Produtividade. 2. Fitomelhoramento. 3. Maturação. 4. Fatores bióticos e abióticos. I. Silva, Sergio Delmar dos Anjos e, orient. II. Corrêa, Luis Antonio Verissimo, coorient. III. Oliveira, Ricardo Augusto de, coorient. IV. Título.

CDD : 633.61

Elaborada por Gabriela Machado Lopes CRB: 10/1842

Francis Radael Tatto

**Caracterização de clones de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp) em
Paranavaí e Pelotas**

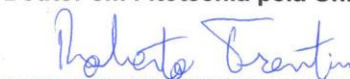
Dissertação aprovada, como requisito parcial, para obtenção do grau de Mestre em Agronomia, Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas.

Data da Defesa: 15 de fevereiro de 2016.

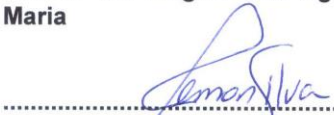
Banca examinadora:


.....
Prof. Dr. Sergio Delmar dos Anjos e Silva (Orientador)

Doutor em Fitotecnia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul


.....
Prof. Dr. Roberto Trentin

Doutor em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Santa Maria


.....
Prof.^a Dr.^a Claudia Fernanda Lemons e Silva

Doutora em Fitotecnia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul


.....
Prof. Dr. Hugo Zeni Neto

Doutor em Genética e Melhoramento Genético de Plantas pela Universidade Estadual de Maringá

A DEUS, pela sua Graça que sempre nos ilumina.

A minha esposa Angéli Cardozo Bortolotto e minha filha Martina Bortolotto Tatto, razões do meu viver.

Aos meus pais, Abílio e Julia e meus irmãos Éverson Rodrigo e Éverton Rogério, que nunca mediram esforços para minha vida e formação, obrigado pelo apoio e por sempre acreditarem em mim.

DEDICO

Agradecimentos

A Deus, por todas as bênçãos e proteção.

Ao Pesquisador Dr. Sérgio Delmar dos Anjos e Silva, pela orientação, oportunidade e acima de tudo, pela amizade sincera, otimismo e alegria de trabalhar, viver e fazer o bem.

Ao Prof. Dr. Edelclaiton Daros pela confiança no desenvolvimento deste trabalho.

Aos co-orientadores, pesquisador Prof. Dr. Luis Antônio Veríssimo Côrrea e Prof. Dr. Ricardo Augusto de Oliveira, pela ajuda, incentivo, valiosas sugestões, apoio e palavras amigas, nos momentos de precisão, deixo aqui o meu muito obrigado.

À minha família, por tudo que sou.

À Angéli Cardozo Bortolotto, companheira estimada, pelo amor, carinho, apoio e dedicação em todos os momentos e a minha filha Martina Bortolotto Tatto, por me fazer acreditar em mundo melhor.

Aos colegas e amigos, que presentes ou não sempre estiveram comigo.

A estimada equipe do setor de Agroenergia da Embrapa Clima Temperado, Srs. Vilmar e Vanilton Mackdanz e em especial aos colegas de estágio e pós-graduação obrigado pelo apoio, auxílio, cooperação, conhecimento transmitido, disponibilidade para ensinar, acolhida e os ótimos momentos.

Aos chefes, assistentes, técnicos, auxiliares e estagiários da Embrapa Clima Temperado, pelo apoio e disponibilidade na realização do trabalho.

Ao Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar pela oportunidade de realizar este estudo e ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal da Universidade Federal do Paraná, pela acolhida em 2015, na ocasião das disciplinas complementares.

Aos professores e colegas do programa, pelo apoio, ensinamento e saudável relacionamento.

A Embrapa Clima Temperado e a Petrobras pelos recursos do projeto e a CAPES, pela oportunidade da bolsa de mestrado.

Aos integrantes do Programa de Melhoramento Genético de Cana-de-açúcar da Universidade Federal do Paraná (PMGCA/UFPR/RIDESA) e da Estação Experimental de Paranaíba-PR, pela cooperação.

Resumo

TATTO, FRANCIS RADAEL. **Caracterização de clones de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp) em Paranavaí e Pelotas. 2016.** 105 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS.

A cana-de-açúcar possui grande importância no estado do Rio Grande do Sul por estar associada às atividades desenvolvidas pela agricultura familiar, sendo utilizada para produção de cachaça, açúcar mascavo, melado, rapadura bem como para alimentação animal. O estado é considerado uma nova fronteira agrícola de cultivo e por estar incluída no Zoneamento Agroclimático, carece da obtenção de cultivares modernos, produtivos, com características de tolerância ao frio, a seca. Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi avaliar, caracterizar e selecionar clones de cana-de-açúcar da Série RB12. Para isto foram realizados ensaios experimentais em Paranavaí, PR e Pelotas, RS, onde foram avaliadas as variáveis Brix (°Brix), número de colmos por metro (NCM), tonelada de colmos ha⁻¹ (TCH), tonelada Brix ha⁻¹ (TBH), a tolerância as principais doenças e a maturação dos clones. A Análise de Variância (ANOVA) mostrou a existência de interação G x A entre os clones e os ambientes, bem como variabilidade para ciclo de maturação, sendo que Paranavaí obteve melhor desempenho agrônomo em relação a Pelotas. Os clones apresentaram teor de Brix favoráveis ao cultivo, produtividade de colmos e de açúcar maiores em Paranavaí em relação a Pelotas. Quanto a sanidade os clones avaliados apresentaram tolerância a ferrugem marrom e alaranjada, carvão e manchas foliares. No tocante ao ciclo de maturação, os clones promissores puderam ser agrupados em precoces, médios-tardios e tardios.

Palavras-chave: Produtividade; Fitomelhoramento; Maturação; Fatores bióticos e abióticos.

Abstract

TATTO, FRANCIS RADAEL. **Characterization of sugarcane (*Saccharum spp*) clones in Paranavaí and Pelotas. 2016.** 105 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS.

Sugarcane is of great importance to Rio Grande do Sul State for being associated with family farming activities. Sugarcane is used for the production of cane brandy, brown sugar, molasses, “rapadura” (candy of the juice of sugar cane) and animal feed. RS state is considered the new agricultural frontier for sugarcane being included in the Agroclimatic zoning. For that reason it is important to obtain modern and productive cultivars with cold and drought tolerance characteristics. Therefore, the objective of this work was to evaluate, characterize and select sugarcane clones of the RB12 series. Experiments were carried out in Paranavaí, PR and Pelotas, RS. The following variables were evaluated Total Soluble Solids (°Brix), number of stalks per meter (NCM), tons of stalks per hectare (TCH), tons of Brix per hectare (TBH), tolerance to the main diseases and maturation. Variance analysis (ANOVA) showed interaction G x E among clones and environment, as well as variability concerning the maturation cycle. Paranavaí obtained superior agronomic performance when compared to Pelotas. The clones showed Brix content, stalk and sugar productivity greater in Paranavaí. Clones showed tolerance to brown and orange rust, charcoal and leaf spots. Regarding the maturity cycle, clones were grouped in early, mid-late and late cycles.

Keywords: Productivity; plant breeding; maturation; biotic and abiotic factors

LISTA DE FIGURAS

Figura 1-	Período de Utilização Industrial (PUI) para a cana-de-açúcar, de acordo com o teor de Sólidos Solúveis Totais e ciclo produtivo.....	24
Figura 2-	Mapa do Zoneamento Edafoclimático para os Municípios do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil.....	25
Figura 3-	Esquema das Fases T1, T2 e T3 na Embrapa Clima Temperado (Projeto de Seleção de famílias de cana-de-açúcar para tolerância ao frio)	37
Figura 4-	Escala diagramática para avaliação da ferrugem marrom (A) e da ferrugem alaranjada (B) da cana-de-açúcar	68
Figura 5-	Precipitação (mm), evapotranspiração (mm), temperatura mínima, média e máxima do ar (°C) e umidade relativa (%) observados na Estação Experimental da RIDESA-PMGCA/UFPR, Paranavaí, PR e nos Campos Experimentais da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS.....	81
Figura 6-	Comportamento do teor de sacarose (POL) durante os meses de colheita da cana-de-açúcar, conforme grupo de maturação e o período útil de industrialização (PUI) das variedades.....	85
Figura 7-	Dendrograma resultante do agrupamento pela Distância Euclidiana Média, para os clones RS/PR Série RB12, fase T3 para a variável °Brix, avaliados em dois ambientes e quatro épocas, em ciclo de cana planta, Safra 2014/15.....	88

Figura 8-	Curva de maturação para os grupos dos clones de cana-de-açúcar RS/PR, na fase T3, avaliados na Safra 2014/15 em dois ambientes e quatro épocas	91
-----------	--	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1-	Comparativo entre o Estado do Rio Grande do Sul e o Brasil em cana-de-açúcar, período 1990-2010.....	21
Tabela 2-	Produtividade (Mg ha^{-1}), área plantada (ha) dos vinte maiores municípios produtores de cana-de-açúcar no RS.....	22
Tabela 3-	Relação dos genitores masculinos e femininos utilizados na hibridação da “Série RB12”. Pelotas, 2016.....	36
Tabela 4-	Genealogia dos clones RS/PR e testemunhas, utilizados nos Ensaios Experimental da fase T2 e T3.....	41
Tabela 5-	Clones RS/PR de cana-de-açúcar e valores de °Brix médio, Número de colmos por metro (NCM), Tonelada de Brix por Hectare (TBH) e Tonelada de Cana por Hectare (TCH), nas Fases T2 e T3, no Ensaio Experimental I, avaliados em dois ambientes	56
Tabela 6-	Clones RS/PR de cana-de-açúcar e valores de °Brix médio, Número de colmos por metro (NCM), Tonelada de Brix por Hectare (TBH) e Tonelada de Cana por Hectare (TCH), nas Fases T2 e T3, no Ensaio Experimental II, avaliados em dois ambientes.....	57

Tabela 7-	Clones RS/PR de cana-de-açúcar e valores de °Brix médio, Número de colmos por metro (NCM), Tonelada de Brix por Hectare (TBH) e Tonelada de Cana por Hectare (TCH), nas Fases T2 e T3, no Ensaio Experimental III, avaliados em dois ambientes.....	58
Tabela 8-	Clones RS/PR de cana-de-açúcar e valores de °Brix médio, Número de colmos por metro (NCM), Tonelada de Brix por Hectare (TBH) e Tonelada de Cana por Hectare (TCH), nas Fases T2 e T3, no Ensaio Experimental IV, avaliados em dois ambientes.....	59
Tabela 9-	Clones RS/PR de cana-de-açúcar e valores de °Brix médio, Número de colmos por metro (NCM), Tonelada de Brix por Hectare (TBH) e Tonelada de Cana por Hectare (TCH), nas Fases T2 e T3, no Ensaio Experimental V, avaliados em um ambiente.....	60
Tabela 10-	Metodologia de avaliação de reação as principais doenças da cana-de-açúcar nos clones da Série RB12 na Fase T2 e T3, na Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS e Estação Experimental da UFPR, Paranaíba, PR. Pelotas, 2016.....	69
Tabela 11-	Comportamento de clones RS/PR de cana-de-açúcar quanto a incidência e reação a doenças, Safras 2013/14 e 2014/15 em dois ambientes, nas Fases T2 e T3 no Ensaio Experimental I.....	74

Tabela 12-	Comportamento de clones RS/PR de cana-de-açúcar quanto a reação a doenças, Safras 2013/14 e 2014/15 em dois ambientes, nas Fases T2 e T3 no Ensaio Experimental II.....	75
Tabela 13-	Comportamento de clones RS/PR de cana-de-açúcar quanto a reação a doenças, Safras 2013/14 e 2014/15 em dois ambientes, nas Fases T2 e T3 no Ensaio Experimental III.....	76
Tabela 14-	Comportamento de clones RS/PR de cana-de-açúcar quanto a reação a doenças, Safras 2013/14 e 2014/15 em dois ambientes, nas Fases T2 e T3 no Ensaio Experimental IV.....	77
Tabela 15-	Comportamento de clones RS/PR de cana-de-açúcar quanto a reação a doenças, Safras 2013/14 e 2014/15 em um ambiente, nas Fases T2 e T3 no Ensaio Experimental V.....	78
Tabela 16-	Resumo da análise de variância (ANOVA) conjunta para Brix em ciclo de cana planta, para clones de cana-de-açúcar RS/PR Série RB12, nos ensaios da fase T3 avaliados em dois ambientes e 4 épocas, na Safra 2014/15.....	87
Tabela 17-	Grupos de maturação de clones de cana-de-açúcar, Série RB12 fase T3, avaliados em ciclo de cana planta em dois ambientes e quatro épocas, Safra 2014/15.....	89
Tabela 18-	Clones RS/PR agrupados de acordo com o ciclo de maturação em relação as variedades testemunhas.....	90

Sumário

1. INTRODUÇÃO GERAL.....	15
2. REVISAO DE LITERATURA.....	17
2.1. A cultura da cana-de-açúcar	17
2.2. Melhoramento genético da cana-de-açúcar	26
2.3. Interação clone x ambiente	33
3. METODOLOGIA GERAL	35
3.1. Experimentos.....	35
3.1.1. Clones selecionados na FASE T2	38
3.1.2. Clones selecionados para FASE T3	39
3.2. Coletas de dados e variáveis avaliadas	42
4. CAPÍTULO 1. Desempenho agrônômico de clones de cana-de-açúcar	44
4.1. Introdução.....	44
4.2. Material e métodos	47
4.3. Resultados e discussão	49
4.4. Conclusões.....	61
5. CAPÍTULO 2. Reação a doenças em clones de cana-de-açúcar selecionados em Pelotas nas fases T1 e T2 planta.....	62
5.1. Introdução.....	62
5.2. Material e métodos	67
5.3. Resultados e discussão	70
5.4. Conclusões.....	82
6. CAPÍTULO 3. Determinação do ciclo de maturação de clones de cana-de-açúcar da série RB12	83
6.1. Introdução.....	83
6.2. Material e métodos	86
6.3. Resultados e discussão	87
6.4. Conclusões.....	92
7. DISCUSSÃO GERAL.....	93
8. CONCLUSÃO GERAL	94
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	95

1. INTRODUÇÃO GERAL

O Brasil é hoje líder mundial na produção de cana-de-açúcar e dados coletados no último levantamento da Produção Agrícola Municipal 2014/2015, apontam uma área cultivada de cerca de 9,8 milhões de hectares, com uma produção de 625 milhões de toneladas e produtividade média de 79,4 toneladas ha⁻¹ (IBGE, 2015; CONAB, 2015).

De acordo com dados finais da safra 2014/2015 da região Centro-Sul do Brasil apontam para uma moagem de 571,34 milhões de toneladas de cana-de-açúcar, redução de 4,31% sobre as 597,06 milhões de toneladas processadas na safra 2013/2014. A produção de açúcar alcançou 31,99 milhões de toneladas, retração superior a 2,30 milhões de toneladas sobre o resultado do ciclo agrícola anterior (34,29 milhões de toneladas). Em contrapartida, o volume fabricado de etanol aumentou 2,23% no período, totalizando 26,15 bilhões de litros. Este aumento decorre da ampliação do mercado de etanol hidratado, cuja produção atingiu 15,39 bilhões de litros - contra 14,57 bilhões de litros na safra 2013/2014. Em relação ao etanol anidro, o volume fabricado somou 10,75 bilhões de litros (UNICADATA, 2015).

Devido a sua excelente adaptação ao clima brasileiro e potencial produtivo, a cana-de-açúcar destaca-se como uma cultura que vem exercendo grande importância econômica ao longo de nossa história.

Nos últimos trinta anos, com o advento do Programa Proálcool, a cultura da cana-de-açúcar passou a ser estratégica, não apenas como geradora de divisas pela exportação de açúcar, mas como fonte de energia renovável. O álcool combustível assim como a co-geração de energia elétrica a partir do bagaço da cana-de-açúcar são atualmente os pilares fundamentais na matriz energética do país (UNICA, 2009).

A crescente preocupação com as mudanças climáticas e aumento da demanda por açúcar, combustíveis renováveis (etanol) e seus derivados, como por exemplo, o plástico verde, faz com que a produção da cana-de-açúcar tenha crescido de forma consideravelmente nos últimos anos.

Neste contexto, vários estados da federação estão aumentando a produção de cana-de-açúcar, com o incremento da área, melhorias na produção e instalação de novas usinas do setor sucroalcooleiro. Este fato

histórico-econômico insere o estado do Rio Grande do Sul nesse contexto direcionando investimentos, tanto público como privado, em pesquisas para aprimoramento da produção agrícola através de melhoramento vegetal, eficiência agrônômica e zoneamentos edáficoclimáticos.

Deste modo, amplia-se a perspectiva do desenvolvimento canavieiro gaúcho no sentido de buscar potenciais no clima subtropical e desenvolvimento de clones mais adaptados e mais tolerantes às baixas temperaturas e geadas.

Visando contribuir com o desenvolvimento da cultura da cana-de-açúcar no Sul do Brasil, este trabalho tem como objetivo avaliar, caracterizar e selecionar novos clones adaptados para a região.

2. REVISAO DE LITERATURA

2.1. A cultura da cana-de-açúcar

O registro histórico mais antigo até então conhecido a respeito da cana-de-açúcar, remonta a manuscritos indianos escritos a cerca de 3.000 a 3.400 anos atrás e o nome genérico para cana-de-açúcar, *Saccharum*, originou-se do sânscrito indiano termo "sharkara" para o produto açucarado bruto, obtido desta planta (DERR, 1949).

A dispersão da cana-de-açúcar da Índia para o Ocidente parece ter ocorrido durante o primeiro milênio ainda antes de Cristo, quando soldados de Alexandre, o Grande teriam levado da Índia para a Europa, por volta de 325 a.C. os primeiros colmos para plantio. A história da cana-de-açúcar é cercada por uma série de fatos e sua origem é uma questão complexa, acreditando estes, que a sua distribuição a torne originária do Sudeste Asiático, mais especificamente no arquipélago indonésio e Nova Guiné (BARNES, 1964).

Diferentes espécies provavelmente se originaram em vários locais com *S. officinarum* L. e *S. robustum* na Nova Guiné, *S. barberi* na Índia e *S. sinense* na China.

A dispersão de *S. officinarum* durante um período de milhares de anos acredita-se que tenha ocorrido tanto na área do Oceano Pacífico e ao longo da cadeia de ilhas na Ásia, enquanto os clones indianos foram desenvolvidos e cultivados na região do norte da Índia e no Sul da China. Antes do século XX, a indústria da cana mundo era dependente da cana-de-açúcar nobre (*S. officinarum*) e cana-de-açúcar da Índia e da China (*S. barberi* e *S. sinense*, respectivamente), conforme (SREENIVASAN et al., 1987).

Estes clones de cana-açúcar eram caracterizados por altos teores de sacarose e baixo teor de fibra, mas eram suscetíveis a várias pragas e doenças (ARCENEUX, 1965).

O melhoramento e seleção de cana-de-açúcar tornaram-se um processo dirigido e contínuo, seguido de observação feita no ano de 1858, de que as panículas de cana-de-açúcar produziam sementes viáveis (STEVENSON, 1965).

Os holandeses estabeleceram um programa de melhoramento pioneiro de seleção em 1888, na ilha de Java, para incorporar a resistência a doenças e capacidade de perfilhamento de *S. spontaneum* em *S. officinarum* germoplasma através de cruzamentos interespecíficos feitos entre *S. officinarum* (cana nobre) e *S. spontaneum* (cana selvagem) que era resistente a várias doenças e os híbridos resultantes deste processo foram continuamente retrocruzados com *S. officinarum*, num processo chamado nobilização (STEVENSON, 1965).

Esse esforço resultou no lançamento das primeiras cultivares de cana-de-açúcar híbridas nobres, POJ2725 e POJ2878, no ano de 1921, sendo que estas duas cultivares precoces serviram de base para o pedigree de outras cultivares de cana-de-açúcar modernas, quase todos desenvolvidos localmente e adaptados em todo o mundo (MOORE, 2005).

A nobilização estabeleceu-se como um método de manter as qualidades desejáveis de *S. officinarum*, mantendo a robustez e resistência a doenças de *S. spontaneum*, a fim de atenuar os efeitos negativos do germoplasma selvagem (BERDING; ROACH, 1987).

Atualmente é amplamente cultivada para a produção de açúcar e etanol em muitos países tropicais e subtropicais, com um mínimo de 600 mm de precipitação anual, nas Américas do Sul, Central e Norte, Caribe, África e ilhas adjacentes, Sul da Ásia e Australásia.

Conforme Santos (2007), existem várias teorias que tentam explicar a origem da cana-de-açúcar, porém a mais aceita atualmente destaca a Nova Guiné e ilhas vizinhas como provável local de origem da cultura. No Brasil, relata-se que a primeira introdução ocorreu na Capitania de São Vicente, através de Martim Afonso de Souza, no ano de 1532, embora seja possível que tenha sido trazida em expedições anteriores.

A cana-de-açúcar é uma planta alógama, semi-perene, pertencente ao gênero *Saccharum*, tribo Andropogoneae, família Poaceae. As cultivares de cana-de-açúcar modernas, (*Saccharum* spp.) são híbridos interespecíficos derivados de um processo de hibridação envolvendo *S. officinarum* L. conhecida como "cana nobre" e *Saccharum spontaneum* ou "cana selvagem", seguido por uma série de retrocruzamentos com genitores nobres (DANIELS; ROACH, 1987).

No Brasil a cana-de-açúcar é cultivada desde o século XVI e expandiu-se no país, sendo utilizada na produção de açúcar e etanol para o consumo interno e exportação, gerando divisas para o país, sendo o etanol uma fonte renovável de combustível que contribui para diminuir o uso dos derivados do petróleo.

A cana-de-açúcar serve ainda como alimentação suplementar dos ruminantes no período de estiagem e ainda como matéria prima para a fabricação de rapadura, melado e aguardente. Seus resíduos possuem grande importância econômica: o vinhoto é transformado em adubo e o bagaço é utilizado principalmente na co-geração de energia (CAPUTO *et al.*, 2003).

Segundo a Secretaria do Planejamento e Gestão do RS Seplag (2015), o cultivo da cana-de-açúcar foi introduzido no RS em 1725, por imigrantes Açorianos nos municípios do Litoral Norte - Torres, Osório e Santo Antônio da Patrulha.

Em relação à cana-de-açúcar, o Brasil é o maior produtor mundial, sendo que no período de 2011 o Brasil produziu 734.006.059 toneladas ha⁻¹ em 9.616.615 hectares (IBGE, 2011). No mesmo período o do Estado do Rio Grande do Sul foi responsável por 1.384.967 toneladas, em uma área plantada de 32.694 hectares, o que corresponde a 0,2 % da produção nacional e 0,34 % da área plantada, conforme a Tabela 1.

Deste modo, o estado do Rio grande do Sul ocupa somente a 17^a posição entre todos os estados da Federação e apesar de pouco significativa em nível nacional, a produção gaúcha de cana-de-açúcar tem importância por estar associada ao principalmente a agricultura familiar, onde o uso desta se presta ao consumo animal e ao processamento artesanal de subprodutos como: melado, rapadura, açúcar mascavo e cachaça.

O cultivo se estende desde a região do Litoral Norte, passando pelo Centro e Norte-Noroeste do Estado, sendo atualmente a produção se concentra nas regiões das Missões, Médio Alto Uruguai e Depressão Central, sendo que Roque Gonzales, Jaguari e São Francisco de Assis são os municípios que possuem a maior área plantada e colhida com 2.650 hectares (12,5%) em relação à área do estado do RS.

Os maiores índices de produtividade estão nas regiões das Missões, ou seja, nos municípios próximos aos empreendimentos Grandespe (Salto do Jacuí) e Coopercana (Porto Xavier).

Existem apenas duas unidades industriais no estado, sendo a Granja e Destilaria São Pedro (Grandespe) o empreendimento de maior porte instalado em 1977, no município do Salto do Jacuí, noroeste do Estado. Segundo Grandespe (2011), no ano de 1983 a empresa inaugura um moderno empreendimento destinado primeiramente à produção de álcool combustível, sendo que realiza a fermentação do caldo para produção de cachaça, repassando para o envase posterior.

A outra é a Coopercana, atuante nos municípios de Salto do Jacuí e Porto Xavier respectivamente, produzindo em média 2% do consumo anual do Estado, realizando a fabricação de etanol combustível, que correspondeu a 964 milhões de litros em 2009 (ANP, 2010).

Neste aspecto, o estado do RS ainda carece de tecnologia para aumentar a produção, o que seria sanado com a implementação de novos estudos visando acesso a novas tecnologias.

Em Salto do Jacuí a produtividade é de 75 Mg ha⁻¹ superando a média nacional de 70 Mg ha⁻¹ (EMATER, 2014).

Quanto a produtividade, os municípios maiores produtores são Roque Gonzales, Porto Xavier e São Francisco de Assis com 71,5; 45,5 e 40,0 mil toneladas ano⁻¹, respectivamente, como pode ser observado na Tabela 2.

Tabela 1- Comparativo entre o Estado do Rio Grande do Sul e o Brasil em cana-de-açúcar, período 1990-2010.

Ano	Rio Grande do Sul		Brasil	
	Produção (Mg)	Área Plantada (ha)	Produção (Mg)	Área Plantada (ha)
1990	914.948	31.175	262.674.150	4.272.602
1991	849.840	31.800	260.887.893	4.210.954
1992	1.024.087	32.930	271.474.875	4.202.604
1993	1.041.069	33.305	244.530.708	3.863.702
1994	1.046.154	33.912	292.101.835	4.345.260
1995	831.091	26.902	303.699.497	4.559.062
1996	830.671	35.633	317.105.981	4.750.296
1997	824.427	27.787	331.612.687	4.814.084
1998	948.229	29.881	345.254.972	4.985.819
1999	1.020.267	32.133	333.847.720	4.898.844
2000	958.540	32.076	326.121.011	4.804.511
2001	1.044.040	31.290	344.292.922	4.957.897
2002	1.075.300	33.002	364.389.416	5.100.405
2003	1.136.114	32.165	396.012.158	5.371.020
2004	1.025.756	31.933	415.205.835	5.631.741
2005	908.930	32.439	422.956.646	5.805.518
2006	1.166.717	33.277	477.410.655	6.355.498
2007	1.426.978	35.767	549.707.314	7.080.920
2008	1.431.081	36.776	645.300.182	8.140.089
2009	1.254.475	36.567	691.606.147	8.617.555
2010	1.503.000	35.934	717.462.101	9.076.706
%	0,267	0,592	-	-
Total	22.261.714	686.684	8.313.654.705	115.845.087

Fonte: IBGE, 2015.

Tabela 2- Produtividade (Mg ha⁻¹) e área plantada (ha) dos vinte maiores municípios produtores de cana-de-açúcar no RS.

Município	Ranking pela produção	Área plantada (ha)	(% rel.)	Produção (Mg ano ⁻¹)	(% rel.)	Produtividade (Mg ha ⁻¹)	(% rel.)
Roque Gonzales	1º	1.100	5,00	71.500	7,61	65	0,67
Porto Xavier	2º	700	3,18	45.500	4,84	65	0,67
São Francisco de Assis	3º	800	3,63	40.000	4,26	50	0,52
Jaguari	4º	850	3,86	34.000	3,62	40	0,41
Marcelino Ramos	5º	400	1,82	28.000	2,98	70	0,72
Salto do Jacuí	6º	360	1,64	27.000	2,87	75	0,77
Vicente Dutra	7º	450	2,04	20.250	2,15	45	0,46
Alpestre	8º	400	1,82	18.000	1,91	45	0,46
Novo Hamburgo	9º	450	2,04	18.000	1,91	40	0,41
São Vicente do Sul	10º	350	1,59	17.500	1,86	50	0,52
Itatiba do Sul	11º	280	1,27	14.000	1,49	50	0,52
Santo Antônio da Patrulha	12º	200	0,91	14.000	1,49	70	0,72
Presidente Lucena	13º	260	1,18	13.000	1,38	50	0,52
Seberi	14º	380	1,73	12.540	1,33	33	0,34
Campina das Missões	15º	310	1,41	12.400	1,32	40	0,41
Aratiba	16º	300	1,36	12.000	1,28	40	0,41
Frederico Westphalen	17º	400	1,82	12.000	1,28	30	0,31
Rolante	18º	280	1,27	11.200	1,19	40	0,41
Caiçara	19º	315	1,43	11.025	1,17	35	0,36
Arroio do Meio	20º	180	0,82	10.800	1,15	60	0,62
Total Municípios	-	8.765	39,82	442.715	47,1	-	10,26
Total RS	-	22.010	100	940.018	100	-	100

Fonte: Grupo de Coordenação de Estatísticas Agropecuárias do RS. GCEA-EMATER/RS. Safra 2013/14, ano base 2014.

No Estado do Rio Grande do Sul (RS) encontram-se as áreas mais ao sul do Brasil onde se cultiva cana-de-açúcar e nesta predomina o clima subtropical úmido, sem estação seca definida, com verões quentes (Cfa) (KUINCHTNER & BURIOL, 2001).

No que tange o crescimento inicial da cana-de-açúcar, para os ciclos de cana planta e soqueiras, este ocorre no início da primavera, quando as temperaturas mínimas aumentam e a colheita costuma ser anual, preferencialmente no período de abril a julho (outono e início do inverno), quando as temperaturas caem consideravelmente, visto que a redução da temperatura proporciona o alto acúmulo de sacarose nos colmos, em detrimento do crescimento.

O clima para o Estado do Rio Grande do Sul é apontado como limitante para expansão da cultura da cana-de-açúcar, devido ao maior rendimento das espécies comerciais expressarem em regiões tipicamente tropicais, ou pelo maior risco de ocorrência de geadas (ALMEIDA et al., 2008).

Porém, avaliações da pesquisa realizadas no passado Gomes & Kichel (1996) e atualmente Silva et al. (2008; 2010) apontam a viabilidade de diversas cultivares com adequados índices de qualidade para industrialização de álcool ou açúcar.

Conforme estudos de Almeida et al. (2008), o fotoperíodo e radiação solar no Rio Grande do Sul, durante o período de primavera/verão, são maiores quando comparados a outras regiões do Brasil de latitudes mais baixas, e inferior nos outros meses, compensando o balanço de radiação ao longo do ano.

Nesse sentido, a cana-de-açúcar parece aproveitar essa vantagem no período de máximo desenvolvimento vegetativo, quando plantada entre maio e junho. Este comportamento tem permitido altas taxas de crescimento e elevados índices de produtividade em ambientes do Estado do Rio Grande do Sul (SILVA et al., 2008b; VERISSIMO et al., 2009; SILVA et al., 2010b).

Os aspectos do período de utilização industrial da cana-de-açúcar (PUI) podem ser otimizados através da utilização combinada de estratégias de manejo da cultura, tais como o uso de variedades precoces, tolerantes ao frio, adaptadas a diferentes regiões do estado do Rio Grande do Sul, como pode ser observado na Figura 1.

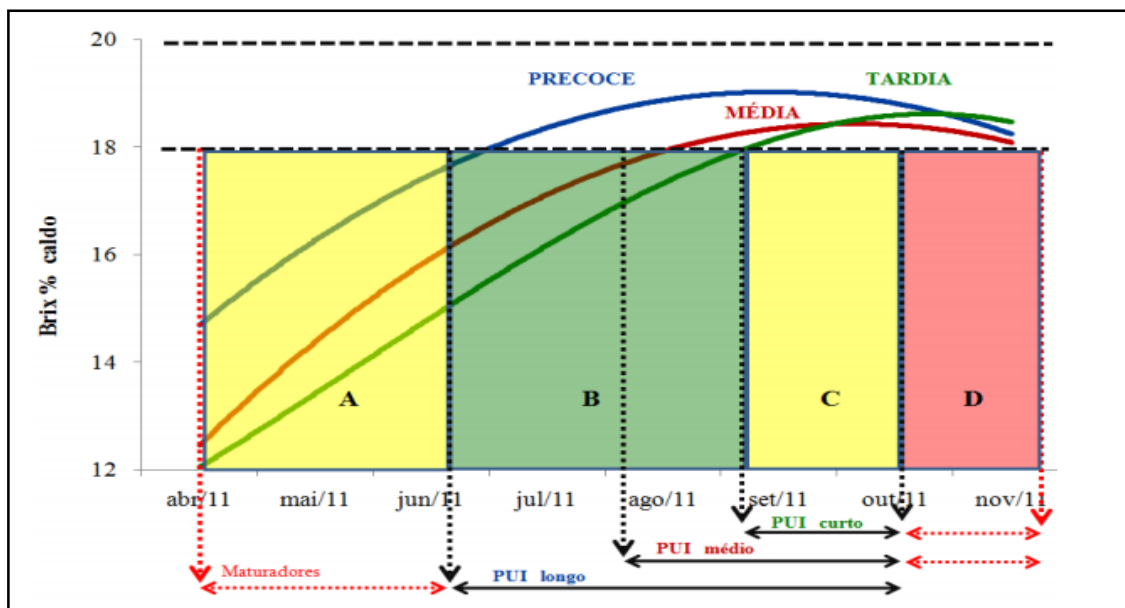


Figura 1- Período de Utilização Industrial (PUI) para a cana-de-açúcar, de acordo com o teor de Sólidos Solúveis Totais (Brix) e ciclo produtivo. Adaptado de Silva et al., (2012c).

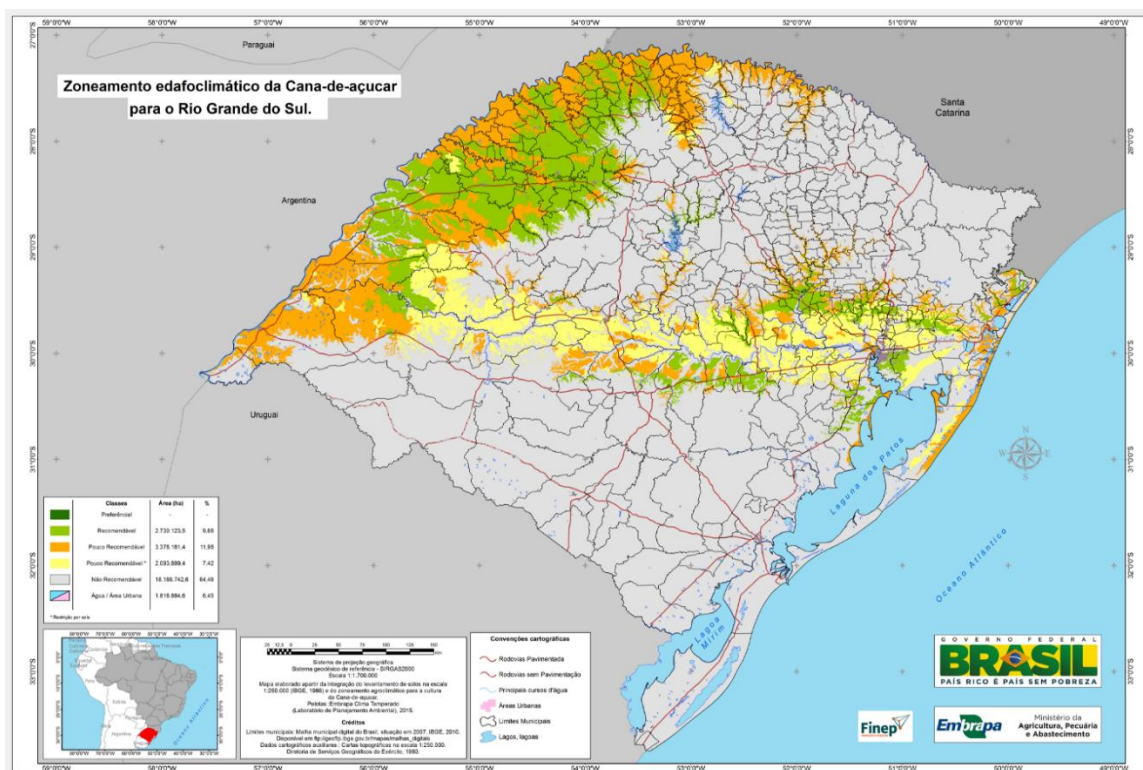


Figura 2- Mapa do Zoneamento Edafoclimático para os Municípios do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. Cortesia do Pesquisador Dr. Ivan Rodrigues de Almeida, EMBRAPA - CPACT.

Outro aspecto que merece destaque no atual cenário é a inserção do RS no “mapa” da produção de cana-de-açúcar, fato este que ocorreu a partir da

publicação no Diário Oficial da União do Zoneamento Edafoclimático, como pode ser observado na Figura 2 (BRASIL, 2009).

Deste modo distintos níveis de recomendação de plantio de cana-de-açúcar no RS, contemplam 229 municípios situados em quatro mesorregiões, reunidos em 20 microrregiões, do total de 496 municípios, abrindo perspectivas para o aumento da produção e produtividade principalmente em estabelecimentos agrícolas familiares, visto que a maioria dos municípios zoneados apresentam esta modalidade de exploração agrícola.

Além disso, o zoneamento faz referências as épocas de plantio, que variam do mês de janeiro a maio para o cultivo visando produção de açúcar e etanol e de setembro a maio para o cultivo destinado a outras finalidades.

2.2. Melhoramento genético da cana-de-açúcar

A cana-de-açúcar cultivada atualmente é resultado de um longo processo de evolução e seleção para características de interesse agrônomo. Assim ao se falar em melhoramento de cana-de-açúcar, devemos ter em mente o conceito de "complexo *Saccharum*", que foi desenvolvido e citado primeiramente por Mukherjee (1957) cujo trabalho teve por objetivo descrever um grande conjunto de gêneros estreitamente relacionados (*Erianthus* sect *Rhipidium*, *Miscanthus*, *Sclerostachya*, *Narenga*), que são considerados para a composição da evolução das espécies cultivadas de *Saccharum*.

As relações filogenéticas dentro do complexo *Saccharum* têm sido debatidas por muitos anos (IRVINE, 1999) e de acordo com Daniels & Roach (1987) são considerados entre os profissionais da área de tecnologia e melhoramento da cana-de-açúcar, seis espécies progenitoras como as mais importantes, na origem dos híbridos comerciais modernos (*Saccharum* spp.).

Elas são as mais importantes e são distintas em função do teor de açúcar (°Brix), espessura do colmo (mm), características florais (eretas, decumbentes, estreitas, largas) número de cromossomos (poliplóides) e tricomas (presença/ausência).

Os quatro primeiros na lista abaixo são utilizados para fins de cultivo, enquanto que os dois últimos (*S. spontaneum* e *S. robustum*) são espécies silvestres que crescem no sul da Ásia e da Nova Guiné.

Ainda segundo a classificação feita por Matsuoka et al. (2005), dentro do gênero *Saccharum* ocorrem seis espécies, a saber:

1- *S. officinarum* L. (2n = 80) É conhecida como “cana nobre” devido principalmente ao seu alto teor de sacarose, mas também à sua ótima aparência, às cores brilhantes e aos colmos grossos e suculentos, com alto teor de sacarose e boas características gerais para a industrialização. O seu centro de origem não é conhecido em exatidão, mas seu centro de diversidade é a Nova Guiné.

Admite-se que tenha surgido a partir do cruzamento interespecífico de *S. spontaneum*, *Miscanthus* e *Erianthus arundinaceus*, passando por *S. robustum*;

2- *S. robustum* Brandes e Jeswiet ex Grassl (2n = 60-205) Supõe-se que esta espécie se originou da introgressão de *S. spontaneum* com outros gêneros na região de Nova Guiné. Admite-se que foi a partir desta espécie que evoluiu a *S. officinarum*, por meio de seleções humanas, por tipos macios e ricos em líquido açucarado.

Sua participação nos híbridos atuais é baixa, exceto nos havaianos e não apresenta rizomas sendo de interesse no melhoramento pelo vigor de seus colmos, pelo alto teor de fibra, porte alto e são muito pobres em sacarose;

3- *S. sinense* Roxb. Não há definição segura sobre sua origem. Era uma espécie cultivada pelos nativos da China e do norte da Índia, desde épocas pré-históricas. *S. sinense* provavelmente surgiu da introgressão de *S. officinarum* com *Miscanthus*, ou com *S. spontaneum*, na China, após a introdução da primeira em épocas pré-históricas. Apresenta colmos finos e fibrosos, ocasionalmente ricos em sacarose e sistema radicular desenvolvido suportando estresse hídrico.

4- *S. barberi* Jesw. (2n = 11-120) Assim como a *S. sinense* Roxb, não existe uma definição segura sobre sua origem, sendo também uma espécie cultivada pelos nativos da China e do norte da Índia, desde épocas pré-históricas.

Já a *S. barberi* pode ter surgido de forma independente no noroeste da Índia, ou da introgressão de *S. officinarum* com *Erianthus* sect. *Ripidium*. Apresentam colmos finos a médios e não são de interesse para o melhoramento atual, principalmente devido à sua dificuldade de florescimento e sua esterilidade sendo rústicas e pouco exigentes em solo, suscetíveis ao mosaico e tolerantes ao frio.

5- *S. spontaneum* L. (2n = 40-128) Espécie altamente polimórfica, que cresce no trópico e no subtropical, de 8° S a 40° N, desde o Japão e Indonésia/Nova Guiné até o Mediterrâneo e África, passando pelo subcontinente da Índia. Suas plantas variam desde plantas pequenas, tipo capim, sem colmos, a clones com colmos com mais de 5 m de altura, e diâmetro variando de 3 a 15 mm e as folhas caracterizam-se por quase ausência de limbo, restrita apenas à nervura central, ou limbos de até 4 cm de largura.

Apresenta alta adaptabilidade, podendo ser encontrada em desertos, em baixadas encharcadas e até áreas salinas próximas ao mar, desde o nível do mar até as montanhas do Himalaia. É provável produto da introgressão entre membros ou protótipos do complexo *Saccharum*.

É a espécie que, modernamente, tem dado maior contribuição ao melhoramento, com suas características de vigor, dureza, perfilhamento, capacidade de rebrote de soqueira, resistência a estresses, doenças e pragas;

6- *S. edule* Hassk: (2n = 60-80) considerada um produto da introgressão de *S. officinarum* ou *S. robustum* com outro gênero, sendo uma série poliplóide, com formas aneuplóides. Por possuir uma inflorescência compacta e comestível, é uma olerícola tradicional dos melanésios, cultivada de Nova Guiné às Ilhas Fiji.

As cultivares atuais são híbridos interespecíficos, sendo que nas constituições genéticas participam as espécies *Saccharum officinarum*, *S. spontaneum*, *S. sinense*, *S. barberi*, *S. robustum* e *S. edule* (JADOSKI, 2010).

O primeiro cruzamento genético da cana-de-açúcar dirigido no mundo foi realizado pelo melhorista Friedrich Soltweld da Proefstation Oost Java, Indonésia, em 1887, quando obteve sementes férteis da variedade Loethers cruzada com a Glagah e a partir de então, começou a obter êxitos com as cultivares batizadas com a sigla POJ (BARNES, 1964; CESNIK; MIOCQUE, 2004).

A cultivar POJ2878 foi alcunhada “a maravilha de Java”, tais os seus predicados em rendimento cultural, industrial e resistência a moléstias e condições ambientais adversas da época (ANDRADE, 1985; JAMES, 2004).

No Brasil, os primeiros programas de melhoramento da cana-de-açúcar tiveram início em 1933 em Campos, RJ, em 1934, no Instituto Agrônomo de Campinas e na Estação Experimental de Curado - Pernambuco (FERNANDES et al., 1991).

O primeiro a realizar com eficiência e fertilidade o cruzamento da semente de cana-de-açúcar foi o brasileiro Gervásio Caetano Peixoto Lima, sendo o primeiro a assinalar a fertilidade da semente da em 1842, numa tese de doutoramento defendida no Rio de Janeiro, Brasil e arquivada na Biblioteca Nacional (COPERSUCAR, 1983).

Dos clones de cana-de-açúcar cultivados no Brasil durante os três primeiros séculos da colonização, a única cultivar que se tem conhecimento é a denominada Crioula, que foi introduzida em Pernambuco, no século XVI, predominando por durante quase 250 anos (Junqueira, 1964), sendo estas híbridos resultantes do cruzamento entre *S. officinarum* e *S. barberi* que se extinguíram devido à alta suscetibilidade ao vírus do mosaico.

A partir do século XVI, a produção de açúcar no mundo passou por uma ampla modificação devido ao plantio de cultivares oriundas de *S. officinarum*, em substituição às espécies *S. sinense* e *S. barberi*, pois o emprego de cultivares de *S. officinarum* era facilitado pelo clima tropical onde os novos engenhos se localizavam e pela superioridade destas cultivares nobres, quanto ao teor de açúcar e fibra, quando comparados a cultivar Crioula, anteriormente utilizada.

Não obstante, a superioridade produtiva, as canas nobres não apresentavam a rusticidade e a resistência a doenças, características das canas Norte-Indianas (ROACH; DANIELS, 1987) e já no século XX, mais precisamente nos idos de 1970, foi fundado o IAA (Instituto do Alcool e Açúcar) e iniciou-se assim o Programa Proálcool, onde se buscava produzir etanol em substituição ao petróleo, devido aos elevados preços que este vinha sofrendo durante o período.

Assim foi criado paralelamente a PLANALSUCAR - Programa Nacional de Melhoramento da Cana-de-Açúcar do IAA, ligado então ao Ministério da Indústria e Comércio, instituição que tinha por objetivo desenvolver variedades adaptadas ao ambiente e ao Sistema de Produção brasileiro.

Posteriormente em 1985, com a extinção do IAA e da PLANALSUCAR formou-se a RIDESA (Rede Interuniversitária para o Desenvolvimento do Setor Sucroalcooleiro), que tem por objetivo desenvolver cultivares de cana-de-açúcar. Seus pilares genéticos se alicerçam um banco de germoplasma de mais de 2500 clones, através planejadas hibridizações e no estoque de dados armazenados desde o início de sua história.

A Rede é composta por dez Universidades Federais e tem parceria com 95% das empresas do setor sucroalcooleiro e o seu programa de melhoramento genético produz anualmente cerca de quatro milhões de

plântulas por ano para o desenvolvimento de novas variedades (RIDESA, 2010).

Um dos maiores desafios da cultura da cana-de-açúcar é a expansão em novas áreas de cultivo, as novas fronteiras agrícolas, sendo este um dos principais paradigmas, devido ao aumento do uso de combustíveis renováveis.

Isto traz a necessidade de inovações no mercado de desenvolvimento de produtos, através da inserção de novas variedades tolerantes ao frio, a seca e a solos arenosos e hidromórficos.

Quanto ao frio, as geadas podem causar danos às folhas e caules, além de baixo rendimento na colheita, tanto em cana planta, como em cana soca, pois danifica a soqueira, afetando assim rebrote da planta e em consequência diminuindo a produtividade do canavial e a qualidade do caldo (EGGLESTON, 2003) e onde este fenômeno não é de costume, quando ela ocorre, há quebras de safra acompanhada por redução da capacidade de acúmulo de sacarose nos colmos (D'HONT et al., 2008).

Em geral os objetivos dos diversos programas de melhoramento de cana-de-açúcar em todo o mundo visam produzir cultivares com características melhoradas, tais como aumento da produção de cana, maior teor de sacarose, resistência a pragas e doenças, tolerância a estresse abiótico, e melhor capacidade de rebrote da soqueira.

Programas de melhoramento genético com foco específico levaram a contribuições significativas para os caracteres listados acima (HOGARTH, 1976; NUSS, 2001) e a demanda por estudos envolvendo resistência varietal para enfrentar os estresses climáticos têm aumentado nos últimos anos para muitas culturas.

Na cana-de-açúcar não é diferente, sendo a seca (no Nordeste e Centro-Sul) e o frio (no MS, SP, PR, SC e RS) os principais estresses climáticos enfrentados pela cultura no Brasil. As geadas são comuns em muitas regiões produtoras de cana, como a Louisiana (EUA), Índia, Austrália, Argentina e ocasionais na Flórida, México, África do Sul e na região Centro-Sul do Brasil.

Testes para avaliar a tolerância de variedades e clones promissores ao frio e geada são comumente realizados na Austrália Weaich et al. (1993), Estados Unidos da América, Legendre et al. (2011); Edme & Glaz (2009); Hale et al. (2011a) e na África do Sul Van Heerden et al. (2009).

Na Estação de Canal Point, Florida-EUA os clones promissores foram classificados quanto à tolerância ao frio em pobre, média ou boa tolerância ao frio e a geada/congelamento (GLAZ et al., 2010).

No Brasil, no entanto, são poucos os trabalhos relacionados a esse tipo de tolerância. Brinholi (1972) e Cesnik et al. (1978) realizaram avaliações nas variedades utilizadas na década de 70, porém atualmente essas variedades ficaram ultrapassadas. Embora ocorra este fenômeno climático extremo no Brasil, não há levantamentos específicos para quantificar os danos e perdas em lavouras, e tampouco linha de pesquisa específica em programas de melhoramento para esta crescente demanda.

A tolerância a estresses abióticos é uma das características mais importantes para a seleção em cana-de-açúcar sendo o uso de variedades tolerantes a maneira mais eficiente, econômica e rápida para lidar com esse problema. Ademais, Bressiani (Relatório final do workshop tecnológico “melhoramento genético e biotecnologia” do IAC, 28 e 29 de junho de 2007) relata que há necessidade de estudos que investiguem o comportamento do germoplasma atual e suas progênes, às condições restritivas, como frio e seca, por meio de seleção regional.

Portanto, estes estudos auxiliarão a entender melhor os mecanismos de tolerância presentes nos clones de melhor desempenho em ambientes restritivos e a identificação de outros que possam ser incorporados como futuros genitores, pois segundo Porto (2011), no ano de 2011 muitos canaviais no Brasil sofreram com danos causados por geadas, sendo as regiões mais atingidas o sudoeste e o oeste paulista, norte do Paraná e sul de Mato Grosso do Sul, com redução de até 20% da produtividade.

No melhoramento genético de cana-de-açúcar, milhares de clones têm que ser avaliados para a seleção de clones superiores e a eliminação de grande parte dos clones indesejáveis já nas gerações iniciais é fundamental para que a avaliação dos clones remanescentes seja realizada com maior critério e assim evita-se que os mesmos sejam mantidos nos ensaios de campo, proporcionando redução considerável de custos pela menor utilização de insumos, área de plantio e mão-de-obra.

Barbosa et al. (2004) e Oliveira et al. (2008), por exemplo, obtiveram sucesso ao direcionar a seleção para obter famílias especializadas na

produção de biomassa via procedimento REML/BLUP e identificaram genitores com elevado efeito genético aditivo para produção de colmo por hectare (TCH).

Estudos sobre seleção de famílias com tolerância ao frio são escassos, sendo que apenas a Unidade de Pesquisa de Cana-de-açúcar do USDA, em Houma, Louisiana-EUA que tem avançado na seleção de clones e de genitores com tolerância ao frio.

Segundo Hale et al. (2011b), os recentes estudos mostraram diferenças nas taxas de sobrevivência entre as famílias de cana-de-açúcar, e possibilitou selecionar os genitores capazes de transmitir tolerância ao frio à sua progênie. Estes mesmos autores verificaram que acessos *S. spontaneum* identificados como tolerantes ao frio (temperaturas inferiores a -7,0 °C) estão sendo incluídos como genitores na série de cruzamento de 2011.

O clima para o Estado do Rio Grande do Sul é apontado como limitante para a cana-de-açúcar, devido a ocorrência de geadas (ALMEIDA et al., 2008). Avaliações da pesquisa realizadas no passado (GOMES & KICHEL, 1996) e atualmente (SILVA et al., 2008; SILVA et al., 2010) apontam a viabilidade de diversas cultivares com adequados índices de qualidade para industrialização de álcool ou açúcar.

Diante disso, teve início a proposta de Projeto Seleção de famílias de cana-de-açúcar para tolerância ao frio, no ano de 2012, em uma proposição conjunta da Embrapa Clima Temperado, Universidade Federal do Paraná, juntamente com o Programa de Melhoramento Genético da Cana-de-Açúcar da Rede Interuniversitária para o Desenvolvimento do Setor Sucroenergético (PMGCA/RIDESA).

Esta proposta tem como objetivo a inserção de novos cultivares de cana-de-açúcar com o fortalecimento da cadeia produtiva do etanol e outros derivados da cana-de-açúcar e objetivo desenvolver clones tolerantes ao frio, nas condições do Sul do Brasil, com base em resultados de anteriores, como o estudo de seleção de clones adaptados as condições edafoclimáticas do RS, Verissimo (2012) e o lançamento de 9 cultivares de cana-de-açúcar (SILVA et al., 2012).

2.3. Interação clone x ambiente

Os fatores genéticos, ambientais e os tratos culturais constituem o sistema de produção das culturas, sendo o resultado desta interação denotado como produtividade vegetal (FLOSS, 2004) e as diferenças de rendimento entre safras e locais podem ser atribuídas à interação clone x ambiente x manejo da cultura.

No tocante à parte genética, o homem interfere através do desenvolvimento de cultivares com melhores características agrônômicas e mais adaptadas a uma determinada região. Em relação ao ambiente, procura-se minimizar os riscos através de práticas de manejo da cultura e do zoneamento agroclimático.

No caso da agroindústria canavieira, esta apresenta uma demanda significativa e constante por novas variedades que venham a manter, ou mesmo aumentar, seus patamares de produtividade. Assim, a necessidade de novas variedades deve-se à vida relativamente curta das mais utilizadas, em função do “declínio varietal”, decorrente, sobretudo, da disseminação de doenças durante a propagação vegetativa (SZMRECSÁNYI, 2002).

Dessa forma, é realizada a diversificação no plantio de variedades, estabelecendo-se grupos de cultivares com características semelhantes quanto ao uso agroindustrial.

Assim, para o produtor é importante que a nova variedade seja confiável o suficiente para substituir outra já conhecida. Portanto, as novas variedades precisam ser avaliadas antes de serem indicadas para o cultivo na região de interesse ou em extensões de recomendação.

A pesquisa regionalizada torna-se necessária ao passo que há a presença de interação clone x ambiente ($G \times A$), e esta é decorrente do comportamento diferenciado de materiais genéticos frente a condições ambientais distintas de avaliação/seleção (ALLARD, 1960; EBERHART & RUSSEL, 1966; CRUZ & CARNEIRO, 2003).

Comumente, alguns clones possuem adaptação ampla enquanto outros são restritos a determinadas condições ambientais de cultivo. O ideal seria as cultivares possuírem adaptabilidade a vários ambientes e terem boa estabilidade, porém o fator interação faz com que, na maioria das vezes, as

cultivares sejam indicadas a ambientes específicos, por possuírem maior adaptabilidade nessas condições ambientais.

O termo adaptabilidade refere-se à capacidade dos clones responderem de forma positiva ao estímulo do ambiente, enquanto a estabilidade refere-se à capacidade dos clones desempenharem um comportamento previsível em função do estímulo do ambiente (CRUZ & REGAZZI, 2001).

Devido a presença da interação G x A, nos estágios mais avançados dos programas de melhoramento, a avaliação de clones é conduzida em ensaios regionais, ou como é comum para outras culturas, ensaios de Valor de Cultivo e Uso (VCU).

Em geral os principais objetivos destes ensaios são comparar o desempenho genotípico sob dois pontos de vista; uma análise macro, com o desempenho geral do clone (através dos ambientes) e uma análise específica, com o desempenho do clone em um ambiente específico e selecionar locais de testes, identificando clones específicos a determinados ambientes e estabelecer objetivos para o melhoramento (YAN & KANG, 2003).

3. METODOLOGIA GERAL

3.1. Experimentos

Os experimentos aqui citados fazem parte do Ensaio de Seleção de Famílias de Cana-de-Açúcar para Tolerância ao Frio, coordenado pela Embrapa Clima Temperado em parceria com o PMGCA/RIDESA/UFPR.

Os clones e variedades avaliados foram selecionados pela Embrapa Clima Temperado e avaliados em conjunto com o Programa de Melhoramento Genético da Cana-de-açúcar - PMGCA/UFPR.

Os clones avaliados foram obtidos de cruzamentos bi-parentais realizados em abril de 2012, na Estação Experimental da Serra do Ouro/RIDESA/UFAL, no município de Murici, Estado do Alagoas (Latitude: 9° 13' S; Longitude: 35° 50' W; Altitude: 480 m), conforme a Tabela 3.

Na Fase T1 foram avaliados 7.730 clones de 53 famílias de irmão-germanos, no delineamento de blocos ao acaso com quatro repetições em dois ambientes, no período de dezembro de 2012 à julho de 2013. Os experimentos da Fase T1 foram instalados na Embrapa Clima Temperado (Lat.: 31° 41' 08" S; Long.: 52° 26' 01" W; Altitude: 70 m) e em uma propriedade particular (Lat.: 31° 39' 43.0 "S Long.: 52° 27' 26.4 "W; Altitude: 85m), ambas no município de Pelotas, no Estado do Rio Grande do Sul, Figura 3.

As avaliações para a seleção dos clones foi realizada em ciclo de cana planta para os clones que obtiveram o melhor desempenho agrônômico (quantidade de açúcar e produtividade), de tolerância ao frio (nota de gema apical), reação a doenças e teor de sólidos solúveis totais (TSST), expressa em °Brix.

Tabela 3- Relação dos genitores utilizados na hibridação da Série RB12 na Serra do Ouro, AL e suas características. Pelotas, RS.

Identificação		Genitor		Instituição de Origem	Características Agronômicas						Resistência as principais doenças				
ID	Clone	Feminino	Masculino	Origem	Matu raça o	Rebrote	Teor açúcar	Tomba mento	PUI	Porte	Ferrugem Marrom	Ferrugem Alaranjad a	Carvão	Escaldadur a	Mosaico
1	CP70-321	CP61-39	CP57-614	¹ ARS/USDA	P	Bom	Médio	Eventual	Médio	Médio	Toler.	-	Toler.	Mod. Toler.	Toler.
2	CP72-2086	CP62-374	CP63-588	ARS/USDA	P	Bom	Alto	Eventual	Médio	Alto	Resist.	Suscet.	Toler.	Toler.	Toler.
3	TUCCP77-42	CP71-321	US72-19	² EEAOC/USDA	P	Bom	Médio	Eventual	Médio	Médio	Mod. Toler.	-	Mod. Toler.	Mod. Toler.	Mod. Toler.
4	NA56-79	Co419	⁴ SELF	EEAOC	P	Bom	Alto	Raro	Médio	Médio	-	-	Suscet.	-	-
5	RB011681	Q136	RB72454	³ RIDESA	P	Bom	Médio	Eventual	Médio	Alto	Resist.	-	Toler.	Toler.	Toler.
6	RB72454	CP53-76	?	RIDESA	M-T	Bom	Alto	Raro	Longo	Alto	Resist.	Suscet.	Resist.	Toler.	Resist.
7	RB855156	RB72454	TUC71-7	RIDESA	P	Bom	Alto	Eventual	Médio	Médio	Resist.	Resist.	Resist.	Resist.	Resist.
8	RB855589	SP70-1143	TUC71-7	RIDESA	M-T	Bom	Médio	Raro	Médio	Médio	Resist.	-	Resist.	Resist.	Resist.
9	RB867515	RB72454	?	RIDESA	M-T	Bom	Alto	Eventual	Longo	Alto	Resist.	-	Toler.	Toler.	Toler.
10	RB946903	RB765418	RB72454	RIDESA	P	M. Bom	Alto	Eventual	Médio	Médio	Toler.	-	Toler.	Toler.	Toler.
11	RB965518	RB855536	NA73-1454	RIDESA	M-T	Bom	Médio	Eventual	Longo	Médio	Toler.	-	Toler.	Toler.	Toler.
12	RB965902	RB855536	RB855453	RIDESA	P	M. Bom	Alto	Eventual	Médio	Alto	Resist.	-	Resist.	Resist.	Resist.
13	RB966229	R397	?	RIDESA	M-T	M. Bom	Alto	Eventual	Longo	Médio	Mod. Suscet.	Toler.	Toler.	Toler.	Toler.
14	RB966928	RB855156	RB815690	RIDESA	P	M. Bom	Médio	Eventual	Médio	Médio	Toler.	-	Toler.	Toler.	Toler.
15	RB975932	?	?	RIDESA	M-T	Bom	Alto	Eventual	Médio	Alto	Resist.	Resist.	Resist.	Resist.	Resist.
16	RB987935	RB72454	RB83102	RIDESA	M-T	M. Bom	Médio	Raro	Longo	Alto	Toler.	-	Toler.	Toler.	Toler.
17	RB996961	?	?	RIDESA	P	Bom	Alto	Eventual	Médio	Alto	Toler.	Toler.	Toler.	Toler.	Toler.
18	RB996963	?	?	RIDESA	P	M. Bom	Alto	Eventual	Médio	Médio	Toler.	Toler.	Toler.	Toler.	Toler.

Legenda: ¹-Agricultura Research Service of U.S. Department of Agriculture – ARS-USDA; ²- Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres-EEAOC; ³-Programa de Melhoramento Genético da Cana-de-Açúcar da Rede Interuniversitária para o Desenvolvimento do Setor Sucroenergético- RIDESA; ⁴-SELF: Autofecundação; M-T: Médio-Tardio, Mod. Toler. - Moderadamente Tolerante, P - Precoce, Resist. - Resistente, Toler. - Tolerante.

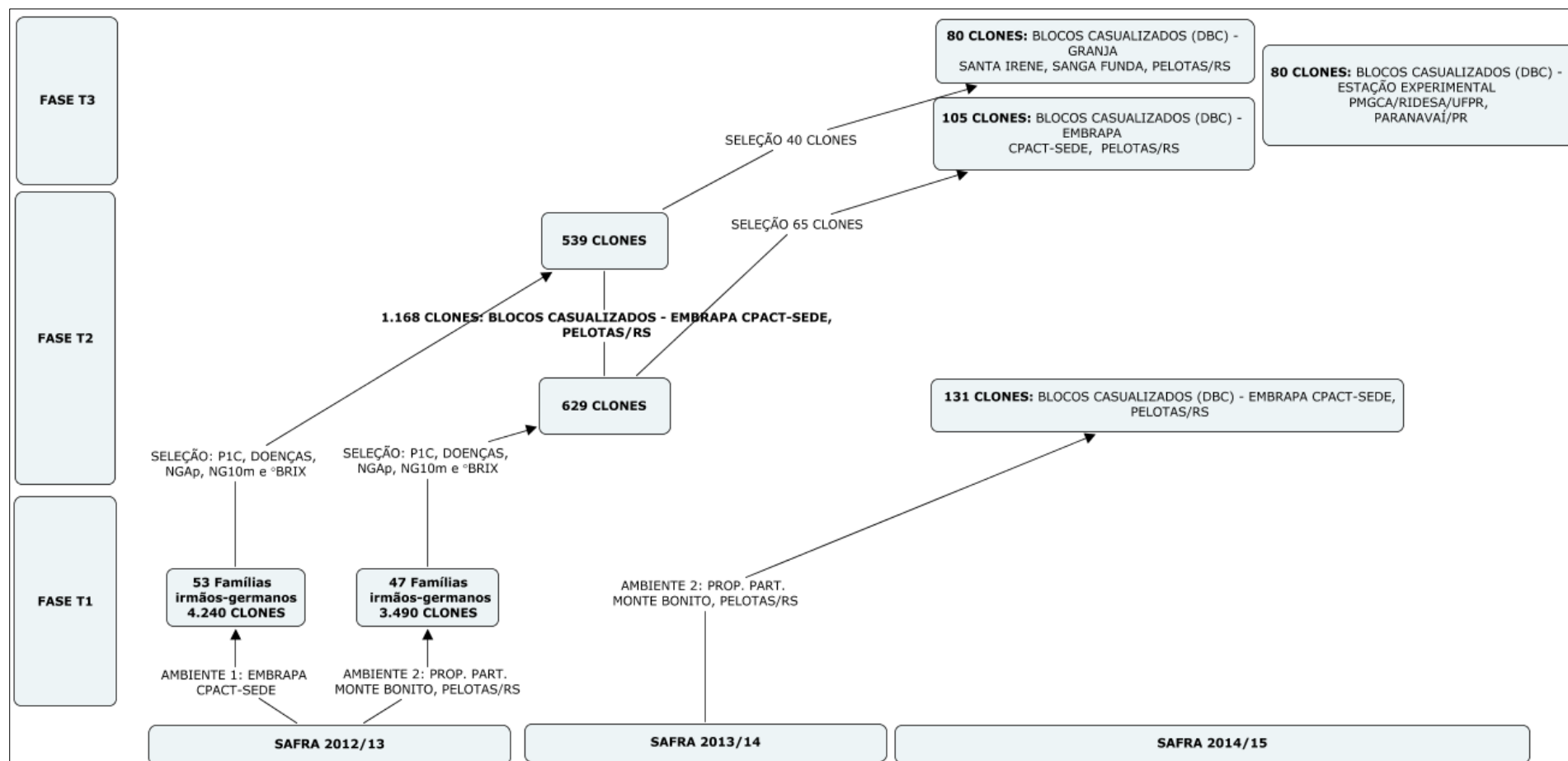


Figura 3 - Esquema das Fases T1, T2 e T3 na Embrapa Clima Temperado (Projeto de Seleção de famílias de cana-de-açúcar para tolerância ao frio). Pelotas, RS.

3.1.1. Clones selecionados na FASE T2

A fase T2 de avaliação foi composta de um ensaio conduzido no Campo Experimental da Embrapa Clima Temperado – Sede, no Talhão 84 (Lat. 31°41' 6" S e Long. 52°26' 7" W alt. 70 m), Tabela 4, onde foram avaliados 1168 clones selecionados em dois ambientes na Fase T1.

O delineamento experimental foi em Blocos ao Acaso, em dois blocos com duas repetições. A parcela experimental foi constituída de uma linha de dois metros de comprimento, com espaçamento entre linhas de 1,40m e utilizando-se como bordaduras laterais, frontais as variedades RB966928 e RB867515, respectivamente.

O plantio foi realizado no dia 30 de agosto de 2013 em sistema convencional, com o plantio de colmos, inteiros e com palha, dentro do sulco, sempre da disposição “pé com ponta” sendo os mesmos cortados em toletes de três gemas cada, totalizando 18 gemas por metro e os sulcos foram cobertos com aproximadamente 10 cm de solo, manualmente.

Os tratamentos foram os 1168 clones selecionados na Fase T1, mais duas testemunhas (RB867515, RB966928 ciclo Médio-Tardio e Precoce, respectivamente), que foram conduzidos em ciclo de cana planta e soca durante os anos safra 2013/14 e 2014/15, totalizando um índice de seleção de 14,27%.

As avaliações foram realizadas em ciclo de cana planta para os clones que obtiveram o melhor desempenho agrônômico (quantidade de açúcar e produtividade), de tolerância ao frio (nota de gema apical), reação a doenças e teor de sólidos solúveis totais (TSST), expressa em °Brix.

A colheita em ciclo de cana planta foi realizada em setembro de 2014 aos 12 meses após o plantio e em cana soca realizada entre os dias 2 a 10 de outubro de 2015, aos 13 meses após o plantio.

3.1.2. Clones selecionados para FASE T3

A fase T3 foi realizada com a instalação a campo, de cinco experimentos conduzidos em dois ambientes em ciclo de cana planta no ano safra 2014/15, onde foram avaliados 105 clones da Série RB12 selecionados na Fase T2, com um índice de seleção de 9,98%, Tabela 4.

Os clones promissores foram denominados “RS/PR126XXX”, sendo que a sigla “RS/PR” indica seleção no Rio Grande do Sul e Paraná, o número “12” o ano de cruzamento (Série RB12), o número “6” o local de origem (PMGCA/UFPR/RIDESA) e XXX os números dos clones (001 ao 105).

Foi denominado de Ambiente 1 a Estação Experimental de Paranavaí, PR, Setor de Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Paraná, localizada no Município de Paranavaí, região Noroeste do Estado do Paraná, situada entre as coordenadas 23°05' de latitude Sul e 52°26' de longitude Oeste, com altitude média de 530m. O solo é classificado como Latossolo Vermelho Distrófico, Embrapa (2013), com relevo suave ondulado e o local apresenta clima tipo Cfa, subtropical, com temperatura média no mês mais frio de 18°C e temperatura média no mês mais quente de 22°C, conforme classificação de Köppen.

O Ambiente 2- localiza-se no Campo Experimental do Centro de Pesquisa Agropecuário de Clima Temperado, no Município de Pelotas, RS, região Sul do Estado, situada entre as coordenadas 31°40' latitude Sul e 52° 26' longitude Oeste, com altitude média de 56m. O solo foi classificado como Argissolo Vermelho Amarelo Distrófico Típico, Embrapa (2013) e o clima da região, de acordo com a classificação climática de Köppen, é do tipo Cfa, ou seja, subtropical úmido sem estiagens, com precipitação média anual variando de 1.185 a 1.364 mm e temperatura do mês mais quente superior a 22°C e do mês mais frio varia de 3 a 18 °C.

O preparo da área foi o convencional com uma aração e duas gradagens. Os sulcos foram feitos com 0,30 m de profundidade e espaçados entre linhas de 1,40 m. A calagem e a adubação de correção foram procedidas em função da análise do solo.

O delineamento experimental utilizado foi Blocos ao Acaso, com dois blocos e duas repetições, em esquema fatorial (2 x 82). As parcelas foram constituídas de duas linhas de cinco metros de comprimento cada. O espaçamento utilizado foi 1,40 m entre linhas e 0,5 m entre plantas na linha.

Os tratamentos constaram de 80 clones (Ambiente 1) e 105 clones (Ambiente 2) e duas cultivares testemunhas (RB867515 e RB966928, de ciclo Médio-Tardio e Precoces, respectivamente).

Os clones avaliados foram produzidos em Sistema de Mudas Pré-Brotadas (MPB), em tubetes de 5 cm de diâmetro e 20 cm de altura organizados em bandejas plásticas com capacidade para 54 tubetes. O desenvolvimento das mudas foi em casa de vegetação, com plantio entre 12 e 20 de setembro de 2014, sendo o transplante realizado aos 55 dias de idade, entre os dias 26 e 30 de novembro de 2014.

Em todos os ensaios a adubação de base foi 60 kg de N ha⁻¹, 120 kg de P₂O₅ ha⁻¹ e 120 kg de K₂O ha⁻¹, com aplicação no sulco. Entre os meses de dezembro e janeiro foi realizada adubação de cobertura, com 100 kg de N ha⁻¹ e o controle das plantas daninhas foi realizado conforme a necessidade, utilizando cultivador mecânicos e herbicidas recomendados para a cultura.

As avaliações para a seleção dos clones promissores foi realizada em ciclo de cana planta para os clones que obtiveram o melhor desempenho agrônomo (quantidade de açúcar e produtividade), de tolerância ao frio (nota de gema apical), reação a doenças e riqueza de açúcar (Brix).

A implantação, condução e avaliação dos experimentos foram realizadas conforme (ZAMBON & DAROS, 2005).

A colheita final foi realizada de forma manual, entre os dias 10 e 25 de agosto, aos 10 meses após o plantio.

Tabela 4- Genealogia dos clones RS/PR e testemunhas, utilizados nos Ensaios Preliminares da fase T2 e T3.

Clone	¹ Genealogia	Clone	Genealogia	Clone	Genealogia
RS/PR126001	RB966928 x CP72-2086	RS/PR126037	RB011681 x RB72454	RS/PR126073	RB987935 x RB975932
RS/PR126002	CP72-2086 x RB966928	RS/PR126038	RB011681 x RB72454	RS/PR126074	RB987935 x RB975932
RS/PR126003	CP72-2086 x RB966928	RS/PR126039	RB996963 x RB996961	RS/PR126075	CP72-2086 x RB965902
RS/PR126004	CP72-2086 x RB966928	RS/PR126040	RB966229 x RB975932	RS/PR126076	CP72-2086 x RB965902
RS/PR126005	CP72-2086 x RB966928	RS/PR126041	RB867515 x RB946903	RS/PR126077	CP72-2086 x RB965902
RS/PR126006	CP72-2086 x RB966928	RS/PR126042	RB867515 x RB946903	RS/PR126078	RB965902 x CP72-2086
RS/PR126007	RB966928 x RB975932	RS/PR126043	RB867515 x RB946903	RS/PR126079	RB965518 x RB011681
RS/PR126008	RB975932 x RB966928	RS/PR126044	RB867515 x RB946903	RS/PR126080	RB965518 x RB011681
RS/PR126009	RB966928 x TUC77-42	RS/PR126045	RB867515 x RB946903	RS/PR126081	RB966928 x CP72-2086
RS/PR126010	TUC77-42 x RB966928	RS/PR126046	RB867515 x RB946903	RS/PR126082	RB966928 x CP72-2086
RS/PR126011	TUC77-42 x RB966928	RS/PR126047	RB867515 x RB946903	RS/PR126083	CP72-2086 x RB966928
RS/PR126012	TUC77-42 x RB966928	RS/PR126048	RB867515 x RB946903	RS/PR126084	CP72-2086 x RB966928
RS/PR126013	TUC77-42 x RB966928	RS/PR126049	RB946903 x RB867515	RS/PR126085	RB966928 x RB975932
RS/PR126014	RB966928 x RB965518	RS/PR126050	RB946903 x RB867515	RS/PR126086	RB966928 x RB975932
RS/PR126015	RB966928 x RB965518	RS/PR126051	RB946903 x RB867515	RS/PR126087	RB965518 x RB966928
RS/PR126016	RB966928 x RB996961	RS/PR126052	RB946903 x RB867515	RS/PR126088	RB966928 x RB996961
RS/PR126017	RB867515 x RB946903	RS/PR126053	RB946903 x RB867515	RS/PR126089	RB966928 x RB855589
RS/PR126018	NA56-79 x RB72454	RS/PR126054	RB867515 x RB996961	RS/PR126090	RB855589 x RB966928
RS/PR126019	RB966229 x RB996961	RS/PR126055	RB867515 x RB996961	RS/PR126091	RB855589 x RB966928
RS/PR126020	RB946903 x NA56-79	RS/PR126056	RB867515 x RB996961	RS/PR126092	RB987935 x RB966928
RS/PR126021	RB966928 x RB855589	RS/PR126057	RB867515 x RB996961	RS/PR126093	RB867515 x CP70-321
RS/PR126022	RB966928 x RB855589	RS/PR126058	RB867515 x RB996961	RS/PR126094	RB867515 x CP70-321
RS/PR126023	RB855589 x RB966928	RS/PR126059	RB946903 x NA56-79	RS/PR126095	CP70-321 x RB867515
RS/PR126024	RB855589 x RB966928	RS/PR126060	RB946903 x NA56-79	RS/PR126096	RB867515 x RB946903
RS/PR126025	RB966928 x RB987935	RS/PR126061	RB867515 x RB966928	RS/PR126097	RB987935 x RB867515
RS/PR126026	RB966928 x RB987935	RS/PR126062	RB867515 x RB966928	RS/PR126098	RB987935 x RB867515
RS/PR126027	RB966928 x RB987935	RS/PR126063	RB867515 x RB966928	RS/PR126099	RB867515 x RB965518
RS/PR126028	RB987935 x RB966928	RS/PR126064	RB966928 x RB867515	RS/PR126100	RB966229 x RB996961
RS/PR126029	RB987935 x RB966928	RS/PR126065	RB966928 x RB867515	RS/PR126101	RB965902 x CP72-2086
RS/PR126030	RB867515 x CP70-321	RS/PR126066	RB855156 x RB987935	RS/PR126102	RB965902 x CP72-2086
RS/PR126031	RB867515 x CP70-321	RS/PR126067	RB855156 x RB987935	RS/PR126103	RB965518 x RB011681
RS/PR126032	RB867515 x CP70-321	RS/PR126068	RB987935 x RB946903	RS/PR126104	RB72454 x RB965902
RS/PR126033	RB987935 x RB867515	RS/PR126069	RB987935 x RB946903	RS/PR126105	RB72454 x RB965902
RS/PR126034	RB987935 x RB867515	RS/PR126070	RB987935 x RB946903	² RB966928	RB855156 x RB815690
RS/PR126035	RB867515 x RB965518	RS/PR126071	RB946903 x RB987935	³ RB867515	RB72454 x ⁴?
RS/PR126036	RB867515 x RB965518	RS/PR126072	RB987935 x RB975932		

1-Genealogia: Genitor feminino x genitor masculino; 2-Testemunha Precoce; 3-Testemunha Médio-Tardia; 4-Genitor desconhecido.

3.2. Coletas de dados e variáveis avaliadas

O acompanhamento dos experimentos da Fase T2 e T3 foi realizado a partir da implantação destes e foram coletados dados referentes a:

- a) Sólidos Solúveis Totais (°Brix): o parâmetro utilizado na avaliação de qualidade (maturação) dos clones foi o teor de °Brix, com avaliações realizadas em quatro épocas, na primeira semana dos meses de maio, junho, julho e agosto (colheita), para acompanhamento da curva de maturação, sendo avaliadas em dois pontos de três diferentes colmos das parcelas, sendo um ponto no terceiro entrenó abaixo do ponto de quebra do palmito e outro ponto no terceiro entrenó acima do solo, com auxílio de um calador e leitura em refratômetro digital portátil marca Atago® modelo Pal-1.
- b) Número de Colmos por Parcela (NCP): representa o número de perfilhos que pela competição intra e interespecífica, no decorrer do desenvolvimento da cultura, formaram colmos industrializáveis e foi avaliada através da contagem do número de colmos industrializáveis em cada uma das parcelas em agosto.
- c) Massa de 10 colmos (M10C): é determinada através do corte de dez colmos industrializáveis despontados em todas as linhas das parcelas, a campo por ocasião da colheita e mensurada com o auxílio de balança portátil suspensa;
- d) Avaliação de Doenças (AD): foram avaliadas ferrugem marrom e alaranjada, carvão, escaldadura, estrias vermelhas, mosaico e manchas foliares sob condição de campo, segundo o diagnóstico direto pelo quadro sintomatológico das doenças, atribuindo notas de acordo com a escala de incidência e severidade, pela metodologia proposta por (ZAMBON & DAROS, 2005) e (KLOSOWSKI *et al.*, 2013). Sempre que necessário estruturas da planta foram coletadas e encaminhadas para o Laboratório de Fitopatologia da Embrapa Clima Temperado ou da UFPR para identificação do agente fitopatogênico.

De posse dos dados biométricos de °Brix, NCP e M10C, foram estimadas as variáveis abaixo, a fim de determinar o desempenho agrônomo:

- a) Número de Colmos por Metro (NCM): estimada pelo quociente entre NCP e o comprimento (L) da linha das parcelas. $NCM = \frac{NCP}{L}$ Eq. (1)

-onde: NCP, número de colmos por parcela; L: Comprimento da parcela (m).

b) Toneladas de Cana por Hectare (TCH): estimada através dos dados de M10C, NCM e Espaçamento, avaliados para cada clone sendo expressa em toneladas por hectare.

$$TCH = \frac{M10C}{10} * NCM * \frac{10}{E} \quad \text{Eq. (2)}$$

-onde: M10C, Massa de 10 colmos industrializáveis (Kg); NCM: número de colmos por metro; E: Espaçamento entrelinhas da parcela (1,4 m).

c) Brix (°Brix): estimado pela média aritmética da amostragem de °Brix no terço inferior e superior de 3 colmos industrializáveis de todas as linhas das parcelas obtidos nas avaliações de maturação, realizadas de maio a agosto.

$$Brix_{\text{médio}} = \frac{(Brix_{\text{Inferior}} + Brix_{\text{Superior}})}{2} \quad \text{Eq. (3)}$$

-onde: Brix Inferior: Valor de Brix do terço inferior do colmo; Brix Superior: Valor de Brix do terço superior do colmo.

d) Toneladas de Brix por Hectare (TBH): obtido do produto do valor de TCH pelo Brix médio, sobre 100.

$$TBH = \frac{(Brix_{\text{médio}} * TCH)}{100} \quad \text{Eq. (4)}$$

-onde: Brixmédio: valor de °Brix; TCH: Tonelada Cana por Hectare.

De posse das variáveis °Brix Médio, NCM, TCH e TBH procedeu-se a análise estatística com auxílio do software Assistat® através da análise de variância (ANOVA), pelo teste F, seguido da comparação das médias pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade (SILVA, 2009).

A determinação do ciclo de maturação dos clones promissores das fases T2 e T3 foram realizadas a partir de dados de amostragens mensais (maio, junho, julho e agosto) do °Brix (parâmetro de avaliação de qualidade agroindustrial), sendo calculado o Brix Médio das quatro épocas em cada clone e a seguir com o auxílio do software SAS 9.0® foi procedida a análise estatística pelo método de agrupamento pela Distância Euclidiana Média, tomando como base o resultado das testemunhas.

4. CAPÍTULO 1. Desempenho agrônômico de clones de cana-de-açúcar

4.1. Introdução

A produção da cana-de-açúcar desempenha papel fundamental na economia do Brasil, sendo grande aliada na busca pela balança comercial favorável e sua importância é cada vez maior, principalmente com o interesse na obtenção de fontes alternativas de energia renovável.

Devido à crescente demanda mundial pela produção de biocombustíveis, a produção de cana-de-açúcar no Brasil tem aumentado consideravelmente nos últimos anos, com a utilização de novas áreas agrícolas, incluindo regiões com condições edafoclimáticas adversas (ENDRES et al., 2010; SILVA et al., 2012).

A produtividade média das cultivares brasileira está muito aquém do que se pode atingir com o potencial genético da cultura. Busca-se maior produtividade, incorporando novas áreas, faz-se um desafio necessário, mas para isto novos clones cada vez mais produtivos e adaptados a essas novas regiões devem ser indicados pelos programas de melhoramento genético em menor espaço de tempo (WACLAWOVSKY et al., 2010).

Diante disto, o estado do RS é considerado hoje a nova fronteira agrícola para o cultivo da cana-de-açúcar, uma vez que está incluída no Zoneamento Agroclimático (BRASIL, 2009).

Programas de melhoramento genético de outros países como os Estados Unidos da América desenvolvido pelo ARS/USDA, tem buscado desenvolver cultivares com características de tolerância ao frio, a seca e adaptados as condições de solos arenosos e Hidromórficos (TAI et al., 1986).

No mesmo caminho, a Embrapa Clima Temperado em parceria com o PMGCA/RIDESA, tem realizado ensaios de famílias de cana-de-açúcar, buscando a obtenção de clones superiores nestes quesitos.

Assim o que tange ao programa de melhoramento, uma das etapas mais importantes é a fase inicial T1, onde são realizadas as primeiras seleções de

clones de cana-de-açúcar seja por seleção individual seja por seleção massal (OLIVEIRA et al., 2008).

Por meio de processo de propagação vegetativa, o material selecionado nessa fase é conduzido para as fases seguintes (Fase T2, T3), onde são plantados em delineamentos com repetições para melhor identificar aqueles que sejam potencialmente superiores. Os materiais selecionados são, então, incluídos nos experimentos de avaliação (fase experimental - FE), em diferentes locais e anos sucessivos, para então serem lançados comercialmente.

Junto à expansão da cultura, aumenta a exigência por cultivares altamente responsivas, tanto em produção de cana-de-açúcar quanto em concentração de açúcar e para o cultivo em ambientes diversos. Entretanto, em sua grande maioria, os clones apresentam comportamentos diferenciados em relação aos distintos ambientes de cultivo.

Por conta disso, é fundamental a identificação de clones de comportamento previsível e responsivos às variações ambientais para condições amplas ou específicas de cultivo, sendo que em um determinado ambiente, a manifestação fenotípica é o resultado da ação do clone sob influência do meio (CRUZ e REGAZZI, 2004).

Entretanto, quando se considera uma série de ambientes, detecta-se, além dos efeitos de clones e de ambientes, um efeito adicional, proporcionado pela interação dos mesmos, sendo esta denominada interação clone x ambiente ($G \times A$).

A avaliação, identificação e indicação de clones promissores de cana-de-açúcar são de fundamental importância para o desenvolvimento da cultura e a $G \times A$ é uma ferramentas que auxilia nessa etapa do melhoramento genético pois quantifica o comportamento diferenciado dos clones diante das variações ambientais que depende fundamentalmente das condições ambientais a que estão submetidos (CRUZ e REGAZZI, 2004; CRUZ e CARNEIRO, 2003).

A interação $G \times A$ traz aos melhoristas desafios na identificação de clones superiores, tanto na seleção como na indicação de cultivares, sendo a interação de grande importância no melhoramento vegetal, pois possibilita identificar o melhor clone para cada ambiente.

Os estudos a respeito da interação $G \times A$ têm sido objeto de diversas pesquisas em programas de melhoramento genético da cana-de-açúcar e no Brasil sua importância deve-se ao fato de contribuir, tanto para a identificação de clones amplamente adaptados de alto rendimento, como para o zoneamento agrônomo bem como a recomendação de cultivares regionais e escolha de locais de teste em vários ambientes (locais, anos e épocas) (GAUCH & ZOBEL, 1996).

O objetivo desse estudo foi avaliar o desempenho agrônomo de 105 clones promissores de cana-de-açúcar, RS/PR da série RB12.

4.2. Material e métodos

A fim de estudar o desempenho agrônômico dos clones de cana-de-açúcar oriundos de seleção da Série RB12 (Ensaio de Seleção de Famílias de Cana-de-açúcar para Tolerância ao Frio) foram conduzidos três experimentos a campo, sendo 1 na Fase T2 (ciclo de cana planta e soca) no Ambiente 1 e 2 na Fase T3 (ciclo cana planta), Ambiente 1 e 2.

O Ambiente 1 - Estação Experimental de Paranavaí-PR, Setor de Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Paraná, no Município de Paranavaí, região Noroeste do Estado do Paraná, situada entre as coordenadas 23°05' de latitude Sul e 52°26' de longitude Oeste, com altitude média de 530 m. O solo é classificado como Latossolo Vermelho Distrófico (EMBRAPA, 2013), com relevo suave ondulado e o local apresenta clima tipo Cfa, subtropical, com temperatura média no mês mais frio de 18°C e temperatura média no mês mais quente de 22°C, conforme classificação de Köppen.

O Ambiente 2 - Campo Experimental do Centro de Pesquisa Agropecuário de Clima Temperado, no Município de Pelotas, RS, região Sul do Estado, situada entre as coordenadas 31°40' latitude Sul e 52° 26' longitude Oeste, com altitude média de 56 m. O solo foi classificado como Argissolo Vermelho Amarelo Distrófico Típico (EMBRAPA, 2013) e o clima da região, de acordo com a classificação climática de Köppen, é do tipo Cfa, ou seja, subtropical úmido sem estiagens, com precipitação média anual variando de 1.185 a 1.364 mm e temperatura do mês mais quente superior a 22°C e do mês mais frio varia de 3 a 18°C.

Foi realizado o preparo convencional do solo com uma aração e duas gradagens. A calagem e a adubação de correção foram procedidas em função da análise do solo. A profundidade dos sulcos foi de 0,30 m espaçados entre linhas de 1,40 m.

O delineamento experimental utilizado foi Blocos ao Acaso, com 107 tratamentos e duas repetições, em esquema fatorial (107 x 2). As parcelas foram compostas de duas linhas de cinco metros de comprimento cada, com espaçamento de 1,40m entre linhas e de 0,5m entre plantas na linha.

No ambiente 1 os tratamentos constaram de 80 clones e duas cultivares testemunhas (RB867515 e RB966928, de ciclo Médio-Tardio e Precoce, respectivamente), distribuídos em 4 ensaios de 22 clones com duas repetições.

No ambiente 2 os tratamentos constaram de 105 clones e as testemunhas (RB867515 e RB966928), compondo 5 ensaios com 22 clones em duas repetições, sendo que o ensaio 5 foi constituído de 27 clones.

Os clones avaliados foram produzidos em Sistema de Mudanças Pré-Brotadas (MPB), em tubetes de 5 cm de diâmetro e 20 cm de profundidade, os quais foram organizados em bandejas plásticas para 54 tubetes cada. O plantio dos mini toletes foi realizado diretamente nos tubetes entre 12 e 20 de setembro de 2014 e mantido em casa de vegetação até o transplante o qual foi realizado aos 55 dias de idade, entre os dias 26 e 30 de novembro de 2014.

A adubação de base foi 60 kg de N ha⁻¹, 120 kg de P₂O₅ ha⁻¹ e 120 kg de K₂O ha⁻¹, com aplicação no sulco no momento do plantio e a adubação de cobertura foi realizada nos meses de dezembro e janeiro com 100 kg de N ha⁻¹.

O controle das plantas daninhas foi realizado conforme a necessidade, utilizando cultivador mecânicos e herbicidas recomendados para a cultura e a implantação, condução e avaliação dos experimentos foram realizadas conforme (ZAMBON & DAROS, 2005).

A colheita foi realizada entre os dias 10 e 25 de agosto, aos 10 meses após o plantio.

As análises estatísticas foram realizadas com auxílio do *software* Assistat®, onde se obteve a análise de variância (ANOVA) pelo teste F e a comparação das médias dos tratamentos pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (SILVA, 2009).

4.3. Resultados e discussão

O desempenho agrônômico dos clones avaliados nos Ensaios I, II, III, IV e V na fase T2 e T3, é mostrado nas Tabelas 5 a 9.

Podemos observar que na Fase T2 os clones apresentaram diferença significativa para °Brix, Número de Colmos por Metro (NCM), Toneladas de Brix por Hectare (TBH) e Tonelada de Colmos por Hectare (TCH) em todos os ensaios.

Em relação ao °Brix os clones RS/PR126001, RS/PR126004, RS/PR126013, RS/PR126019, RS/PR126022 e RS/PR126059 foram superiores a testemunha médio-tardia, com teor de açúcar acima de 20 °Brix, indicando alto teor de açúcar.

Nota-se ainda que a média para estes clones foi superior a 18,5 °Brix em todos os ensaios desta fase, com destaque os clones RS/PR126001, RS/PR126004, RS/PR126006, RS/PR126007, RS/PR126013, RS/PR126019, RS/PR126022, RS/PR126025, RS/PR126027, RS/PR126030, RS/PR126054, RS/PR126081, RS/PR126082 e RS/PR126089 com valores acima de 20 °Brix, indicando alta riqueza de açúcar frente às testemunhas precoce e médio-tardia.

Verissimo et al. (2012), avaliando clones precoces de cana-de-açúcar nas Safras 2009/10 e 2010/11, em 18 ambientes do RS encontrou altos valores de Brix para a variedade RB966928 sendo esta a que mais chegou próximo da testemunha RB865156 no decorrer da safra.

Em estudo semelhante, Melo et al. (2006) estudando doze clones e quatro testemunhas selecionados na Fase T3, observaram média de sólidos solúveis totais ao redor de 17,1 Brix, sendo inferior aos dados obtidos neste trabalho.

Com relação a NCM, pode se observar que os clones RS/PR126060, RS/PR126075, RS/PR126087 e RS/PR126103 foram superiores a testemunha precoce no ambiente Pelotas, com 24; 28; 25 e 24,5 colmos por metro, respectivamente. Destacam-se ainda os clones RS/PR126010, RS/PR126033, RS/PR126038 que obtiveram 24,2; 22,5 e 21,5 colmos por metro, respectivamente.

De acordo com Barbosa e Silveira (2000), na fase de seleção T2, deve-se selecionar plantas com mais de seis colmos, sendo estes promissores para seleção com base neste caráter.

Pedrozo et al. (2008a), concordando com essas afirmações, alegam ainda que, em média, nos clones com menos de cinco colmos há tendência de ser menos produtivos, e não devem ser selecionados nem mesmo quando as demais características avaliadas forem favoráveis.

Para Leite, Peternelli e Barbosa (2006) o número de colmos é o mais estável dos caracteres e, também, muito importante para predizer ganhos esperados com seleção, ou seja, apresenta pouca variação em relação ao ambiente.

Hanauer et al. (2011) avaliando o desempenho de genótipos precoces e médio-tardios de cana-de-açúcar na Região Central do RS, observou na Safra 2008/09 uma média de 8,2 colmos por metro e na Safra 2009/10 8,1 colmos por metro e entre os genótipos 8,0 colmos por metro, sendo 8,5 colmos por metro e 7,8 colmos por metro para os clones de ciclo precoce, médio e tardio, respectivamente.

Härter et al. (2014a) avaliando clones precoces e tardios de cana-de-açúcar em ciclo de cana planta em Pelotas, RS, observaram valores de NCM acima de 20 colmos por metro, sendo que a variedade RB966928 apresentou 16,8 colmos por metro e a variedade RB867515 14,1 colmos por metro.

Quanto a variável TBH, o clone RS/PR126097 superou a testemunha precoce com 52,54 ton ha⁻¹ de Brix e os clones RS/PR126007, RS/PR126010, RS/PR126017, RS/PR126030, RS/PR126031, RS/PR126033, RS/PR126035, RS/PR126036, RS/PR126038, RS/PR126041, RS/PR126052, RS/PR126054, RS/PR126055, RS/PR126060, RS/PR126065, RS/PR126068, RS/PR126074, RS/PR126075, RS/PR126077, RS/PR126089, RS/PR126095 e RS/PR126103 foram destaques com valores acima das testemunhas.

Bastos (2003), aos doze meses após o plantio, obteve uma média de 21,23 t ha⁻¹ sólidos solúveis para a variável TBH, dados estes inferiores aos encontrados neste trabalho, enquanto (Mattos, 2013) avaliando 22 clones precoces e médio-tardios da Série RB00 na Fase T3, em cinco ambientes no Paraná, nas Safras 2009/10, 2010/11 e 2011/12 observou que cinco clones apresentaram valores de TBH superiores as testemunhas precoces e médio-

tardias, que variaram de 12,19 a 20,29 ton ha⁻¹ de Brix, resultados estes semelhantes aos encontrados neste trabalho. Estes mesmo clones apresentaram diferentes valores de TBH quando comparados dentro dos cinco ambientes, mostrando existir diferenças significativas e alta interação G X A.

Para a variável TCH os clones RS/PR126041, RS/PR126042, RS/PR126043, RS/PR126044, RS/PR126045, RS/PR126046, RS/PR126048, RS/PR126049, RS/PR126050, RS/PR126051, RS/PR126052, RS/PR126053, RS/PR126054, RS/PR126055, RS/PR126056, RS/PR126057, RS/PR126058 e RS/PR126065 obtiveram desempenho superior a testemunha precoce e os clones RS/PR126060 e RS/PR126097 desempenho superior a testemunha precoce e médio-tardia.

Os resultados de estudos de famílias na fase T2 realizados por Pedrozo et al. (2008b) concluíram que a produção estimada de colmos apresentou alta correlação com o caráter toneladas de colmos por hectare (TCH), constituindo-se uma alternativa de seleção indireta para a produtividade de colmos.

Lucius et al. (2014) avaliando o desempenho de clones na Fase T2, observou que seis famílias superam a média geral das 22 famílias avaliadas, com 96,52 Mg ha⁻¹ em seleção de ciclo precoce, 11 famílias encontram-se acima da média de 111,96 Mg ha⁻¹ para seleção em ciclo tardio.

Härter et al. (2014b) avaliando clones precoces e tardios de cana-de-açúcar em ciclo de cana planta na Safra 2012/13 em Pelotas, RS, observaram valores de TCH variando de 131,7 a 171,1 Mg ha⁻¹, indicando assim boa adaptação para as condições de Pelotas, resultados estes menores que os obtidos neste trabalho.

No Rio Grande do Sul, estudando o comportamento de clones de precoces e médio-tardio de cana-de-açúcar em 18 ambientes, Veríssimo et al, 2012 encontram valores de produtividade de 99,6 Mg ha⁻¹ para a variedade RB966928, sendo esta identificada como estável. Este observou também que as variedades RB966928 e RB867515 apresentaram alta adaptabilidade aos locais Porto Xavier e São Borja, o que permite que se possa contar com um conjunto de cultivares potencialmente produtivos e com alto °Brix, nas diferentes regiões do Rio Grande do Sul.

Quanto aos resultados da fase T3, a análise de variância (ANOVA) mostrou que os clones avaliados em Paranavaí e Pelotas, apresentaram

interação genótipo x ambiente (G x A) para as variáveis NCM, TBH e TCH, nos ensaios I e II.

No ensaios III os clones apresentaram G x A apenas para a variável °Brix e no ensaio IV houve G x A para as variáveis °Brix, NCM e TBH, como mostram as Tabelas 5 a 9.

Para a variável °Brix a interação G x A nos ensaios III e IV, Tabela 8 e 9, mostra que no ambiente Pelotas apenas o clone RS/PR126059 foi superior a testemunha médio-tardia, com 19,3 °Brix.

Os clones RS/PR126042, RS/PR126043, RS/PR126044, RS/PR126046, RS/PR126048, RS/PR126050, RS/PR126051, RS/PR126053, RS/PR126055, RS/PR126056, RS/PR126057, RS/PR126059, RS/PR126060, RS/PR126062, RS/PR126066, RS/PR126068, RS/PR126069, RS/PR126070, RS/PR126071, RS/PR126073, RS/PR126074, RS/PR126075, RS/PR126076, RS/PR126077 e RS/PR126078 obtiveram igual desempenho no ambiente Pelotas e Paranavaí.

Os clones RS/PR126059, RS/PR126062 e RS/PR126071 apresentaram valores de °Brix superior a 19 °Brix, acima do valor ideal de 18,0 °Brix, descrito por Fernandes (2003).

O ambiente Paranavaí apresentou maior média geral de Brix, sendo que neste ambiente nenhum clone superou as testemunhas, sendo destaques os clones RS/PR126041, RS/PR126061, RS/PR126062, RS/PR126071, RS/PR126078 e RS/PR126079 que obtiveram valores acima de 19 °Brix, acima da média experimental de 17,3 °Brix.

As variáveis NCM e TBH mostraram interação G x A nos ensaios I, II e IV, para os clones avaliados, Tabelas 5, 6 e 8.

Quanto a NCM os clones avaliados mostraram maior média em Paranavaí, em relação a Pelotas, com exceção do clone RS/PR126037 que obteve desempenho melhor no ambiente Pelotas, onde somente o clone RS/PR126075 apresentou desempenho superior em relação ao ambiente Paranavaí, não superando porem as testemunhas.

Os clones RS/PR126001, RS/PR126004, RS/PR126006, RS/PR126007, RS/PR126009, RS/PR126011, RS/PR126012, RS/PR126013, RS/PR126015, RS/PR126016, RS/PR126017, RS/PR126018, RS/PR126019, RS/PR126021, RS/PR126022, RS/PR126027, RS/PR126028, RS/PR126029, RS/PR126030, RS/PR126032, RS/PR126033, RS/PR126037 e RS/PR126040 apresentaram

igual desempenho em relação a Paranavaí, sem superar no entanto, as testemunhas.

O clone RS/PR126026 superou as testemunhas precoces e médio-tardia nos dois ambientes avaliados, com 17,1 e 21,3 colmos m^{-1} , em Pelotas e Paranavaí, respectivamente, indicando um ser um clone superior nestes ambientes frente aos demais.

Quanto a TBH o ambiente Paranavaí apresentou maior média para os clones avaliados, com 12,78 Mg ha^{-1} de Brix, com exceção dos clones RS/PR126037 e RS/PR126075. Em Pelotas os clones RS/PR126066, RS/PR126078 e RS/PR126079 apresentaram valores próximos as testemunhas, com 13,9; 13,1 e 13,2 tha^{-1} de Brix, respectivamente, sendo que nos dois ambientes nenhum dos clones avaliados superaram as testemunhas precoces e médio-tardia para esta variável.

Resultados semelhantes foram observados por Guerra et al. (2009), no Estado do Paraná, o qual verificaram médias elevadas de TBH, alta estabilidade fenotípica e adaptabilidade geral para RB966928 e já para a variedade testemunha RB867515 esta foi visivelmente mais estável que a testemunha RB72454, para ambas variáveis TBH e TCH, mesmo sendo a primeira mais produtiva que a outra.

Para a variável TCH houve interação G x A nos ensaios I e II, para os clones avaliados, Tabela 5 e 6. Nelas podemos observar que Paranavaí obteve melhor desempenho, com a melhor média de TCH, com 79 ton ha^{-1} de colmos, com exceção dos clones RS/PR126003, RS/PR126011, RS/PR126014, RS/PR126020 e RS/PR126037 que obtiveram melhor desempenho no ambiente Pelotas.

Ainda em Paranavaí os clones RS/PR126003, RS/PR126008, RS/PR126024, RS/PR126026, RS/PR126031, RS/PR126033 e RS/PR126036 apresentaram valores de TCH acima das testemunhas, com 96,14; 96,44 99,78; 102,17; 104,90; 100,10 e 104,80 ton ha^{-1} de colmos.

Produtividade de açúcar, altos valores de TBH e TCH de clones de cana-de-açúcar com desempenho superior às testemunha RB867515 e RB966928 também foram identificados por Augusto (2009) e Guerra (2010) no Paraná, indicando a presença de clones promissores de cana-de-açúcar de

ciclo precoce, com um ganho médio de produtividade em relação a testemunha de 9,5; 5,7 e 6,7%, respectivamente.

Guerra (2010) e Mattos (2013) em experimentos conduzidos no Paraná, observaram comportamento semelhante onde um clone apresentou elevada produtividade de açúcar aliada à baixa estabilidade e isso sugere variação entre os ambientes de cultivo, porém estas condições não foram identificadas pelos autores.

Antunes (2015) encontrou resultados semelhantes para a variável TCH, quando avaliou 26 clones, sendo 13 de ciclo precoce e 13 de ciclo médio-tardio, em cinco ambientes, frente a testemunha RB867515 no Rio Grande do Sul nas Safras 2012/13 e 2013/14, sendo que no geral dez clones apresentaram desempenho superior a testemunha RB867515, na taxa de 13,2 a 1,6%. No estado de São Paulo, Fernandes Junior *et al.* (2013) também verificaram excelente desempenho produtivo para testemunha RB867515, corroborando com os resultados encontrados no presente trabalho.

Quanto as diferenças entre ambientes de produção, o mesmo autor observou que os mesmos clones de ciclo médio-tardio, para as variáveis TCH e TBH dos cinco ambientes avaliados, um ambiente apresentou maior TCH e TBH em ciclo de cana planta e dois ambientes apresentaram maior TCH e TBH em ciclo de 1ª soca, o que demonstra grande influência do ambiente no desempenho agrônomo para clones de cana-de-açúcar.

Para os clones de ciclo precoce nas Safras 2012/13 e 2013/14 para as variáveis TCH e TBH, Antunes (2015) observou que dois ambientes obtiveram maior desempenho em ciclo de cana planta e dois em ciclo de 1ª soca, os quais apresentaram elevadas produtividades de TCH e TBH, superando a média geral dos experimentos.

Os resultados aqui encontrados corroboram com resultados obtidos por Nadal (2009), no Paraná onde também observou clones com baixa previsibilidade de produção de colmos em virtude das diferenças entre ambientes de produção.

Härter *et al.* (2013a), avaliando o desempenho agrônomo de um conjunto de 53 famílias da Série RB12, na Fase T1, Safra 2012/13 em Pelotas, observou para TCH valores variando de 42,9 ton ha⁻¹ a 78,8 ton ha⁻¹, sendo

que cinco famílias obtiveram desempenho superior à média que foi de 58,4 ton ha⁻¹.

O mesmo autor observou ainda que oito destas famílias obtiveram desempenho para TBH, superior as demais, com média de 10,74 ton ha⁻¹ de Brix evidenciando assim grande eficiência na escolha e seleção de clones para a composição da Fase T2. Estas famílias são oriundas de cruzamentos com a variedade RB867515 e resultaram em progênies superiores para a produtividade de colmos.

Oliveira et al. (2013), mostram que a seleção de clones superiores, baseadas nas características de produção, tais como TBH e TCH é uma estratégia interessante a ser usada nas Fases T2 e T3 permitindo um maior ganho genético (KIMBENG; COX, 2003), com vantagens para a avaliação de desempenho dos clones com boas estimativas (ATKIN et al, 2009; COX et al., 1994).

Em um trabalho semelhante, com avaliação em cana planta na Fase T3, Silva et al. (1999) estudando a correlação fenotípica dentro das três primeiras fases T1, T2 e T3 de clones SP91 de cana-de-açúcar para as características de Brix, número e diâmetro de colmos, observou que na seleção para estes caracteres todas foram relevantes, podendo ser dada a preferência a sequência de diâmetro de colmos, BRIX do caldo, número de colmos, respectivamente.

De um modo geral pode ser observado grande eficiência para a seleção de clones com características agrônômicas superiores, visto que a maior parte dos clones aqui avaliados mostraram bom desempenho para a produção de açúcar e colmos, bem como alto teor de Brix.

Os resultados obtidos permitem um avanço na seleção, para os clones que obtiveram o melhor desempenho, a fim de constituir novos ensaios de seleção e competição entre ambientes.

Por fim novos experimentos devem ser conduzidos, em novos ambientes e safras a fim de definir quais realmente estão aptos a lançamento como variedade comercial.

Tabela 5 – Clones RS/PR de cana-de-açúcar e valores de °Brix médio, Número de Colmos por Metro (NCM), Tonelada de Brix por Hectare (TBH) e Tonelada de Cana por Hectare (TCH), nas Fases T2 e T3, no Experimento Preliminar I, avaliados em dois ambientes.

Clone	°BrixMéd			NCM			TBH			TCH		
	T2	T3 (RS)	T3 (PR)	T2	T3 (RS)	T3 (PR)	T2	T3 (RS)	T3 (PR)	T2	T3 (RS)	T3 (PR)
RS/PR126013	21,4 a	17,0	19,1	21,0 ab	12,1 aA	10,2 abA	19,25 ab	8,88 abcA	6,71 cA	97,60 ab	52,27 abA	35,43 cA
RS/PR126004	20,8 ab	16,5	18,0	14,7 ab	9,3 aA	11,6 abA	23,12 ab	9,14 abcA	13,29 abcA	114,05 ab	55,05 abA	74,88 abcA
RS/PR126019	20,8 ab	18,9	18,6	18,7 ab	11,2 aA	13,7 aA	21,20 ab	11,53 abcB	17,27 abA	107,05 ab	61,40 abB	93,15 aA
RS/PR126001	20,4 ab	18,5	18,6	17,0 ab	11,8 aA	15,2 aA	20,60 ab	10,11 abcA	10,28 bcA	99,87 ab	55,35 abA	55,07 abcA
RS/PR126006	20,3 abc	19,2	19,1	17,0 ab	10,2 aA	13,3 abA	18,08 ab	11,45 abcB	16,00 abA	104,38 ab	59,92 abA	83,82 abA
RS/PR126007	20,1 abcd	17,9	18,9	17,0 ab	12,1 aA	11,8 abA	31,99 a	14,96 aA	12,87 abcA	157,04 ab	84,55 aA	68,17 abcA
RS/PR126015	19,9 abcde	14,4	18,0	11,7 b	10,0 aA	11,3 abA	15,37 b	9,63 abcB	14,35 abcA	78,73 b	66,95 abA	79,75 abcA
RB966928	19,5 abcde	18,6	19,7	12,5 b	11,1 aA	13,6 aA	17,57 ab	14,29 aB	19,38 aA	98,38 ab	76,69 abA	99,87 aA
RS/PR126009	19,6 abcde	17,1	19,1	20,2 ab	11,8 aA	13,5 aA	17,17 ab	9,39 abcA	11,56 abcA	101,20 ab	55,03 abA	60,32 abcA
RS/PR126014	19,4 abcde	16,0	17,5	21,0 ab	6,7 aB	14,8 aA	21,50 ab	5,72 bcB	13,09 abcA	115,90 ab	34,47 bB	75,35 abcA
RS/PR126016	19,3 abcde	14,0	17,3	12,2 b	9,9 aA	11,2 abA	23,36 ab	7,85 abcB	13,59 abcA	116,60 ab	54,89 abA	80,10 abcA
RS/PR126020	19,2 abcde	14,1	17,0	11,5 b	8,0 aB	13,2 abA	16,77 ab	4,92 cB	11,58 abcA	88,30 b	34,40 bB	70,01 abcA
RS/PR126012	19,1 abcde	17,0	19,2	19,5 ab	10,6 aA	12,8 abA	23,64 ab	9,32 abcA	12,44 abcA	125,14 ab	54,87 abA	65,23 abcA
RS/PR126017	18,9 abcde	16,8	17,5	17,2 ab	11,2 aA	12,6 abA	29,72 ab	10,89 abcA	13,36 abcA	167,68 ab	64,72 abA	76,50 abcA
RS/PR126005	18,9 abcde	16,7	18,1	12,0 b	9,1 aB	13,0 abA	17,71 ab	9,75 abcB	14,50 abcA	96,45 ab	57,9 abA	79,97 abcA
RS/PR126002	18,8 bcde	15,7	18,5	15,0 ab	9,9 aB	14,1 aA	23,67 ab	10,95 abcB	16,66 abA	131,40 ab	70,37 abA	90,36 aA
RS/PR126008	18,4 bcde	16,5	16,8	16,5 ab	12,7 aB	16,3 aA	19,62 ab	11,89 abcA	16,17 abA	126,51 ab	72,17 abA	96,44 aA
RB867515	17,9 cde	14,8	17,9	15,5 ab	10,4 aA	11,0 abA	23,78 ab	13,65 abA	16,38 abA	110,56 ab	90,76 aA	91,02 aA
RS/PR126011	17,6 de	18,0	17,6	14,0 ab	10,1 aA	12,8 abA	19,45 ab	8,63 abcB	13,50 abcA	100,50 ab	48,24 abB	76,83 abcA
RS/PR126003	17,6 de	15,2	19,1	17,2 ab	8,4 aB	12,5 abA	23,20 ab	8,72 abcB	18,33 abA	139,78 ab	58,04 abB	96,14 aA
RS/PR126018	17,5 e	14,3	17,1	20,7 ab	10,3 aA	6,8 bA	27,83 ab	9,06 abcA	6,22 cA	187,94 a	63,78 abA	36,91 bcB
RS/PR126010	17,4 e	16,0	17,4	24,2 a	11,8 aB	16,4 aA	28,48 ab	11,10 abcA	15,38 abA	172,35 ab	68,82 abA	88,90 aA
Média	19,2	16,5 B	18,16 A	16,7	10,37 B	12,7 A	21,95	10,08 B	13,77 A	119,88	60,9 B	76,1 A
CV (%)	6,32	6,86		31,66	14,9		34,46	18,14		37,60	18,24	6,70

1- testemunha médio-tardio; 2- testemunha precoce; 3- Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na linha e letras minúsculas na coluna não diferem pelo teste Tukey ($p < 0,05$); 4-T2 - Fase T2 ciclo cana planta e soca; T3 (RS) - Fase T3 Pelotas; T3 (PR) - Fase T3 Paranaíba; °BRIXMéd - °Brix Médio; NCM - Número de Colmos por Metro; TBH - Tonelada de Brix por Hectare; TCH - Tonelada de Cana por Hectare.

Tabela 6 - Clones RS/PR de cana-de-açúcar e valores de °Brix médio, Número de Colmos por Metro (NCM), Tonelada de Brix por Hectare (TBH) e Tonelada de Cana por Hectare (TCH), nas Fases T2 e T3, no Experimento Preliminar II, avaliados em dois ambientes.

Clone	°BrixMéd				NCM						TBH						TCH					
	T2	T3 (RS)	T3 (PR)		T2	T3 (RS)	T3 (PR)			T2	T3 (RS)	T3 (PR)			T2	T3 (RS)	T3 (PR)					
RS/PR126022	21,5	a	16,7	18,9	12,5	ab	10,3	bA	11,1	cdA	24,07	ab	11,59	aA	14,44	aA	120,37	abc	69,15	aA	77,99	aA
RS/PR126030	20,3	ab	17,1	17,5	19,5	ab	9,2	bA	10,9	cdeA	29,81	ab	8,95	aA	11,40	abA	150,74	abc	52,27	aA	65,67	abA
RS/PR126027	20,2	ab	16,7	17,3	14,8	ab	8,8	bA	10,3	deA	27,13	ab	12,82	aA	14,97	aA	139,15	abc	76,80	aA	86,48	aA
RS/PR126025	20,0	ab	17,5	17,1	13,5	ab	11,8	bB	14,7	bcdA	16,74	ab	13,83	aA	13,52	abA	92,35	bc	78,82	aA	78,93	aA
RS/PR126023	19,9	ab	15,5	18,2	19,0	ab	9,2	bB	11,7	bcdA	19,02	ab	9,66	aA	13,45	abA	100,10	abc	62,28	aA	73,79	abA
RB966928	19,9	ab	17,5	19,6	12,5	ab	10,9	bA	11,7	bcdA	17,57	ab	10,53	aA	11,9	abA	98,38	abc	67,75	aA	67,70	abA
RS/PR126021	19,7	ab	18,9	18,6	12,8	ab	9,1	bA	10,8	cdeA	20,38	ab	12,73	aA	12,12	abA	105,53	abc	67,18	aA	64,45	abA
RS/PR126033	19,6	ab	16,2	17,6	22,5	a	11,5	bA	12,3	bcdA	40,66	a	14,19	aA	17,56	aA	211,08	ab	87,57	aA	100,10	aA
RS/PR126028	19,5	ab	18,5	18,5	13,0	ab	10,9	bA	11,1	cdA	22,29	ab	12,37	aA	13,75	abA	103,09	abc	65,48	aA	74,65	abA
RS/PR126026	19,3	ab	12,7	16,1	17,0	ab	17,1	aB	21,3	aA	18,08	ab	8,23	aB	16,48	aA	104,38	abc	64,89	aB	102,17	aA
RS/PR126031	18,8	ab	16,4	17,0	16,8	ab	11,0	bB	15,7	bA	30,16	ab	10,81	aB	17,77	aA	155,55	abc	66,17	aB	104,90	aA
RS/PR126029	18,5	ab	17,6	17,9	14,8	ab	9,9	bA	11,0	cdeA	20,88	ab	12,57	aA	14,28	aA	126,41	abc	71,15	aA	79,64	aA
RS/PR126032	18,3	bc	16,1	16,5	16,8	ab	10,9	bA	10,2	deA	25,23	ab	10,19	aA	11,86	abA	143,98	abc	63,36	aA	72,27	abA
RS/PR126036	18,3	bc	15,6	15,6	20,5	ab	9,4	bB	12,6	bcdA	37,65	ab	13,57	aA	16,33	aA	215,74	A	86,22	aA	104,80	aA
RS/PR126034	18,0	bc	14,8	16,1	8,8	b	8,7	bB	12,4	bcdA	15,04	b	9,84	aA	13,96	aA	88,84	c	66,89	aA	86,99	aA
RB867515	17,8	bc	15,3	17,3	15,5	ab	9,2	bB	11,6	bcdA	23,70	ab	9,92	aB	14,19	aA	110,56	abc	81,65	aA	86,78	aA
RS/PR126038	17,7	bc	12,9	16,9	21,5	a	9,2	bB	11,9	bcdA	39,46	ab	6,55	aB	13,86	aA	217,88	A	51,28	aB	82,10	aA
RS/PR126035	17,7	bc	15,8	16,3	18,8	ab	8,7	bB	12,7	bcdA	36,19	ab	9,94	aB	16,46	aA	212,02	Ab	62,78	aB	101,7	aA
RS/PR126040	17,5	bc	15,6	17,4	16,5	ab	11,6	bA	10,9	cdeA	25,47	ab	11,67	aA	13,24	abA	135,98	abc	68,02	aA	69,15	abA
RS/PR126037	17,3	bc	16,6	17,4	15,3	ab	10,3	bA	6,5	eB	19,65	ab	11,1	aA	5,97	bB	106,42	abc	66,64	aA	34,26	bB
RS/PR126039	17,3	bc	17,2	16,1	13,8	ab	9,0	bB	11,9	bcdA	24,55	ab	12,43	aA	15,04	aA	148,33	abc	57,40	aB	89,06	aA
RS/PR126024	16,8	c	11,7	15,9	18,0	ab	12,0	bB	15,1	bcA	22,21	ab	7,65	aB	15,88	aA	158,03	abc	66,78	aB	99,78	aA
Média	18,8		16,1 B	17,2 A	16,1		10,4	B	12,2	A	25,26		10,9	b	14,1	a	138,4		68,20	B	81,96	A
CV (%)	6,63			6,71	35,93				10,56		40,43				16,45		42,11				14,46	

1- testemunha médio-tardio; 2- testemunha precoce; 3- Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na linha e mesmas letras minúsculas na coluna não diferem pelo teste Tukey ($p < 0,05$); 4-T2 - Fase T2 ciclo cana planta e soca; T3 (RS) - Fase T3 Pelotas; T3 (PR) - Fase T3 Paranaíba; °BRIXMéd - °Brix Médio; NCM - Número de Colmos por Metro; TBH - Tonelada de Brix por Hectare; TCH - Tonelada de Cana por Hectare.

Tabela 7 - Clones RS/PR de cana-de-açúcar e valores de °Brix médio, Número de Colmos por Metro (NCM), Tonelada de Brix por Hectare (TBH) e Tonelada de Cana por Hectare (TCH), nas Fases T2 e T3, no Experimento Preliminar III, avaliados em dois ambientes.

Clone	°BrixMéd					NCM				TBH				TCH			
	T2	T3 (RS)	T3 (PR)			T2	T3 (RS)	T3 (PR)		T2	T3 (RS)	T3 (PR)		T2	T3 (RS)	T3 (PR)	
RS/PR126050	18,0 a	15,1 abcA	14,8 cA			12,0 bc	9,4 ^{ns}	10,7		19,32 ab	10,03	12,11 ^{ns}		120,40 ab	66,77 ^{ns}	82,26	
RB966928	19,9 a	17,1 abB	21,1 aA			12,5 bc	9,2	11,4		17,60 ab	10,54	14,67		98,38 cd	61,70	70,97	
RS/PR126052	17,9 a	14,4 bcB	16,8 abcA			22,0 ab	12,3	14,2		35,74 ab	11,30	16,06		197,96 ab	78,70	95,10	
RS/PR126047	18,8 a	15,1 abcB	17,6 abcA			12,0 bc	10,6	12,8		15,53 b	7,25	11,87		82,68 d	48,49	67,20	
RS/PR126058	18,7 a	13,6 bcB	17,0 abcA			13,2 ab	13,1	14,9		19,22 ab	14,32	14,32		125,40 ab	105,45	84,14	
RS/PR126060	17,7 a	17,3 abA	17,0 abcA			24,0 a	9,3	9,4		40,83 a	11,83	12,95		243,70 a	68,45	76,81	
RS/PR126046	19,5 a	16,8 abcA	17,5 abcA			19,7 ab	10,1	12,1		32,47 ab	9,08	13,12		165,90 ab	53,26	75,29	
RS/PR126041	17,5 a	14,5 bcB	19,7 abA			14,7 ab	9,6	8,5		24,60 ab	10,25	11,11		142,67 ab	70,41	56,35	
RS/PR126044	18,4 a	16,4 abcA	16,1 bcA			21,5 ab	10,6	12,4		30,27 ab	12,52	11,95		167,70 ab	76,06	75,02	
RS/PR126057	18,4 a	16,2 abcA	18,1 abcA			20,2 ab	11,4	13,4		33,95 ab	10,86	14,98		176,11 ab	67,05	83,61	
RS/PR126049	17,4 a	12,3 cB	15,9 bcA			21,8 ab	13,0	16,7		24,39 ab	9,12	15,26		156,21 ab	72,57	95,94	
RS/PR126043	18,3 a	16,2 abcA	18,1 abcA			19,7 ab	12,7	13,0		23,07 ab	13,39	14,90		126,78 ab	82,67	83,34	
RS/PR126054	20,2 a	15,7 abcB	18,4 abcA			21,0 ab	10,0	14,0		41,61 a	9,40	18,84		222,14 ab	59,49	102,18	
RS/PR126055	19,2 a	16,6 abcA	16,7 abcA			22,0 ab	9,8	12,0		40,37 a	9,69	12,67		232,75 ab	58,27	75,96	
RS/PR126056	18,2 a	15,4 abcA	15,3 bcA			17,5 ab	9,9	12,4		28,12 ab	11,25	15,82		160,25 ab	73,62	103,81	
RS/PR126053	18,2 a	17,1 abA	17,1 abcA			15,7 ab	8,8	12,0		23,27 ab	12,01	15,72		152,31 ab	70,09	92,71	
RS/PR126042	19,1 a	15,1 abcA	17,2 abcA			18,7 ab	9,5	10,8		26,99 ab	9,24	10,62		145,90 ab	60,87	61,28	
RS/PR126048	19,1 a	13,8 bcA	15,1 cA			18,2 ab	8,4	12,2		33,76 ab	8,05	14,30		175,60 ab	58,62	96,96	
RB867515	18,1 a	14,3 bcB	18,6 abcA			15,5 ab	10,3	10,2		23,70 ab	12,94	14,69		110,56 bc	90,27	79,46	
RS/PR126045	18,1 a	14,7 abcB	18,1 abcA			13,2 ab	8,4	11,6		24,55 ab	9,94	15,19		133,45 ab	67,31	84,71	
RS/PR126051	18,1 a	16,9 abcA	17,3 abcA			22,5 ab	10,8	13,3		28,47 ab	10,15	16,00		156,24 ab	59,67	93,22	
RS/PR126059	18,1 a	19,3 aA	17,2 abcA			9,0 c	8,5	7,8		12,90 b	10,47	7,63		72,525 d	54,20	45,13	
Média	18,5	15,63 B	17,28 A			17,59	10,25 B	12,10 A		27,30	10,62 B	13,85 A		152,98	68,36 B	80,94 A	
CV (%)	7,12		7,23			25,14	12,50			36,55	19,10			34,77	17,47		

1- testemunha médio-tardio; 2- testemunha precoce; 3- Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na linha e mesmas letras minúsculas na coluna não diferem pelo teste Tukey ($p < 0,05$); 4-T2 - Fase T2 ciclo cana planta e soca; T3 (RS) - Fase T3 Pelotas; T3 (PR) - Fase T3 Paranaíba; °BRXMéd - °Brix Médio; NCM - Número de Colmos por Metro; TBH - Tonelada de Brix por Hectare; TCH - Tonelada de Cana por Hectare.

Tabela 8 - Clones RS/PR de cana-de-açúcar e valores de °Brix médio, Número de Colmos por Metro (NCM), Tonelada de Brix por Hectare (TBH) e Tonelada de Cana por Hectare (TCH), nas Fases T2 e T3, no Experimento Preliminar IV, avaliados em dois ambientes.

Clone	°BrixMéd					NCM					TBH					TCH				
	T2	T3 (RS)	T3 (PR)	T2	T3 (RS)	T3 (PR)	T2	T3 (RS)	T3 (PR)	T2	T3 (RS)	T3 (PR)	T2	T3 (RS)	T3 (PR)					
RB966928	19,7 a	15,3 abcdB	19,4 aA	12,5 bc	9,2 abA	10,9 abA	17,57 ab	13,14 aA	13,86 aA	98,38 bc	85,97 ^{ns}	71,11								
RS/PR126071	19,7 a	19,5 aA	19,2 aA	10 d	9,4 abA	8,3 abA	11,22 b	11,62 abA	7,56 aA	61,02 bc	59,40	39,17								
RS/PR126077	19,7 ab	17,2 abcdA	17,6 aA	24 ab	11,1 abA	12,0 abA	33,91 ab	9,02 abB	13,63 aA	179,80 ab	53,46	77,70								
RS/PR126079	19,7 ab	16,1 abcdB	20,2 aA	8 d	9,3 abA	9,1 abA	8,83 b	9,17 abA	12,77 aA	43,81 c	58,00	62,93								
RS/PR126078	19,6 ab	18,5 abcA	20,9 aA	16 ab	11,0 abA	9,3 abA	27,87 ab	13,16 aA	13,87 aA	149,52 ab	71,56	66,26								
RS/PR126069	18,9 ab	18,1 abcdA	17,6 aA	20 ab	12,1 abA	9,3 abA	22,72 ab	13,23 aA	9,94 aA	139,32 ab	73,26	56,55								
RS/PR126075	18,9 ab	18,9 abA	17,2 aA	28 a	12,9 aA	7,5 bB	33,10 ab	12,56 abA	6,50 aB	163,68 ab	66,66	39,01								
RS/PR126073	18,8 ab	15,3 abcdA	17,4 aA	14,5 bc	7,9 abA	7,1 bA	25,63 ab	6,80 abA	7,20 aA	142,36 ab	43,96	40,91								
RS/PR126080	18,8 ab	15,8 abcdB	18,6 aA	11,75 bc	9,4 abA	6,6 bA	17,01 ab	9,97 abA	6,86 aA	92,42 bc	62,67	37,20								
RS/PR126061	18,6 ab	17,1 abcdB	19,9 aA	10 d	9,6 abA	9,1 abA	14,44 b	12,50 abA	12,66 aA	75,64 bc	71,75	63,61								
RS/PR126063	18,6 ab	15,2 abcdB	18,3 aA	9,25 d	8,1 abA	7,1 bA	16,16 ab	11,86 abA	10,51 aA	92,73 bc	78,40	57,97								
RS/PR126065	18,4 ab	14,8 abcdB	18,1 aA	25 ab	11,9 abA	9,2 abA	44,34 A	9,81 abA	9,08 aA	259,13 a	65,93	50,37								
RS/PR126067	18,4 ab	14,3 bcdB	18,5 aA	15,5 ab	6,6 bA	9,3 abA	22,04 ab	4,69 bA	7,28 aA	115,26 ab	33,02	39,77								
RS/PR126074	18,3 ab	15,4 abcdA	17,2 aA	14 bc	10,0 abB	13,5 aA	32,95 ab	11,08 abA	11,49 aA	180,23 ab	72,04	66,33								
RB867515	17,9 ab	18,7 abcA	17,5 aA	15,5 ab	10,2 abA	8,1 abA	23,70 ab	13,70 aA	12,77 aA	110,56 ab	73,06	73,89								
RS/PR126066	17,9 ab	16,4 abcdA	16,5 aA	17 ab	12,8 aA	10,1 abA	29,87 ab	13,90 aA	11,27 aA	195,45 ab	83,42	68,33								
RS/PR126068	17,9 ab	17,1 abcdA	16,1 aA	21 ab	10,6 abA	8,5 abA	35,02 ab	12,08 abA	9,06 aA	205,55 ab	70,93	56,10								
RS/PR126076	17,9 ab	17,2 abcdA	18,3 aA	17 ab	7,3 abA	7,7 bA	30,08 ab	9,07 abA	11,93 aA	167,31 ab	52,58	65,05								
RS/PR126072	17,4 ab	13,3 dB	16,9 aA	9,5 d	8,2 abA	7,8 abA	13,11 b	8,08 abA	11,20 aA	79,70 bc	60,15	66,19								
RS/PR126062	17,2 ab	19,2 aA	19,6 aA	11 cd	10,8 abA	9,1 abA	8,88 b	9,41 abA	8,92 aA	54,23 bc	49,21	45,41								
RS/PR126064	16,8 ab	13,9 cdB	17,8 aA	20,5 ab	8,3 abA	9,8 abA	24,48 ab	8,00 abB	13,79 aA	151,10 ab	57,26	77,08								
RS/PR126070	16,6 b	15,1 abcdA	16,1 aA	14,5 bc	9,7 abA	7,8 abA	27,11 ab	9,77 abA	8,52 aA	169,46 ab	64,75	52,87								
Média	18,4	16,5 B	18,1 A	15,6	9,8 A	9,1 B	23,63	10,57 a	10,48 a	133,10	63,9 a	57,8 b								
CV (%)	8,17	7,24		35,42	15,95		48,99	20,49		48,10		18,53								

1- testemunha médio-tardio; 2- testemunha precoce; 3- Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na linha e mesmas letras minúsculas na coluna não diferem pelo teste Tukey ($p < 0,05$); 4-T2 - Fase T2 ciclo cana planta e soca; T3 (RS) - Fase T3 Pelotas; T3 (PR) - Fase T3 Paranavai; °BRIMéd - °Brix Médio; NCM - Número de Colmos por Metro; TBH - Tonelada de Brix por Hectare; TCH - Tonelada de Cana por Hectare.

Tabela 9 - Clones RS/PR de cana-de-açúcar e valores de °Brix médio, Número de Colmos por Metro (NCM), Tonelada de Brix por Hectare (TBH) e Tonelada de Cana por Hectare (TCH), nas Fases T2 e T3, no Experimento Preliminar V, em um ambiente.

Clone	°BrixMéd		NCM		TBH		TCH	
	T2	T3(RS)	T2	T3(RS)	T2	T3(RS)	T2	T3(RS)
RS/PR126082	21,4 a	19,7 abc	21,75 abc	6,1 ab	21,70 b	9,29 ab	106,63 b	47,23 ab
RS/PR126081	20,3 ab	20,6 ab	11,75 c	8,8 ab	17,08 b	10,39 ab	86,65 b	50,75 ab
RS/PR126089	20,0 ab	19,2 abc	16,75 abc	7,7 ab	34,55 ab	10,04 ab	171,07 ab	52,27 ab
RB966928	19,9 ab	21,5 a	12,5 c	5,8 b	17,57 b	7,39 de	98,38 b	34,65 e
RS/PR126100	19,7 ab	17,5 bc	14,25 abc	7,5 ab	28,35 ab	8,75 bc	149,13 b	49,19 ab
RS/PR126091	19,7 ab	18,6 abc	11,25 c	8,1 ab	16,40 b	10,18 ab	90,35 b	55,02 ab
RS/PR126098	19,7 ab	18,1 abc	14,5 abc	8,3 ab	17,81 b	11,32 ab	94,65 b	62,54 ab
RS/PR126103	19,7 ab	18,6 abc	24,5 ab	8,0 ab	35,57 ab	7,00 ef	194,75 ab	37,82 de
RS/PR126092	19,5 ab	17,1 bc	18 abc	8,6 ab	33,32 ab	8,89 bc	180,65 ab	52,31 ab
RS/PR126087	19,5 ab	19,7 abc	25 a	9,8 ab	33,60 ab	13,08 ab	168,65 ab	66,33 ab
RS/PR126088	19,5 ab	19,8 abc	13,5 bc	12,2 ab	28,62 ab	14,70 ab	150,5 ab	74,00 ab
RS/PR126090	19,5 ab	18,1 abc	18,5 abc	10,6 ab	25,88 ab	13,82 ab	130,26 b	76,13 ab
RS/PR126102	19,4 ab	19 abc	15 abc	9,5 ab	24,22 ab	10,94 ab	127,9 b	57,34 ab
RS/PR126086	19,4 ab	20,3 abc	16,75 abc	9,8 ab	19,24 b	15,15 ab	94,98 b	74,70 ab
RS/PR126083	19,3 ab	20 abc	16 abc	14,7 a	25,23 ab	16,24 a	129,15 b	81,33 a
RS/PR126084	19,3 ab	19,5 abc	13,5 bc	8,0 ab	16,98 b	8,06 bc	92,25 b	41,61 bc
RS/PR126095	19,1 ab	16,6 c	18,25 abc	7,5 ab	37,11 ab	8,33 bc	208,00 ab	50,80 ab
RS/PR126093	19,0 ab	18,8 abc	13,75 bc	4,4 b	24,37 ab	11,38 ab	133,72 b	69,19 ab
RS/PR126096	19,0 ab	18,2 abc	19,25 abc	10,2 ab	33,67 ab	13,63 ab	176,10 ab	75,01 ab
RS/PR126085	19,0 ab	18,1 abc	19,25 abc	9,4 ab	31,78 ab	9,91 ab	167,18 ab	54,66 ab
RS/PR126094	18,8 ab	17 bc	12 c	10,9 ab	16,98 b	14,05 ab	84,99 b	82,74 a
RS/PR126101	18,7 ab	17,1 bc	11,25 c	8,8 ab	14,49 b	6,74 f	78,37 b	39,48 cd
RS/PR126097	18,4 ab	19,3 abc	19,5 abc	9,9 ab	52,54 a	14,47 ab	290,33 a	75,39 ab
RS/PR126104	18,0 ab	18,1 abc	13 c	9,6 ab	22,04 ab	12,22 ab	109,67 b	67,53 ab
RS/PR126105	18,0 ab	20,3 abc	13,5 bc	9,4 ab	20,80 b	9,45 ab	113,47 b	46,68 ab
RB867515	17,7 ab	20,3 abc	15,5 abc	8,2 ab	23,70 ab	9,02 bc	110,56 b	44,57 bc
RS/PR126099	17,3 b	20,7 ab	19,5 abc	6,9 ab	22,96 ab	7,81 cd	136,84 b	37,71 e
Média	19,3	18,9	16,3	8,80	25,79	10,81	136,11	57,66
CV (%)	4,69	5,0	33,43	23,58	48,43	26,70	50,11	25,65

1- testemunha médio-tardio; 2- testemunha precoce; 3- Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na linha e mesmas letras minúsculas na coluna não diferem pelo teste Tukey ($p < 0,05$); 4-T2 - Fase T2 ciclo cana planta e soca; T3 (RS) - Fase T3 Pelotas; °BRIXMéd - °Brix Médio; NCM - Número de Colmos por Metro; TBH - Tonelada de Brix por Hectare; TCH - Tonelada de Cana por Hectare.

4.4. Conclusões

- i. A seleção para clones de ciclo precoce e médio-tardio foi efetiva para desempenho agrônômico e produtividade.
- ii. Os clones de cana-de-açúcar apresentam interação com os ambientes de cultivo.
- iii. O ambiente Paranavaí proporciona aos clones de cana-de-açúcar melhor desempenho agrônômico.

5. CAPÍTULO 2. Reação a doenças em clones de cana-de-açúcar selecionados em Pelotas nas fases T1 e T2 planta.

5.1. Introdução

A cana-de-açúcar é hospedeira de uma série de patógenos que limitam a sua produção e assim sendo a avaliação de doenças se torna importante para que se desenvolvam medidas de controle e para que se estudem as suas variáveis epidemiológicas (BERGAMIN FILHO, 1996).

De acordo com Sanguino (2007), a colheita mecanizada da cana crua, sem o uso do fogo, representa hoje condição favorável de manutenção e aumento da pressão de inóculo de doenças, como a mancha parda, bem como outros fungos necrotróficos e algumas bactérias, que dependendo da suscetibilidade do clone e das condições ambientais, estas doenças podem causar sérios danos à cultura.

Um exemplo disto é a ferrugem alaranjada causada pelo fungo *Puccinia kuehnii* (W. Krüger) E.J. Butler que é considerada uma doença de grande importância tendo recentemente preocupado o setor sucroenergético, sendo estes motivos importantes para estudos de identificação de fitopatógenos e de reação varietal para as principais doenças da cana-de-açúcar, como importantes ferramentas para o desenvolvimento de clones nesta cultura.

O primeiro registro da ferrugem alaranjada foi feito em 1890, por Krüger, na Ilha de Java e em 1914 Butler encontrou os teliósporos do fungo denominando-o *P. kuehnii* (RYAN e EGAN, 1989).

Apesar de ser uma doença antiga da cana-de-açúcar, presente nos países do sudeste da Ásia e Oceania, não havia causado nenhum impacto econômico.

Entretanto, no ano 2000, acredita-se que uma nova raça do patógeno desenvolveu-se nos canaviais da Austrália, atingindo a variedade Q124, antes considerada resistente à doença, que representava 45% da área plantada naquele país, com queda de 24% da produção, em toneladas de pol por hectare (TPH), com prejuízos de 210 milhões de dólares australianos (MAGAREY et al., 2001).

Após isso, ocorrências foram registradas em outros países da América, sendo que no Brasil a primeira ocorrência notificada em Araraquara, SP, em dezembro de 2009 onde um foco foi detectado primeiramente em uma área experimental com diferentes cultivares de cana-de-açúcar (BARBASSO et al., 2010).

No final de janeiro do ano de 2010, foi registrada a ocorrência da doença em Paranacity, no Estado do Paraná (PMGCA/UFPR/RIDESA, 2011).

Atualmente, ela já está presente nos Estados do Espírito Santo, Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso do Sul, Rio Grande do Norte e Alagoas (MONTEIRO et al., 2012).

Antes da ferrugem alaranjada chegar ao Brasil, algumas cultivares brasileiras foram testadas na Austrália quanto a sua reação à ferrugem alaranjada e a cultivar RB72454 se apresentou susceptível à doença (MAGAREY, 2007), o que trouxe grandes riscos de danos no Brasil, pois esta cultivar era bastante plantada em mais de 250 mil hectares e aproximadamente 120 mil hectares no Paraná (RIDESA, 2012).

Além de ocasionar perdas aos produtores, a ferrugem alaranjada tem grande relevância nos programas de melhoramento genético da cana-de-açúcar, pois ocorre em clones que são usados como genitores nos cruzamentos para geração de novas cultivares, como a RB72454, que é genitora de 23 cultivares comerciais (RIDESA, 2010).

Outra doença importante é a ferrugem marrom que é considerada uma das doenças mais importantes e prevalentes em todas as regiões canavieiras do Brasil, devido à sua ampla distribuição geográfica e aos danos por ela causados (MATSUOKA et al., 2005) e encontra-se disseminada em todas as regiões produtoras no Brasil e reportada 12 em aproximadamente 64 países produtores.

A doença é conhecida a mais de 100 anos, surgindo no continente americano em 1978 causando perdas de 50% nas variedades mais suscetíveis, ocorrendo em 1979 na Flórida.

No Brasil, a doença foi primeiramente detectada em novembro de 1986, não causando grandes danos, uma vez que cerca de 90% das variedades cultivadas apresentavam resistência ao fungo (TOKESHI, 1997), enquanto que

em outros países da América Central e Caribe provocou a substituição de variedades.

Outra doença importante que torna a produtividade consideravelmente reduzida é o carvão, causado por *Ustilago scitaminea*, que segundo Tokeshi (1997) é uma das doenças mais fáceis de ser identificada porque o chicote, estrutura típica do fungo, é facilmente reconhecido. Os principais métodos de controle são: uso de mudas sadias, remoção das plantas ou colmos doentes, aumento de perfilhamento e uso de variedades resistentes.

A escaldadura das folhas, causada pela bactéria *Xanthomonas albilineans*, também causa prejuízos uma ao setor canavieiro. Foi primeiramente relatada em 1920 e desde então já foi assinalada 16 em pelo menos 55 países (COMSTOCK & LENTINI, 2002b).

Esta doença tem grande potencial destrutivo, principalmente em variedades suscetíveis e no Brasil, sua importância tem sido subestimada devido aos erros de identificação e a confusão de seus prejuízos com aqueles causados pelo raquitismo das soqueiras e quando a doença se manifesta em variedades extremamente suscetíveis, pode causar perdas de até 100%, pois seus prejuízos manifestam-se, principalmente, na má formação dos toletes no plantio, morte das touceiras ou cana, queda na produção e na riqueza de sacarose (TOKESHI, 1997a).

A sintomatologia dessa doença é bem complexa, uma vez que são conhecidos três tipos de sintomas.

O primeiro tipo de sintoma seria o latente, cuja maioria das variedades comerciais apresentam. A planta mesmo com a presença do patógeno, os sintomas externos não se manifestam, permitindo que as variedades possam ser usadas por muitos anos. Internamente, nos colmos observa-se, ocasionalmente, descoloração vascular na região dos nós, assemelhando-se com os sintomas do raquitismo das soqueiras. Um segundo tipo de sintoma é o chamado crônico, que se caracteriza pelo surgimento de diversos sintomas externos, sendo o mais característico as estrias brancas no limbo foliar, podendo atingir a bainha (TOKESHI, 1997b).

A mancha parda por sua vez, é considerada uma doença secundária e normalmente não causa danos aos canaviais, sendo bastante frequente em nossos canaviais, muitas vezes confundida à distância com a ferrugem, mas,

sem relatos de perdas econômicas. Seu agente causal é o fungo *Cercospora longipes* e os sintomas são pequenas manchas de forma ovalada, vermelhas escuras, rodeadas por halos amarelados que aparecem em grande quantidade quando os canaviais que estão em bom desenvolvimento e podem ser percebidas mesmo em folhas secas (TOKESHI, 1997).

A estria vermelha, doença bacteriana que atualmente possui importância secundária, mas, com a expansão dos canaviais para locais mais quentes e com épocas de alta umidade relativa, associada a uma melhoria da fertilidade do solo, podem causar sérios prejuízos, pois algumas variedades atualmente em uso não possuem resistência satisfatória.

Seu agente causal é a bactéria *Acidovorax avenae* subsp *avenae* e a doença se manifesta primeiramente no limbo foliar, provocando o aparecimento de estrias longas, de coloração vermelha escura, paralelas à nervura central (TOKESHI, 1997).

Quando as estrias aparecem em grande número, podem se unir, formando uma faixa de tecido afetado. Na face inferior da folha afetada, podem aparecer sobre as estrias, escamas brancas, provenientes das exsudações bacterianas, através das aberturas naturais da folha.

Em condições favoráveis ao desenvolvimento da doença, a bactéria pode atacar o “cartucho” foliar, apodrecendo o meristema apical do colmo e muitas vezes descendo pelo interior do colmo, apodrecendo totalmente. Este apodrecimento desprende um cheiro forte e desagradável, que em severos ataques de uma variedade, podem ser sentidos nos bordos dos canaviais (SANGUINO, 1987).

O mosaico é uma doença de importância oscilante, variando com a estirpe do vírus predominante, suscetibilidade das variedades e da proximidade dos canaviais de plantas hospedeiras, dos pulgões transmissores e dos vírus. A doença assumiu forma epifítica desastrosa quando se cultivavam as canas nobres (*Saccharum officinarum*), decrescendo em sua importância, quando estas foram substituídas pelas variedades POJ, que também não eram resistentes, mas, eram tolerantes à doença e produziam satisfatoriamente (SANGUINO, 1987).

Em nossos dias, é preocupação dos melhoristas, que uma variedade seja resistente à infecção das estirpes do vírus predominante e não apenas

tolerante a doença, pois, variedades tolerantes aumentam a fonte de inoculo e facilitam a variabilidade dos vírus que poderá provocar futuras epidemias. (SANGUINO, 1987).

O agente é um vírus de RNA, da família *Potyviridae*, de forma filamentosa, com 750nm, estando descritos pelo menos 14 estirpes nomeados de A a N com algumas subestirpes dentro de cada uma delas. O principal sintoma para o reconhecimento do mosaico, aparece nas folhas. A presença de uma alternância, entre o verde normal da folha e um verde mais claro ou amarelado, formando manchas por todo o limbo foliar, principalmente nas folhas mais novas, caracterizam a doença.

A intensidade deste quadro sintomatológico é bastante variável, pois, esta manifestação, depende da estirpe do vírus envolvido, da variedade de cana-de-açúcar e das condições ambientais. Os sintomas são mais facilmente percebidos olhando-se as folhas contra a luz. (SANGUINO, 1987).

O objetivo desse trabalho foi avaliar a incidência e reação a doenças em 105 clones de cana-de-açúcar, RS/PR da série RB12 em Pelotas, RS e Paranavaí, PR.

5.2. Material e métodos

Para a determinação da incidência e severidade das doenças foram utilizados 105 clones de cana-de-açúcar da Série RB12, selecionados em Pelotas nas fases T1 e T2 (cana Planta). Após esta seleção os clones T3 (cana planta) constituíram 5 ensaios preliminares conforme descrito no Capítulo I, os quais foram conduzidos em Pelotas e Paranavaí, sendo também avaliado em Pelotas a fase T2 em ciclo de 1ª soca.

As avaliações para doenças foram realizadas aos 3, 6 e 9 meses após o plantio no campo, utilizando o método de diagnostico direto, através do quadro sintomatológico das doenças, atribuindo-se notas de acordo com a doença.

Foram avaliadas a ferrugem marrom (*Puccinia melanocephala*) e a ferrugem alaranjada (*P. kuehni*), de acordo com a escala da Figura 4. A mancha foliar (*Leptosphaeria sachari* e outros), bainha (*Fusarium moniliforme*) e parda (*Cercospora longipes*). Estria vermelha (*Acidovorax avenae* subsp. *avenae* e *Xanthomonas* sp.), carvão (*Ustilago scitaminea*) e escaudadura (*Xanthomonas albilineans*) foram avaliadas, conforme a Tabela 10.

Caso não fossem detectados sintomas, atribuía-se nota “A”, indicando ausência de reação e sempre que necessárias amostras de tecidos vegetais foram encaminhadas para o Laboratório de Fitopatologia da Embrapa Clima Temperado para identificação do agente fitopatogênico.

Também foram coletados dados das variáveis meteorológicas (precipitação pluviométrica, temperatura máxima, média e mínima do ar, evapotranspiração de referência e umidade relativa do ar) no período de 01 de outubro de 2014 a 30 de agosto de 2015, em Pelotas e Paranavaí, a fim de comparar os níveis de reação as doenças avaliadas.

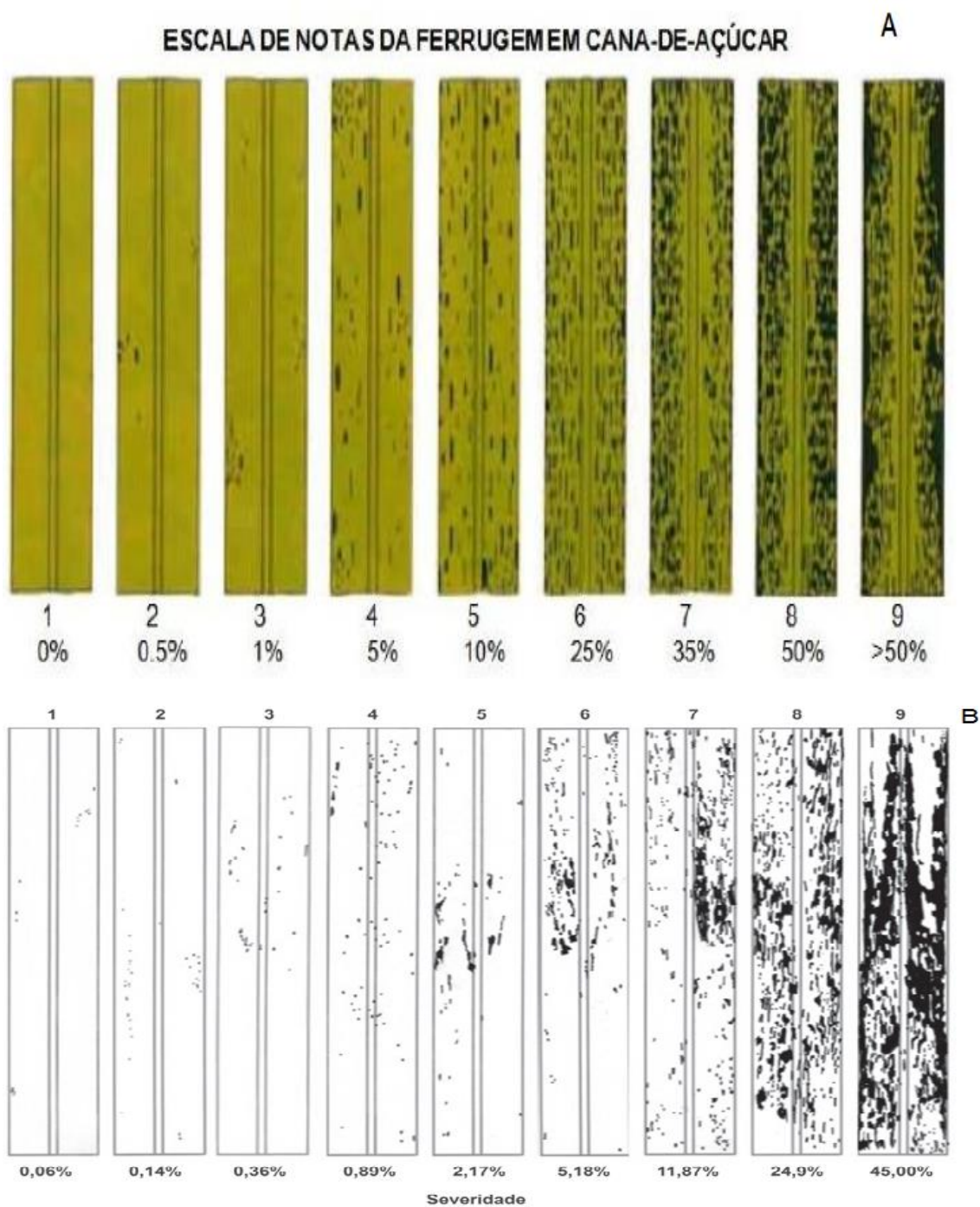


Figura 4- Escala diagramática para avaliação da ferrugem marrom (A) e da ferrugem alaranjada (B) da cana-de-açúcar. (AMORIN et al., 1987).

Tabela 10 - Metodologia de avaliação de reação as principais doenças da cana-de-açúcar nos clones da Série RB12 na Fase T2 e T3, na Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS e Estação Experimental da UFPR, Paranaíba, PR. Pelotas, 2016.

Doença	Ferrugem Marrom (FER)	Ferrugem Alaranjada (FAL)	Carvão (CAR)	Mosaico (MOS)	Escaldadura (ESC)	Estria Verdadeira (VEV)	Falsa Estria (FEV)	Manchas Foliares (MCH)
Autor/Escala	Amorin <i>et al.</i> (1987)	Klosowski <i>et al.</i> (2012)	Zambom & Daros (2009)	Zambom & Daros (2009)	Zambom & Daros (2009)	Zambom & Daros (2009)	Zambom & Daros (2009)	Zambom & Daros (2009)
Método Avaliação	Avaliação visual da área afetada transformando as incidências (0; 0,5; 1; 5; 10; 25; 35; 50 e >50%) em notas (1 a 9).	Notas expressa em chicotes/touceira doente por hectare (CHIC/ha).	Notas expressa em colmos ou touceira doente por hectare.	Notas expressa colmos/touceira doente por hectare.	Avaliação visual da área afetada transformando as incidências (até 25; de 25 a 50; mais que 50%) em notas (3; 5 e 8), respectivamente.	Avaliação visual da área afetada transformando as incidências (1; 5; 25; 50 %) em notas (1; 2; 3 e 4), respectivamente.		

Adaptado de Amorin *et al.* (1987), Klosowski *et al.* (2012) e Zambom & Daros (2009).

5.3. Resultados e discussão

A reação à doenças realizada nos clones dos Ensaios Preliminar I, II, III, IV e V na fase T2 e T3, é mostrado nas Tabelas 11 a 15.

Fazendo-se uma análise geral de todos os clones avaliados, em relação a ferrugem marrom os clones RS/PR126004, RS/PR126006, RS/PR126007, RS/PR126008, RS/PR126009, RS/PR126010, RS/PR126011, RS/PR126012, RS/PR126013, RS/PR126014, RS/PR126015, RS/PR126017, RS/PR126021, RS/PR126022, RS/PR126023, RS/PR126025, RS/PR126026, RS/PR126027, RS/PR126028, RS/PR126032, RS/PR126033, RS/PR126034, RS/PR126035, RS/PR126037, RS/PR126042, RS/PR126043, RS/PR126044, RS/PR126045, RS/PR126046, RS/PR126047, RS/PR126048, RS/PR126049, RS/PR126052, RS/PR126054, RS/PR126056, RS/PR126057, RS/PR126061, RS/PR126062, RS/PR126063, RS/PR126065, RS/PR126070, RS/PR126072, RS/PR126074, RS/PR126075, RS/PR126076, RS/PR126077 e RS/PR126078 não apresentaram reação em Pelotas e Paranaíba.

Em Pelotas são encontradas as menores notas para esta doença, sendo estas variando de 1 a 7, porém com ocorrência em maior número de clones.

De modo contrário, em Paranaíba foram encontradas as maiores notas entre os 88 clones avaliados, variando de 3 a 7 em uma escala que vai até 9, porém apresentando o menor número de clones com reação a ferrugem marrom, com apenas quatro clones infectados.

Trabalhos anteriores com genótipos crioulos, em Pelotas, na Safra 2012/13, mostraram que as doenças com maior incidência foram ferrugem marrom (51,7%) e mancha foliar em 50% dos clones avaliados (SIMON, 2014).

O mesmo autor observou que mancha parda foi encontrada em apenas 8,3% dos clones avaliados e um clone apresentou sintomas de mancha da bainha, não havendo a presença de outras doenças durante o período de avaliação.

Sordi et al. (1988) sugeriram que a resistência à ferrugem marrom é um caráter de alta herdabilidade e para obtenção de indivíduos resistentes deve-se cruzar genitores resistentes.

Veríssimo et al. (2010) avaliando a severidade de doenças em clones de cana-de-açúcar, em 18 ambientes, observou que a reação para a ferrugem marrom foi maior na Safra 2009/10 que na Safra 2010/11.

Quanto a ferrugem alaranjada, em uma escala que varia de 1 a 9, em Pelotas o clone RS/PR126030, apresentou reação a esta doença, com nota 3. Já em Paranaíba, os clones RS/PR126012, RS/PR126037, RS/PR126039, RS/PR126059, RS/PR126079 e RS/PR126080 apresentaram reação, com notas 3, 7, 6, 3, 6 e 7 respectivamente. Os demais clones não apresentaram reação a esta doença o que indica seleção eficiente quanto a ferrugem marrom para estes ambientes, sendo importante ressaltar que até então não havia sido identificada ferrugem alaranjada (*P. kuehni*) nos ensaios do Rio Grande do Sul.

Klosowski et al. (2012) estudando a reação a ferrugem alaranjada em oito famílias de cana-de-açúcar (RB936001 x RB867515, RB946022 x RB92579, RB72454 x RB957610, RB867515 x RB945961, RB72454 x SP83-2847, SP83-2847 x RB72454, RB92606 x RB966229 e RB915141 x RB945961) encontrou diferentes valores de grau de segregação quanto a herança da resistência a esta doença, de acordo com os cruzamentos das famílias.

Gonzalez et al. (1987) afirmaram que a herança a esta doença é complexa e a herdabilidade é intermediária e Hogarth et al. (1993) afirmaram ser este um fator de alta herdabilidade,

Daugrois et al. (1996) sugeriram a presença de um gene maior de efeito dominante, assim como Ramdoyal et al. (2000), afirmaram que a resistência é controlada por um forte componente genético de caráter dominante.

Quanto ao carvão, em Pelotas nenhum dos 105 clones avaliados apresentaram reação a esta doença e em Paranaíba dos 88 clones avaliados, apenas os clones RS/PR126022, RS/PR126053, RS/PR126066 e RS/PR126078 apresentaram incidência, sendo esta em baixos níveis, variando de um a cinco chicotes em uma ou duas touceiras.

O mosaico foi a única doença que não apresentou incidência nos dois ambientes de avaliação, tanto na fase T2, quanto na fase T3.

A escaldadura foi encontrada nos clones RS/PR126037, RS/PR126038, RS/PR126041, RS/PR126048, RS/PR126055, RS/PR126067 e RS/PR126069, RS/PR126073, RS/PR126076, RS/PR126077, RS/PR126084, RS/PR126096 e

RS/PR126103 em Pelotas, com notas variando de 1 a 3 colmos por touceiras, indicando baixa incidência. Em Paranavaí esta doença foi observada nos clones RS/PR126022, RS/PR126034, RS/PR126064, RS/PR126066, RS/PR126071, RS/PR126078 e RS/PR126079, com notas variando de três a oito colmos em uma a quatro touceiras, o que indica uma alta incidência para esta doença.

Para estria verdadeira em Pelotas esta foi observada nos clones RS/PR126031, RS/PR126033, RS/PR126078 e RS/PR126082. Estes apresentaram notas 3, em uma escala que vai de 3 a 8, indicando assim baixa incidência para esta doença. No ambiente Paranavaí, os clones RS/PR126002 e RS/PR126005, foram os únicos que apresentaram incidência com nota 1, sendo este o ambiente que apresentou menor nota e incidência para esta doença.

Quanto a manchas foliares no ambiente Pelotas os clones RS/PR126010, RS/PR126021, RS/PR126023, RS/PR126026, RS/PR126033, RS/PR126035 e RS/PR126049, RS/PR126054, RS/PR126061, RS/PR126065, RS/PR126070 e RS/PR126071 obtiveram nota 2 de reação a esta doença em uma escala de 1 a 4. Em Paranavaí, os clones RS/PR126003, RS/PR126006, RS/PR126007, RS/PR126013, RS/PR126016, RS/PR126019 e RS/PR126020, RS/PR126029, RS/PR126034, RS/PR126037, RS/PR126046, RS/PR126048, RS/PR126049, RS/PR126057, RS/PR126059, RS/PR126063, RS/PR126066, RS/PR126068, RS/PR126069, RS/PR126071, RS/PR126072, RS/PR126075 e RS/PR126078 não apresentaram reação a esta doença, resultado este superior ao apresentado pelas testemunhas precoce e médio-tardia, o que mostra eficiência para seleção de clones tolerantes a esta doença.

Avaliando clones e variedades “RBs” na safra 2009/10, Veríssimo, et al. (2010) encontraram alta incidência de mancha parda, com 80% dos clones apresentando sintomas e 30% enquadrados como suscetíveis (severidade média superior a 4,0) e menor incidência de ferrugem marrom e mancha foliar, no ambiente Pelotas.

Em trabalho semelhante, Veríssimo *et al.* (2010) verificaram que as manchas foliares, em Salto do Jacuí, RS estiveram presentes em 28% dos clones avaliados, apresentando maior incidência e severidade em Pelotas (80% dos clones), onde também foi verificada ferrugem e escaldadura.

Ainda este autor concluiu que em relação à mancha parda, levando-se em consideração os locais em que foram feitos os trabalhos de seleção das variedades “RBs”, a intensidade de ocorrência dessa doença deve ter sido muito baixa razão pela qual não houve pressão de seleção específica para esse fator.

Porto Xavier, RS foi o único local onde houve incidência de carvão, exceto para RB966928 e RB867515 (VERISSIMO, 2012a). Quanto a estrias vermelhas a variedade RB966928 foi a única que não apresentou sintomas em todos os ambientes e safras. Em Pelotas, RS na safra 2010/11, foi verificada alta severidade de estrias vermelhas nos clones RB975944, RB965911, RB986419, RB946903, RB72454, RB867515 (VERISSIMO, 2012b).

Tabela 11 – Comportamento de clones RS/PR de cana-de-açúcar quanto a incidência e reação a doenças, Safras 2013/14 e 2014/15 em dois ambientes, nas Fases T2 e T3 no Ensaio Experimental I

Clone	Família	Ferrugem Marrom (FER)			Ferrugem Alaranjada (FAL)			Carvão (CAR)			Mosaico (MOS)			Escaldadura (ESC)			Estrias Vermelhas (VEV)			Manchas Foliare (MCH)		
		T2	T3 RS	T3 PR	T2	T3 RS	T3 PR	T2	T3 RS	T3 PR	T2	T3 RS	T3 PR	T2	T3 RS	T3 PR	T2	T3 RS	T3 PR	T2	T3 RS	T3 PR
RB966928	Testemunha precoce	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	5	4	3
RB867515	Testemunha médio-tardia	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	4	3	2
RS/PR126001	01- RB966928 x CP72-2086	2	1	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	5	4	3
RS/PR126002	02- CP72-2086 x RB966928	3	2	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	1	5	4	3
RS/PR126003	02- CP72-2086 x RB966928	2	2	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	5	4	A
RS/PR126004	02- CP72-2086 x RB966928	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	4	3	3
RS/PR126005	02- CP72-2086 x RB966928	A	A	3	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	1	4	3	2
RS/PR126006	02- CP72-2086 x RB966928	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	4	3	A
RS/PR126007	03- RB966928 x RB975932	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	5	4	A
RS/PR126008	04- RB975932 x RB966928	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	4	3	3
RS/PR126009	05- RB966928 x TUC77-42	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	4	3	3
RS/PR126010	06- TUC77-42 x RB966928	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	3	2	4
RS/PR126011	06- TUC77-42 x RB966928	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	5	5	2
RS/PR126012	06- TUC77-42 x RB966928	A	A	A	A	A	3	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	5	4	2
RS/PR126013	06- TUC77-42 x RB966928	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	5	4	A
RS/PR126014	7- RB966928 x RB965518	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	5	4	3
RS/PR126015	7- RB966928 x RB965518	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	4	3	2
RS/PR126016	11- RB966928 x RB996961	3	2	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	4	3	A
RS/PR126017	20- RB867515 x RB946903	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	5	4	4
RS/PR126018	31- NA56-79 x RB72454	4	2	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	4	3	2
RS/PR126019	44- RB966229 x RB996961	1	2	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	5	5	A
RS/PR126020	51- RB946903 x NA56-79	3	2	7	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	5	4	A

A/AR: Ausente ou Altamente Resistente; T2: Fase T2 ciclo cana planta e cana soca, Pelotas, RS; T3 (RS) - Fase T3 cana planta, Pelotas; T3 (PR) - Fase T3 cana planta, Paranaíba, PR. As notas se referem a escala de Amorin *et al.* (1987), Klosowski *et al.* (2012) e Zambom & Daros (2009), descritas na Tabela 10.

Tabela 12 - Comportamento de clones RS/PR de cana-de-açúcar quanto a reação a doenças, Safras 2013/14 e 2014/15 em dois ambientes, nas Fases T2 e T3 no Ensaio Experimental II.

Clone	Família	Ferrugem Marrom (FER)			Ferrugem Alaranjada (FAL)			Carvão (CAR)			Mosaico (MOS)			Escaldadura (ESC)			Estrias Vermelhas (VEV)			Manchas Foliares (MCH)		
		T2	T3 (RS)	T3 (PR)	T2	T3 (RS)	T3 (PR)	T2	T3 (RS)	T3 (PR)	T2	T3 (RS)	T3 (PR)	T2	T3 (RS)	T3 (PR)	T2	T3 (RS)	T3 (PR)	T2	T3 (RS)	T3 (PR)
RB966928	Testemunha precoce	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	5	4	3
RB867515	Testemunha médio-tardia	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	4	3	2
RS/PR126021	12- RB966928 x RB855589	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	3	2	4
RS/PR126022	12- RB966928 x RB855589	A	A	A	A	A	A	A	A	2/4	A	A	A	A	A	2/4	A	A	A	4	3	3
RS/PR126023	13- RB855589 x RB966928	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	3	2	3
RS/PR126024	13- RB855589 x RB966928	2	3	4	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	5	5	3
RS/PR126025	14- RB966928 x RB987935	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	4	3	2
RS/PR126026	14- RB966928 x RB987935	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	3	2	3
RS/PR126027	14- RB966928 x RB987935	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	4	3	3
RS/PR126028	15- RB987935 x RB966928	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	4	3	2
RS/PR126029	15- RB987935 x RB966928	2	2	4	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	5	4	A
RS/PR126030	18- RB867515 x CP70-321	1	4	A	A	4	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	5	4	3
RS/PR126031	18- RB867515 x CP70-321	1	1	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	3	A	5	5	4
RS/PR126032	18- RB867515 x CP70-321	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	5	4	3
RS/PR126033	23- RB987935 x RB867515	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	3	A	3	2	2
RS/PR126034	23- RB987935 x RB867515	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	8/1	A	A	A	4	3	A
RS/PR126035	25- RB867515 x RB965518	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	3	2	2
RS/PR126036	25- RB867515 x RB965518	3	2	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	5	4	3
RS/PR126037	29- RB011681 x RB72454	A	A	A	A	A	7	A	A	A	A	A	A	A	1/3	A	A	A	A	5	4	A
RS/PR126038	29- RB011681 x RB72454	A	A	3	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	1/2	A	A	A	A	4	3	3
RS/PR126039	41- RB996963 x RB996961	3	1	3	A	A	6	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	5	4	3
RS/PR126040	45- RB966229 x RB975932	2	1	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	4	3	3

A/AR: Ausente ou Altamente Resistente; T2: Fase T2 ciclo cana planta e cana soca, Pelotas, RS; T3 (RS) - Fase T3 cana planta, Pelotas; T3 (PR) - Fase T3 cana planta, Paranaíba, PR. As notas se referem a escala de Amorin *et al.* (1987), Klosowski *et al.* (2012) e Zambom & Daros (2009), descritas na Tabela 10.

Tabela 13 - Comportamento de clones RS/PR de cana-de-açúcar quanto a reação a doenças, Safras 2013/14 e 2014/15 em dois ambientes, nas Fases T2 e T3 no Ensaio Experimental III.

Clone	Família	Ferrugem Marrom (FER)			Ferrugem Alaranjada (FAL)			Carvão (CAR)			Mosaico (MOS)			Escaldadura (ESC)			Estrias Vermelhas (VEV)			Manchas Foliares (MCH)		
		T2	T3 (RS)	T3 (PR)	T2	T3 (RS)	T3 (PR)	T2	T3 (RS)	T3 (PR)	T2	T3 (RS)	T3 (PR)	T2	T3 (RS)	T3 (PR)	T2	T3 (RS)	T3 (PR)	T2	T3 (RS)	T3 (PR)
RB966928	Testemunha precoce	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	5	4	3
RB867515	Testemunha médio-tardia	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	4	3	2
RS/PR126041	20- RB867515 x RB946903	3	A	4	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	1/3	A	A	A	A	4	3	3
RS/PR126042	20- RB867515 x RB946903	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	4	3	4
RS/PR126043	20- RB867515 x RB946903	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	5	4	3
RS/PR126044	20- RB867515 x RB946903	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	5	4	3
RS/PR126045	20- RB867515 x RB946903	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	5	4	3
RS/PR126046	20- RB867515 x RB946903	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	4	3	A
RS/PR126047	20- RB867515 x RB946903	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	5	5	3
RS/PR126048	20- RB867515 x RB946903	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	1/1	A	A	A	A	5	4	A
RS/PR126049	21- RB946903 x RB867515	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	3	2	A
RS/PR126050	21- RB946903 x RB867515	3	5	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	5	4	3
RS/PR126051	21- RB946903 x RB867515	3	3	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	4	3	3
RS/PR126052	21- RB946903 x RB867515	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	5	4	2
RS/PR126053	21- RB946903 x RB867515	2	3	2	A	A	A	A	A	2/5	A	A	A	A	A	A	A	A	A	5	4	4
RS/PR126054	24- RB867515 x RB996961	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	3	2	2
RS/PR126055	24- RB867515 x RB996961	3	2	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	1/2	A	A	A	A	4	3	2
RS/PR126056	24- RB867515 x RB996961	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	5	4	3
RS/PR126057	24- RB867515 x RB996961	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	4	3	A
RS/PR126058	24- RB867515 x RB996961	A	A	3	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	4	3	3
RS/PR126059	51- RB946903 x NA56-79	1	3	6	A	A	3	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	5	4	A
RS/PR126060	51- RB946903 x NA56-79	2	1	5	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	4	3	2

A/AR: Ausente ou Altamente Resistente; T2: Fase T2 ciclo cana planta e cana soca, Pelotas, RS; T3 (RS) - Fase T3 cana planta, Pelotas; T3 (PR) - Fase T3 cana planta, Paranavai, PR. As notas se referem a escala de Amorin *et al.* (1987), Klosowski *et al.* (2012) e Zambom & Daros (2009), descritas na Tabela 10.

Tabela 14 - Comportamento de clones RS/PR de cana-de-açúcar quanto a reação a doenças, Safras 2013/14 e 2014/15 em dois ambientes, nas Fases T2 e T3 no Ensaio Experimental IV.

Clone	Família	Ferrugem Marrom (FER)			Ferrugem Alaranjada (FAL)			Carvão (CAR)			Mosaico (MOS)			Escaldadura (ESC)			Estrias Vermelhas (VEV)			Manchas Foliares (MCH)		
		T2	T3 (RS)	T3 (PR)	T2	T3 (RS)	T3 (PR)	T2	T3 (RS)	T3 (PR)	T2	T3 (RS)	T3 (PR)	T2	T3 (RS)	T3 (PR)	T2	T3 (RS)	T3 (PR)	T2	T3 (RS)	T3 (PR)
RB966928	Testemunha precoce	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	5	4	3
RB867515	Testemunha médio-tardia	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	4	3	2
RS/PR126061	26- RB867515 x RB966928	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	3	2	2
RS/PR126062	26- RB867515 x RB966928	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	4	3	3
RS/PR126063	26- RB867515 x RB966928	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	5	4	A
RS/PR126064	27- RB966928 x RB867515	3	4	4	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	4/1	A	A	A	4	3	2
RS/PR126065	27- RB966928 x RB867515	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	3	2	2
RS/PR126066	32- RB855156 x RB987935	4	4	5	A	A	A	A	A	1/1	A	A	A	A	A	4/1	A	A	A	4	3	A
RS/PR126067	32- RB855156 x RB987935	2	1	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	1/1	A	A	A	A	4	3	2
RS/PR126068	37- RB987935 x RB946903	1	2	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	5	4	A
RS/PR126069	37- RB987935 x RB946903	1	1	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	1/2	A	A	A	A	4	3	A
RS/PR126070	37- RB987935 x RB946903	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	3	2	3
RS/PR126071	38- RB946903 x RB987935	5	7	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	4/1	A	A	A	3	2	A
RS/PR126072	42- RB987935 x RB975932	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	4	3	A
RS/PR126073	42- RB987935 x RB975932	2	2	3	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	1/2	A	A	A	A	5	4	1
RS/PR126074	42- RB987935 x RB975932	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	5	4	2
RS/PR126075	48- CP72-2086 x RB965902	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	5	4	A
RS/PR126076	48- CP72-2086 x RB965902	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	1/1	A	A	A	A	5	4	2
RS/PR126077	48- CP72-2086 x RB965902	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	1/1	A	A	A	A	4	3	4
RS/PR126078	49- RB965902 x CP72-2086	A	A	A	A	A	A	A	A	1/1	A	A	A	A	A	4/1	A	3	A	4	3	A
RS/PR126079	50- RB965518 x RB011681	3	1	A	A	A	6	A	A	A	A	A	A	A	A	3/3	A	A	A	5	4	3
RS/PR126080	50- RB965518 x RB011681	6	3	3	A	A	7	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	4	3	2

A/AR: Ausente ou Altamente Resistente; T2: Fase T2 ciclo cana planta e cana soca, Pelotas, RS; T3 (RS) - Fase T3 cana planta, Pelotas; T3 (PR) - Fase T3 cana planta, Paranavai, PR. As notas se referem a escala de Amorin *et al.* (1987), Klosowski *et al.* (2012) e Zambom & Daros (2009), descritas na Tabela 10.

Tabela 15 – Comportamento de clones RS/PR de cana-de-açúcar quanto a reação a doenças, Safras 2013/14 e 2014/15 em um ambiente, nas Fases T2 e T3 no Ensaio Experimental V.

Clone	Família	Ferrugem Marrom (FER)		Ferrugem Alaranjada (FAL)		Carvão (CAR)		Mosaico (MOS)		Escaldadura (ESC)		Estrias Vermelhas (VEV)		Manchas Foliaves (MCH)	
		T2	T3 RS	T2	T3 RS	T2	T3 RS	T2	T3 RS	T2	T3 RS	T2	T3 RS	T2	T3 RS
RB966928	Testemunha precoce	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	5	4
RB867515	Testemunha médio-tardia	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	4	3
RS/PR126081	1- RB966928 x CP72-2086	2	3	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	3	2
RS/PR126082	1- RB966928 x CP72-2086	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	3	3	2
RS/PR126083	2- CP72-2086 x RB966928	1	2	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	3	2
RS/PR126084	2- CP72-2086 x RB966928	3	1	A	A	A	A	A	A	A	1/2	A	A	3	2
RS/PR126085	3- RB966928 x RB975932	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	3	2
RS/PR126086	3- RB966928 x RB975932	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	4	3
RS/PR126087	8- RB965518 x RB966928	3	1	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	3	2
RS/PR126088	8- RB965518 x RB966928	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	3	3
RS/PR126089	12- RB966928 x RB855589	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	4	3
RS/PR126090	13- RB855589 x RB966928	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	3	2
RS/PR126091	13- RB855589 x RB966928	3	2	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	4	3
RS/PR126092	15- RB987935 x RB966928	3	2	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	3	2
RS/PR126093	18- RB867515 x CP70-321	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	3	2
RS/PR126094	18- RB867515 x CP70-321	4	2	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	4	3
RS/PR126095	19- CP70-321 x RB867515	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	4	3
RS/PR126096	20- RB867515 x RB946903	2	1	A	A	A	A	A	A	A	1/2	A	A	3	2
RS/PR126097	23- RB987935 x RB867515	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	4	3
RS/PR126098	23- RB987935 x RB867515	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	3	2
RS/PR126099	25- RB867515 x RB965518	3	2	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	3	2
RS/PR126100	44- RB966229 x RB996961	4	5	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	4	3
RS/PR126101	49- RB965902 x CP72-2086	2	1	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	3	2
RS/PR126102	49- RB965902 x CP72-2086	4	5	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	3	2
RS/PR126103	50- RB965518 x RB011681	1	2	A	A	A	A	A	A	A	1/1	A	A	4	3
RS/PR126104	52- RB72454 x RB965902	3	1	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	5	4
RS/PR126105	52- RB72454 x RB965902	2	1	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	4	3

A/AR: Ausente ou Altamente Resistente; T2: Fase T2 ciclo cana planta e cana soca, Pelotas, RS; T3 (RS) - Fase T3 cana planta, Pelotas. As notas se referem a escala de Amorin *et al.* (1987), Klosowski *et al.* (2012) e Zambom & Daros (2009), descritas na Tabela 10.

Nota-se que houve diferença de reações para as doenças avaliadas, entre clones e ambientes de avaliação e isto pode ser explicado através da análise complementar das variáveis meteorológicas, Figura 5.

Através destas podemos observar que principalmente a diferença de precipitação pluviométricas entre os ambientes, ocorrida no período maio-abril, onde é a época de início da infecção das doenças avaliadas neste trabalho.

A Figura 5 mostra as variáveis meteorológicas obtidas na Safra 2014/15 para o ambiente Paranavaí. Nela podemos observar que as temperaturas médias do ar estiveram dentro da faixa considerada ótima para o crescimento vegetativo da cultura que varia de 20,0 a 30,0 °C, principalmente entre os meses de novembro a março, na safra 2014/15, no Ambiente Paranavaí, PR.

A partir do mês de maio teve início o declínio da temperatura, acompanhado de declínio da precipitação, sendo estes dois fatores responsáveis pela maturação da cana-de-açúcar.

No mês de julho, ao final do ciclo, houve período de elevadas precipitação pluvial, porém com baixas temperaturas, o que não prejudicou o desenvolvimento da cultura. Além do mais a alta precipitação corrobora para a aumento da umidade relativa que no período citado ficou na média de 80%, aumentando o período de molhamento foliar, causando maior nível de infecção, principalmente de incidência de ferrugem (marrom e alaranjada) e manchas foliares.

Outro fator que explica basicamente a diferença de ocorrência destas doenças entre os dois ambientes avaliados, pode ser o declínio da temperatura média a partir do mês de março, onde os valores mais baixos foram 11,24 e 11,29 °C na metade dos meses de maio e junho respectivamente.

Além disso, o mês de abril-maio apresentou maior precipitação, o que propicia um menor surgimento de doenças como manchas foliares, ferrugem marrom e alaranjada, devido que essas apresentam maior incidência assim que a temperatura torna-se mais amena, acompanhada de umidade relativa do ar elevada.

Martins (2010) estudando o efeito de seis temperaturas e seis períodos de molhamentos foliares no desenvolvimento da ferrugem alaranjada da cana-de-açúcar, verificou que a doença desenvolveu-se apenas nas temperaturas de

20 e 25°C e que o período de molhamento mínimo para ocorrer à infecção foi de 8 horas.

Por outro lado Lima (2012) determinou o período de molhamento mínimo de infecção como sendo de 12 horas. Em estudo realizado por Minchio et al. (2011) a temperatura ótima de germinação dos esporos para *P. kuehnii* foi de 21°C com incubação de 14h, sendo que em temperaturas em torno de 25 a 30°C ocorreu germinação dos uredósporos, porém em porcentagem inferior à temperatura ideal.

De acordo com Infante et al. (2009) a melhor temperatura de germinação dos esporos ocorre dentro de um amplo intervalo de temperatura entre 17-34°C, com ótima de 18°C e 97% de umidade relativa.

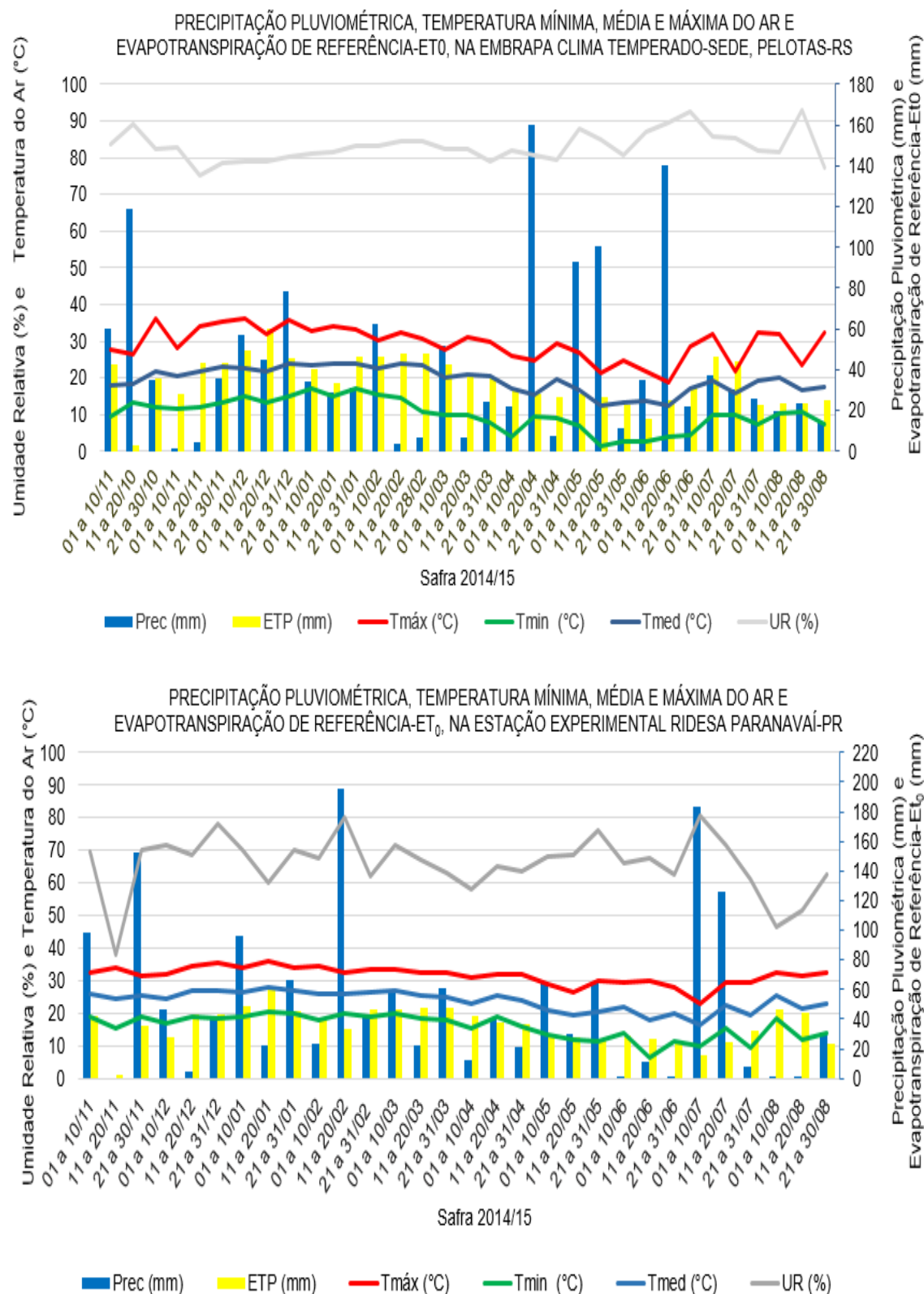


Figura 5- Precipitação pluviométrica (mm), evapotranspiração (mm), temperatura mínima, média e máxima do ar (°C) e umidade relativa do ar (%) observados na Estação Experimental da RIDESA-PMGCA/UFPR, Paranaíba, PR e nos Campos Experimentais da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS.

5.4. Conclusões

- i. O ambiente Pelotas apresentou-se como mais favorável quanto à tolerância e incidência as doenças avaliadas.
- ii. Os clones apresentam reação variável para as doenças de acordo com o ambiente avaliado.
- iii. Os clones avaliados não apresentam limitações quanto à suscetibilidade a doenças para cultivo na região Sul do Brasil.

6. CAPÍTULO 3. Determinação do ciclo de maturação de clones de cana-de-açúcar da série RB12

6.1. Introdução

Aliados as características genéticas de cada indivíduo às diferentes nas condições ambientais e de manejo durante o desenvolvimento da cana-de-açúcar afetam a maturação fazendo com que este processo se torne complexo. Conforme a literatura, os principais fatores que atuam no processo de maturação da cana-de-açúcar são temperatura, precipitação pluvial, fotoperíodo, florescimento, nutrientes, reguladores vegetais (maturadores) e a variabilidade genética (LEGENDRE, 1975; LEITE et al., 2009).

O conhecimento adequado dos potenciais de industrialização de cada clone é fator de grande importância para se determinar as quantidades a serem plantadas de cada variedade a fim de obter o maior período de colheita com o canavial. Cada clone possui sua curva de maturação característica, a qual pode variar de acordo com as condições agroclimáticas a que estão submetidos (ZAMBOM & DAROS, 2009).

Segundo Horii (2004), devido aos diferentes comportamentos de maturação, as cultivares de cana-de-açúcar são agrupadas em precoces (teor de Pol acima de 13%, ou °Brix > 18°, no início de maio), médias (maturação em julho) e tardias (maturação em agosto/setembro).

Na fase de maturação, a cana-de-açúcar é exigente em temperaturas baixas (abaixo de 20° C) e/ou déficit hídrico para que haja repouso fisiológico e acúmulo de sacarose nos colmos (ANDRADE, 2006) e na região Sudeste do Brasil o processo de maturação da cana-de-açúcar ocorre naturalmente no início do mês de maio, atingindo seu clímax no mês de outubro.

As condições climáticas aí existentes, com gradativa queda da temperatura e diminuição das precipitações, até seca total no meio do ano, são determinantes neste processo Carlin (2005), o qual se inicia naturalmente a partir do mês de abril, indo até junho (cultivares precoces) e agosto (cultivares médio-tardias) e diferencia-se das demais regiões, pois este processo é induzido especialmente pelo frio, enquanto que nas demais regiões a

maturação é induzida principalmente pelo déficit hídrico, conforme SILVA et al. (2012).

Durante a maturação, a cana-de-açúcar armazena a sacarose a partir da base para o ápice da planta e no início, o terço basal do colmo mostra teor mais elevado de açúcar do que o terço médio, e este maior do que o terço apical e à medida que a maturação progride, o teor de sacarose tende a se igualar nas diversas partes dos colmos, quando o ápice apresenta composição similar ao da base (FERNANDES, 1985).

Para Castro (1999), a maturação é um dos aspectos mais importantes na produção da cana-de-açúcar, e que as características varietais são de importância no processo de acúmulo de sacarose que é executado às custas de energia.

Ainda segundo Deuber (1988) a maturação da cana-de-açúcar pode ser considerada sob três diferentes pontos de vista: botânico (após a emissão de flores e formação de sementes), fisiológico (alcançada quando os colmos atingem o seu potencial de armazenamento de sacarose) e econômico (teor de sacarose acima de um valor mínimo do peso do colmo).

Segundo Almeida (1943), a variedade desempenha papel importante no processo de maturação, pois as diversas variedades apresentam pontos de maturação diferentes, mesmo quando submetidas aos mesmos fatores edafoclimáticos e a partir do momento em que há limitação dos fatores de crescimento, a planta modifica seu metabolismo básico, canalizando os fotossintatos produzidos para os tecidos de armazenamento, caracterizando dessa forma o estágio conhecido como maturação.

Além dos fatores já citados, Miocque (1992) relatou que, interferindo na maturação da cana-de-açúcar e acúmulo de sacarose, vários outros fatores influem direta ou indiretamente, ou ainda, por efeito acumulativo, como incidência seletiva da radiação solar e a maior amplitude térmica, por exemplo, têm uma repercussão direta sobre a fisiologia das plantas em estado de desenvolvimento, e as variedades precoces seriam processadas no início da safra, as médias no meio e as tardias no final (NOVAES e STUPIELLO, 1974), a exemplo da Figura 6.

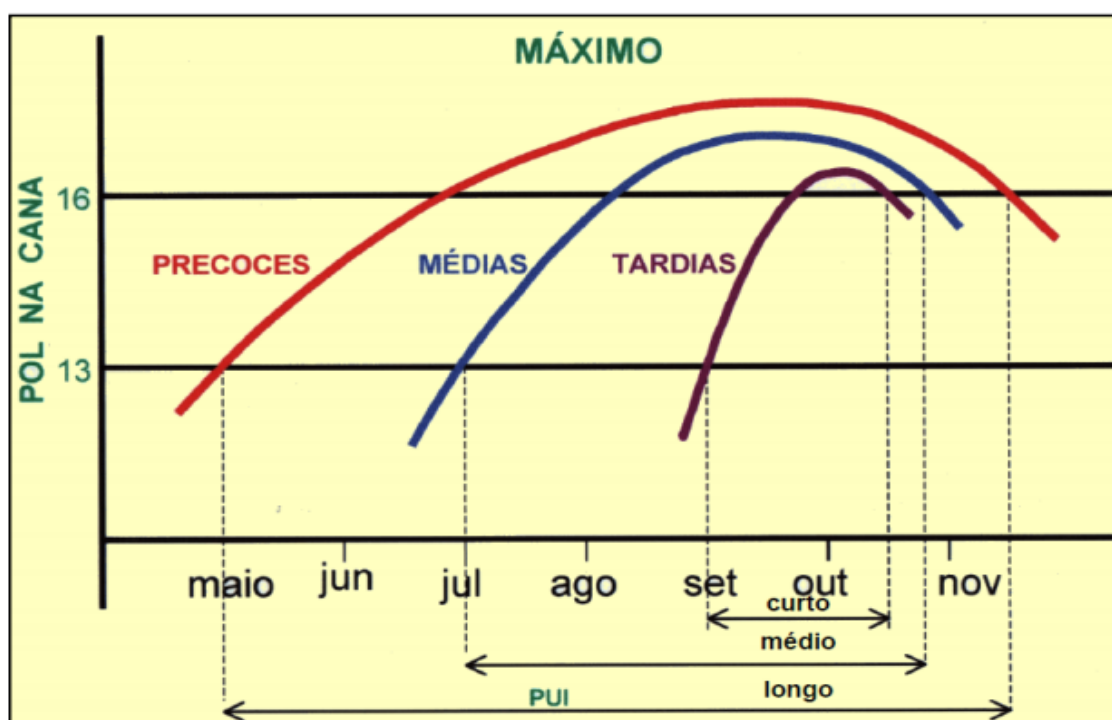


Figura 6 - Comportamento do teor de sacarose (POL) durante os meses de colheita da cana-de-açúcar, conforme grupo de maturação e o período útil de industrialização (PUI) das variedades. (Adaptado SILVA *et al.*, 2012).

Nesta pode-se verificar o comportamento hipotético da curva de maturação das variedades de ciclo precoce (colhe-se de maio a junho), médio (julho a agosto) e tardio (setembro a novembro), para as condições do Centro-Sul do Brasil, dividindo-se segundo o período útil de industrialização (PUI), o qual pode ser curto (70 a 110 dias) médio (110 a 150 dias) e longo (>150 dias).

Outra classificação (Câmara, 1993), é quanto ao teor de sacarose sendo ricas médias e pobres no acúmulo de sacarose.

O processo de maturação de grande importância, pois o comportamento de seus atributos no caldo durante o desenvolvimento da planta, dada sua relação com a experimentação agrônômica, avaliação rotineira do estágio de maturação ou pagamento da cana pelo teor de sacarose (CAPUTO, 2003).

Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi determinar o ciclo de maturação (precoce, médio e tardio) de clones de cana-de-açúcar avaliados em Pelotas, RS e Paranaíba, PR.

6.2. Material e métodos

A determinação do ciclo de maturação foi realizada tomando como base a fase T3 em ciclo de cana planta, sendo avaliados 105 clones RS/PR da Série RB 12, em ensaios conduzidos em Pelotas, RS e Paranavaí, PR.

Os clones avaliados foram produzidos em Sistema de Muda Pré-Brotadas (MPB), em tubetes de 5 cm de diâmetro e 20 cm de altura organizados em bandejas plásticas com capacidade para 54 tubetes. O desenvolvimento das mudas foi em casa de vegetação, com plantio entre 12 e 20 de setembro de 2014, sendo o transplante realizado aos 55 dias de idade, entre os dias 26 e 30 de novembro de 2014.

O parâmetro utilizado na avaliação de qualidade (maturação) dos clones foi o teor de °Brix, com avaliações realizadas em quatro épocas, na primeira semana dos meses de maio, junho, julho e agosto (colheita), para acompanhamento da curva de maturação, avaliadas em dois pontos de três diferentes colmos das parcelas, sendo um ponto no terceiro entrenó abaixo do ponto de quebra do palmito e outro ponto no terceiro entrenó acima do solo, com auxílio de um calador e leitura em refratômetro digital portátil marca Atago® modelo Pal-1.

De posse dos dados de °Brix de cada clone em cada época foi calculado o °Brix Médio para cada época de avaliação e realizada a Análise de Agrupamento através das medidas de dissimilaridade da Distância Euclidiana Média, com o auxílio do SAS 9.2 e complementada com as médias das variedades testemunhas visando uma maior precisão nos resultados (SAS INSTITUTE, 2009).

Após a análise de agrupamento formaram-se 4 grupos e as médias destes grupos foram recalculadas e submetidas a Análise de Variância (ANOVA), através da aplicação do teste F ao nível de 5% de probabilidade e realizado o teste de Duncan, utilizando o programa estatístico Assistat® (SILVA, 2009).

6.3. Resultados e discussão

Através da análise a agrupamento foi obtido o dendrograma da Figura 7, onde pode-se observar a formação de quatro grupos.

Verifica-se que os genótipos agrupados no grupo III, no qual se encontra a testemunha precoce RB966928 e mais 16 clones que pode-se considerar de ciclo de maturação precoce, o que é muito importante para o início da colheita no sul do Brasil.

Os 81 clones agrupados no grupo IV, apresentaram comportamento intermediário entre as testemunhas, sendo então considerados de ciclo de maturação médio.

Com base no comportamento dos resultados obtidos pela testemunha RB867515, os clones do grupo I e II são considerados pela similaridade como de ciclo de maturação médio-tardio, totalizando então 8 clones.

Estes resultados indicam uma boa distribuição de clones entre os ciclos de maturação garantindo um período de colheita longo.

A Análise de Variância das médias dos agrupamentos mostrou interação clone e época de avaliação com diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade ($0.01 \leq p < 0.05$), Tabela 16.

Tabela 16- Resumo da análise de variância (ANOVA) conjunta para Brix em ciclo de cana planta, para clones de cana-de-açúcar RS/PR Série RB12, nos experimentos da fase T3 avaliados em dois ambientes e 4 épocas, na Safra 2014/15.

FV	GL	ANOVA		
		SQ	QM	F
Grupo	3	33,7005	11,2335	6,6526 **
Época	3	11,90456	3,96819	2,3500 ^{ns}
Grupo x Época	9	3,12223	0,35691	0,2114*
Tratamentos	15	48,81729	3,25449	1,9273 ^{ns}
Blocos	1	0,70502	0,70502	0,4175 ^{ns}
Resíduo	15	25,32889	1,68859	
Total	31	74,85121		

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($0.01 \leq p < 0.05$), ** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0.01$), ns não significativo ($p \geq 0.05$).

Figura 7 - Dendrograma resultante do agrupamento pela Distância Euclidiana Média, para os clones RS/PR Série RB12, fase T3 para a variável °Brix, avaliados em dois ambientes e quatro épocas, em ciclo de cana planta, Safra 2014/15.

Tabela 17 - Grupos de maturação de clones de cana-de-açúcar, de acordo com o teor de Sólidos Solúveis Totais (°Brix), da Série RB12 na fase T3, avaliados em ciclo de cana planta em dois ambientes e quatro épocas, na Safra 2014/15.

Grupo	Clones	Época			
		Maio	Junho	Julho	Agosto
I	7 + RB867515	16,1 bA	17,1 aA	18,1 aA	18,0 aA
II	1	16,5 bA	16,6 aA	17,4 aA	17,9 aA
III	16 + RB966928	19,1 aA	19,2 aA	19,7 aA	20,1 aA
IV	81	17,6 aA	18,9 aA	20,1 aA	19,0 aA
Média		17,3	17,9	18,8	18,8
C.V (%)		7,12			

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na linha e mesmas letras minúsculas na coluna não diferem pelo teste Duncan ($p < 0,05$).

Souza et al. (2011) avaliando dez famílias de cana-de-açúcar da Fase T2 da Série RB07 para seleção de clones precoces, observou a formação de três grupos distintos para Brix, com valores variando entre 20,27 e 19,38 °Brix, resultados estes que corroboram para este trabalho, indicando que estes conjuntos de clones tendem a ser mais precoce na maturação, visto que atingiram um percentual de sólidos solúveis desejável mais cedo quando comparadas a outras famílias.

HÄRTER et al., (2013b), avaliando pelo desempenho agrônômico dez famílias de um conjunto de 53 famílias da Fase T1, na Safra 2012/13 em Pelotas, obteve valores de °Brix entre 17,6 a 20,9% com média de 18,6%, resultados estes que corroboram com este trabalho.

Deste modo os clones podem ser agrupados de acordo com seu ciclo de maturação, conforme a Tabela 18.

Tabela 18- Ciclo de maturação dos clones RS/PR, de acordo com agrupamento realizado em relação as variedades testemunhas.

Ciclo de Maturação	Grupos	Clones
Precoce - CP	III	² RB966928 , RS/PR126001, RS/PR126004, RS/PR126006, RS/PR126007, RS/PR126013, RS/PR126019, RS/PR126022, RS/PR126023, RS/PR126025, RS/PR126027, RS/PR126030, RS/PR126081, RS/PR126082, RS/PR126083, RS/PR126089.
Médio - CM	IV	RS/PR126002, RS/PR126003, RS/PR126005, RS/PR126008, RS/PR126009, RS/PR126010, RS/PR126011, RS/PR126012, RS/PR126014, RS/PR126015, RS/PR126016, RS/PR126017, RS/PR126020, RS/PR126021, RS/PR126026, RS/PR126028, RS/PR126029, RS/PR126031, RS/PR126032, RS/PR126033, RS/PR126035, RS/PR126036, RS/PR126037, RS/PR126038, RS/PR126039, RS/PR126040, RS/PR126042, RS/PR126043, RS/PR126044, RS/PR126045, RS/PR126046, RS/PR126047, RS/PR126048, RS/PR126050, RS/PR126051, RS/PR126052, RS/PR126053, RS/PR126054, RS/PR126055, RS/PR126057, RS/PR126058, RS/PR126059, RS/PR126060, RS/PR126061, RS/PR126062, RS/PR126063, RS/PR126064, RS/PR126065, RS/PR126066, RS/PR126067, RS/PR126068, RS/PR126069, RS/PR126070, RS/PR126071, RS/PR126073, RS/PR126074, RS/PR126075, RS/PR126076, RS/PR126077, RS/PR126078, RS/PR126079, RS/PR126080, RS/PR126084, RS/PR126085, RS/PR126086, RS/PR126087, RS/PR126088, RS/PR126090, RS/PR126091, RS/PR126092, RS/PR126093, RS/PR126094, RS/PR126095, RS/PR126096, RS/PR126097, RS/PR126098, RS/PR126099, RS/PR126100, RS/PR126101, RS/PR126102, RS/PR126103, RS/PR126104, RS/PR126105.
Médio-Tardio - CMT	I, II	¹ RB867515 , RS/PR126018, RS/PR126024, RS/PR126034, RS/PR126041, RS/PR126049, RS/PR126056, RS/PR126072.

1- testemunha médio-tardia RB867515; 2- testemunha precoce RB966928.

Na Figura 8 podemos observar a curva de maturação para os grupos I, II, III e IV quando comparados as testemunhas precoce (RB966928) e médio-tardia (RB867515).

Na primeira época (maio) o Grupo III apresenta °Brix em torno de 19, valor este superior a testemunha precoce, que nesta época apresenta °Brix em torno de 17,5%. Nota-se ainda que na segunda época (junho) este mesmo grupo acompanha a curva de maturação da testemunha precoce, igualando-se a ela já nas próximas duas épocas (julho e agosto).

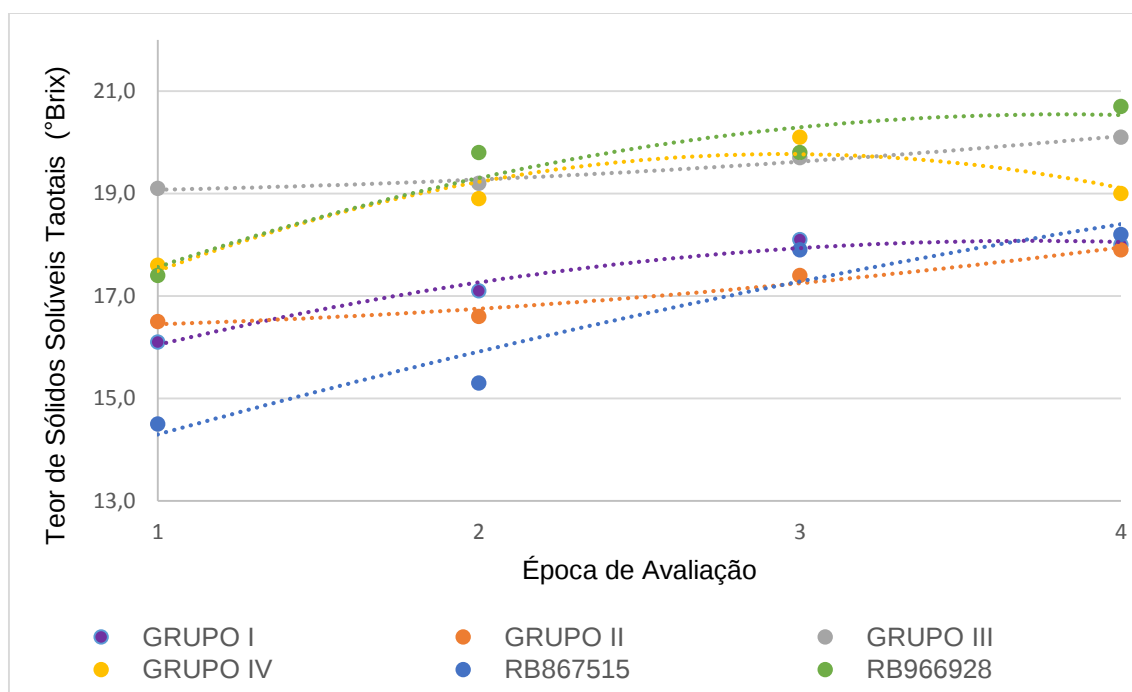


Figura 8 – Curva de maturação para os grupos dos clones RS/PR e testemunhas precoce e médio-tardia de cana-de-açúcar na fase T3, avaliados na Safra 2014/15 nos meses de maio (1), junho (2), julho (3) e agosto (4) em Paranavaí, PR e Pelotas, RS.

Já para os grupos I e II nota-se que estes apresentam na primeira época (maio), °Brix abaixo da testemunha médio-tardia, porém estes valores se igualam a testemunha RB867515 na última época (agosto), com 18 °Brix.

6.4. Conclusões

- i. Os clones avaliados apresentam maior conteúdo de açúcar em relação as testemunhas.
- ii. Os clones selecionados apresentam boa combinação de ciclos, permitindo boa utilização para a indústria.

7. DISCUSSÃO GERAL

Em relação ao desempenho agrônômico, na Fase T2 os clones apresentam excelentes valores para °Brix, NCM, TBH e TCH, visto que este experimento foi conduzido em ciclo de cana planta e cana soca, com plantio dentro da época recomendada.

Na Fase T3 os mesmos clones avaliados na Fase T2, verifica-se que em Paranaíba os clones apresentaram maiores médias para °Brix, NCM, TBH e TCH em relação a Pelotas, isto por que este último ambiente não está dentro do zoneamento edafoclimático para a cultura. Cabe ainda ressaltar que o plantio foi realizado entre novembro e dezembro, o que prejudicou o rendimento em comparação a Fase T2.

Se pensarmos em clones que apresentam bom rendimento para as características °Brix, NCM, TBH e TCH, ausência de doenças como ferrugem marrom e alaranjada, carvão, mosaico, escaldadura, estrias vermelha e mancha foliar e precocidade de ciclo, os clones selecionados nas Fases T2 e T3 possuem estas características.

Por exemplo os clones RS/PR126003, RS/PR126008 apresentam valores de Brix em torno de 18 e valores de TCH de 96 ton ha⁻¹, nota de ferrugem 2 e ausência das demais doenças e ciclo de maturação médio. Este pode ser então um primeiro conjunto de clones a ser selecionado e multiplicado nas fases posteriores de seleção.

Outro conjunto de clones que merece destaque para estas mesmas características são os clones RS/PR126031, RS/PR126036, RS/PR126054 e RS/PR126056 apresentam valores de Brix em torno de 18 e valores de TCH superior a 100 ton ha⁻¹, nota de ferrugem 3 e ausência das demais doenças e ciclo de maturação médio e médio-tardio.

Por fim um último grupo de clones destaques para estas características são os clones RS/PR126083 e RS/PR126085 apresentam valores de Brix em torno de 20 e valores de TBH em torno de 80 ton ha⁻¹, nota de ferrugem 2 e ausência das demais doenças e ciclo de maturação precoce e médio.

8. CONCLUSÃO GERAL

O desempenho agronômico dos clones promissores avaliados nas Fases T2 e T3, permitiu a seleção de materiais com alto teor e produtividade de açúcar e com excelente produtividade agrícola e sanidade vegetal.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, J. R. **Maturação da cana-de-açúcar**. Brasil Açucareiro, v. 21, p. 73-90, 1943.

ANDRADE, J. A. **Escorço histórico de antigas variedades de cana-de-açúcar**. Maceió. ASPLANA. 1985, 288p.

ANDRADE, L.A. de B. Cultura da cana-de-açúcar. In: CARDOSO, M. das G. (Ed.). **Produção de aguardente de cana-de-açúcar**. 2.ed. rev. e amp. Lavras: UFLA, 2006. Cap.1, p.25-67.

ANTUNES, William Rodrigues. Desempenho de clones de cana-de-açúcar em cinco locais do Rio Grande do Sul. 2015. 89 f. **Dissertação (Mestrado)**- Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS.

ARCENEUX, G. (1965) Cultivated sugarcane of the world and their botanical derivatives. **Proceedings of the International Society of Sugar Cane Technologists** 12, 844–855.

BARBASSO, D. et al. First report of *Puccinia kuehnii*, causal agent of orange rust of sugarcane, in Brazil. **Plant disease**, v.94, p.1170, 2010.

BARBOSA, M. H. P.; RESENDE, M. D. V.; PETERNELLI, L. A.; BRESSIANI, J. A.; SILVEIRA, L. C. I.; SILVA, F. L.; FIGUEIREDO, I. C. R. Use of Reml/Blup for the selection of sugarcane families specialized in biomass production. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**: Viçosa, v.4, p.218-226, 2004.

BARBOSA, M.P.H.; SILVEIRA, L.C.I. Metodologias de seleção, progressos e mudanças no programa de melhoramento genético da cana-de-açúcar da Universidade Federal de Viçosa. **STAB**, v.18, p.30-32, 2000.

BARNES, A. C. **The sugar cane**. 2. ed. New York, 1964. 335 p.

BASTOS, I.T.; BARBOSA, M.H.P.; CRUZ, C.D.; BURNQUIST, W.L.; BRESSIANI, J.A.; SILVA, F.L. Análise dialélica em clones de cana-de-açúcar. *Bragantia*, v. 62, n. 2, p. 199-206, 2003.

BERDING, N. and Roach, B.T. Germplasm collection, maintenance and use. In: Heinz, D. (ed.) ***Sugarcane Improvement through Breeding***. Elsevier, Amsterdam, pp. 143–210, 1987.

BERGAMIN FILHO, A. & AMORIM, L. Doenças de Plantas Tropicais: Epidemiologia e Controle Econômico. São Paulo. **Ceres**. 1996.

BRASIL. Secretaria de política agrícola. Departamento de gestão de risco rural. Coordenação-geral de zoneamento agropecuário. Portaria N° 332, de 1º de dezembro de 2009. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, v. 132, n°. 230, p. 4-5, 2 dez. 2009. Seção I, parte 1.

BRINHOLI, O. **Resistência ao frio de diferentes variedades de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*)**. 1972. 92f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agronomia Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1972.

CÂMARA, G.M.S. **Ecofisiologia da cana de açúcar: Produção de cana de açúcar**. Piracicaba: Esalq, 1993. 242 p.

CAPUTO, M.M. Efeito do tombamento nas características tecnológicas e biométricas de variedades de cana-de-açúcar. 2003. 63f. Monografia (Trabalho de graduação em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

CARLIN, S. D. – Impacto do tombamento na produtividade de diferentes cultivares de cana-de-açúcar. 2005. 72 f. **Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical)** – Instituto Agronômico de Campinas.

CASTRO, P.R.C. **Maturadores químicos em cana-de-açúcar**. In: SEMANA DA CANA-DE-AÇÚCAR EM PIRACICABA, Secapi, 4, 1999. Piracicaba. Anais... Piracicaba: Saccharum, 1999. p. 12-16.

CESNIK, R., BASSINELLO, A.I., OLIVEIRA, F.F.S. Frost resistance of sugarcane clones and varieties. A study of some progenies. **Proc. Int. Soc. Sugar Cane Technol.**, 16: 305–14, 1978.

CESNIK, R.; MIOCQUE, J. **Melhoramento da cana-de-açúcar**. Brasília: Embrapa, 2004. 307p.

COMSTOCK, J.C. & LENTINI, R.S. **Sugarcane smut disease**. 2002.

COPERSUCAR. Reunião técnica agronômica: **variedades de cana-de-açúcar e suas implicações na lavoura canavieira**. Piracicaba: Centro de Tecnologia COPERSUCAR, 1983. 63p.

CRUZ, C.D. et al. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, 2004. 480p.

DAUGROIS, J.H. et al. A putative major gene for rust resistance linked with a RFLP marker in sugarcane cultivar „R570”. **Theoretical and applied genetics**, v.92, p.1059-1064, 1996.

DEUBER, R. Maturação da cana-de-açúcar na região Sudeste do Brasil. In: SEMINÁRIO DE TECNOLOGIA AGRONÔMICA, 4, 1988, Piracicaba. Anais.... Piracicaba: Copersucar, 1988. p. 33-40.

EDME, S.J., GLAZ, B.S. An assessment of cold/freeze tolerance in sugarcane. **American Society of Sugar Cane Technologists**. Volume 29:86, 2009.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos** / Humberto Gonçalves dos Santos [et al.]. – 3 ed. rev. ampl. – Brasília, DF: Embrapa, 2013. 353 p.

ENDRES, L., SILVA, J. V., FERREIRA, V. M., BARBOSA, G. V. S. Photosynthesis and Water Relations in Brazilian Sugarcane. **The Open Agriculture Journal**, v.4, p.31-37, 2010.

FERNANDES, A. C.; BENDA, G. T. A. Distribution patterns of Brix and fibre in the primary stalk of sugar cane. **Sugar Cane**, v. 5, p. 8-13, 1985.

FERNANDES, A.C. **Cálculos na Agroindústria da cana-de-açúcar**. 2. ed. Piracicaba: STAB, 2003. 240 p.

FERNANDES, A.C.; MACHADO Jr. G.R.; SORDI, R.A.; RAIZER, A.J.; BENTO, M.I.C.; MENDONÇA, J.R. **Recomendações para cultivo da terceira geração de variedades SP**. V Seminário de tecnologia agronômica. Copersucar. 1991. p.35-60.

GAUCH, H.G.; ZOBEL, R.W. Optimal replication in selection experiments. **Crop Science**, v.36, p.838-843, 1996.

GLAZ, B.S., COMSTOCK, J.C., DAVIDSON, W.R., SOOD, S.G., EDME, S.J., DEL BLANCO, I.A., GLYNN, N.C., GILBERT, R.A., ZHAO, D. Evaluation of New Canal Point Clones: 2008-2009 Harvest Season. ARS-171, 2010. 36p.

GOMES, J.F.; KICHEL, A.N. **Avaliação de dez cultivares de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) na região do vale do Rio Pardo (RS)**. Pelotas: EMBRAPA-CPACT, 1996, 16p. (Boletim de Pesquisa, 1).

GONZALEZ, V. et al. Genetica de la reaccion de la caña de azucar (*Saccharum* spp.) a *Puccinia melanocephala*, causante de la roya. **Agronomia Tropical**, v.37, p.99-116, 1987.

HALE, A.L., VIATOR, R.P., TEW, T.L., VEREMIS, J.C., BURNER, D.M. Breeding sugarcane for temperate and cold environments. **International Society of Sugar Cane Technologists 10th Germplasm and Breeding/7th Molecular Biology Workshop**, May 15 - 20, 2011. Maceio, Brazil. 2011.

HANAUER, Joana Graciela. **Crescimento, desenvolvimento e produtividade de cana-de-açúcar em cultivo de cana-planta e cana soca de um ano em Santa Maria, RS. 2011**. Tese de Doutorado. Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria. 122 p.

HÄRTER, A. Desempenho de clones de cana-de-açúcar em ciclo de terceira soca. In: **CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA**, 23.; ENCONTRO DE PÓS-GRADUAÇÃO, 16., 2014, Pelotas. [Anais.]. Pelotas: UFPel, 2014.

HOGARTH, D.M. New varieties uplift sugar production. **Producers' Review** v.66, p.21-22, 1976.

HOGARTH, D.M. et al. Quantitative inheritance of rust resistance in sugarcane. **Field Crops Research**, v.34, p.187-193, 1993.

HORII, J. A qualidade da matéria-prima, na visão agrícola. *Visão Agrícola*, v.1, n.1, 2004, p.91-93.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Banco de dados. Disponível em: <http://seriesestatisticas.ibge.gov.br/>. Acesso em: 15 julho de 2015.

- INFANTE, D.; MARTINEZ, B.; GONZALEZ, E.; GONZALEZ, N. *Puccinia kuehnii* (Kruger) Butler y *Puccinia melanocephala* H. Sydow y P Sydow. en el cultivo de la caña de azúcar. **Revista Protección Vegetal**, la Habana, v.24, n.1, p.22-28, 2009.
- IRVINE, J. E. Saccharum species as horticultural classes. **Theoretical and Applied Genetics**, v. 98, n. 2, p. 186-194, 1999.
- JADOSKI, C.J.; TOPPA, B.E.V.; JULIANETTI, A.; HULSBOF, T.; ONO, E.O.; RODRIGUES, J.D. Physiology development in the vegetative stage of Sugarcane. **Pesquisa aplicada e agrotecnologia**, v. 3, n. 2, maio/ago. 2010.
- JAMES, G. L. **An Introduction to Sugarcane**. In: JAMES, G. L. (Ed.). Sugarcane. 2. ed. Victoria: Blackwell Science, 2004, p. 1-19.
- JUNQUEIRA, A.A.B.; DANTAS, B. **A cana-de-açúcar no Brasil**. In: Malavolta, E. et al. (eds). Cultura e adubação da cana-de-açúcar. São Paulo: Instituto Brasileiro de Potassa. 1964. p.27-60.
- KIMBENG, C. A.; COX, M. C. Early generation selection of sugarcane families and clones in Australia: a review. **Journal American Society of Sugarcane Technologists**. v.23, p.20-39, 2003.
- KLOSOWSKI, A. C.; RUARO, L.; BESPALHOK FILHO, J. C.; MAY-DE MIO, L. L. Proposta e validação de escala para a ferrugem alaranjada da cana-de-açúcar. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, v. 38, n. 2, p. 166-171, 2013.
- LEGENDRE, B.L. Ripening of sugarcane: effects of sunlight, temperature, and rainfall. **Crop Sci**, v.15, p.349-352, 1975.
- LEGENDRE, B., TEW, T., HALE, A., BIRKETT, H., EGGLESTON, G., DUET, M., STEIN, J. Stalk cold tolerance of commercial and candidate varieties during the 2010-2011 harvest season. **Journal American Society of Sugar Cane Technologists**, v. 31, 2011.
- LEITE, M. S. O.; PETERNELLI, L. A.; BARBOSA, M. H. P. Effects of plot size on the estimation of genetic parameters in sugarcane families. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Viçosa, MG, v. 6, n. 1, p. 40-46, 2006.
- LEITE, G.H.P. et al. Reguladores vegetais e atividade de invertases em cana-de-açúcar em meio de safra. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 3, 2009.

LIMA, Lonjoré Leocádio de. **Aspectos epidemiológicos da ferrugem alaranjada da cana-de-açúcar (*Puccinia kuehnii*)**. Tese de doutorado. Jaboticabal, 2013, 65 p.

LUCIUS, Ana Selenia Fernández et al. Desempenho de famílias de cana-de-açúcar em diferentes fases no melhoramento genético via REML/BLUP.

Semina: Ciências Agrárias, v. 35, n. 1, p. 101-112, 2014.

MAGAREY, R.C.; WILLCOX, T.; CROFT, B.; CORDINGLEY, A. Orange rust, a major pathogen affecting crops of Q124 in Queensland in 2000. **Proceedings of Australian Society of Sugar Cane Technology**, Queensland, v. 23, p. 274-280, 2001.

MAGAREY, R. C. Sugarcane orange rust, a threat to other countries and its impact on Australian sugar production. In: XL CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, Palestras, Maringá, PR, 2007. **Tropical Plant Pathology: Brasília**, Sociedade Brasileira de Fitopatologia, v. 32 (suplemento), 2007.

MARTINS, T.D. Aspecto epidemiológico da ferrugem alaranjada da cana-de-açúcar. 2010. 65 f. **Tese (Doutorado em Fitopatologia)** – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.

Matéria de Jornal Assinada PORTO, G. **Geada atinge canaviais e deve prejudicar safra**. Jornal Estadão, Riberão Preto. 10 de ago. 2011, Disponível em: <<http://www.estadao.com.br/noticias/impresso,geada-atinge-canaviais-e-deve-prejudicar-safra,756341,0.htm>>. Acessado em: 13 set. 2015.

MATSUOKA, S.; GARCIA, A. A. F.; ARIZONO, H. Melhoramento de cana-de-açúcar. In: BORÉM, A. (ed.) **Melhoramento de espécies cultivadas**. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa: Editora da UFV, v.1, p.205-251. 2005.

DE MATTOS, Pedro Henrique Costa et al. Avaliação de clones de cana-de-açúcar e ambientes de produção no Estado do Paraná via GGE Biplot e AMMI. **Crop Breeding and Applied Biotechnology** (online), v. 13, n. 1, 2013.

MELO, L.J.O.T.; OLIVEIRA, F.J.; BASTOS, G.Q.; ANUNCIAÇÃO FILHO, C.J.; REIS, O.V. Interação clone x ciclos de colheita de cana-de-açúcar da Zona da Mata Norte de Pernambuco. **Bragantia**, v.65, p.197-205, 2006.

MINCHIO, C.A.; CANTERI, M.G.; ROCHA, J.A. Germinação de uredósporos de *Puccinia kuehnii* submetidos a diferentes temperaturas e tempos de incubação. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.37, n.4, p.211- 214, 2011.

MONTEIRO, J.H.A.; CRUZ, M. M.; BARBOSA, G.V.S. Primeiro relato da ferrugem alaranjada da cana-de-açúcar (*Puccinia kuehnii*) no nordeste do Brasil. In: XLV Congresso Brasileiro de Fitopatologia, Manaus, AM, 2012. **Tropical Plant Pathology**, Brasília: Sociedade Brasileira de Fitopatologia, v.37 (suplemento), 2012.

MOORE, P.H. Integration of sucrose accumulation processes across hierarchical scales: towards developing an understanding of the gene-to-crop continuum. **Field Crops Research** 92, p.119–135. 2005

MUKHERJEE, S.K. (1957) Origin and distribution of *Saccharum*. **Botanical Gazette** 119, 55–61.

NOVAES, F.V.; STUPIELLO, J.P. Matéria prima In: _____. I **Curso de extensão em tecnologia de aguardente de cana: apontamentos**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, cap. 1, p. 4-11. 1974.

NUSS, K.J. The contribution of NCo376 to sugar production in South Africa from 1955 to 2000 and its value as a parent in the breeding programme. **Proceeding of the South African Sugar Technologists Association** 75, p.154–159. 2001.

OLIVEIRA, R. A. et al. Seleção de famílias de cana-de-açúcar via modelos mistos. **Scientia Agrária**, v. 09, n. 03, p.269-274, 2008.

OLIVEIRA, R. A.; DAROS, E.; RESENDE, M. D. V.; BESPALHOK-FILHO, J. C.; ZAMBON, J. L. C.; SOUZA, T. R.; LUCIUS, A. S. F. Procedimento Blupis e seleção massal em cana-de-açúcar. **Bragantia**, v.70, p.796-800, 2011.

OLIVEIRA, Ricardo Augusto de et al. Early selection in sugarcane family trials via BLUP and BLUPIS procedures. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 35, n. 4, p. 427-434, 2013.

PEDROZO, C.A.; BARBOSA, M.H.P.; VILELA, M.D.; PETERNELLI, R.L.A.; COSTA, P.M.A.; SILVA, F.L. Eficiência da seleção em fases iniciais do melhoramento da cana-de-açúcar. **Revista Ceres**, v.55, p.1-8, 2008.

PEREIRA, L. L.; SEGATO S. V. **Colheita da cana de açúcar: corte manual**. Atualização em produção de cana-de-açúcar. Piracicaba: Esalq/Usq, 415p. 2006.

PMGCA/UFPR/RIDESA. **Relatório técnico**, 2010. Curitiba: RIDESA, 2011.

RAMDOYAL, K. et al. The genetics of rust resistance in sugarcane seedling populations. **Theoretical and Applied Genetics**, v.100, p.557-563, 2000.

RIDESA – Rede Interuniversitária para o Desenvolvimento do Setor Sucroalcooleiro. **Censo Varietal 2011**. Rio Largo, 2012.

RIDESA, Rede Interuniversitária para o Desenvolvimento do Setor Sucroalcooleiro. **Catálogo nacional de variedades “RB” de cana-de-açúcar** / Rede Interuniversitária para o Desenvolvimento do Setor Sucroalcooleiro. – Curitiba, 2010. 136 p. il.

ROACH, B.T.; DANIELS, J. A review of the origin e improvement of sugarcane. In: **Coopersucar International Sugarcane Breeding Workshop**. São Paulo: Copersucar. p. 1-31. 1987.

RYAN, C. C.; EGAN, B. T. Rust. In: RICAUD, C.; EGAN, B. T.; GILLASPIE JUNIOR, A. G.; HUGHES, C. G. Diseases of sugarcane. Amsterdam: **Elsevier**, 1989. p. 189-210.

SANTOS, J. M. dos. **Caracterização fisiológica e influência da época de plantio no florescimento de cultivares de cana-de-açúcar**. 2007. 80f. Dissertação (Mestrado em Agronomia, Produção vegetal) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2007.

SEPLAG. **Atlas socioeconômico Rio Grande do Sul**. Disponível em: <<http://www.scp.rs.gov.br/atlas>>. Acesso em: 22 abr. 2015.

SAS Institute, Inc. 1999. **SAS**, Version 9.0. Cary, NC, USA.

SILVA, G. C. **Seleção de clones RB de cana-de-açúcar no litoral sul da zona da mata de Pernambuco utilizando técnicas multivariadas**. Recife – PE: Dissertação (mestrado em agronomia), Universidade Federal Rural de Pernambuco. 2008.

SILVA, F. de A. S. e. & Azevedo, C. A. V. de. Principal Components Analysis in the Software Assistat-Statistical Attendance. In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 7, Reno-NV-USA: **American Society of Agricultural and Biological Engineers**, 2009.

SILVA, F. L.; PEDROZO, C. A. Análise de trilha para os componentes de produção de cana-de-açúcar via blup. **Revista Ceres**, v.56, p.308-314, 2009.

SILVA, P. P.; SOARES, L.; D. A.; COSTA, J. G. Path analysis for selection of drought tolerant sugarcane genotypes through physiological components. **Industrial Crops and Products**, v.37, p.11-19, 2012.

SILVA, S. D. dos A. e VERISSIMO, M. A. A. OLIVEIRA, R. A. de. DAROS, E. PANZIERA, W. CURVA DE MATURAÇÃO DE CLONES DE CANA-DE-AÇÚCAR NO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL. In: **SIMPÓSIO ESTADUAL DE AGROENERGIA, 4.; REUNIÃO TÉCNICA DE AGROENERGIA, 4.**, 2012, AMRIGS: Porto Alegre. Anais... Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2012.

SILVA, S. D. dos A. e, GOMES, C. B., UENO, B., NAVA, D. E., ALMEIDA, I. R. de, THEISEN, G., DUTRA, L. F., VERISSIMO, M. A. A., PANZIERA, W., DAROS, E., OLIVEIRA, R. A. de, BESPALHOK FILHO, J. C. **Recomendação de variedades de cana-de-açúcar para o Estado do Rio Grande do Sul.** (Embrapa Clima Temperado. Comunicado Técnico, 292). Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2012. 22p.

SIMON, E. D. T.; HÄRTER, A.; ANUNES, W. R.; UENO, B.; SILVA, S. D. dos A. e. Avaliação de doenças em clones crioulos de cana-de-açúcar no município de pelotas, RS, safra 2012/2013. In: **SIMPÓSIO ESTADUAL DE AGROENERGIA, 5.; REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DE AGROENERGIA, 5.**, 2014, Pelotas. Anais... Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2014. 1 CD-ROM.

SORDI, R.A. et al. Indicadores de herdabilidade e avaliação da resistência de clones RB à ferrugem da cana-de-açúcar. **Brasil açucareiro**, v.106, p.18-23, 1988.

SOUZA, Amanda Emanuella Rocha de et al. Selection of RB sugarcane families for high productivity and early maturation. **Bragantia**, v. 70, n. 4, p. 788-795, 2011.

SREENIVASAN, T.V., Ahloowalia, B.S. and Heinz, D.J. Cytogenetics. In: Heinz, D.J. (ed.) ***Sugarcane Improvement through Breeding***. Elsevier, New York, pp. 211–254, 1987.

STEVENSON, G.C. ***Genetics and Breeding of Sugarcane***. Longmans, London, 1965.

TAI, P. Y. P.; MILLER, J. D. Genotype x environment interaction for cold tolerance in sugarcane. In: **Proc. Int. Soc. Sugar Cane Technol.** 1986. p. 454-462.

TAI, P.Y.P., LENTINI, R.S. Freeze damage of Florida sugarcane. In: Anderson, D.L. (Ed.): ***Sugarcane Handbook***. Florida Cooperative Extension, 1998.

TOKESHI, H.; RAGO, A. Doenças da cana-de-açúcar (híbridos de *Saccharum* spp.). In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J.A.M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A. **Manual de Fitopatologia**. 4.ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 2005. v.2. Cap. 21, p.185-196.

VERISSIMO, M. A. A. **Desempenho agrônômico de clones de cana-de-açúcar no estado do Rio Grande do Sul**. Dissertação (Mestrado) Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar. Universidade Federal de Pelotas. 2012.81p.

VERÍSSIMO, M. A. A. et al. Incidência de doenças em clones de cana-de-açúcar no estado do Rio Grande do Sul, safra 2009/2010. In: **SIMPÓSIO ESTADUAL DE AGROENERGIA, 3.; REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DE AGROENERGIA, 3.**, 2010, Porto Alegre. Anais... Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2010. 1 CD-ROM.

VERISSIMO, M. A. A; SILVA, S. D. dos A e; AIRES, R. F; DAROS, E; PANZIERA, W. Adaptabilidade e estabilidade de clones precoces de cana-de-açúcar no Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.47, p.561-568. 2012.

WACLAWOVSKY, A. J.; SATO, P. M.; LEMBKE, C. G.; MOORE, P. H.; SOUZA, G. M. Sugarcane for bioenergy production: an assessment of yield and regulation of sucrose content. **Plant Biotechnology Journal**, v.8, p.263-276, 2010.

WEAICH, K., LUDLOW, M. M., NIELSEN, P. J. Identification of traits and germplasm to improve sugarcane resistance to frost damage. **Proceedings of The Australian Society of Sugar Cane Technologists, Conference**, 256-260.1993.

ZAMBON, J. L. C.; DAROS, E. **Manual de experimentação para a condução de experimentos** 5^a aprox., Curitiba: UFPR, 2009. 54 p.