

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CÂMPUS DOIS VIZINHOS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROECOSSISTEMAS – PPGSIS

ÉRICK VINÍCIUS PELLIZZARI

**DESEMPENHO AGRONÔMICO DE VARIEDADES DE CANA-DE-
AÇÚCAR EM DOIS VIZINHOS – SUDOESTE DO PARANÁ**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

DOIS VIZINHOS

2021

ÉRICK VINÍCIUS PELLIZZARI

**DESEMPENHO AGRONÔMICO DE VARIEDADES DE CANA-DE-
AÇÚCAR EM DOIS VIZINHOS – SUDOESTE DO PARANÁ**

**AGRONOMIC PERFORMANCE OF SUGARCANE VARIETIES IN DOIS
VIZINHOS - SOUTHWEST OF PARANÁ**

Dissertação de mestrado apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Câmpus Dois Vizinhos, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Ciências Agrárias.

Orientador: Profº. Dr. Paulo Fernando Adami

DOIS VIZINHOS

2021



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Esta licença permite o download e o compartilhamento da obra desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es), sem a possibilidade de alterá-la ou utilizá-la para fins comerciais.



ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO Nº 55

Dissertação para Obtenção do Título de Mestre em Ciências Agrárias

Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas

Área de Concentração: Agroecossistemas

Linha de Pesquisa: Manejo e Conservação de Agroecossistemas

No dia 19 de Março de 2021 às 13:45h, reuniu-se na Sala <https://meet.google.com/fng-iizb-rec>, a banca examinadora composta pelos pesquisadores indicados a seguir, para examinar a proposta de dissertação de mestrado do candidato **Erick Vinicius Pellizzari**, intitulada:

DESEMPENHO AGRONÔMICO DE VARIEDADES DE CANA-DE-AÇÚCAR EM DOIS VIZINHOS SUDOESTE DO PARANÁ

Orientador: Prof. Dr. Paulo Fernando Adami

Considerando o trabalho avaliado, formalizo para fins de registro, por meio desta declaração, minha decisão de que o candidato pode ser considerado: **Aprovado com Restrições**

Observações:

Nada mais havendo a tratar, a sessão foi encerrada às 16h30, dela sendo lavrada a presente ata, que segue assinada pela Banca Examinadora e pelo Candidato.

O candidato está ciente que a concessão do referido título está condicionada à: (a) satisfação dos requisitos solicitados pela Banca Examinadora; (b) entrega da dissertação em conformidade com as normas exigidas pela UTFPR; (c) atendimento ao requisito de publicação estabelecido nas normas do Programa; e (d) entrega da documentação necessária para elaboração do Diploma. A Banca Examinadora determina um **prazo máximo de 45 dias**, considerando os prazos máximos definidos no Regulamento Geral do Programa, para o cumprimento dos requisitos (desconsiderar caso reprovado), sob pena de, não o fazendo, ser desvinculado do Programa sem o Título de Mestre em Ciências Agrárias.

Assinam a presente ata os membros da Banca Examinadora e o Candidato:

Prof. Dr. Paulo Fernando Adami - Presidente - UTFPR

Prof. Dr. Alessandro Jaquiel Waclawovsky - UTFPR

Prof. Dr. Joao Carlos Civiero - UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS (UFSCAR)

Candidato [Erick Vinicius Pellizzari]



Documento assinado eletronicamente por **PAULO FERNANDO ADAMI, Membro da Banca (Presidente)**, em 23/03/2021, às 17:30, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **ALESSANDRO JAQUIEL WACLAWOVSKY, Membro da Banca**, em 24/03/2021, às 09:08, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **ERICK VINICIUS PELLIZZARI, Candidato**, em 24/03/2021, às 16:40, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).

Documento assinado eletronicamente por **JOAO CARLOS CIVIERO, Membro da Banca**, em



05/04/2021, às 07:27, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Este documento foi gerado eletronicamente em: 23/03/2021 17:30:12

Para conferir a autenticidade deste documento acesse:

<http://utfws.utfpr.edu.br/sistemas.utfpr.edu.br/documentos>

Informe o Código Verificador: **00007271** e Código CRC: **3E2FA646**



**Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Câmpus Dois Vizinhos**



ERICK VINICIUS PELLIZZARI

DESEMPENHO AGRONÔMICO DE VARIEDADES DE CANA-DE-AÇÚCAR EM DOIS VIZINHOS SUDOESTE DO PARANÁ

Trabalho de pesquisa de mestrado apresentado como requisito para obtenção do título de Mestre Em Ciências Agrárias da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Área de concentração: Agroecossistemas.

Data de aprovação: 19 de Março de 2021

Prof Paulo Fernando Adami, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof Alessandro Jaquiel Waclawovsky, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof Joao Carlos Civiero, Doutorado - Universidade Federal de São Carlos (Ufscar)

Documento gerado pelo Sistema Acadêmico da UTFPR a partir dos dados da Ata de Defesa em 23/03/2021.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer à Deus pelo dom da vida e sabedoria para superar os desafios do dia a dia.

Aos meus pais, Joarez e Claudicéia por terem me dado todo o apoio necessário e também à minha irmã Giuliana por estar presente e fazendo companhia para nossos pais agora que estou fora de casa.

À minha companheira de vida, Daniele, por estar ao meu lado em todos os momentos, sempre me motivando a seguir em frente.

Ao meu orientador, prof. Dr. Paulo Fernando Adami por aceitar a proposta do projeto e unir forças para executá-lo.

A todos os colegas do grupo de Pesquisas em Culturas Anuais pela ajuda durante as avaliações de campo.

À Usina de Açúcar Santa Terezinha pela disponibilização das mudas.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001 e também pela UTFPR-DV através do espaço e insumos para condução do experimento.

A todos o meu muito obrigado!

RESUMO

PELLIZZARI, Érick Vinícius. Desempenho agrônômico de variedades de cana-de-açúcar em Dois Vizinhos – Sudoeste do Paraná. 62 f. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) – Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas (Área de Concentração: Agroecossistemas), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2021.

A cana-de-açúcar está entre as principais culturas agrícolas com importância econômica para o Brasil, sendo que o Estado do Paraná é o quinto maior produtor do País com destaque para a região Noroeste. Esse panorama é observado principalmente devido as condições climáticas que desfavorecem o cultivo da cana-de-açúcar nas regiões ao Sul do Estado tendo em vista o risco de geadas. Isso proporciona a falta de conhecimento técnico acerca da cultura em regiões como o Sudoeste do Paraná, promovendo a demanda por pesquisas que determinem quais as variedades mais adaptadas ao cultivo nesses ambientes. Nesse sentido, o presente trabalho teve por objetivo determinar o comportamento agrônômico e os níveis de dano pelo frio em variedades de cana-de-açúcar em cana-planta e cana-soca nas condições edafoclimáticas de Dois Vizinhos, Sudoeste do Paraná. O trabalho foi conduzido na Fazenda Experimental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Câmpus Dois Vizinhos, onde foram cultivadas nove variedades de cana-de-açúcar com diferentes ciclos de maturação (precoce, médio e tardio). O plantio do experimento foi realizado em outubro de 2018 e foram realizadas avaliações durante o desenvolvimento da cultura para determinar as características morfológicas de fechamento da entrelinha, área foliar, altura de plantas, componentes de colheita como produtividade de colmos, fibra, °Brix, caldo e índices de dano pelo frio durante dois cortes (cana-planta e cana-soca). As variedades de ciclo precoce e médio demonstraram-se mais adaptáveis à região Sudoeste, sendo que as variedades de maturação tardia tiveram dificuldade de estabelecimento. CTC20 e IACSP95-5000 foram as variedades que apresentaram menor porte para ambos anos de avaliação. CTC9005 foi a variedade de maior potencial produtivo para ambos anos, tanto em cana planta como cana soca com 163,72 e 201,89 t de colmos ha⁻¹, respectivamente. RB975201 foi a variedade menos produtiva em cana planta com 78,42 t de colmos ha⁻¹. Para TBH, CTC9005 e RB966928 foram as mais produtivas em cana planta com 28,56 e 27,64 t ha⁻¹, respectivamente. Para cana soca CTC9005 foi a mais produtiva para TBH com 41,85 t ha⁻¹. Porém, da mesma maneira que apresentou alto potencial produtivo, CTC9005 foi a variedade com maior presença de acamamento, o que dificulta a colheita manual. A ocorrência de severas geadas no inverno de 2019 comprometeu a área foliar de todos os materiais estudados, aumentando também os índices de dano pelo frio, comportamento contrário ao ciclo de cana soca onde não houve formação de geadas. Variedades de ciclo precoce e médio permitem a colheita aos 300 dias após plantio/colheita, apresentando o pico do potencial produtivo.

Palavras-chave: Adaptabilidade. *Saccharum officinarum*. Ciclos de maturação. Produtividade de colmos.

ABSTRACT

PELLIZZARI, Érick Vinícius. Agronomic performance of sugarcane varieties in Dois Vizinhos - Southwest of Paraná. 62 f. Dissertation (Masters in Agroecosystems) - Postgraduate Program in Agroecosystems (Area of Concentration: Agroecosystems). Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2021.

Sugarcane is among the main agricultural crops of economic importance for Brazil, and the State of Paraná is the fifth largest producer in the country, with emphasis on the Northwest region. This scenario is observed mainly due to the climatic conditions that undermine the cultivation of sugarcane in the regions south of the State in view of the risk of frost. This provides the lack of technical knowledge about the crop in regions such as the Southwest of Paraná, promoting the demand for research that determines which varieties are most adapted to the crop in these environments. The objective of this study aimed to determine the agronomic behavior and the levels of cold damage in sugarcane varieties in plant cane and ratoon cane under the conditions of Dois Vizinhos, Southwest of Paraná. The work was conducted at the Experimental Farm of the Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Câmpus Dois Vizinhos, where nine sugarcane varieties with different maturation cycles (early, middle and late) was be cultivated. The planting of the experiment was carried out in October 2018 and evaluations were carried out during the development of the crop to determine the morphological characteristics of interline closing, leaf area, plant height, harvest components such as stalk productivity, fiber, ° Brix, broth and cold damage rates during two cuts (plant cane and ratoon cane) will be carried out. The assessments started in January of the following year and occur monthly until September, when the cut in the total area was carried out to start the second year of assessments. The varieties of early and medium cycle proved to be more adaptable to the Southwest region, with late-maturing varieties having difficulty in establishment. CTC20 and IACSP95-5000 were the varieties that presented smaller size for both years of evaluation. CTC 9005 was the variety with the greatest productive potential for both years, both in plant and ratoon cane with 163,72 and 201,89 t of stems ha⁻¹, respectively. RB975201 was the least productive variety in cane plant with 78.42 t of stems ha⁻¹. For TBH, CTC9005 and RB966928 were the most productive in plant cane with 28.56 and 27.64 t ha⁻¹, respectively. For ratoon cane CTC9005 was the most productive for TBH with 41,85 t ha⁻¹. However, in the same way that it presented high productive potential, CTC9005 was the variety with the greatest presence of lodging, which makes manual harvesting difficult. The occurrence of severe frosts in the winter of 2019 compromised the leaf area of all studied materials, also increasing the rates of damage by cold, which is contrary to the cycle of cane soca where there was no frost formation. Early and medium cycle varieties allow harvesting at 300 days after planting / harvesting, with peak production potential.

Keywords: Adaptability. *Saccharum officinarum*. Cycles of maturation. Cane productivity.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Localização destacada da área experimental. Dois Vizinhos – PR, 2021..	25
Figura 2. Preparo da área para plantio e estabelecimento do canavial. Dois Vizinhos – PR, 2018.	27
Figura 3. Croqui da área experimental com a disposição das variedades dentro dos blocos. Dois Vizinhos – PR, 2021.	28
Figura 4. Perfilhamento (colmos m^{-1}) para cana planta em função dos Dias Após Plantio. Dois Vizinhos – PR, 2019.....	33
Figura 5. Diferença visual entre as variedades CTC 9005 (esquerda) e RB 975201 (direita). Dois Vizinhos – PR, 2019.....	37
Figura 6. Altura de plantas (cm) para cana planta em função dos dias após plantio. Dois Vizinhos – PR, 2019.....	38
Figura 7. Índice de Área Foliar para cana planta em função dos dias após plantio. Dois Vizinhos – PR, 2019.....	41
Figura 8. Comprimento de colmos (CC, cm), Toneladas de Colmo por Hectare (TCH, $t\ ha^{-1}$), Toneladas de Fibra por Hectare (TFH, $t\ ha^{-1}$), °Brix (BRIX) e Toneladas de Brix por Hectare (TBH, °Brix ha^{-1}) para cana planta em função dos Dias Após Plantio. Dois Vizinhos – PR, 2019.....	45

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Relação de variedades de cana-de-açúcar e seus respectivos ciclos de maturação a serem avaliadas no experimento. Dois Vizinhos – PR, 2019.	26
Tabela 2. Avaliações e parâmetros a serem mensurados nos genótipos de cana-de-açúcar durante a condução do experimento. Dois Vizinhos – PR, 2021.....	31
Tabela 3. Perfilhamento (colmos m^{-1}) para cana soca de primeiro corte função dos Dias Após a Colheita. Dois Vizinhos – PR, 2020.	34
Tabela 4. Perfilhamento para nove variedades de cana-de-açúcar em cana planta e cana soca de primeiro corte. Dois Vizinhos – PR, 2019/2020.....	35
Tabela 5. Índice de Fechamento da Entrelinha para nove variedades de cana-de-açúcar em cana planta. Dois Vizinhos – PR, 2019.....	36
Tabela 6. Altura de plantas para nove variedades de cana-de-açúcar em cana planta. Dois Vizinhos – PR, 2019.....	39
Tabela 7. Altura de plantas para nove variedades de cana-de-açúcar em cana soca de primeiro corte em função dos dias após a data de colheita. Dois Vizinhos – PR, 2020.	40
Tabela 8. Índice de Área Foliar para nove variedades de cana-de-açúcar em cana planta. Dois Vizinhos – PR, 2019.	42
Tabela 9. Índice de Área Foliar (IAF) para nove variedades de cana-de-açúcar em cana soca de primeiro corte e IAF em função dos dias após colheita. Dois Vizinhos – PR, 2020.	43
Tabela 10. Comprimento de colmos (CC, cm), Toneladas de Colmo por Hectare (TCH, $t ha^{-1}$), Toneladas de Fibra por Hectare (TFH, $t ha^{-1}$), °Brix (BRIX), Volume de Caldo por Hectare (VCH, $m^3 ha^{-1}$) e Toneladas de Brix por Hectare (TBH, °Brix ha^{-1}) para nove variedades de cana-de-açúcar em cana planta. Dois Vizinhos – PR, 2019.	46
Tabela 11. Comprimento de colmos para nove variedades de cana-de-açúcar em cana soca de primeiro corte em função dos dias após a data de colheita. Dois Vizinhos – PR, 2020.	48
Tabela 12. °Brix para nove variedades de cana-de-açúcar em cana soca de primeiro corte em função dos dias após a data de colheita. Dois Vizinhos – PR, 2020.....	49
Tabela 13. Toneladas de Colmo por Hectare (TCH, $t ha^{-1}$), Toneladas de Fibra por Hectare (TFH, $t ha^{-1}$), Volume de Caldo por Hectare (VCH, $m^3 ha^{-1}$) e Toneladas de	

Brix por Hectare (TBH, °Brix ha ⁻¹) para nove variedades de cana-de-açúcar em cana soca de primeiro corte. Dois Vizinhos – PR, 2020.	50
Tabela 14. Toneladas de Colmo por Hectare (TCH, t ha ⁻¹), Toneladas de Fibra por Hectare (TFH, t ha ⁻¹), Volume de Caldo por Hectare (VCH, m ³ ha ⁻¹) e Toneladas de Brix por Hectare (TBH, °Brix ha ⁻¹) em função dos dias após a colheita. Dois Vizinhos – PR, 2020.	51
Tabela 15. Índices de dano pelo frio para nove variedades de cana-de-açúcar em cana planta e cana soca de primeiro corte. Dois Vizinhos – PR, 2019/2020.	52

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
2.1 A CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR	14
2.2 A CANA-DE-AÇÚCAR NOS AGROECOSSISTEMAS	16
2.3 A CANA-DE-AÇÚCAR NO SUDOESTE DO PARANÁ	20
2.4 ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE	22
2.5 DANO PELO FRIO EM CANA-DE-AÇÚCAR	23
3 MATERIAL E MÉTODOS	25
3.1 ÁREA EXPERIMENTAL	25
3.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	26
3.3 ESTABELECIMENTO E MANEJO DO CANAVIAL	26
3.4 AVALIAÇÕES AGRONÔMICAS	28
3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA	32
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
5 CONCLUSÕES	54
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	55
REFERÊNCIAS	56

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor de cana-de-açúcar no mundo. Segundo estimativa da CONAB (2020), na safra 2019/2020 o Brasil produziu 642 milhões de toneladas de colmos em aproximadamente 8,4 milhões de hectares, produzindo cerca de 21,7 milhões de toneladas a mais que na safra anterior com redução de 1,3% na área colhida.

O Paraná é responsável por cerca de 5,3% da safra nacional de cana-de-açúcar (CONAB, 2020). Porém, devido às condições edafoclimáticas a maior concentração de canaviais encontra-se na região Noroeste, não havendo áreas representativas na metade Sul do Estado (RUDORFF; SUGAWARA, 2007).

Pode-se atribuir a falta de áreas com cana-de-açúcar nas regiões ao Sul do Paraná ao risco da ocorrência de geadas nas épocas frias do ano. WREGGE et al., (2004) destacam a relação entre a altitude e a latitude para a ocorrência do fenômeno meteorológico, quanto maior for a altitude e a latitude, maiores serão os riscos da presença de geadas durante o ano. As folhas e as gemas são as estruturas da cultura mais sensíveis ao frio, que pode provocar a morte de plantas quando há presença de temperatura média do ar abaixo de 0°C (MONTEIRO, 2009).

Sendo assim, para regiões com maior risco de ocorrência de geadas, de maneira geral, indica-se o cultivo de variedades com ciclos mais precoces, tendo em vista a colheita da cultura antes da ocorrência de geadas, minimizando os efeitos negativos sobre a qualidade do colmo e do caldo (WREGGE et al., 2004).

A adoção de tecnologia e a produção de cana-de-açúcar em regiões abaixo da metade Sul do Paraná é baseada em conhecimento empírico e por variedades antigas de baixo rendimento. Devido às condições do clima que dificultam o cultivo da cana-de-açúcar são poucas as pesquisas direcionadas à cultura nessa região (ANTUNES et al., 2016).

De maneira geral, a produção de cana-de-açúcar na região Sudoeste do Paraná é majoritariamente realizada nas pequenas propriedades rurais, seja para produção de produtos como açúcar mascavo, melado, aguardente ou, principalmente, na alimentação animal. Guimarães et al., (2016) destacam a utilização da cultura na alimentação animal principalmente como oferta de volumoso no inverno, época crítica do ano onde a produção das pastagens é reduzida pelas menores temperaturas

médias do ar. O processamento do caldo para produção de produtos com maior valor agregado possibilita a viabilização de pequenas unidades produtivas na região Sudoeste, tendo em vista que a maioria das propriedades possuem menos do que quatro módulos fiscais nessa região. O elevado potencial produtivo, podendo atingir até 200 t colmos ha^{-1} , permite que em pequenas áreas haja produção de renda suficiente para manter as pessoas no campo e evitar o êxodo rural.

Comparativamente às regiões centrais, a região do extremo Sul do Brasil apresenta condições menos aptas ao cultivo da cana-de-açúcar, porém, estudos vem sendo realizados principalmente no Estado do Rio Grande do Sul. Essa região apresenta potencial na produção de cana-de-açúcar tendo em vista os dias mais longos durante o verão, permitindo maior acúmulo de radiação nessa época para o crescimento e desenvolvimento da cultura (ANTUNES et al., 2016; VERISSIMO, 2012a).

Esses estudos demonstram o potencial da produção de cana-de-açúcar e ao mesmo tempo evidenciam a carência de informações para a região Sul do Estado do Paraná. Nesse sentido, o presente trabalho teve por objetivo avaliar o comportamento agrônomo de nove variedades de cana-de-açúcar com diferentes ciclos de maturação em dois ciclos produtivos, cana planta e cana soca de primeiro ano, nas condições edafoclimáticas de Dois Vizinhos, Sudoeste do Paraná.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 A CULTURA DA CANA-DE-AÇÚCAR

A cana-de-açúcar é cultura pertencente a família das Poaceas, tribo Andropogonae e gênero *Saccharum* L.. Dentro desse gênero existem diversas espécies, porém, *S. officinarum* L., comumente chamada de cana nobre, é a base para os programas de melhoramento genético da cultura (VERISSIMO, 2012a; MORAIS et al., 2015).

A fenologia da cultura é subdividida em 4 fases, sendo elas: brotação, perfilhamento, alongamento e maturação. A brotação ocorre entre 20 a 30 dias após o plantio em caso de cana planta ou após o corte para cana soca, quando os brotos rompem o solo e as raízes passam a se desenvolver (TEARE; PEET, 1983). O perfilhamento inicia na sequência, dando origem à touceira e originando importante componente de rendimento, o número de colmos por metro. Posteriormente os colmos sobreviventes irão crescer, alongando em busca de luz. Nessa fase as folhas mais velhas começam a senescer. A última fase é a maturação, momento em que ocorre o maior acúmulo de sacarose no colmo, inicialmente na parte inferior e indo ao ponteiro à medida que as temperaturas do ambiente e as chuvas começam a reduzir (SANTOS; BORÉM, 2016).

Atualmente no Brasil a cana-de-açúcar é utilizada principalmente para a produção de açúcar e etanol. Nos últimos anos a cultura está sendo melhorada para aumentar a produção de açúcares e da biomassa total, nesse último caso pensando principalmente na produção de bioeletricidade e do etanol de segunda geração (VILELA et al., 2015). Paralelamente a isso estão sendo buscadas variedades que sejam capazes de se adaptar em diferentes condições edafoclimáticas e com resistência a pragas e doenças (MORAIS et al., 2015).

O setor canavieiro apresentou o pico no seu avanço tecnológico nos últimos 35 anos após a implantação do Programa Nacional do Álcool (Proálcool). Com a crise do petróleo em meados dos anos 1970 o Governo Federal passou a estimular a substituição da frota veicular movida por derivados de combustíveis fósseis pelo etanol da cana-de-açúcar (SANTOS; BORÉM, 2016). A produção nacional que era de

80 milhões de toneladas de colmos na década de 1970, ultrapassou a marca de 650 milhões de toneladas nas safras de 2013/2014, 2015/2016 e 2016/2017 (MORAIS et al., 2015; CONAB, 2020).

No Brasil, até a safra 2014/2015 a variedade RB867515 era a mais plantada e cultivada pelas usinas de açúcar e etanol do País. Chegou a atingir a marca de quase 1,7 milhões de hectares na safra 2012/2013, representando 26,4% do total dos canaviais brasileiros. No Paraná esse valor era ainda maior, atingindo a marca de 39,4% com mais de 230 mil hectares (CHAPOLA, 2013; CIVIERO, 2014). A partir do ano de 2015 a RB867515 deixou de ser a variedade mais plantada, sendo superada pela RB966928, porém, devido aos baixos índices de reforma dos canaviais ainda segue como sendo a variedade mais cultivada no País com mais de 1,25 milhões de hectares. No Paraná segue tanto como variedade mais plantada e cultivada, com 7.266 e 221.472 ha, respectivamente (RIDESA, 2018).

A escolha da variedade de cana-de-açúcar para cada ambiente vem mudando ao passar do tempo pelas características que cada uma apresenta. Entre as principais mudanças ocorridas no último ano, foi o sistema de colheita, que era manual e está sendo substituído pelo mecanizado, tornando necessário que as variedades tenham maior capacidade de suportar a compressão realizada pelas máquinas e garantindo que mantenham alta capacidade de brotação na soqueira (CANA ONLINE, 2017).

Morais et al., (2017) avaliando genótipos de ciclo precoce e médio-tardio observaram que em cana-soca a produtividade foi igual ou maior do que quando comparado com cana-planta. Esse comportamento da produtividade pode estar associada a diversos fatores, como: estabelecimento da soqueira, regime hídrico nas principais fases vegetativas e até mesmo a colheita manual.

Isso deve ser destacado pois, na maioria dos casos, assim como observado por Ambrosano et al., (2011) e Ambrosano et al., (2014) há decréscimo linear na produtividade de colmos de cana-de-açúcar ao passar dos anos. Tendo em vista que dependendo dos tratamentos culturais realizados e da época da colheita, a vida útil do canavial poderá atingir apenas 4 anos.

Entre os principais fatores que determinam a longevidade do canavial está a colheita mecanizada, tendo em vista que o tráfego de máquinas pesadas sobre a área pode causar a compactação do solo à profundidades de até 40 cm, onde estão localizadas até 80% das raízes da cultura (MAGALHÃES, 1990). Para reduzir esses

problemas busca-se a utilização do tráfego controlado, causando danos à física do solo apenas em determinadas faixas da área (CIVIERO, 2014).

2.2 A CANA-DE-AÇÚCAR NOS AGROECOSSISTEMAS

A cana-de-açúcar é cultivada predominantemente nas regiões Sudoeste e Nordeste do Brasil, porém, seu cultivo e uso está aumentando em locais mais ao Sul do país (ANTUNES et al., 2016). De maneira geral os genótipos utilizados nessas regiões não tradicionais foram advindos do exterior ou de locais com clima mais quente e ao passar dos anos foram sendo selecionados pelos próprios produtores aqueles materiais melhores adaptados às condições edafoclimáticas (SIMON, 2019).

A falta de conhecimento técnico especializado provoca o uso de variedades antigas e de baixo potencial produtivo, exigindo que maiores áreas de terra sejam destinadas ao cultivo para atingir determinada produção (ANTUNES et al., 2016). O uso de materiais modernos e com alto potencial produtivo permitem maior sustentabilidade no sistema, uma vez que para atingir a mesma produtividade será necessária menor área de terra (MORAIS et al., 2017).

A cana-de-açúcar pode ser utilizada para diversas finalidades, produção de açúcar e etanol são as principais quando se trata de usinas sucroalcooleiras. Porém, na região Sul, o uso principal é para produção artesanal de rapaduras, melado, açúcar mascavo, cachaça e auxiliar na alimentação animal (RUGERI, 2015). Considerando o elevado potencial de produção por área (70 a 150 t colmo ha⁻¹), a cultura destaca-se entre as opções para as pequenas propriedades rurais, uma vez que o beneficiamento da cana pode agregar renda interessante em uma pequena área.

A colheita da cultura no Brasil se dá geralmente em duas épocas, de setembro a abril na região Nordeste e de maio a novembro no Sul e Sudeste. A época de colheita de maio a novembro coincide com as épocas frias e/ou secas na maior parte do território nacional, promovendo a baixa disponibilidade de forragem para alimentação animal (MISSIO, 2016). A colheita e processamento da cana-de-açúcar gera diversos subprodutos com potencial de uso na alimentação animal, dentre eles o bagaço como fonte de volumoso (SILVA et al., 2015; MISSIO, 2016) e leveduras como fonte proteica (FRANCO et al., 2016). Na região Sudoeste do Paraná, o manejo da cultura ainda

demanda de mão de obra, principalmente para colheita, que é realizada de forma manual.

O uso do bagaço como volumoso estimula a ruminação dos animais devido a grande quantidade de fibra presente em sua constituição, formada basicamente por lignina, celulose e hemicelulose. Sua importância nesse segmento é dada principalmente pela redução do custo de produção em regiões de condições edafoclimáticas limitantes, com falta de oferta de alimento, como no caso da produção de ovinos no Nordeste do país (SILVA et al., 2015). Outra situação com importância do uso do bagaço na alimentação de ruminantes é para animais de altos índices produtivos e com dietas baseadas em grandes proporções de concentrado. Nesse cenário a fibra efetiva presente no bagaço estimula o desenvolvimento da fauna ruminal dos animais (MISSIO, 2016).

Outro subproduto da produção de etanol são as leveduras provindas do processo fermentativo. Franco et al., (2016) determinaram em seu estudo que leveduras desidratadas podem substituir em 100% o farelo de soja na alimentação de novilhas leiteiras em crescimento, sem prejudicar o desempenho dos animais. Isso demonstra a possibilidade de mudança na composição da dieta dos animais em situações de alta nos preços da soja, podendo reduzir o custo de produção pecuário.

A palhada da cana-de-açúcar também pode ser considerada um subproduto, tendo em vista a grande quantidade produzida e permanência nas áreas de colheita de cana crua, exigindo técnicas de manejo que não prejudiquem a brotação da soqueira (SANTOS; BORÉM, 2016). Entre as possibilidades de uso da palhada, assim como do bagaço, é a produção de etanol de segunda geração (SANTOS et al., 2012).

O etanol de primeira geração é produzido através de fontes sacarinas ou amiláceas, como cana-de-açúcar, sorgo sacarino, milho entre outras (MASSON et al., 2015).

Além de emitir aproximadamente 60% menos dióxido de carbono na atmosfera quando comparado à gasolina, as plantas que fornecem a matéria prima dos biocombustíveis absorvem parte do CO₂ liberado. Estima-se que a biomassa lignocelulósica é o recurso renovável mais abundante do planeta, sendo este a matéria prima do etanol de segunda geração (SANTOS et al., 2012).

Para tal é preciso converter os constituintes da parede celular da palhada ou do bagaço em açúcares fermentáveis que permitam a produção do etanol de maneira economicamente viável e ambientalmente correta (ZHAO; WANG; LIU, 2008).

Além da pressão pelo uso de fontes de energia renováveis, as técnicas de produção precisam ser adaptadas para que atendam às exigências ambientais. Entre as principais mudanças no setor produtivo da cana-de-açúcar está a mecanização da colheita adjunta da proibição da queimada (RONQUIM, 2010). A queimada da palhada causa dano a saúde das pessoas que vivem próxima dos canaviais, emite gases de efeito estufa na atmosfera, além de danificar a estrutura e biologia do solo (TAVARES et al., 2018).

Em seu estudo Álvarez et al., (2018) demonstraram que não há diferença na qualidade industrial para cana crua e cana queimada. Os danos ambientais e os gases emitidos são semelhantes, permitindo que sejam criadas políticas públicas com viés conservacionista em conjunto por diferentes países produtores.

A proibição da queimada da palhada em paralelo à mecanização da colheita possibilitou que as usinas de açúcar e etanol dispendessem de grande quantidade de mão-de-obra humana, antes necessária para o corte da cultura. Nesse sentido é preciso compreender os ganhos ambientais pela redução na poluição e o consequente dano a oferta de trabalho para algumas pessoas (RONQUIM, 2010).

Devido ao cultivo da cana-de-açúcar em locais com relevo acidentado não é possível que 100% das áreas sejam colhidas mecanicamente, sendo necessária a adoção da colheita manual. Panorama este que se assemelha à realidade do Sudoeste paranaense, uma vez que o relevo ondulado impede a colheita mecânica, somado ao efeito das pequenas áreas que inviabilizam a utilização de colhedoras automotrizes.

Possivelmente a adoção de sistemas semi-mecanizados sejam viáveis para propriedades com agroindústrias que dependam apenas da mão-de-obra familiar, uma vez que a colheita manual de cana-de-açúcar pode causar diversos problemas. Leite et al., (2018) em seu estudo identificaram diversos riscos à saúde em que os cortadores ficam submetidos, entre os principais citam-se: ergonomia desconfortável, exposição às condições ambientais adversas, emissão de gases provindos da queima, presença de animais peçonhentos, sobrecarga física e intenso ritmo de trabalho. Para tal os autores sugerem que medidas sejam tomadas para reduzir a exposição dos trabalhadores a esses riscos e a atividade torne-se menos perigosa à saúde.

As mudanças no sistema produtivo, com o aumento das áreas com colheita de cana crua mudam o microambiente nos canaviais. Animais vertebrados e

invertebrados se desenvolvem de maneira diferenciada num ambiente com ou sem queima. Nesse sentido houve aumento da incidência da cigarrinha das raízes (*Mahanarva fimbriolata*) nos canaviais com colheita sem a queimada da palha (SANTOS; BORÉM, 2016).

Os adultos de cigarrinha depositam seus ovos na soqueira da cultura e estes são protegidos da dessecação pela radiação solar pela palhada. As ninfas ao eclodirem dos ovos passam a se alimentar da seiva e produzir uma espuma, bem característica da espécie, para também se proteger da dessecação. Entre os principais métodos de controle de *M. fimbriolata* está o uso de *Metarhizium anisopliae*, fungo entomopatogênico (DE BORTOLI et al., 2017).

A implantação de monoculturas em um ambiente provoca que determinadas espécies consigam se reproduzir com maior facilidade, uma vez que há grande oferta de alimento. Nesse caso os insetos praga são beneficiados tendo em vista seu rápido ciclo de vida e potencial reprodutivo. Devido ao desequilíbrio biológico nesse ambiente se faz necessário o uso de fontes externas de energia para manter a população desses insetos em níveis considerados economicamente aceitáveis (SANTOS; BORÉM, 2016).

A principal praga da cultura é a broca da cana (*Diatraea saccharalis*), tradicionalmente seu manejo é realizado através do controle biológico, tendo em vista que o inseto se aloja dentro dos colmos onde se alimenta e se desenvolve até o momento do empupar. Atualmente o parasitoide *Cotesia flavipes* é produzido em larga escala por laboratórios e posteriormente liberado nos canaviais para efetuar o controle das larvas (RÔDAS; OLIVEIRA; GLAESER, 2019). Entretanto, Silva, Funichello e Souza (2020), demonstraram em seu estudo que o inseticida sintético clorantraniliprole (21 g i.a. ha⁻¹) apresentou controle satisfatório da praga para situações emergências onde a liberação de biológicos não é possibilitada.

As fontes externas de energia na produção de cana-de-açúcar não se limitam apenas ao uso de inseticidas para controle de pragas, entre tantos insumos utilizados destaca-se o uso de fertilizantes e combustível para as máquinas agrícolas (SOARES et al., 2009).

Atualmente os maiores problemas nos solos cultivados com cana-de-açúcar não são os atributos químicos, de maneira geral, os maiores limitantes à produtividade da cultura são ocasionados pela física de solo. Devido ao intenso tráfego de máquinas

pesadas na lavoura o solo passa a se compactar e o crescimento das raízes é prejudicado (LIMA; LEÓN; SILVA, 2013).

Entre as principais alternativas utilizadas para reduzir a compactação e permitir o crescimento radicular é a escarificação na entre linha da cultura. Sá et al., (2016) destacam que essa prática apresenta efeitos temporários, sendo necessário novos gastos com horas máquina para descompactar o solo, tornando importante o desenvolvimento de novas técnicas de manejo que reduzissem o custo de produção.

2.3 A CANA-DE-AÇÚCAR NO SUDOESTE DO PARANÁ

A região do Sudoeste do Paraná possui extensão territorial de 17.060,44 km². Conta atualmente com 42 municípios que são subdivididos em 4 microrregiões: Capanema, Francisco Beltrão, Pato Branco e Palmas (IPARDES, 2019).

Os trabalhos científicos sobre a cana-de-açúcar na região são escassos e na sua maioria, com mais de 10 anos de publicação. Artigos publicados por Kiyota e Gomes (1999), Perondi e Kiyota (2002), Ceretta (2004) e Tomasetto, Lima e Shikida (2009) trazem informações a partir de estudos de casos em pequenas propriedades rurais que industrializam e comercializam os produtos da cultura na região.

A produção e industrialização da cultura na região é baseada predominantemente por pequenas propriedades de agricultura familiar que buscam fonte de renda alternativa a fim de viabilizar a permanência do pequeno produtor no campo (TOMASETTO; LIMA; SHIKIDA, 2009).

Entre os municípios do Sudoeste, destaca-se o de Capanema – PR, onde a prefeitura passou a estimular o processamento da cultura como forma a reduzir o êxodo rural recorrente. Um dos principais objetivos do fomento à agroindústria familiar estava a agregação de valor aos produtos comercializados, estimando-se que 60% da renda da propriedade familiar é baseada na valoração dos produtos após o processamento (PERONDI; KIYOTA, 2002).

Entre os principais problemas enfrentados pelos produtores de cana-de-açúcar do Sudoeste do Paraná, destacam-se os materiais genéticos utilizados. Segundo Perondi e Kiyota (2002) o potencial produtivo dos materiais utilizados em Capanema

– PR era de 1,0 kg de açúcar mascavo m^{-2} em cana planta, sendo que esse valor decrescia para menos de 0,4 kg de açúcar mascavo m^{-2} em cana de terceiro corte.

Kiyota e Gomes (1999) atribuíam essa redução no rendimento da cultura à falta de acompanhamento técnico especializado, tanto na produção da cana-de-açúcar à campo quanto no processamento do caldo em nível agroindustrial. Esse rendimento decrescente ao passar dos anos tornava inviável novos cortes do canavial, exigindo a reforma do mesmo para a safra seguinte.

Na safra 2017/2018, devido as boas condições ambientais, foi possível obter a produtividade média de 8.000 litros de aguardente por hectare em cana de primeiro corte na região de Nova Prata do Iguaçu – PR em condições de propriedade familiar, com conhecimento empírico na produção de cana-de-açúcar (informação verbal)¹.

Tendo em vista a carência de pesquisas acerca da produção à campo da cultura da cana-de-açúcar Campos, Ramão e Waclawovsky (2010), Tides et al., (2012) e Sant' Ana et al., (2012), desenvolveram trabalhos com cunho especificamente agrônômico, avaliando os caracteres de crescimento, maturação e perfilhamento, respectivamente, de variedades RB em Dois Vizinhos – PR. Os autores observaram relação positiva com a produção de massa fresca de colmos com componentes de rendimento como número, comprimento e espessura dos entrenós. Dentre as variedades estudadas destacou-se a RB925345, entre as que apresentaram os maiores componentes de rendimento, apresentando maior massa fresca por unidade de colmo avaliado.

Isso permite observações paralelas ao estudo de Sant' Ana et al., (2012) que avaliaram essa mesma variedade com baixa capacidade de perfilhamento. Essas características morfológicas das variedades determinam a produtividade final da área, exigindo maior densidade de gemas m^{-1} no momento do plantio para genótipos com menor capacidade de perfilhamento.

Outra avaliação dos componentes de rendimento foi realizada por Tides et al., (2012) ao determinarem o teor de Sólidos Solúveis Totais (°Brix) em 12 variedades de cana-de-açúcar aos 6 e 10 meses após o plantio. Os autores observaram que aos 6 meses de idade as variedades não apresentaram diferença na produção de açúcar, tendo em vista que a cultura ainda estava durante seu desenvolvimento vegetativo. Para iniciar o processo de maturação a cultura precisa responder a estímulos

¹ Informação fornecida por Joarez Pellizzari em conversa informal com o autor, Nova Prata do Iguaçu – PR, 2018.

ambientais, principalmente ao frio e ao déficit hídrico, respostas essas que estão diretamente ligadas às características genéticas da cultura. As variedades que se adaptaram melhor as condições edafoclimáticas de região foram RB845257, RB928064, RB845210, RB835054 com aproximadamente 15,0 °Brix aos 10 meses de idade.

2.4 ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE

Considera-se que genótipos são adaptáveis, independentemente da espécie, quando estes são capazes de responder positivamente às variações do ambiente. Já o conceito de estabilidade está diretamente ligado com a capacidade desse genótipo em apresentar respostas agronômicas previsíveis independentemente da condição ambiental que é submetido (FERNANDES JÚNIOR et al., 2013; LINS; BINS, 1988).

A maneira como o genótipo irá se comportar em determinado ambiente, seja positiva ou negativamente, é conhecida por Interação Genótipo x Ambiente (Interação GxA). Essa mudança de comportamento será relativa às condições ambientais apresentadas em cada ambiente, sendo um dos principais problemas no melhoramento genético, relacionado principalmente à seleção e recomendação de variedades. Para diminuir tais problemas, opta-se geralmente pela seleção de genótipos de alta adaptabilidade e estabilidade (REGIS et al., 2018).

Guerra et al., (2009) observaram interação significativa entre clones precoces de cana-de-açúcar e ambientes no Estado do Paraná. Isso demonstra que os genótipos superiores em determinados ambientes não serão necessariamente os melhores em outros locais. Além disso, notaram comportamento diferenciado para os mesmos clones em cana-planta e cana-soca. Apenas clones de alta estabilidade como RB966928 apresentaram os maiores valores de produtividade tanto para primeiro como segundo corte.

Ainda em seu trabalho, Guerra et al., (2009) observaram que a variedade testemunha, RB855156, apresentou maior produtividade em cana-soca do que em cana-planta. Esse comportamento é contrário às observações de outros trabalhos como os de Ambrosano et al., (2011) e Ambrosano et al., (2014), onde a produtividade decresce em função dos cortes realizados no talhão. Os autores justificam o aumento

da produtividade em segundo corte pela baixa germinação dos toletes após o plantio que foi compensado pela maior brotação de soqueira após a primeira colheita.

Ao avaliarem a Interação GxA no Estado do Rio Grande do Sul, Verissimo et al., (2012b) observaram que os ambientes com condições extremas durante o desenvolvimento da cultura apresentam maior significância na seleção de genótipos. Fatores como frio, estiagem e problemas no manejo da soqueira promovem genótipos de maior estabilidade naquele ambiente.

Fernandes Júnior et al., (2013) determinaram que variedades de maior estabilidade como a RB867515 devem ser recomendadas para plantio em ambientes desfavoráveis ao cultivo da cana-de-açúcar. Enquanto variedades como a SP81-3250 devem ser recomendadas para plantio em ambientes favoráveis, tendendo a expressar seu máximo potencial produtivo.

2.5 DANO PELO FRIO EM CANA-DE-AÇÚCAR

A cultura da cana-de-açúcar é cultivada majoritariamente em regiões de clima tropical. De maneira geral, a taxa de crescimento da cultura reduz quando a temperatura do ar se aproxima de 20°C e torna-se praticamente nula quando atinge valores abaixo de 16°C (MONTEIRO, 2009).

As baixas temperaturas podem causar danos como: redução na brotação das soqueiras após a colheita, redução de gemas laterais viáveis prejudicando o estabelecimento de novos canaviais, deterioração dos colmos e do caldo que, conseqüentemente, irão reduzir o rendimento industrial da cultura. Esses fatores limitam o cultivo da cana-de-açúcar em regiões de maior latitude, tendo em vista o risco da ocorrência de baixas temperaturas (VERISSIMO, 2017).

Apesar de ser considerada espécie sensível ao frio, estima-se que em 25% dos países produtores da cultura os canaviais encontram-se em locais suscetíveis a ocorrência de baixas temperaturas (HALE et al., 2016). Para a região Sul do Brasil Silva et al., (2012) destacam que a ocorrência do frio atua como principal agente maturador da cultura, diferentemente das regiões de clima tropical onde a maturação é dada principalmente pelo déficit hídrico.

Na região sudoeste do Paraná, a média do número de eventos de geadas varia de 2 a 3, para as regiões com altitude menor 500 metros e de 12 a 15 para as regiões mais altas, como o município de Palmas, concentrando-se nos meses de junho e julho (ALVARES et al., 2013).

De maneira geral, não existem medidas preventivas que sejam capazes de sanar problemas relacionados a ocorrência de geadas em larga escala. Nas regiões suscetíveis a esse fenômeno geralmente preza-se pelo cultivo de variedades precoces, que tenham a colheita realizada antes dos períodos mais frios do ano (MONTEIRO, 2009) ou até mesmo a utilização de variedades com maior resistência ao frio (VERISSIMO, 2017).

Para tal, pesquisas estão sendo desenvolvidas na região Sul para o desenvolvimento de variedades de cana-de-açúcar com maior resistência ao frio. Entre as alternativas estudadas está o cruzamento de variedades comerciais de cana-de-açúcar com *Saccharum spontaneum*, espécie naturalmente mais resistente ao frio (DA SILVA, 2017). Além disso, trabalhos pioneiros estão sendo realizados para determinar quais variedades apresentam menor incidência de dano pelo frio na região Sul do Brasil (VERISSIMO, 2012a; VERISSIMO, 2017; SIMON, 2019).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 ÁREA EXPERIMENTAL

O experimento foi conduzido na Estação Experimental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Câmpus Dois Vizinhos. O clima da região é classificado por Koppen como Cfa, ou seja, é clima temperado úmido, com verão quente e sem estação seca definida. A precipitação anual varia entre 1900 a 2200 mm, com temperatura média do ano entre 18 e 20 °C (ALVARES et al., 2013).

A área do experimento está localizada nas coordenadas 25° 41' 33" S e 53° 05' 40" W. Esta foi previamente preparada com gradagem aradora, seguida de subsolagem profunda e gradagem niveladora do solo. Entre a operação de gradagem aradora e subsolagem foi realizada a calagem da área na dosagem de 3,0 t ha⁻¹ para elevar a saturação por bases do solo para 60% (SOCIEDADE..., 2017).

Figura 1. Localização destacada da área experimental. Dois Vizinhos – PR, 2021.



Fonte: Google Maps (2019).

3.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O delineamento experimental adotado foi o de Blocos ao Acaso (DBA), com quatro repetições e 9 tratamentos representado pelas variedades de cana-de-açúcar. Entre as variedades de cana-de-açúcar, foram escolhidos materiais entre os mais plantados no Brasil, com diferentes ciclos de maturação, sendo: (Tabela 1).

Tabela 1. Relação de variedades de cana-de-açúcar e seus respectivos ciclos de maturação a serem avaliadas no experimento. Dois Vizinhos – PR, 2019.

	Ciclos de maturação		
	Precoce	Médio	Tardio
	CTC 9005	CTC 20	RB 975201
Variedades	CTC 9001	CTC 4	IACSP 95-5000
	RB 966928	RB 92579	RB 036088

Fonte: Autoria própria (2021).

As avaliações foram realizadas em cana planta no ano de 2019 e cana soca de primeiro corte no ano de 2020.

3.3 ESTABELECIMENTO E MANEJO DO CANAVIAL

O plantio foi realizado manualmente nos dias 01 e 02 de outubro de 2018 com toletes de aproximadamente 0,30 m contendo 3 gemas cada, de modo a atingir 12 gemas viáveis m⁻¹. As unidades experimentais foram constituídas de quatro linhas espaçadas 1,50 m entre si com cinco metros de comprimento. Os sulcos foram feitos com 0,30 m de profundidade com o uso de sulcador DMB de 1 linha (FERNANDES JUNIOR et al., 2013).

Os toletes das variedades para implantação do experimento foram doados pela Usina de Açúcar Santa Terezinha LTDA, Unidade de Rondon. As mudas foram coletadas em canaviais de cana planta, entre 8 a 12 meses de plantio. As mudas

foram obtidas nas cidades de Rondon e São Tomé, após o corte, fez-se a desfolha e identificação dos colmos para transporte até Dois Vizinhos.

A adubação de base foi adicionada manualmente ao fundo do sulco antes da distribuição dos toletes nas dosagens de 45 kg N ha⁻¹, 120 kg P₂O₅ ha⁻¹ e 80 kg K₂O ha⁻¹ projetando produtividade de 100 t ha⁻¹ com base na análise de solo (SOCIEDADE..., 2017). Para assegurar a correta dosagem dos nutrientes foram utilizados os seguintes fertilizantes: ureia protegida (45% N), superfosfato triplo (46% P₂O₅) e cloreto de potássio (60% K₂O). Como adubação de cobertura, foi aplicado 100 kg de N ha⁻¹ na fase de perfilhamento. No 2º ano de avaliação, foram aplicados 100 kg de N ha⁻¹ e 80 kg K₂O em cobertura via cloreto de potássio na fase inicial de rebrota.

Figura 2. Preparo da área para plantio e estabelecimento do canavial. Dois Vizinhos – PR, 2018.



Fonte: Autoria própria (2021).

O controle de plantas daninhas foi realizado com a aplicação do herbicida Atrazina (2,5 kg ha⁻¹) + Mesotrione (100 ml ha⁻¹). A principal planta daninha encontrada na área foi o Capim Sudão. Fez-se também o repasse manual para controle de plantas daninhas resistentes e o controle localizado com glifosato para controle principalmente de *Brachiaria spp.*

Na figura 3 é possível observar o croqui da área experimental. Entre os blocos, foi deixado um corredor de 2 metros de largura para facilitar o corte e retiradas das canas. Como bordadura, foi plantada duas linhas no sentido transversal das linhas das variedades para proteção da área contra deriva de produtos fitossanitários.

Figura 3. Croqui da área experimental com a disposição das variedades dentro dos blocos. Dois Vizinhos – PR, 2021.

	Bloco 1	Bloco 2	Bloco 3	Bloco 4	
Brachiárias	CTC 9005	RB 975201	CTC 4	RB 92579	Marco topográfico
	RB 975201	CTC 9005	CTC 9001	CTC 20	
	CTC 20	RB 92579	IACSP 95-5000	CTC 4	
	IACSP 95-5000	CTC 20	RB 036088	RB 975201	
	CTC 9001	CTC 4	RB 92579	CTC 9005	
	RB 036088	RB 966928	CTC 20	IACSP 95-5000	
	RB 966928	RB 036088	RB 975201	CTC 9001	
	CTC 4	IACSP 95-5000	RB 966928	RB 036088	
	RB 92579	CTC 9001	CTC 9005	RB 966928	
	Estrada				Trincheira

Fonte: Autoria própria (2021).

Com relação ao ataque de pragas, não foi observado presença de cigarrinha (*Mahanarva fimbriolata*) e broca da cana (*Diatraea saccharalis*), por isso não foi adotado nenhum tipo de controle, para ambos os anos de avaliação.

Após o término do primeiro ano das avaliações, no mês de outubro de 2019, fez-se o corte raso da área total. O excesso de palha e as folhas foram alocadas no corredor entre os blocos para garantir maior brotação das soqueiras.

3.4 AVALIAÇÕES AGRONÔMICAS

Para verificar o comportamento agrônomo das variedades de cana-de-açúcar foram realizadas avaliações mensais. De janeiro a setembro do primeiro ano foram realizadas avaliações para mensurar as características morfológicas das plantas, dentre elas: número de folhas verdes, altura de plantas, perfilhamento e área foliar. De maio até setembro também foram feitas avaliações biométricas de colheita,

avaliando peso de colmos, altura útil de colmos, volume de caldo, °Brix, peso de fibra, produtividade de colmos (toneladas de colmos por hectare – TCH) e produtividade de açúcares (toneladas de Brix por hectare – TBH) (CIVIERO, 2014; VERISSIMO et al., 2012b).

Para o segundo ano de avaliações, tendo em vista a ocorrência da pandemia do coronavírus (COVID-19), a periodicidade das avaliações foi ampliada pela disponibilidade limitada de mão-de-obra. Em cana soca de primeiro corte as avaliações morfológicas foram feitas nos meses de dezembro de 2019, fevereiro, abril, maio, agosto e setembro de 2020. As avaliações biométricas de colheita foram realizadas nos meses de maio, agosto e setembro.

O número de folhas foi determinado por contagem direta em 10 colmos representativos da parcela onde se contabilizou apenas as folhas completamente desenvolvidas e que apresentem ao menos 20% de área verde. A altura das plantas foi mensurada com trena de madeira da base de 10 colmos até a aurícula visível no ponto mais alto da planta (folha +1) (CIVIERO, 2014).

O perfilhamento foi determinado a partir da contagem direta do número de colmos presentes em 1,0 m linear em todos os dias de avaliação, até o início da fase de alongamento dos colmos (VERISSIMO et al., 2012b).

O Índice do Fechamento de Entrelinhas foi determinado aos 120 dias após o plantio, estabelecendo notas de 1 à 9, sendo que 1 representa a entrelinha completamente fechada e 9 a entrelinha completamente exposta. As notas foram estabelecidas por cinco pessoas, sendo considerada a média como índice final (ABRANCHES; BOLONHEZI, 2011).

A área foliar foi determinada a partir da média de 10 colmos representativos da parcela aplicando-se a fórmula proposta por Hermann e Câmara (1999), descrita a seguir:

$$AFc = C * L * 0,75 * (N + 2)$$

Sendo que:

AFc: área foliar do colmo (cm²);

C: comprimento da folha +3 (cm);

L: largura máxima da folha +3 (cm);

0,75: fator de forma;

N: número de folhas completamente abertas e com ao menos 20% de área verde;

2: fator de correção.

Todas as características biométricas de colheita foram determinadas a partir da colheita de 10 colmos representativos da parcela devidamente colhidos no dia da avaliação. O peso de colmos foi determinado a partir da pesagem direta dos colmos com auxílio de balança de pêndulo. Os colmos foram despontados manualmente e com todas as folhas (verdes ou secas) retiradas.

O comprimento de colmos foi determinado com trena métrica após o desponte, medindo da base até o ponto de quebra do palmito.

O caldo foi extraído com o auxílio de moenda MAQTRON M-730 e com o uso de balde volumétrico foi determinado o volume de caldo. Os colmos foram esmagados duas vezes para garantir completa extração do caldo da fibra.

O °Brix foi determinado com o uso de refratômetro Hanna HI 96801 após a homogeneização do caldo dentro de balde volumétrico.

O peso da fibra foi determinado com o auxílio de balança de pêndulo após a completa extração do caldo.

Para se determinar a produtividade de colmos (TCH) e a produtividade de açúcares (TBH) foram utilizadas as fórmulas propostas por Veríssimo (2012b):

$$TCH = \frac{P10C}{10} * NCM * \frac{10}{E}$$

Sendo que:

TCH: toneladas de colmo por hectare (t ha⁻¹);

P10C: peso de 10 colmos (kg);

10: fator de divisão;

NCM: número de colmos por metro linear;

10: fator de correção;

E: espaçamento entre linhas (m).

$$TBH = \frac{^{\circ}Brix * TCH}{100}$$

Sendo que:

TBH: toneladas de brix por hectare ($t \text{ brix ha}^{-1}$);

°Brix: valor médio do °Brix do caldo;

TCH: toneladas de colmos por hectare ($t \text{ ha}^{-1}$);

100: fator de correção.

Em outubro, paralelamente às últimas avaliações morfológicas e biométricas, foi realizada a colheita em área total da cana-de-açúcar e também a análise de dano pelo frio. Para determinar o nível de estresse pelo frio foram consideradas as características de: gema apical morta (GM), brotação lateral (BL), brotação basal (BB) e acamamento (AC), dando-se notas de 1 a 5 conforme tabela 2 abaixo (VERISSIMO, 2012a).

Tabela 2. Avaliações e parâmetros a serem mensurados nos genótipos de cana-de-açúcar durante a condução do experimento. Dois Vizinhos – PR, 2021.

Nota	Avaliação			
	Gema apical morta	Brotação lateral	Brotação basal	Acamamento
1	Ausente	Ausente	Ausente	Ereta
2	Pouco (<5% mortas)	Pouco (<10% brotações)	Pouco (<10% brotações)	<10% acamadas
3	Regular (5,1 a 25% mortas)	Regular (10,1 a 25% brotações)	Regular (10,1 a 25% brotações)	10,1 a 25% acamadas
4	Muito (25,1 a 50% mortas)	Muito (25,1 a 50% brotações)	Muito (25,1 a 50% brotações)	25,1 a 50% acamadas
5	Abundante (>50,1% mortas)	Abundante (>50,1% brotações)	Abundante (>50,1% brotações)	>50,1% acamadas

Fonte: Adaptado de Verissimo (2012a).

Tendo em vista a alta demanda de trabalho nos dias de avaliações, prezou-se pelo trabalho com grupo de 6 pessoas, subdivididos em equipes de dois, a fim de manter as mesmas avaliações com o mesmo avaliador para reduzir o erro experimental. Ao final, após o corte e transporte das amostras, as equipes se ajudavam no processo de moagem da cana e demais avaliações.

3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Após o término da coleta dos dados, estes foram submetidos à análise de homogeneidade das variâncias e da normalidade dos erros através do método de Shapiro-Wilk à 5,0% de probabilidade de erro e posteriormente foi realizada a análise de variância (ANOVA) para ambos os anos de dados.

Os dados de cana planta, uma vez que apresentaram equidistância entre as datas de avaliação, quando apresentaram diferença estatística significativa foram submetidos à análise de regressão linear e/ou quadrática para os dados quantitativos. Para os dados qualitativos, aplicou-se o teste de comparação de médias de Scott-Knott à 5,0% de probabilidade de erro quando houve diferença estatística significativa na análise de variância.

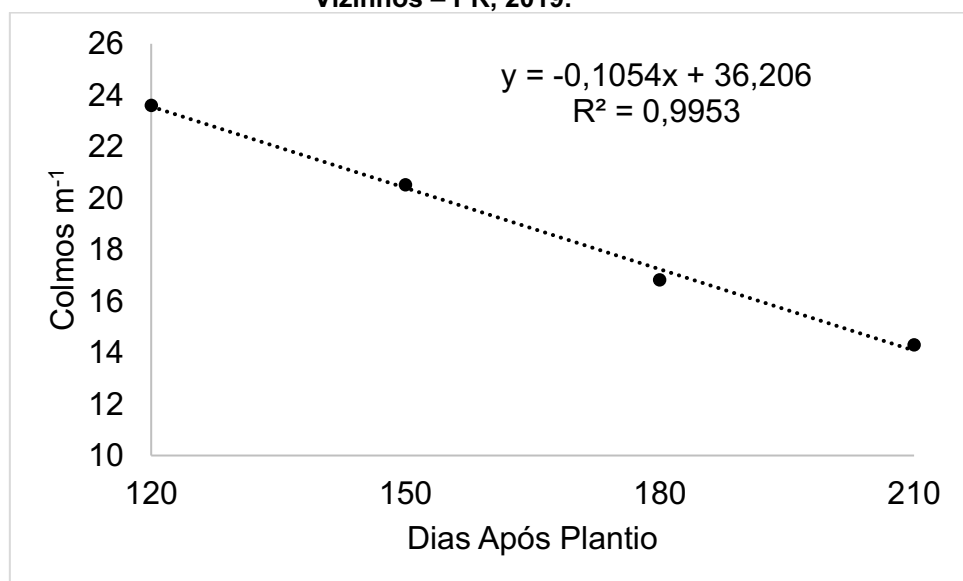
Para cana soca de primeiro corte, uma vez que as datas de avaliação não foram equidistantes, aplicou-se a análise de variância e quando houve diferença estatística significativa aplicou-se o teste de médias de Scott-Knott à 5,0% de probabilidade de erro.

As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do software estatístico Sisvar.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve diferença estatística significativa para o número de perfilhos ($p < 0,05$) para as datas de avaliação bem como entre as variedades, tanto para cana planta como para cana soca de primeiro corte. Porém, não houve interação estatística significativa entre os fatores. Na figura 4 abaixo nota-se comportamento linear decrescente no número de colmos m^{-1} em função dos dias, dada a intensa brotação logo após o plantio e a consequente morte dos perfilhos mais fracos (TEARE; PEET, 1983; SANTOS; BORÉM, 2016). Após estabelecido o número de colmos por metro, a população final do canavial pode ser determinada e os colmos começam a alongar e acumular sacarose a partir de sua base.

Figura 4. Perfilhamento (colmos m^{-1}) para cana planta em função dos Dias Após Plantio. Dois Vizinhos – PR, 2019.



Fonte: Autoria própria (2021).

A contagem média de perfilhos para cana planta aos 120 dias após o plantio (DAP) era de 23,6 colmos m^{-1} , sendo que 90 dias depois houve redução para a média de 14,3 colmos m^{-1} . As contagens para cana soca de primeiro corte (Tabela 3) mantiveram o mesmo padrão de decréscimo observado no ano anterior, iniciando em 40,0 colmos m^{-1} aos 50 dias após a colheita (DAC) e estabilizando em 15,9 colmos m^{-1} aos 210 DAC.

Tabela 3. Perfilhamento (colmos m⁻¹) para cana soca de primeiro corte função dos Dias Após a Colheita. Dois Vizinhos – PR, 2020.

Dias após colheita	Perfilhamento (colmo m ⁻¹)
50	40,02 A
120	20,33 B
160	18,14 B
210	15,95 C
300	15,95 C
330	15,95 C
CV (%)	27,96
p	0,0000
Média	21,06

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott à 5,0% de probabilidade de erro. Fonte: Autoria própria (2021).

Se considerarmos a mesma data inicial de avaliação (120 dias) e a data final de perfilhamento (210 dias), quando comparamos cana planta para cana soca de primeiro corte, há redução de 40% e 21,5%, respectivamente, na população final de colmos m⁻¹. Esse comportamento corrobora com o observado por Civiero (2014) ao avaliar o perfilhamento de duas variedades de cana-de-açúcar ao longo do ciclo em três arranjos espaciais distintos de entrelinha. Paes et al. (1997) atribuem a mortalidade de perfilhos ao longo do ciclo da cultura pela competição intraespecífica, até mesmo dentro da própria touceira, onde os perfilhos tardios tendem a apresentar menor vigor, sendo suprimidos pelos maiores.

Fato esse que pode ser associado à maior estabilidade da soqueira no solo quando comparado aos toletes plantados, o que garante maior sobrevivência dos colmos. Ademais, devido a presença de palhada sobre a soqueira, é possível que apenas as brotações mais vigorosas tenham rompido a barreira física e tenham sido contabilizadas nas avaliações.

Avaliando o perfilhamento das variedades separadamente ao 210° dia de cultivo, encontra-se na tabela 4 os resultados para colmos finais sobreviventes, que atingiram a maturação.

O número de colmos está associado predominantemente às características genéticas de cada variedade, porém, existem fatores que afetam a capacidade de perfilhamento da cultura, dentre eles: preparo do solo, fertilidade, compactação, pisoteio, precipitação pluviométrica, luminosidade entre outros (ARCOVERDE et al., 2018).

Tabela 4. Perfilhamento para nove variedades de cana-de-açúcar em cana planta e cana soca de primeiro corte. Dois Vizinhos – PR, 2019/2020.

Variedade	Perfilhamento (colmos m ⁻¹)	
	Cana planta	Cana soca
CTC9005	20,9 A	28,4 A
CTC9001	16,5 C	21,4 B
RB966928	20,0 B	17,5 C
CTC20	23,5 A	26,2 A
CTC4	24,0 A	22,5 B
RB92579	16,8 C	19,8 B
RB975201	15,9 C	17,5 C
IACSP95-5000	17,1 C	16,8 C
RB036088	14,3 C	19,1 C
CV (%)	16,0	27,9
p	0,0	0,0000
Média	18,8	21,0

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott à 5,0% de probabilidade de erro. Fonte: Autoria própria (2021).

Para cana planta, observa-se que as variedades com maior capacidade de perfilhamento são a CTC20, CTC4 e CTC9005, com 23,5; 24,0 e 20,9 colmos m⁻¹, respectivamente. Estas foram estatisticamente superiores à RB966928 que apresentou 20 colmos m⁻¹ que por sua vez também foi estatisticamente superior às demais variedades.

Para cana soca apenas CTC9005 e CTC20 apresentaram as maiores médias para a variável, seguidas por CTC9001, CTC4 e RB92579, sendo estas também estatisticamente superiores às demais variedades.

Foi possível observar que as variedades de ciclo precoce e médio, de maneira geral, apresentaram maior capacidade de perfilhamento quando comparadas às variedades de maturação tardia. Fato esse que pode ser associado às características genéticas dos materiais, adaptabilidade ao tipo de solo e ao mal estabelecimento inicial das variedades tardias.

Esse comportamento discorda com o observado por Arcoverde et al. (2018) uma vez que em seu estudo os autores não constataram diferença estatística significativa para o perfilhamento de variedades com diferentes ciclos de maturação.

Outra comparação que pode ser analisada é a relação entre o diâmetro de colmo e o perfilhamento, quanto maior o diâmetro dos colmos, menor será o número de colmos m⁻¹, dados estes que discordam com os observados por Morais et al., (2017), uma vez que os autores não observaram interação entre as variáveis.

A capacidade de brotação e perfilhamento está diretamente ligada a velocidade em que as plantas serão capazes de fechar a entrelinha, associado a fatores inerentes a planta como morfologia e inclinação das folhas, bem como à fatores de manejo (ABRANCHES; BOLONHEZI, 2011). Na tabela 5 abaixo é possível observar as notas para o Índice de Fechamento das Entrelinhas (IFE) para cada uma das variedades estudadas aos 120 DAP.

Tabela 5. Índice de Fechamento da Entrelinha para nove variedades de cana-de-açúcar em cana planta. Dois Vizinhos – PR, 2019.

Variedade	IFE
CTC9005	3,2 D
CTC9001	3,9 C
RB966928	2,4 D
CTC20	2,7 D
CTC4	5,2 B
RB92579	5,4 B
RB975201	7,9 A
IACSP95-5000	5,4 B
RB036088	7,6 A
CV (%)	13,4
p	0,0000
Média	4,8

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott à 5,0% de probabilidade de erro. Fonte: Autoria própria (2021).

Uma vez que o manejo em toda a área experimental foi o mesmo, subentende-se que as diferenças entre as notas aferidas às variedades para o IFE está relacionado exclusivamente às características genéticas dos materiais. Quanto mais próxima a nota for de 1,0 entende-se que a entrelinha está completamente fechada.

Nesse sentido, RB975201 e RB036088 com as maiores notas, 7,9 e 7,6; respectivamente, são as variedades com maior dificuldade para cobrir o solo. Além de reduzir o aproveitamento de luz, permite o desenvolvimento de plantas daninhas, dificultando o manejo. Comparando ao número de perfilhos, ambas as variedades apresentam o menor número de colmos m^{-1} (tabela 4), demonstrando a relação entre as variáveis.

Os materiais que mais rapidamente fecharam a entrelinha foram RB966928, CTC20 e CTC9005, com notas de 2,4; 2,7 e 3,2, respectivamente, sendo estatisticamente superiores às demais variedades. Nota-se relação entre os ciclos de maturação com a capacidade de fechar a entrelinha, sendo as precoces com

desenvolvimento mais acelerado, seguido pelas de ciclo médias e, por fim, as de maturação tardia. Estas últimas podendo associar novamente ao mal estabelecimento, devido a dificuldade de emergir em solo argiloso.

Na figura 5 abaixo observa-se a diferença no porte e capacidade de fechamento do dossel entre as variedades CTC9005 (esquerda) e RB975201 (direita).

Figura 5. Diferença visual entre as variedades CTC9005 (esquerda) e RB975201 (direita). Dois Vizinhos – PR, 2019.



Fonte: Autoria própria (2021).

Para a variável de altura de plantas houve interação estatística significativa entre os fatores datas e variedades ($p < 0,05$), tanto para cana planta como para cana soca de primeiro corte.

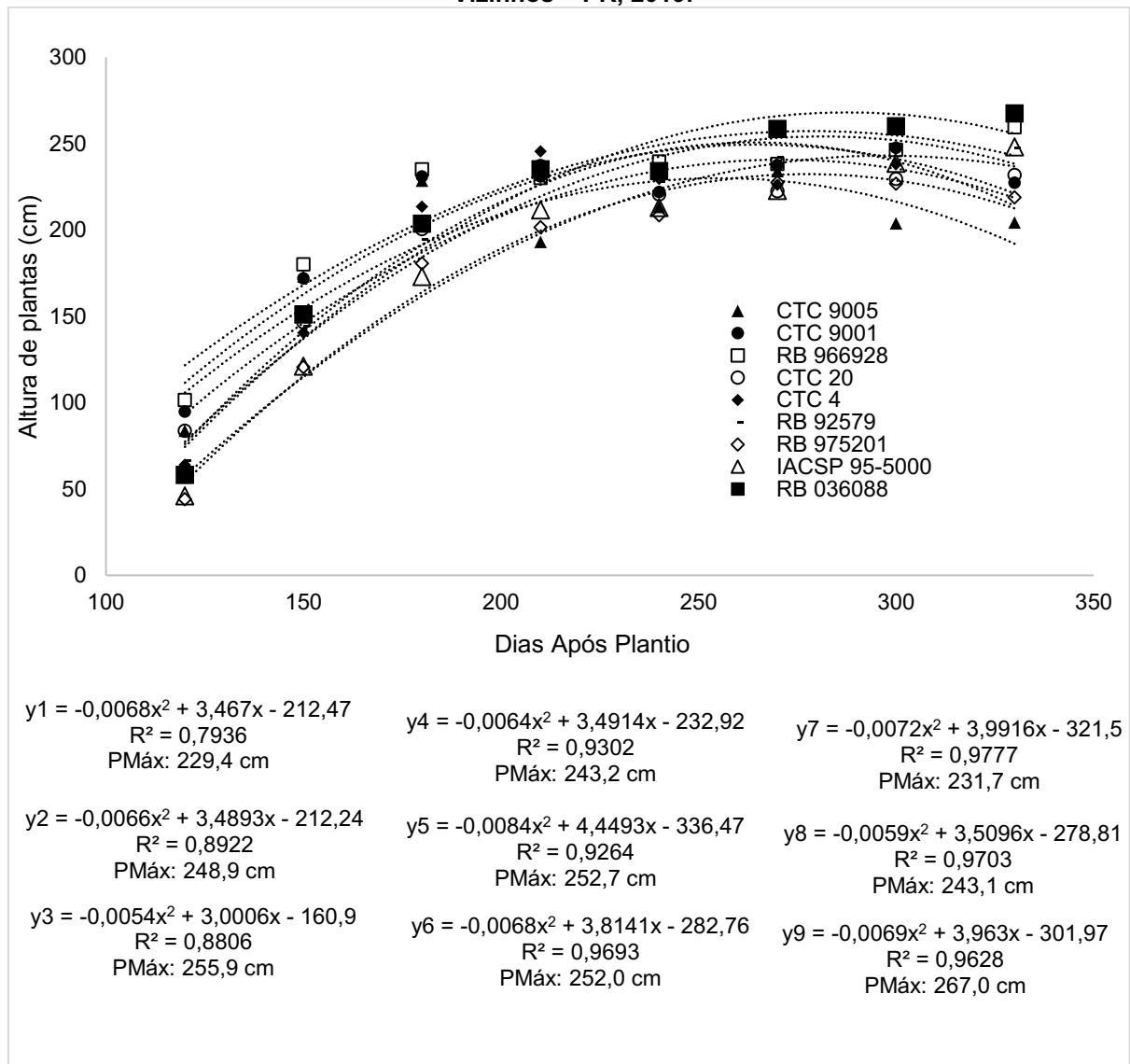
A análise de regressão para a altura de cana planta apresentada na figura 6 apresenta comportamento quadrático. Pode-se observar que após as avaliações de 240 DAP há certa estabilidade na altura das plantas, sugerindo que as plantas atingiram o final da fase de alongamento.

Pode-se notar redução na altura de CTC9005 aos 300 e 330 DAP, caracterizado pelo acamamento da variedade, seja fator associado a dano pelo frio, fortes ventos ou até mesmo menor resistência dos colmos.

Através da equação é possível observar que RB036088 apresentou a maior altura, com ponto de máxima de 267,0 cm, seguida por RB966928 com 255,9 cm, CTC4 com 252,7 cm, RB92579 com 252,0 cm, CTC9001 com 248,9 cm, CTC20 com

243,2 cm, IACSP95-5000 com 243,1 cm, RB925201 com 231,7 cm e, por fim, CTC9005 com 229,4 cm.

Figura 6. Altura de plantas (cm) para cana planta em função dos dias após plantio. Dois Vizinhos – PR, 2019.



Fonte: Autoria própria (2021).

Para fins de facilitar a visualização do gráfico, a diferença estatística entre as variedades dentro de cada data de avaliação estão demonstradas na tabela 6 abaixo.

Podemos subdividir as variedades em grupos de altura até a data de 180 DAP, sendo que as precoces apresentaram-se estatisticamente mais altas que as demais, com exceção para CTC20 aos 120 DAP e CTC4 aos 180 DAP que foram estatisticamente iguais às precoces.

Tabela 6. Altura de plantas para nove variedades de cana-de-açúcar em cana planta. Dois Vizinhos – PR, 2019.

Variedade	Dias após o plantio							
	120	150	180	210	240	270	300	330
CTC9005	83,62 A	173,00 A	228,50 A	193,00 B	213,25 A	234,00 A	203,75 C	204,25 B
CTC9001	94,75 A	172,00 A	231,00 A	231,00 A	222,00 A	237,50 A	247,50 A	227,25 B
RB966928	101,50 A	180,0 A	235,00 A	230,00 A	239,50 A	238,25 A	246,25 A	259,50 A
CTC20	83,62 A	146,50 B	200,50 B	237,00 A	220,50 A	222,50 A	229,50 B	231,75 B
CTC4	64,00 B	140,50 B	213,50 A	245,50 A	229,50 A	226,00 A	238,00 A	227,50 B
RB92579	66,25 B	144,00 B	194,50 B	233,00 A	227,75 A	242,00 A	248,75 A	247,50 A
RB975201	44,00 B	120,50 C	180,50 C	201,50 B	208,50 A	227,50 A	226,75 B	218,75 B
IACSP95-5000	46,00 B	121,00 C	173,00 C	211,50 B	213,00 A	222,75 A	238,50 A	248,00 A
RB036088	58,00 B	151,00 B	203,50 B	235,00 A	234,00 A	258,50 A	260,00 A	267,50 A
CV (%)				7,74				
p				0,0000				
Média				198,00				

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott à 5,0% de probabilidade de erro. Fonte: Autoria própria (2021).

Notou-se que aos 240 e 270 DAP todas as variedades não apresentaram diferença estatística para altura. Aos 330 DAP, CTC9005, CTC9001, CTC20, CTC4 foram estatisticamente inferiores as demais pois começaram a apresentar acamamento de plantas, relacionado provavelmente ao atraso na janela ideal de colheita. RB975201 também era estatisticamente inferior as demais, porém, trata-se de variedade de maturação tardia, na presente situação a menor altura estava caracterizada pela dificuldade de desenvolvimento.

Os dados de altura de plantas para cana soca encontram-se na tabela 7. Nota-se comportamento similar para a altura entre as variedades CTC9005, CTC9001, RB966928, CTC4, RB975201 e RB036088 com declínio para a data de 330 DAC quando comparada à avaliação anterior, fato esse ocasionado pelo acamamento de plantas.

De maneira geral, para todas as variedades é possível observar crescimento linear até a estabilização da altura aos entre 210 e 300 DAC, caracterizando o final do período do alongamento dos colmos.

Semelhante ao crescimento avaliado em cana planta, podemos subdividir as variedades precoces como de crescimento inicial mais acelerado, sendo que aos 50 e 120 DAC foram estatisticamente superiores às demais. Aos 120 DAC a CTC20, RB975201 e RB035088 também foram estatisticamente superiores as outras.

Tabela 7. Altura de plantas para nove variedades de cana-de-açúcar em cana soca de primeiro corte em função dos dias após a data de colheita. Dois Vizinhos – PR, 2020.

Variedade	Dias após colheita					
	50	120	160	210	300	330
CTC9005	77,25 Ae	203,00 Ac	244,75 Ab	265,50 Aa	282,87 Aa	122,21 Dd
CTC9001	68,40 Ae	192,75 Ac	224,25 Ab	264,00 Aa	256,30 Ba	166,67 Cd
RB966928	74,10 Ad	187,50 Ac	236,00 Ab	290,00 Aa	281,77 Aa	218,10 Bb
CTC20	57,30 Bc	179,50 Ab	202,75 Bb	246,00 Ba	217,40 Da	233,20 Aa
CTC4	53,10 Be	168,50 Bd	216,75 Ab	252,00 Ba	246,17 Ca	195,56 Bc
RB92579	48,20 Bd	171,10 Bc	223,00 Ab	279,50 Aa	243,72 Cb	234,43 Ab
RB975201	55,55 Bd	181,50 Ac	218,75 Ab	266,50 Aa	261,30 Ba	205,56 Bb
IACSP95-5000	40,20 Bd	151,25 Bc	191,00 Bb	221,00 Ca	215,50 Da	241,10 Aa
RB036088	55,05 Bd	179,75 Ac	212,75 Ac	272,50 Aa	238,87 Cb	245,56 Ab
CV (%)	8,93					
p	0,0000					
Média	195,63					

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula nas linhas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott à 5,0% de probabilidade de erro. Fonte: Autoria própria (2021).

Outra consideração importante a ser observada é o severo acamamento da variedade CTC9005, seguindo o mesmo comportamento em ambos os anos de avaliação. As variedades CTC9001 e CTC4 também apresentaram acamamento no ano anterior, porém, com menor intensidade. Este aspecto está diretamente relacionado a facilidade de colheita, aspecto a ser considerado na escolha da variedade a ser implantada em propriedades da região Sudoeste do Paraná, uma vez que esse é o principal sistema de colheita adotado.

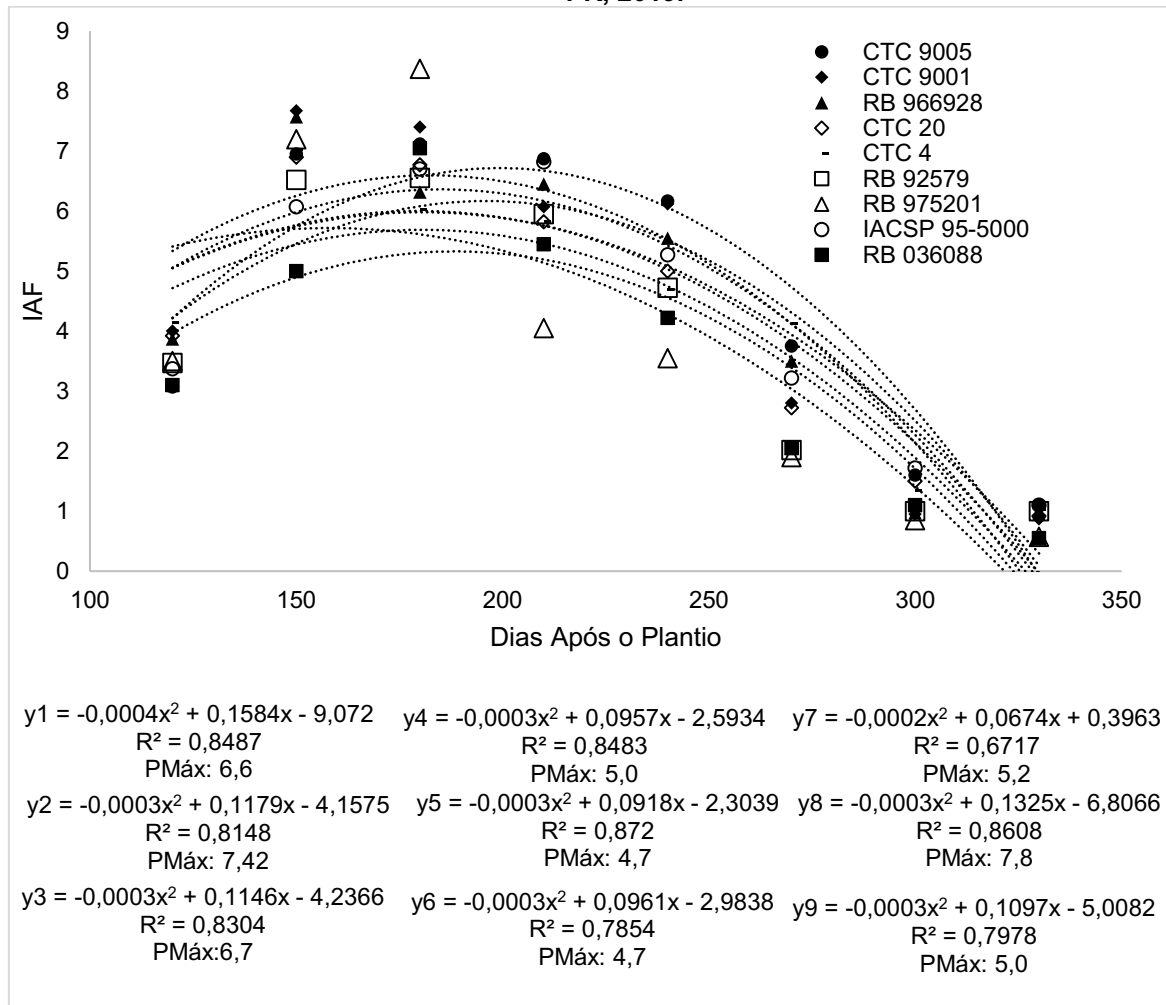
O Índice de Área Foliar (IAF) apresentou interação estatística significativa para datas e variedades em cana planta e diferença significativa para os fatores de maneira isolada em cana soca de primeiro corte.

Na figura 7 abaixo observa-se o comportamento quadrático na regressão para todas as variedades em função das datas de avaliação. Até a data de 180 DAP há aumento no IAF, apresentando decréscimo nas avaliações seguintes. Esse comportamento pode ser observado uma vez que seguindo a metodologia proposta por Hermann e Câmara (1999), ao considerarmos o número total de folhas verdes, há redução no número, de maneira que ocorre senescência natural destas durante o crescimento da cultura.

Outro fator a ser considerado para a redução do IAF a partir de 270 DAP foram as baixas temperaturas que acometeram a região, causando geadas entre os dias 06,

07 e 08 de julho de 2019 (SIMEPAR, 2019). Uma vez que a cana-de-açúcar não é resistente ao frio excessivo, suas folhas foram mortas pelo congelamento dos tecidos, reduzindo a área verde para realização de fotossíntese.

Figura 7. Índice de Área Foliar para cana planta em função dos dias após plantio. Dois Vizinhos – PR, 2019.



Fonte: Autoria própria (2021).

Através da equação do Ponto de Máxima, nota-se que a variedade IACSP95-5000 apresenta o maior potencial para IAF com 7,8 pontos, seguida por CTC9001 com 7,42; RB966928 com 6,7; CTC9005 com 6,6; RB975201 com 5,2; CTC20 e RB036088 com 5,0 e, por último, CTC20 e RB92579 com 4,7 pontos de IAF.

A diferença entre as variedades dentro de cada data de avaliação está demonstrada na tabela 8.

Nota-se que não houve diferença estatística entre as variedades aos 120 DAP, sendo que aos 150 DAP apenas as variedades de maturação tardia IACSP95-5000 e RB036088 foram estatisticamente inferiores que as demais.

Na última avaliação antes da formação de geadas, aos 240 DAP, as variedades de maturação precoce (CTC9005, CTC9001 e RB966928), juntamente com IACSP95-5000 de maturação tardia apresentavam IAF estatisticamente superior que as demais variedades estudadas.

A avaliação de 270 DAP foi realizada no dia seguinte à ocorrência das geadas, demonstrando que CTC9005, RB966928, CTC4 e IACSP95-5000 resistiram mais ao efeito de choque do congelamento. Porém, nas avaliações de 300 e 330 DAP, houve homogeneização do IAF, sendo que todas as variedades estudadas foram comprometidas, não havendo nenhuma que se destacasse por resistir mais aos danos do frio excessivo.

Tabela 8. Índice de Área Foliar para nove variedades de cana-de-açúcar em cana planta. Dois Vizinhos – PR, 2019.

Variedade	Dias após o plantio							
	120	150	180	210	240	270	300	330
CTC9005	3,07 A	6,95 A	7,12 B	6,87 A	6,17 A	3,75 A	1,60 A	1,10 A
CTC9001	4,00 A	7,67 A	7,40 A	6,07 A	6,12 A	2,8 B	0,95 A	0,87 A
RB966928	3,87 A	7,57 A	6,32 B	6,45 A	5,55 A	3,5 A	0,97 A	1,00 A
CTC20	3,92 A	6,90 A	6,77 B	5,82 A	5,00 B	2,72 B	1,50 A	0,92 A
CTC4	4,15 A	7,02 A	6,02 B	5,82 A	4,70 B	4,12 A	1,35 A	1,02 A
RB92579	3,47 A	6,52 A	6,55 B	5,95 A	4,72 B	2,02 B	1,00 A	1,00 A
RB975201	3,5 A	7,20 A	8,37 A	4,05 B	3,55 B	1,90 B	0,85 A	0,57 A
IACSP95-5000	3,37 A	6,07 B	6,70 B	6,82 A	5,27 A	3,22 A	1,72 A	1,10 A
RB036088	3,10 A	5,00 B	7,05 B	5,45 A	4,22 B	2,05 B	1,10 A	0,55 A
CV (%)				20,97				
p				0,0004				
Média				4,16				

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott à 5,0% de probabilidade de erro. Fonte: Autoria própria (2021).

No ano seguinte de avaliações não houve a formação de geadas na área experimental, para tal apresenta-se na tabela 9 a seguir o IAF de cana soca com interação isolada para os fatores variedades e datas.

De maneira semelhante ao ano anterior, houve ápice de IAF na data de 120 DAC com média de 7,58 pontos para a área experimental, com redução ao passar dos dias tendo em vista a senescência das folhas.

Tabela 9. Índice de Área Foliar (IAF) para nove variedades de cana-de-açúcar em cana soca de primeiro corte e IAF em função dos dias após colheita. Dois Vizinhos – PR, 2020.

Variedade	IAF	Dias após colheita	IAF
CTC9005	5,75 A	50	4,49 B
CTC9001	5,07 B	120	7,58 A
RB966928	3,76 C	160	4,61 B
CTC20	4,78 B	210	3,87 C
CTC4	3,90 C	300	3,34 D
RB92579	4,35 C	330	3,88 C
RB975201	4,90 B		
IACSP95-5000	4,29 C		
RB036088	5,05 B		
CV (%)		20,62	
p		0,0000	
Média		4,63	

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott à 5,0% de probabilidade de erro. Fonte: Autoria própria (2021).

Avaliando as variedades isoladamente, CTC9005 apresentou-se estatisticamente superior as demais com 5,75 pontos de IAF, seguida por CTC9001, CTC20, RB975201 e RB036088 com 5,07; 4,78; 4,90 e 5,05 pontos respectivamente. As variedades de menor IAF foram RB966928, CTC4, RB92579 e IACSP95-5000 com 3,76; 3,90; 4,35 e 4,29 pontos, respectivamente.

O aumento no IAF durante as fases iniciais do ciclo da cultura corroboram com o observado por Holanda et al. (2014), porém, os autores não deram continuidade às avaliações após 63 DAP. Aspecto a ser considerado no trabalho foi a incapacidade das variedades em aumentar sua área foliar quando submetidas ao estresse hídrico, sendo essa característica natural das plantas para evitar a transpiração excessiva e reduzir o gasto de água.

Tendo em vista a metodologia utilizada para estimar o IAF, proposta por Hermann e Câmara (1999), haverá tendência entre os materiais com maior perfilhamento apresentarem maior área foliar. Esse comportamento decrescente do IAF, além da presença da senescência natural das folhas mais velhas, pode ser acrescido da mortalidade dos perfilhos jovens e menos vigorosos ao longo do ciclo da cultura.

Para os dados de colheita em cana planta, os resultados de Comprimento de colmos, Toneladas de Colmo por Hectare, Toneladas de Fibra por Hectare, °Brix, e Toneladas de Brix por Hectare apresentaram diferença estatística significativa para os fatores variedades e datas de maneira isolada, enquanto que Volume de Caldo por

Hectare apresentou diferença significativa apenas para o fator variedades, conforme tabela 10 e figura 8.

Analisando as regressões da figura 8 observa-se comportamento quadrático para todas as variáveis. Para comprimento de colmo é interessante observar que logo aos 270 DAP os colmos aproximaram-se do ponto de máxima (234,80 cm), mantendo-se estáveis até a última data de avaliação aos 330 DAP.

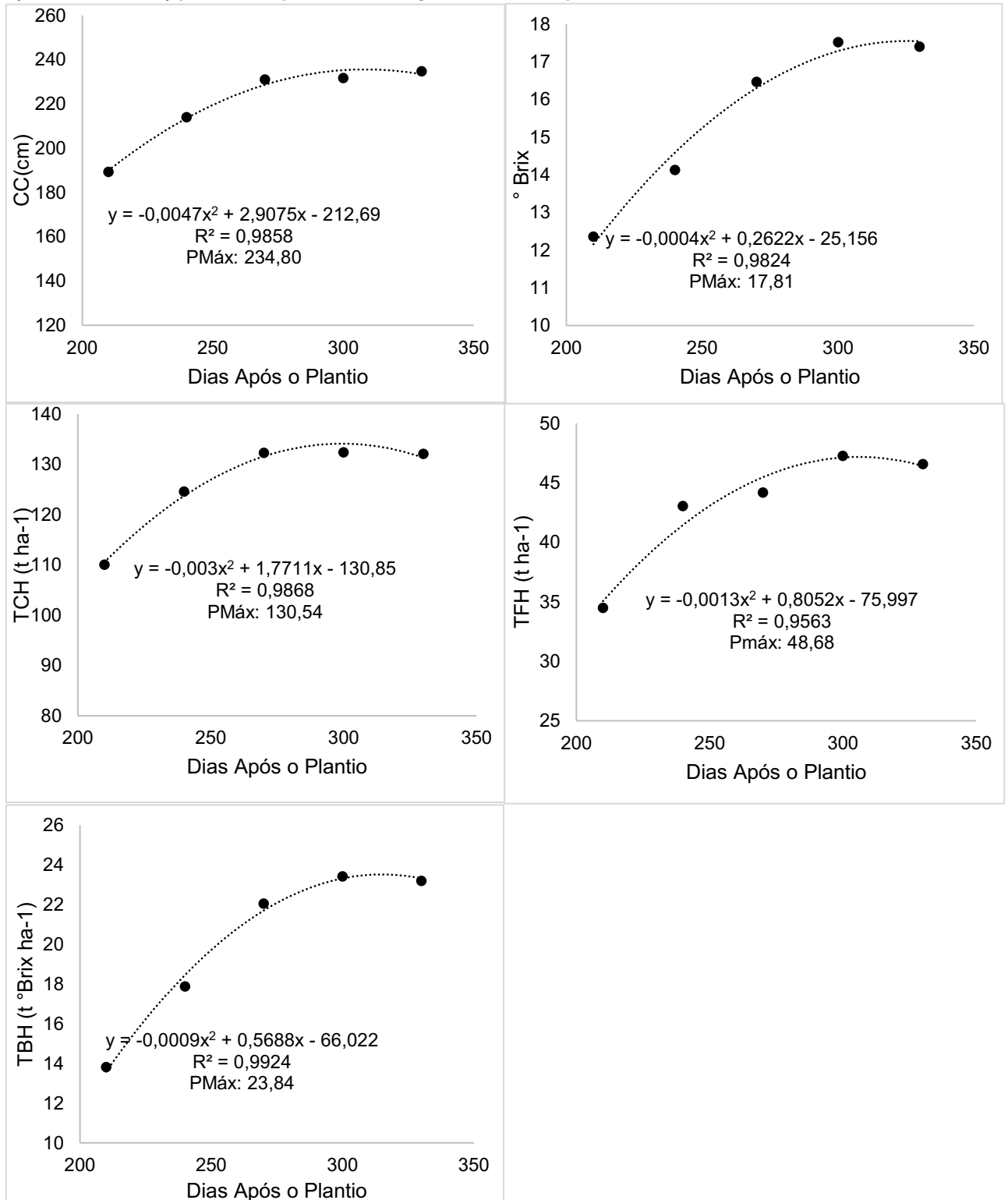
Para °Brix nota-se crescimento praticamente linear até 300 DAP, com pequena redução para 330 DAP, o que sugere que as variedades iniciaram o processo inverso da produção de açúcares no colmo, iniciando processos de isoporização por atraso na colheita.

A produtividade expressa em TCH apresentou comportamento semelhante ao Comprimento de Colmos, atingindo valores próximos do ponto de máxima (130,54 t ha⁻¹) aos 270 DAP, mostrando-se estáveis a partir dessa data de avaliação.

Tonelada de Fibra por Hectare apresentou aumento até 300 DAP, atingindo valores próximos do ponto de máxima de 48,68 t ha⁻¹. Para 330 DAP houve pequena redução, podendo ser associado ao redirecionamento dos fotossintatos do colmo para novas brotações.

Toneladas de Brix por Hectare seguiu o mesmo padrão de comportamento das demais variáveis, aumentando linearmente até 300 DAP, atingindo valores próximos do ponto de máxima (23,84 t ha⁻¹). Aos 330 DAP apresentou leve redução, seguindo a relação entre TCH e °Brix.

Figura 8. Comprimento de colmos (CC, cm), Toneladas de Colmo por Hectare (TCH, t ha⁻¹), Toneladas de Fibra por Hectare (TFH, t ha⁻¹), °Brix (BRX) e Toneladas de Brix por Hectare (TBH, t °Brix ha⁻¹) para cana planta em função dos Dias Após Plantio. Dois Vizinhos – PR, 2019.



Fonte: Autoria própria (2021).

Tabela 10. Comprimento de colmos (CC, cm), Toneladas de Colmo por Hectare (TCH, t ha⁻¹), Toneladas de Fibra por Hectare (TFH, t ha⁻¹), °Brix (BRIX), Volume de Caldo por Hectare (VCH, m³ ha⁻¹) e Toneladas de Brix por Hectare (TBH, °Brix ha⁻¹) para nove variedades de cana-de-açúcar em cana planta. Dois Vizinhos – PR, 2019.

Variedade	CC	TCH	TFH	BRIX	VCH	TBH
CTC 9005	233,10 B	163,72 A	59,12 A	17,39 B	93,08 A	28,56 A
CTC 9001	231,93 B	123,96 B	42,17 B	16,74 C	69,05 C	20,90 B
RB 966928	247,34 A	150,78 A	55,25 A	18,18 A	87,11 A	27,64 A
CTC 20	197,01 E	123,60 B	41,30 B	16,16 D	76,23 B	20,15 B
CTC 4	223,85 C	135,98 B	46,58 B	14,20 F	82,5 B	19,43 B
RB 92579	220,07 C	129,20 B	41,07 B	14,55 E	80,11 B	18,99 B
RB 975201	210,34 D	78,42 D	24,61 C	13,88 F	50,36 D	11,10 D
IACSP 95-5000	194,33 E	124,67 B	39,83 B	14,91 E	77,30 B	18,73 B
RB 036088	223,73 C	106,28 C	38,00 B	14,18 F	62,19 C	15,24 C
CV (%)	6,93	17,15	20,38	5,17	19,26	18,21
p	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Média	220,18	126,29	43,10	15,57	75,33	20,08

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott à 5,0% de probabilidade de erro. Fonte: Autoria própria (2021).

Para Comprimento de Colmos a variedade RB966928 foi a que apresentou maior tamanho com 247,34 cm, sendo estatisticamente superior às outras variedades. Na sequência as demais variedades precoces, CTC9005 e CTC9001, com 233,1 e 231,93 cm, respectivamente. A variedade de ciclo médio CTC20 e a de ciclo tardio, IACSP95-5000 foram as que apresentaram menor porte com 197,01 e 194,33 cm, respectivamente.

Para Toneladas de Colmo por Hectare as variedades precoces CTC9005 e RB966928 foram mais produtivas que as demais, com 163,72 e 150,78 t ha⁻¹ de colmos. Na sequência entre as mais produtivas, seguiu-se a precoce CTC9001, as três variedades de ciclo média e a tardia IACSP95-5000. A variedade de menor potencial produtivo foi a RB975201 com 78,42 t ha⁻¹.

Comparando CTC9005 com RB975201 há diferença de 85,3 t ha⁻¹, ou seja, há redução de 52,1% de produção na mesma área apenas pela utilização de variedades distintas, mostrando a adaptação superior da variedade precoce sobre a tardia.

Apresentando resultados semelhantes à variável anterior, Toneladas de Fibra por Hectare foi maior para CTC9005 e RB966928, quando comparadas às outras variedades. Automaticamente RB975201 foi a que apresentou menor peso de fibra com 24,61 t ha⁻¹ e as seis variedades restantes tiveram resultado intermediário, sendo estatisticamente iguais.

A qualidade do caldo, estimada no presente experimento pelos °Brix demonstrou RB966928 como a variedade com o caldo de maior concentração de açúcares, com 18,18 °Brix. Na sequência a CTC9005 com 17,39 °Brix e CTC9001 com 16,74 °Brix classifica as variedades precoces como as mais ricas em açúcar.

Na sequência CTC20 aparece no grupo das variedades de maturação média com 16,16 °Brix. RB92579 e IACSP95-5000 são estatisticamente iguais com 14,55 e 14,91 °Brix. Por fim, CTC4, RB975201 e RB036088 aparecem como sendo as menos ricas em quantidade de açúcar por volume de caldo.

O volume de caldo por hectare segue padrão semelhante ao de TCH, sendo CTC9005 e RB966928 as que mais produziram caldo com 93,08 e 87,11 m³ ha⁻¹. Posteriormente seguidas por CTC20, CTC4 e RB92579 do grupo das variedades de ciclo médio bem como a IACSP95-5000 das tardias, sendo essas quatro estatisticamente iguais. CTC9001 e RB036088 também foram estatisticamente iguais com 69,05 e 62,19 m³ ha⁻¹ e por último, RB975201, com 50,36 m³ ha⁻¹.

Considerando a relação entre TCH e °Brix obtém-se Toneladas de Brix por Hectare, sendo novamente CTC9005 e RB966928 como as mais produtivas com 28,56 e 27,64 t ha⁻¹. Em seguida, sendo estatisticamente iguais encontram-se CTC9001, CTC20, CTC4, RB92579 e IACSP95-5000 com, respectivamente, 20,90; 20,15; 19,43; 18,99 e 18,73 t ha⁻¹. Na sequência há RB036088 com 15,24 t ha⁻¹ e, por fim, RB975201 com 11,10 t ha⁻¹.

Para as condições produtivas de agroindústrias familiares da região Sudoeste do Paraná, 1,0 TBH é capaz de ser convertida em 1.100,0 litros de aguardente, sendo estas comercializadas à R\$7,50 L⁻¹, permitirá renda bruta aos produtores na casa dos R\$8.250,00 para cada Tonelada de °Brix (informação verbal)². Comparando a variedade mais produtiva (CTC9005) para a menos produtiva (RB975201) haverá redução de R\$144.045,00 na renda bruta por hectare.

Fazendo a mesma comparação anteriormente realizada, CTC9005 foi a variedade mais produtiva para TBH enquanto RB975201 foi a menos produtiva com diferença absoluta entre as variedades de 17,46 t ha⁻¹, ou seja, redução de 61,1 %.

Seguindo as avaliações para cana soca de primeiro corte, comprimento de colmos apresentou interação estatística significativa para os fatores de datas e variedades (p<0,05). Na tabela 11 abaixo é possível observar que todas as variedades

² Informação fornecida por Joarez Pellizzari em conversa informal com o autor, Nova Prata do Iguaçu – PR, 2021.

apresentaram comportamento semelhante de crescimento ao passar dos dias de avaliação, tendo maior tamanho aos 330 DAC do que aos 210 DAC. Exceção aplica-se para CTC20 e RB036088 que não apresentaram diferença estatística em função dos dias de colheita.

Tabela 11. Comprimento de colmos para nove variedades de cana-de-açúcar em cana soca de primeiro corte em função dos dias após a data de colheita. Dois Vizinhos – PR, 2020.

Variedade	Dias após colheita		
	210	300	330
CTC9005	246,66 Ab	233,66 Ab	283,53 Aa
CTC9001	168,86 Cb	234,22 Aa	252,87 Ba
RB966928	248,99 Ab	256,66 Ab	290,08 Aa
CTC20	199,77 Ba	207,73 Ba	228,32 Ca
CTC4	200,22 Bb	203,33 Bb	257,08 Ba
RB92579	211,55 Bb	204,40 Bb	247,55 Ba
RB975201	234,55 Ab	225,53 Ab	304,88 Aa
IACSP95-5000	167,44 Cb	218,86 Aa	212,99 Ca
RB036088	229,66 Aa	241,06 Aa	259,88 Ba
CV (%)	9,14		
p	0,0000		
Média	227,10		

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula nas linhas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott à 5,0% de probabilidade de erro. Fonte: Autoria própria (2021).

Aos 210 DAC as variedades CTC9005, RB966928, RB675201 e RB036088 apresentaram os maiores valores de comprimento de colmo, seguidas por CTC20, CTC4, RB92579 e por último, CTC9001 e IACSP95-5000. Aos 300 DAC as variedades precoces e as tardias foram estatisticamente iguais com os maiores comprimentos de colmo, seguidas pelas de ciclo médio de maturação.

Na última data de avaliação (330 DAC) CTC9005, RB966928 e RB975201 foram estatisticamente iguais com os maiores valores de comprimento de colmo, vindo na sequência CTC9001, CTC4, RB92579 e RB036088, por último com os menores valores foram avaliadas as variedades CTC20 e IACSP95-5000.

Morais et al. (2017) observaram em seu estudo que há baixa variabilidade no comprimento de colmo para variedades de grupos de maturação semelhantes. Porém, essa característica está diretamente ligada à produtividade final, havendo correlação entre as variáveis. No presente estudo nota-se que a variedade precoce CTC9005 foi estatisticamente superior às demais tanto para CC e TCH, corroborando com a informado pelos autores. Exceção se aplica para RB975201, apresentando alto CC,

porém, com baixo rendimento de colmos, esse último podendo ser associado ao baixo perfilhamento.

Avaliando a riqueza do caldo no segundo ano de avaliações (tabela 12) foi possível observar interação significativa para os fatores datas e variedades. Notou-se que todas as variedades apresentaram aumento do °Brix ao passar dos dias, exceto para CTC4 que apresentou maior concentração de açúcares no caldo aos 300 DAC.

Tabela 12. °Brix para nove variedades de cana-de-açúcar em cana soca de primeiro corte em função dos dias após a data de colheita. Dois Vizinhos – PR, 2020.

Variedade	Dias após colheita		
	210	300	330
CTC9005	20,10 Ab	20,53 Bb	21,53 Aa
CTC9001	20,30 Aa	20,90 Aa	20,46 Ba
RB966928	19,06 Bb	20,33 Ba	20,13 Ba
CTC20	18,16 Cb	18,70 Cb	19,76 Ba
CTC4	17,86 Cc	21,43 Aa	20,23 Bb
RB92579	17,33 Dc	18,86 Cb	19,83 Ba
RB975201	16,66 Db	17,13 Db	17,96 Ca
IACSP95-5000	18,43 Cb	19,93 Ba	19,83 Ba
RB036088	17,26 Db	19,56 Ba	19,96 Ba
CV (%)		3,39	
p		0,0001	
Média		19,34	

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula nas linhas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott à 5,0% de probabilidade de erro. Fonte: Autoria própria (2021).

Avaliando as datas isoladamente, aos 210 DAC as variedades precoces CTC9005 e CTC9001 foram estatisticamente superiores às demais, seguidas pela outra variedade precoce RB966928, depois as variedades de ciclo médio CTC20, CTC 4 e a variedade tardia IACSP95-5000, seguidas por fim pelas demais variedades estudadas.

Aos 300 DAC, CTC9001 e CTC4 foram as variedades de maior riqueza de caldo, seguidas pelas precoces CTC9005, RB966928 e pelas tardias IACSP95-5000 e RB036088. As variedades de ciclo médio, CTC20 e RB92579, foram estatisticamente superiores a apenas RB975201.

Aos 330 DAC a variedade precoce CTC9005 foi estatisticamente mais rica em qualidade de caldo que todas as demais variedades com 21,53 °Brix, enquanto que RB975201 foi estatisticamente inferior a todos os genótipos estudados com 17,96 °Brix.

As variáveis apresentadas nas tabelas 13 e 14 a seguir, Toneladas de Colmo por Hectare, Toneladas de Fibra por Hectare, Volume de Caldo por Hectare e Toneladas de Brix por Hectare apresentaram diferença estatística significativa ($p < 0,05$) para os fatores datas e variedades de maneira isolada.

A variedade CTC9005 foi a mais produtiva em cana soca de primeiro corte com 201,89 t ha⁻¹, seguida pela CTC20 com 177,20 t ha⁻¹ e na sequência seguiram os sete materiais restantes sendo estatisticamente iguais.

Tabela 13. Toneladas de Colmo por Hectare (TCH, t ha⁻¹), Toneladas de Fibra por Hectare (TFH, t ha⁻¹), Volume de Caldo por Hectare (VCH, m³ ha⁻¹) e Toneladas de Brix por Hectare (TBH, °Brix ha⁻¹) para nove variedades de cana-de-açúcar em cana soca de primeiro corte. Dois Vizinhos – PR, 2020.

Variedade	TCH	TFH	VCH	TBH
CTC9005	201,89 A	83,96 A	95,03 A	41,85 A
CTC9001	157,41 C	60,97 B	74,77 B	32,39 B
RB966928	138,82 C	53,67 C	69,48 B	27,69 C
CTC20	177,20 B	60,97 B	89,82 A	33,47 B
CTC4	137,69 C	54,15 C	64,13 B	27,55 C
RB92579	143,64 C	54,06 C	72,57 B	26,95 C
RB975201	150,27 C	53,88 C	82,45 A	25,95 C
IACSP95-5000	130,60 C	46,63 C	66,22 B	25,48 C
RB036088	149,63 C	61,38 B	72,16 B	18,48 C
CV (%)	14,4	15,82	16,94	14,06
p	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000
Média	154,13	59,00	76,29	29,98

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott à 5,0% de probabilidade de erro. Fonte: Autoria própria (2021).

Para TFH novamente CTC9005 foi a que apresentou os maiores valores, seguida por CTC9001, CTC20 e RB036088 sendo iguais estatisticamente e superiores aos demais materiais avaliados.

Para a produção de caldo as variedades puderam ser subdivididas em dois grandes grupos, sendo CTC9005, CTC20 e RB975201 estatisticamente superiores à CTC9001, RB966928, CTC4, RB92579, IACSP95-5000 e RB036088.

A relação entre produtividade de °Brix, expressa em TBH apresentou 3 grupos de variedades, sendo a CTC9005 a mais produtiva, seguida por CTC9001 e CTC20 estatisticamente iguais e superiores aos demais materiais.

O comportamento dos materiais ao longo dos dias de avaliação foi o mesmo para as variáveis de TCH, TFH e TBH, sendo estatisticamente iguais aos 300 e 330

DAC e superiores aos 210 DAC. Excetua-se a esse panorama apenas VCH que foi estatisticamente igual em 210 e 300 DAC e inferior à 330 DAC.

Tabela 14. Toneladas de Colmo por Hectare (TCH, t ha⁻¹), Toneladas de Fibra por Hectare (TFH, t ha⁻¹), Volume de Caldo por Hectare (VCH, m³ ha⁻¹) e Toneladas de Brix por Hectare (TBH, °Brix ha⁻¹) em função dos dias após a colheita. Dois Vizinhos – PR, 2020.

Dias após colheita	TCH	TFH	VCH	TBH
210	130,45 B	51,77 B	70,22 B	23,97 B
300	166,72 A	62,19 A	74,44 B	32,89 A
330	165,21 A	63,04 A	84,21 A	33,07 A
CV (%)	14,4	15,82	16,94	14,06
p	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Média	154,13	59,00	76,29	29,98

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott à 5,0% de probabilidade de erro. Fonte: Autoria própria (2021).

Nesse sentido, entende-se que a colheita de cana soca de primeiro corte apresentaria o mesmo rendimento industrial, independentemente se fosse realizada com 300 ou 330 DAC, ou seja, meados de agosto à setembro, época em que o risco de geadas na região é baixo.

Na tabela 15 abaixo encontram-se as notas aferidas para cada variedade em cana planta e cana soca relacionadas ao dano pelo frio. Para gemas apicais mortas para ambos anos de avaliação e brotações laterais em cana soca de primeiro corte não houve diferença estatística significativa ($p > 0,05$) entre os materiais avaliados.

Para gemas apicais mortas foi observado comportamento completamente inverso entre os anos de avaliação, sendo que em cana planta 100% dos ponteiros estavam mortos pela ocorrência de severas geadas entre os dias 06, 07 e 08 de julho de 2019. Enquanto para cana soca, uma vez que não houve formação de geadas na área experimental do ano em questão, 0% das gemas apicais estavam mortas. Os danos de geada não afetaram a rebrota da cana soca no ano seguinte.

Tabela 15. Índices de dano pelo frio para nove variedades de cana-de-açúcar em cana planta e cana soca de primeiro corte. Dois Vizinhos – PR, 2019/2020.

Safr 2019 – Cana Planta				
VARIEDADE	Índice de acamamento	Gemas apicais mortas	Brotações basais	Brotações laterais
CTC9005	5,0 A	5,0 A	5,0 A	3,5 A
CTC9001	4,5 A	5,0 A	5,0 A	3,5 A
RB966928	4,0 A	5,0 A	5,0 A	3,25 A
CTC20	3,5 B	5,0 A	4,5 B	3,0 A
CTC4	4,5 A	5,0 A	4,75 A	3,5 A
RB92579	3,5 B	5,0 A	4,25 B	3,75 A
RB975201	3,2 B	5,0 A	4,75 A	4,0 A
IACSP95-5000	2,5 C	5,0 A	4,25 B	3,75 A
RB036088	2,5 C	5,0 A	5,0 A	3,75 A
CV (%)	18,23	0,00	8,00	13,26
p	0,0001	0,0000	0,0239	0,1699
Média	3,69	5,00	4,72	3,60

Safr 2020 – Cana Soca				
VARIEDADE	Índice de acamamento	Gemas apicais mortas	Brotações basais	Brotações laterais
CTC9005	5,0 A	1,0 A	3,3 A	1,6 A
CTC9001	5,0 A	1,0 A	2,0 B	1,0 B
RB966928	3,3 C	1,0 A	2,3 B	1,6 A
CTC20	3,0 D	1,0 A	2,6 A	1,0 B
CTC4	3,6 C	1,0 A	1,6 B	2,0 A
RB92579	3,6 C	1,0 A	1,6 B	1,6 A
RB975201	4,0 B	1,0 A	2,0 B	2,3 A
IACSP95-5000	2,3 D	1,0 A	2,0 B	1,6 A
RB036088	2,6 D	1,0 A	1,3 B	1,0 B
CV (%)	12,34	0,00	22,30	34,99
p	0,0000	0,0000	0,0002	0,0176
Média	3,62	1,00	2,11	1,60

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott à 5,0% de probabilidade de erro. Notas próximas de 1 representam menor porcentagem de incidência do índice avaliado, notas próximas de 5 indicam maior porcentagem de incidência do índice. Fonte: Autoria própria (2021).

As notas atribuídas para brotações laterais são diretamente proporcionais aos danos ocasionados nas gemas apicais, uma vez que a partir da morte do ponteiro a planta deixa de apresentar dominância apical, permitindo que gemas laterais expressem-se e emitam brotações (TAIZ; ZEIGER, 2013).

Apesar da não realização da análise estatística entre os anos de avaliação, observa-se redução das notas apresentadas para brotações laterais de cana planta

para cana soca. As variedades que mais apresentaram essas brotações foram: CTC9005, RB966928, CTC4, RB92579, RB975201 e IACSP95-5000.

O Índice de Acamamento em cana planta afetou principalmente as variedades de ciclo precoce por exceção da RB966928. As variedades que menos apresentaram acamamento foram CTC20, IACSP95-5000 e RB036088, as duas primeiras podendo relacionar o comportamento pelo seu menor porte de plantas, enquanto a última pode estar associada à maior rigidez de seu colmo.

Para cana soca, novamente CTC9005 e CTC9001 apresentaram os maiores índices de acamamento. Da mesma maneira que IACSP95-5000 e RB036088 mantiveram-se como os materiais mais eretos.

Assim como os demais índices, brotações basais foram mais intensas em cana planta, sendo associadas principalmente ao inverno mais rigoroso do ano em questão, mas também ao acamamento dos colmos, o que permite maior insolação direta sobre a soqueira, o que induz a brotação.

Em cana planta todos os nove materiais estudados apresentaram mais de 25% de brotações, sendo subdivididos em grupos com a menor nota de 4,25 pontos. Enquanto que para cana soca, nenhum material apresentou mais do que 25,1% de brotações basais. Apenas CTC9005 e CTC20 tiveram notas estatisticamente superiores aos demais materiais em cana soca, caracterizando maior sensibilidade ao frio.

5 CONCLUSÕES

CTC9005, RB966928 e CTC20 apresentaram-se como as variedades com maior capacidade de estabelecimento, fechando a entrelinha com rapidez.

CTC9005 e RB966928 foram as variedades mais produtivas em cana planta para TCH com 163,72 e 150,78 t ha⁻¹, respectivamente. Também foram as mais produtivas para TBH com 28,56 e 27,64 t ha⁻¹, respectivamente. Para cana soca de primeiro corte, CTC9005 foi superior as demais variedades, tanto para TCH quando para TBH com 201,89 e 41,85 t ha⁻¹, respectivamente.

RB975201 foi a variedade menos produtiva para TCH e TBH em cana planta com 78,42 e 11,10 t ha⁻¹, respectivamente. Enquanto em cana soca equivaleu-se estatisticamente as demais variedades, com exceção a CTC9005 e CTC20 para TCH e também à CTC9001 para TBH.

Em anos com invernos rigorosos e presença de geadas os sintomas de dano por frio aumentam para todas as variedades estudadas. Porém, para variedades de ciclo precoce e médio o potencial máximo de produção é atingido em épocas semelhantes às de ocorrência de geadas.

CTC9005 apesar de ser a variedade de maior potencial produtivo é a mais suscetível ao acamamento de colmos.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A cultura da cana-de-açúcar é capaz de produzir grande volume de biomassa em pequenas áreas, sendo ótima opção para pequenas propriedades agrícolas. Além do potencial como fonte de alimento volumoso para animais, é possível realizar o processamento de seus subprodutos para otimização de renda.

As propriedades rurais da região Sudoeste do Paraná são em sua maioria pequenas, com menos do que um módulo fiscal e dispõem de mão-de-obra familiar, havendo na cana-de-açúcar a oportunidade de exploração para atividades econômicas.

O presente trabalho demonstrou que mesmo em condições climáticas adversas, com formação de geadas a cultura foi capaz de expressar alto potencial produtivo, mantendo-se rentável.

A escolha de um material genético a ser cultivado deve levar em consideração diversos fatores, não apenas a produtividade de colmos, uma vez que a riqueza do caldo também é importante na criação de produtos.

CTC9005 mostrou-se como variedade mais produtiva em ambos os anos de avaliação, porém, apresenta altos índices de acamamento, o que dificulta a colheita e até mesmo o seu processamento, tendo em vista que a região Sudoeste não possui colheita mecanizada da cultura.

O presente trabalho se fez necessário para validar cientificamente que a região Sudoeste do Paraná é apta ao cultivo da cana-de-açúcar para pequenas propriedades rurais, promovendo fontes extras de renda.

Ademais, demonstrou o comportamento de materiais genéticos com diferentes ciclos de maturação, comprovando que variedades de ciclo precoce e médio mostraram-se melhores adaptados à região.

REFERÊNCIAS

ABRANCHES, J. L.; BOLONHEZI, A. C. Desenvolvimento inicial de variedades e clones de cana-de-açúcar em Latossolo Vermelho distrófico, Aparecida do Taboado-MS. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 6, n. 3, p. 369-375, 2011.

ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**.v. 22, p.711-728, 2013.

ÁLVAREZ, V. M.; ROSAS, F. H.; REYES, M. M.; MURILLO, J. H.; ROSA, N. S. D. L.; ARZALUZ, M. G.; LARA, J. de J. F.; CARDOSO, G. G. Sugarcane burning emissions: characterization and emission factors, **Atmospheric Environment**, 2018.

AMBROSANO, E. J.; CANTARELLA, H.; AMBROSANO, G. M. B.; SCHAMMAS, E. A.; DIAS, F. L. F.; ROSSI, F.; TRIVELIN, P. C. O.; MURAOKA, T.; AZCÓN, R. Produtividade de cana-de-açúcar em ciclos agrícolas consecutivos após pré-cultivo de espécies adubos verdes, **Revista de Agricultura**, v. 89, n. 3, p. 232-251, 2014.

AMBROSANO, E. J.; CANTARELLA, H.; AMBROSANO, G. M. B.; SCHAMMAS, E. A.; DIAS, F. L. F.; ROSSI, F.; TRIVELIN, P. C. O.; MURAOKA, T.; SACHS, R. C. C.; AZCÓN, R. Produtividade da cana-de-açúcar após o cultivo de leguminosas, **Bragantia**, Campinas, v. 70, n. 4, p. 810-818, 2011.

ANTUNES, W. R.; SCHÖFFEL, E. R.; SILVA, S. D. dos A e; EICHOLZ, E.; HÄRTER, A. Adaptabilidade e estabilidade fenotípica de clones de cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 51, n. 2, p. 142-148, 2016.

ARCOVERDE, S. N. S.; SOUZA, C. M. A. de; SILVA, A. M.; SANTOS, W .R.; SUÁREZ, A. H. T. Perfilhamento de variedades de cana-de-açúcar em sistemas conservacionistas de manejo do solo, **Nucleus**, v. 12, n.2, p. 349-356, 2018.

CAMPOS, S. R. de; RAMÃO, J.; WACLAWOVSKY, A. J. Crescimento de variedades de cana-de-açúcar em Dois Vizinhos/PR, **Seminário: Sistemas de Produção Agropecuária – Ciências Agrárias, Animais e Florestais**, UTFPR Dois Vizinhos, 2010. Disponível em:<http://revistas.utfpr.edu.br/dv/index.php/SSPA/article/view/467/241>>. Acesso em 09 mai. 2019.

CANA ONLINE. **Embora ainda seja a mais colhida, 7515 deixa o posto de mais plantada**. 2017. Disponível em:< <http://www.canaonline.com.br/conteudo/embora->

ainda-seja-a-mais-colhida7515-deixa-o-posto-de-mais-plantada.html>. Acessado em 18 jun. 2019.

CERETTA, G. F. As pequenas agroindústrias familiares do sudoeste paranaense: um enfoque gerencial. **Revista Faz Ciência**, v. 6, n. 1, p. 333-352, 2009.

CHAPOLA, R. C. **Cana-de-açúcar - Censo varietal 2012**. Araras, Universidade Federal de São Carlos, 2013.

CIVIERO, J. C. **Espaçamento de plantio da cana-de-açúcar, em latossolo vermelho amarelo, no Estado do Paraná**. 2014. 165 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira: Cana-de-açúcar**. v. 7, n. 3, p. 1-62 – Safra 2020/2021. Terceiro Levantamento. Brasília – DF, Dezembro 2020. Disponível em:<
<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/cana>>. Acesso em 02 fev. 2021.

DA SILVA, J.A. The importance of the wild cane *Saccharum spontaneum* for bioenergy genetic breeding, **Sugar Tech**, v.1, p. 1-12, 2017.

DE BORTOLI, S. A.; POLANCZYK, R. A.; VACARI, A. M.; DE BORTOLI, C. P.; DUARTE, R. T. Efeito do aquecimento global sobre as pragas da cana-de-açúcar. *In*: BETTIOL, W.; HAMADA, E.; ANGELOTTI, F.; AUAD, A. M.; GHINI, R. **Aquecimento global e problemas fitossanitários**. Brasília, DF: Embrapa, 2017. p. 348-379.

FRANCO, M. de O.; MARCONDES, M. I.; CAMPOS, J. M. de S.; DETMANN, E.; FILHO, S. de C. V.; FREITAS, D. R. de. Performance of dairy females fed dried yeast from sugar cane, **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 38, n. 2, p. 205-212, 2016.

GUERRA, E. P.; OLIVEIRA, R. A. de; DAROS, E.; ZAMBON, J. L. C.; IDO, O. T.; BESPALHOK FILHO, J. C. Stability and adaptability of early maturing sugarcane clones by AMMI analysis, **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, n. 9, p. 260-267, 2009.

GUIMARÃES, G.; LANA, R. de P.; REI, R. de S.; VELOSO, C. M.; SOUSA, M. R. de M.; RODRIGUES, R. C.; CAMPOS, S. de A. Produção de cana-de-açúcar adubada com cama de frango, **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 17, n. 4, p. 617-625, 2016.

HALE, A.L.; VIATOR, R.P.; EGGLESTON, G.; HODNETT, G.; STELLY, D.M.; MILLER, D.K. Estimating broad-sense heritability and investigating the mechanism of genetic transmission of cold tolerance using mannitol as a measure of post-freeze juice degradation in sugarcane and energycane (*Saccharum* spp.), **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 64, p.1657-1663, 2016.

HERMANN, E. R.; CÂMARA, G. M. S. Um método simples para estimar a área foliar de cana-de-açúcar, **STAB**, Piracicaba, v.17, n.5, p.32-34, 1999.

IPARDES – Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social. **Leituras regionais**: mesorregiões geográficas do Paraná. Curitiba: IPARDES, 2019.

Disponível em:<

http://www.ipardes.gov.br/pdf/mapas/base_fisica/relacao_mun_micros_mesos_parana.pdf>. Acesso em 14 mai. 2019.

FERNANDES JUNIOR, A. R.; ANDRADE, J. A. da C.; SANTOS, P. C. dos; HOFFMANN, H. P.; CHAPOLA, R. G.; CARNEIRO, M. S.; CURSI, D. E. Adaptabilidade e estabilidade de clones de cana-de-açúcar. **Bragantia**, Campinas, v. 72, n. 3, p. 208-216, 2013.

HOLANDA, L. A. de; SANTOS, C. M.; NETO, G. D. S.; SOUSA, A. de P.; SILVA, M. de A. Variáveis morfológicas de cana-de-açúcar em função do regime hídrico durante o desenvolvimento inicial, **Irriga**, v. 19, n. 4, p. 573-584, 2014.

KIYOTA, N.; GOMES, M. A. O. Agricultura familiar e suas estratégias de comercialização: um estudo de caso no município de Capanema – Região Sudoeste do Paraná, **Organizações Rurais e Agroindustriais**, v. 1, n. 2, p. 43-54, 1999.

LIMA, R. P. de; LEÓN, M. J. D.; SILVA, A. R. da. Compactação do solo de diferentes classes texturais em áreas de produção de cana-de-açúcar, **Ceres**, Viçosa, v. 60, n. 1, p. 16-20, 2013.

LIN, C. S.; BINNS, M. R. A superiority measure of cultivar performance for cultivar x location data. **Canadian Journal of Plant Science**, v.68, p. 193-198, 1988.

MAGALHÃES, P. S. G. **Manejo do solo e seus efeitos sobre a compactação**. In: SILVEIRA, G. M. da. (Ed.). IV ciclo de estudos sobre mecanização agrícola. Jundiaí: Fundação Cargil. p.156-167. 1990.

MASSON, I. dos S.; COSTA, G. H. G.; ROVIERO, J. P.; FREITA, L. A. de; MUTTON, M. A.; MUTTON, M. J. R. Produção de bioetanol a partir da fermentação de caldo de sorgo sacarino e cana-de-açúcar, **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 45, n. 9, p. 1695-1700, 2015.

MISSIO, R. L. Tratamento do bagaço de cana-de-açúcar para alimentação de ruminantes, **Archivos de Zootecnia**, Córdoba, v. 65, p. 267-278, 2016

MONTEIRO, J. E. B. A. **Agrometeorologia dos cultivos**: o fator meteorológico na produção agrícola. Brasília: INMET, 2009. 530 p.

MORAIS, K. P.; MEDEIROS, S. L. P.; ANJOS e SILVA, S. D. dos; BIONDO, J. C.; BOELTER, J. H.; DIAS, F. S. Produtividade de colmos em clones de cana-de-açúcar, **Ceres**, Viçosa, v. 64, n. 3, p. 291-297, 2017.

MORAIS, L. K. de; CURSI, D. E.; SANTOS, J. M. dos; SAMPAIO, M.; CÂMARA, T. M. M.; SILVA, P. de A. e; BARBOSA, G. V.; HOFFMANN, H. P.; CHAPOLA, R. G.; FERNANDES JÚNIOR, A. R.; GAZAFFI, R. **Melhoramento genético da cana-de-açúcar**. 1 ed. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2015. ISSN 1678-1953.

PAES, J. M. V.; MARCIANO, N.; BRITO, C. H.; CARDOSO, A. A.; MARTINEZ, H. H. P.; MENDES, A. Estudo de espaçamentos e doses de nitrogênio na produção e em algumas características biométricas de três variedades de cana-de-açúcar. **STAB**, v. 15, n. 6, p. 18-20, 1997.

PERONDI, M. A.; KIYOTA, N. **A gestão na agroindústria familiar de pequeno porte de cana-de-açúcar, Agroindústria canavieira no Brasil: evolução, desenvolvimento e desafios**. São Paulo: Atlas, p. 354-367, 2002.

REGIS, J. A. V. B.; ANDRADE, J. A. da C.; SANTOS, A. dos; MORAES, A.; TRINDADE, R. W. R.; HENRIQUES, H. J. R.; POLIS, B. H.; OLIVEIRA, L. C. Adaptability and phenotypic stability of sugarcane clones, **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 53, n. 1, p. 42-52, 2018.

RIDESIA – Rede Interuniversitária para o Desenvolvimento do Setor Sucroenergético. **Censo Varietal Brasil – 2017/2018**. 2018. Disponível em:< <https://www.ridesa.com.br/censo-varietal>>. Acesso em 18 jun. 2019.

RÔDAS, P. L.; OLIVEIRA, H. N. de; GLAESER, D. F. liberação do parasitóide *Cotesia flavipes* (Hymenoptera: Braconidae) em *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) na cana-de-açúcar, **Interciência**, v. 44, n. 5, p. 287-290, 2019.

RONQUIM, C. C. **Queimada na colheita da cana-de-açúcar: impactos ambientais, sociais e econômicos**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2010. 45 p. ISSN 0103-78110.

RUDORFF, B. F. T.; SUGAWARA, L. M. Mapeamento da cana-de-açúcar na Região Centro-Sul via imagens de satélites. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 28, n. 241, p. 79-86, 2007.

RUGERI, A. P. **Identificação do uso de genótipos de cana-de-açúcar no Estado do Rio Grande do Sul**. 2015. 92 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2015.

SÁ, M. A. C. de; JUNIOR, J. de D. G. dos S.; FRANZ, C. A. B.; REIN, T. A. Qualidade física do solo e produtividade da cana-de-açúcar com uso da escarificação entre linhas de plantio, **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 51, n. 9, p. 1610-1622, 2016.

SANT'ANA, A. L.; WACLAWOVSKY, A. J.; TIDES, J.; OLIVEIRA, W. M. de; CARANHATO, A. L. H. Capacidade de perfilhamento de diferentes genótipos de cana-de-açúcar, **II Congresso de Ciência e Tecnologia**, UTFPR Dois Vizinhos, 2012. Disponível em: <http://revistas.utfpr.edu.br/dv/index.php/CCT_DV/article/view/1155>. Acesso em 09 mai. 2019.

SANTOS, F.; BORÉM, A. **Cana-de-açúcar: do plantio à colheita**. 1 ed. Viçosa: UFV, 2016. 290 p.

SANTOS, F. A.; QUEIRÓZ, J. H. de; COLODETTE, J. L.; FERNANDES, S. A.; GUIMARÃES, V. M.; REZENDE, S. T. Potencial da palha da cana-de-açúcar para produção de etanol, **Química Nova**, Viçosa, v. 35, n. 5, p. 1004-1010, 2012.

SILVA, A. E. M. da; LIRA, A. T. de; FERREIRA, M. de A.; BARROS, L. J. A. de; MELO, T. T. de B.; SIQUEIRA, T. D. Q.; SOARES, L. F. P.; COSTA, C. T. F. Bagaço de cana-de-açúcar como volumoso exclusivo em dietas para ovinos, **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 16, n. 1, p. 118-129, 2015.

SILVA, M. F.; FUNICHELLO, M.; SOUZA, D. M. de. Performance of insecticides in control of *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) in sugarcane, **Arquivos Instituto Biológico**, v. 87, p. 1-6, 2020.

SILVA, S. D. dos A.; BAUER, C. B., UENO, B., NAVA, D.E., ALMEIDA, I.R. THEISEN, G., DUTRA, L.F, VERÍSSIMO, M. A. A, PANZIERA, W., DAROS, E., OLIVEIRA, R. A. de, BESPALHOK FILHO, J. **Recomendação de Variedades de Cana-de-açúcar para o Estado do Rio Grande do Sul**. Comunicado Técnico 292. Pelotas, RS, 22 p. 2012.

SILVA, W. M. da; CARVALHO, M. A. C. de; YAMASHITA, O. M.; TAVANTI, T. R.; TAVANTI, R. F. R. Bone meal as a source of phosphorus for forage sugarcane, **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 49, 2019.

SIMEPAR. **Encerrada a edição 2019 do Alerta Geada – 25 anos**. Sistema de Tecnologia e Monitoramento Ambiental do Paraná. 2019. Disponível em:< [http://www.simepar.br/prognozweb/simepar/post/13913#:~:text=Na%20%C3%BAltima%20sexta%2Dfeira%20\(13,de%202019%20do%20Alerta%20Geada.&text=Neste%20ano%20ocorreram%20alguns%20eventos,parte%20do%20estado%20do%20Paran%C3%A1.>](http://www.simepar.br/prognozweb/simepar/post/13913#:~:text=Na%20%C3%BAltima%20sexta%2Dfeira%20(13,de%202019%20do%20Alerta%20Geada.&text=Neste%20ano%20ocorreram%20alguns%20eventos,parte%20do%20estado%20do%20Paran%C3%A1.>). Acesso em 03 fev. 2021.

SIMON, E. D. T. **Caracterização genotípica e fenotípica de genótipos de cana-de-açúcar coletados no Sul do Brasil**. 2019. 98 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Programa de Pós-graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2019.

SOARES, L. H. de B.; ALVES, B. J. R.; URQUIAGA, S.; BODDEY, R. M. **Mitigação de gases de efeito estufa pelo uso de etanol da cana-de-açúcar produzido no Brasil**, Seropédica, RJ: Embrapa - Circular Técnica 27. 2009. ISSN 1519-7328.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DE SOLO. Núcleo Estadual Paraná. **Manual de adubação e calagem para o Estado do Paraná**. Curitiba: SBCS/NEPAR, 2017. 482 p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5 ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 918 p.

TAVARES, R. L. M.; SPOKAS, K.; HALL, K.; COLOSKY, E.; SOUZA, Z. M. de; SCALA, N. L. Sugarcane residue management impact soil greenhouse gas, **Ciência e Agrotecnologia**, v. 42, n. 2, p. 195-203, 2018.

TEARE, I. D.; PEET, M. M. **Crop-water relations**. New York: Wiley-Interscience, 1983. p. 445-479.

TIDES, J.; WACLAWOVSKY, A. J.; OLIVEIRA, W. M. de; CARANHATO, A. L. H.; HEBERLE, C. T. Maturação de genótipos de cana-de-açúcar em Dois Vizinhos/PR, II

Congresso de Ciência e Tecnologia, UTFPR Dois Vizinhos, 2012. Disponível em:<http://revistas.utfpr.edu.br/dv/index.php/CCT_DV/article/view/1145>. Acesso em 09 mai. 2019.

TOMASETTO, M. Z. de C.; LIMA, J. F. de.; SHIKIDA, P. F. A. Desenvolvimento local e agricultura familiar: o caso da produção de açúcar mascavo em Capanema – Paraná, **Interações**, Campo Grande, v. 10, n. 1, p. 21-30, 2009.

VERISSIMO, M. A. A. **Seleção em cana-de-açúcar avaliada em condições naturais de estresse por frio no Sul do Brasil**. 2017. 72 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2017.

VERISSIMO, M. A. A. **Desempenho agrônômico de genótipos de cana-de-açúcar no Estado do Rio Grande do Sul**. 2012. 79 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) – Programa de Pós-graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2012. a.

VERISSIMO, M. A. A.; ANJOS e SILVA, S. D. dos; AIRES, R. F.; DAROS, E.; PANZIERA, W. Adaptabilidade e estabilidade de genótipos precoces de cana-de-açúcar no Rio Grande do Sul, **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 47, n. 4, p. 561-568, 2012. b.

VILELA, A. A.; ROSA, L. P.; FREITAS, M. A. V. (Org.). **O uso de energia de biomassa no Brasil**. Rio de Janeiro: Interciência, 2015. 196 p.

ZHAO, X. B.; WANG, L.; LIU, D. H. Paracetic acid pretreatment of sugarcane bagasse for enzymatic hydrolysis: a continue work, **Chemical Technology and Biotecnology**, v. 83, n. 6, p. 950-956, 2008.

WREGGE, M. S.; CARAMORI, P. H.; GONÇALVES, A. C. A.; BERTONHA, A.; FERREIRA, R. C.; CAVIGLIONE, J. H.; FARIA, R. T. de; FREITAS, P. S. L. de; GONÇALVES, S. L. Regiões potenciais para o cultivo da cana-de-açúcar no Paraná, com base na análise do risco de geadas, **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 13, n. 01, p. 113-122, 2004.