

PAULO MAURICIO CENTENARO BUENO

ÉPOCAS DE CORTE E A PRODUTIVIDADE EM VARIEDADES DE CANA-DE-
AÇÚCAR

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração em Produção Vegetal, Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Ciências.

Orientador: Prof. Dr. Edelclaiton Daros

Co-Orientador: Prof. Dr. Ricardo Augusto de Oliveira

CURITIBA

2011

B928 Bueno, Paulo Maurício Centenaro
Épocas de corte e a produtividade em variedades de
cana-de-açúcar / Paulo Maurício Centenaro Bueno. –
Curitiba, 2011
95 f. : il. : color.

Orientador: Edelclaiton Daros
Co-orientador: Ricardo Augusto de Oliveira
Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal
do Paraná. Setor de Ciências Agrárias. Programa de Pós-
Graduação em Agronomia – Produção Vegetal, 2011

1. Cana-de-açúcar – Variedades. 2. Agroindústria canavieira.
I. Daros, Edelclaiton. II. Oliveira, Ricardo Augusto de.
III. Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Agrárias.
Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Produção Vegetal.
IV. Título

CDU 633.61



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

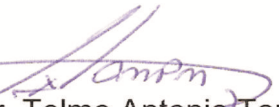
PARECER

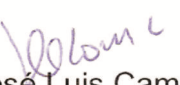
Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Produção Vegetal, reuniram-se para realizar a arguição da Dissertação de MESTRADO, apresentada pelo candidato **PAULO MAURICIO CENTENARO BUENO**, sob o título “**ÉPOCAS DE CORTE E A PRODUTIVIDADE EM GENÓTIPOS DE CANA-DE-AÇÚCAR**”, para obtenção do grau de Mestre em Ciências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Produção Vegetal do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná.

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

Curitiba, 30 de Março de 2011.


Professora Dra. Louise Larissa May De Mio
Coordenadora do Programa


Professor Dr. Telmo Antonio Tonin
Primeiro Examinador


Professor Dr. José Luis Camargo Zambon
Segundo Examinador


Professor Dr. Edelclaiton Daros
Presidente da Banca e Orientador

Dedico

Aos meus pais José Antônio e Rita de Cácia, e aos meus irmãos Cássio e Emanuel, que de maneira fundamental sempre me apoiaram e estiveram ao meu lado nos momentos mais difíceis.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por tudo o que está acontecendo de bom em minha vida, e por sempre iluminar o meu caminho.

Ao meu orientador Dr. Edelclaiton Daros, pela oportunidade de ser seu orientado, e pelas correções e conselhos dados durante todo o período do mestrado, que foram fundamentais para a realização deste trabalho.

Ao professor Dr. Ricardo Augusto Oliveira, pela co-orientação, correções do trabalho, e por ter tirado muitas dúvidas no decorrer do mesmo.

À namorada Karen, pela ajuda, pelo carinho, e pela compreensão da minha ausência em muitos momentos em que estava ocupado com a dissertação.

À Usina Alto Alegre, por ceder o local para a realização do experimento.

Ao professor Dr. Henrique Soares Koehler, e ao colega Tiago Souza pela ajuda com as análises estatísticas.

À amiga Natasha, pelo incentivo a me inscrever no mestrado. Aos amigos César e Mateus, pelos trabalhos realizados juntos, e pela amizade construída durante o curso.

A todas as pessoas que contribuíram de forma direta ou indireta para a realização deste trabalho.

BIOGRAFIA DO AUTOR

PAULO MAURICIO CENTENARO BUENO, filho de José Antônio Bueno e Rita de Cácia Centenaro Bueno, nasceu em Palmas, Estado do Paraná, no primeiro dia de julho de 1985.

Ingressou na Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO), no curso de Agronomia no ano de 2003, pela qual recebeu o título de Engenheiro Agrônomo no ano de 2008.

Trabalhou de 2008 até 2010 no extinto Centro Universitário Católico do Sudoeste do Paraná (UNICS) como professor dos cursos de Tecnologia Agroflorestal e Agronomia.

No ano de 2009, ingressou no Mestrado em Agronomia, concentração em Produção Vegetal, no Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo da Universidade Federal do Paraná.

Em novembro do mesmo ano, ingressou em um projeto de pesquisa no município de Palmas, no Estado do Paraná, vinculado ao Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI-PR) e ao Serviço Social da Indústria (SESI-PR), onde foi bolsista pelo CNPq.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	iii
BIOGRAFIA DO AUTOR.....	iv
LISTA DE TABELAS	vii
LISTA DE FIGURAS	ix
LISTA DE ANEXOS	xi
RESUMO.....	xii
ABSTRACT	xiii
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1 CANA-DE-AÇÚCAR.....	3
2.2 CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO DA CANA-DE-AÇÚCAR	4
2.2.1 Propagação (Brotação das gemas)	5
2.2.2 Perfilhamento.....	6
2.2.3 Crescimento e desenvolvimento da parte aérea.....	9
2.2.4 Florescimento	11
2.2.5 Maturação.....	12
2.3 ÉPOCA DE PLANTIO	18
2.4 ÉPOCA DE COLHEITA.....	21
3 MATERIAL E MÉTODOS	26
3.1 CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL	26
3.2 PARCELA EXPERIMENTAL.....	27
3.3 CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO	27
3.4 AVALIAÇÕES	28
3.5 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	29

4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
4.1	CANA PLANTA (2006)	30
4.1.1	Balanço Hídrico, Temperatura (Máxima, Mínima e Média) e Precipitação (Abril/2005 a Outubro/2006)	30
4.1.2	Comparação entre variedades nas três épocas de corte	33
4.1.3	Comportamento das variedades em cada época de corte	39
4.2	PRIMEIRA SOCA (2007)	44
4.2.1	Balanço Hídrico, Temperatura e Precipitação	44
4.2.2	Interação entre épocas de colheita e variedades	51
4.3	SEGUNDA SOCA (2008)	60
4.3.1	Balanço Hídrico, Temperatura e Precipitação	60
4.3.2	Interação entre épocas de colheita e variedades	68
5	CONSIDERAÇÕES	75
6	CONCLUSÕES	82
7	REFERÊNCIAS	83

LISTA DE TABELAS

TABELA 01 - Resultados da análise das características granulométricas do solo da área experimental na profundidade de 0-20 cm. Usina Alto Alegre, Colorado, PR, 2010.....	26
TABELA 02 - Resultados da análise das características químicas do solo da área experimental na profundidade de 0-20 cm. Usina Alto Alegre, Colorado, PR, 2010.....	27
TABELA 03 – Relação dos ambientes de produção e de épocas de colheita recomendadas para as dez variedades de cana-de-açúcar utilizadas. Município de Colorado, PR. 2010.....	28
TABELA 04 – Valores de tonelada de cana por hectare (TCH), tonelada de pol por hectare (TPH) e Pol cana (POL) de cana-planta, de dez variedades de cana-de-açúcar colhidas em abril de 2006 na Unidade Alto Alegre, Colorado, PR.	34
TABELA 05 – Valores de tonelada de cana por hectare (TCH), tonelada de pol por hectare (TPH) e Pol cana (POL) de cana-planta, de dez variedades de cana-de-açúcar colhidas em julho de 2006 na Unidade Alto Alegre, Colorado, PR.	36
Tabela 06 – Valores de tonelada de cana por hectare (TCH), tonelada de pol por hectare (TPH) e Pol cana (POL) de cana-planta, de dez variedades de cana-de-açúcar colhidas em outubro de 2006 na Unidade Alto Alegre, Colorado, PR.....	38
Tabela 07 – Valores de tonelada de cana por hectare (TCH), tonelada de pol por hectare (TPH) e Pol cana (POL) de cana-planta, de dez variedades de cana-de-açúcar colhidas em abril, julho e outubro de 2006 na Unidade Alto Alegre, Colorado, PR.	40
TABELA 08 – Valores de tonelada de cana por hectare (TCH), tonelada de pol por hectare (TPH) e Pol cana (POL) de primeira soca, de dez variedades de cana-de-açúcar colhidas em abril de 2007 na Unidade Alto Alegre, Colorado, PR.	52
TABELA 09 – Valores de tonelada de cana por hectare (TCH), tonelada de pol por hectare (TPH) e Pol cana (POL) de primeira soca, de dez variedades de cana-de-açúcar colhidas em julho de 2007 na Unidade Alto Alegre, Colorado, PR.	53

TABELA 10 – Valores de tonelada de cana por hectare (TCH), tonelada de pol por hectare (TPH) e Pol cana (POL) de primeira soca, de dez variedades de cana-de-açúcar colhidas em outubro de 2007 na Unidade Alto Alegre, Colorado, PR.....	55
TABELA 11 – Valores de tonelada de cana por hectare (TCH), tonelada de pol por hectare (TPH) e Pol cana (POL) na colheita de primeira soca, de dez variedades de cana-de-açúcar colhidas em abril, julho e outubro de 2007 na Unidade Alto Alegre, Colorado, PR.....	57
TABELA 12 – Valores de tonelada de cana por hectare (TCH), tonelada de pol por hectare (TPH) e Pol cana (POL) de segunda soca, de dez variedades de cana-de-açúcar colhidas em abril de 2008 na Unidade Alto Alegre, Colorado, PR.	69
TABELA 13 – Valores de tonelada de cana por hectare (TCH), tonelada de pol por hectare (TPH) e Pol cana (POL) de segunda soca, de dez variedades de cana-de-açúcar colhidas em julho de 2008 na Unidade Alto Alegre, Colorado, PR.	70
TABELA 14 – Valores de tonelada de cana por hectare (TCH), tonelada de pol por hectare (TPH) e Pol cana (POL) de segunda soca, de dez variedades de cana-de-açúcar colhidas em outubro de 2008 na Unidade Alto Alegre, Colorado, PR.....	72
TABELA 15 – Valores de tonelada de cana por hectare (TCH), tonelada de pol por hectare (TPH) e Pol cana (POL) de segunda soca, de dez variedades de cana-de-açúcar colhidas em abril, julho e outubro de 2008, na Unidade Alto Alegre, Colorado, PR.	73

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 01 - Estádios fenológicos da cana-de-açúcar. Fonte: Gascho & Shih (1983).....	5
FIGURA 02 - Tolete de cana-de-açúcar em fase de perfilhamento e formação do sistema radicular. Fonte: Dillewijn (1952), citado por Silva et al. (2010).	7
FIGURA 03 – Balanço hídrico (Deficiência, Excedente, Retirada e Reposição Hídrica) mensal de março de 2005 a outubro de 2006, em Paranavaí, no Estado do Paraná.....	30
FIGURA 04 – Temperaturas máximas, mínimas e médias (°C) e precipitação (mm) observados em Paranavaí, no Estado do Paraná, de março de 2005 a outubro de 2006.	32
FIGURA 05 – Balanço hídrico (Deficiência, Excedente, Retirada e Reposição Hídrica) mensal de abril de 2006 a abril de 2007, em Paranavaí, no Estado do Paraná.....	45
FIGURA 06 – Temperaturas máximas, mínimas e médias (°C) e precipitação (mm) de abril de 2006 a abril de 2007, em Paranavaí, no Estado do Paraná. .	46
FIGURA 07 - Balanço hídrico (Deficiência, Excedente, Retirada e Reposição Hídrica) mensal de julho de 2006 a julho de 2007, em Paranavaí, no Estado do Paraná.....	48
FIGURA 08 - Temperaturas máximas, mínimas e médias (°C) e precipitação (mm) de julho de 2006 a julho de 2007, em Paranavaí, no Estado do Paraná.	48
FIGURA 09 - Balanço hídrico (Deficiência, Excedente, Retirada e Reposição Hídrica) mensal de outubro de 2006 a outubro de 2007, em Paranavaí, no Estado do Paraná.....	50
FIGURA 10 - Temperaturas máximas, mínimas e médias (°C) e precipitação (mm), de outubro de 2006 a outubro de 2007 em Paranavaí, no Estado do Paraná.....	51
FIGURA 11 - Balanço hídrico (Deficiência, Excedente, Retirada e Reposição Hídrica) mensal de abril de 2007 a março de 2008, em Paranavaí, no Estado do Paraná.....	61
FIGURA 12 - Temperaturas máximas, mínimas e médias (°C) e precipitação (mm), de abril de 2007 a abril de 2008, em Paranavaí, no Estado do Paraná.	62

FIGURA 13 - Balanço hídrico (Deficiência, Excedente, Retirada e Reposição Hídrica) mensal de julho de 2007 a julho de 2008, em Paranavaí, no Estado do Paraná.....	64
FIGURA 14 - Temperaturas máximas, mínimas e médias (°C) e precipitação (mm), de julho de 2007 a julho de 2008, em Paranavaí, no Estado do Paraná.	65
FIGURA 15 - Balanço hídrico (Deficiência, Excedente, Retirada e Reposição Hídrica) mensal de outubro de 2007 a setembro de 2008, em Paranavaí, no Estado do Paraná.....	66
FIGURA 16 - Temperaturas máximas, mínimas e médias (°C) e precipitação (mm), de outubro de 2007 a outubro de 2008, em Paranavaí, no Estado do Paraná.....	67
FIGURA 17 – Desempenho da variedade RB966928 em cana-planta (2006), primeira soca (2007) e segunda soca (2008), quanto a tonelada de Pol por hectare (TPH), na Unidade Alto Alegre, no município de Colorado, no Estado do Paraná.....	76
Figura 18 – Desempenho da variedade RB966928 em cana-planta (2006) primeira soca (2007) e segunda soca (2008), quanto a Pol cana (POL), na Unidade Alto Alegre, no município de Colorado, no Estado do Paraná.	77
FIGURA 19 – Desempenho da variedade RB935744 em cana-planta (2006), primeira soca (2007) e segunda soca (2008), quanto a tonelada de Pol por hectare (TPH), na Unidade Alto Alegre, no município de Colorado, no Estado do Paraná.....	78
Figura 20 – Desempenho da variedade RB935744 em cana-planta (2006), primeira soca (2007) e segunda soca (2008), quanto a Pol cana (POL), na Unidade Alto Alegre, no município de Colorado, no Estado do Paraná.	79
FIGURA 21 – Desempenho da variedade RB72454 em cana-planta (2006), primeira soca (2007) e segunda soca (2008), quanto a tonelada de Pol por hectare (TPH), na Unidade Alto Alegre, no município de Colorado, no Estado do Paraná.....	80
Figura 22 – Desempenho da variedade RB72454 em cana-planta (2006), primeira soca (2007) e segunda soca (2008), quanto a Pol cana (POL), na Unidade Alto Alegre, no município de Colorado, no Estado do Paraná.	81

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 01 – Resultados da análise de variância para tonelada de cana por hectare (TCH), tonelada de Pol por hectare (TPH) e Pol cana (POL) para a interação tripla de dez variedades de cana-de-açúcar, três épocas de corte, e três anos agrícolas (cana-planta, primeira soca e segunda soca), na Unidade Alto Alegre, Colorado, PR.	95
--	----

RESUMO

Variedades de cana-de-açúcar apresentam comportamento diferenciado quando submetidas a diferentes ambientes de produção e épocas de corte. Levando-se em conta que a indústria canavieira colhe cana-de-açúcar de março a dezembro, este trabalho auxiliará na tomada de decisões da época mais adequada de colheita de cada variedade, para expressar o seu maior potencial agroindustrial. O presente trabalho teve como objetivo avaliar a produtividade agroindustrial de variedades de cana-de-açúcar em diferentes épocas de corte, desde o ano agrícola 2005/2006 até 2007/2008. O experimento foi instalado no dia 15 de março de 2005, na Usina Alto Alegre, localizada no município de Colorado, região noroeste do Estado do Paraná. O local do experimento possui solo classificado como Latossolo Vermelho Distrófico, e clima classificado como Cfa, segundo a classificação de Köppen. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado em arranjo fatorial 3x10x3, sendo três épocas de corte, dez variedades e três anos, com três repetições. As épocas de corte foram 15 de abril, 15 de julho, e 15 de outubro. Foram avaliados Pol cana (polarização do açúcar), TCH (tonelada de cana por hectare) e TPH (tonelada de Pol por hectare). A parcela experimental foi constituída por quatro sulcos, com espaçamento de 1,10 m, com oito metros de comprimento, com 18 gemas por metro linear. O preparo do solo foi realizado com duas gradagens, e em seguida foram feitos os sulcos, para plantio dos colmos. Nas condições do presente trabalho, houve interação significativa entre épocas de corte, variedades e ano agrícola. As variedades sofreram influência das épocas de corte quanto à produtividade agroindustrial. A tomada de decisões para colher as variedades de cana-de-açúcar não deve ser baseada apenas nos padrões tecnológicos, pois um alto valor de Pol cana pode não significar alta produtividade agroindustrial, tendo em vista que cada ano agrícola submete a cultura a diferentes condições ambientais.

Palavras-chave: *Saccharum* spp., genótipo, produtividade agroindustrial.

ABSTRACT

Sugarcane varieties shows different performances when submitted to different production environments and harvest dates. Considering that sugarcane industry harvests sugarcane from March to December, this work will assist on taking decisions to schedule the harvest for each sugarcane's variety, to express its greater agro-industrial potential. The present work had the aim to evaluate the agro-industrial productivity of sugarcane varieties in different harvest dates, since the agricultural year of 2005/2006 to 2007/2008. The experiment was installed on march 15th, 2005, at Usina Alto Alegre, in Colorado, northwest of Paraná State. The place of the experiment has a ground classified as red latosol dystrophic, and the climate classified as Cfa, according to Köppen classification. The statistical design used was the completely randomized design in factorial arrangement of 3x10x3, being three harvest dates, ten varieties and three years, with three repetitions. The harvest dates was April 15th, July 15th, and October 15th. It was evaluated Pol cana (sugar polarization), TCH (ton.ha⁻¹ of cane) and TPH (ton.ha⁻¹ Pol). The experimental plot was composed by four rows, with 1,10 m between each row, eight meters of length, and 18 buds per linear meter. The ground was prepared with two harrowing, and then the ridges had been made, for the sugarcane plantation. In the conditions of the present work, there was significant interaction between harvest dates, varieties and agricultural year. The varieties had suffered influence from the harvest dates in its agro-industrial productivity. The decision of the harvest date for each sugarcane variety must not be based only on the technological standards, therefore, a high value of Pol cane cannot mean high agro-industrial productivity, considering that each agricultural year bring the culture to different environmental conditions.

Key-words: *Saccharum* spp., genotype, agro-industrial productivity.

1 INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar é cultivada em regiões tropicais e subtropicais de mais de 90 países, e no Brasil, no ano de 2009, a cultura já ocupava mais de oito milhões de hectares, produzindo mais de 556 milhões de toneladas de cana por safra, sendo o líder mundial na utilização dessa planta como fonte de energia renovável (MAPA, 2009).

Trata-se da fonte de álcool e açúcar mais barata pelo fato de a energia consumida para a sua obtenção ser proveniente do bagaço da própria cana.

O Estado do Paraná produz cerca de 52 milhões de toneladas de cana-de-açúcar em mais de 610 mil hectares, sendo que a produtividade média do Estado é de 85 toneladas de cana por hectare (Conab, 2008, citado por DIAS, 2008).

A cana-de-açúcar é remunerada atualmente pela qualidade em açúcar teórico recuperável (ATR), que utiliza como base a Pol cana e a pureza do caldo, e seu resultado é expresso em quilogramas de açúcar por tonelada de cana. Essa forma de remuneração é diferente da utilizada antigamente quando pagava-se pela produção agrícola (toneladas de cana por hectare), o que nem sempre correspondia à máxima produção industrial. Portanto, é de interesse da usina colher maiores quantidades de açúcar por unidade de área. O planejamento da época de corte da cana-de-açúcar é uma ferramenta utilizada para obter a maior riqueza de açúcar, resultando em maior retorno econômico.

A cada ciclo da cultura da cana-de-açúcar, as plantas são submetidas a diferentes condições ambientais como alterações de temperaturas e excesso ou deficiência hídrica, além de diferentes práticas de manejo da cultura, como a escolha de diferentes épocas de corte, entre outras. Essas diferentes condições ambientais e de manejo irão proporcionar às plantas diferentes respostas, podendo ter efeito direto em sua produtividade agroindustrial. Também cabe ressaltar que cada variedade responde de maneira diferenciada aos estímulos ambientais, sendo que suas produtividades poderão ser diferentes em cada época de colheita.

Se cada variedade de cana-de-açúcar responde de maneira diferenciada aos estímulos ambientais, então as diferentes épocas de corte irão influenciar na produtividade agroindustrial das variedades, porque cada época de corte expõe as plantas a diferentes condições ambientais.

Considerando que várias variedades de cana-de-açúcar são cultivadas nas usinas canavieiras, é de extrema importância saber qual é o período em que cada uma possui maior riqueza em açúcares, o que irá auxiliar na tomada de decisões da época em que as mesmas serão colhidas.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar a produtividade agroindustrial de variedades de cana-de-açúcar em diferentes épocas de corte, no noroeste do Estado do Paraná. Foram testadas diferentes variedades de cana-de-açúcar quanto à sua produtividade agroindustrial em três épocas de colheita e em três anos de produção (cana-planta, primeira soca e segunda soca), na Usina Alto Alegre, no município de Colorado – PR.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 CANA-DE-AÇÚCAR

Desde o ano de 1900, a cana-de-açúcar é um dos maiores cultivos em 69 países, e o açúcar é o principal artigo do comércio internacional para esses países (Humbret, 1968). É cultivada em regiões tropicais e subtropicais de mais de 90 países (Doorembos & Kassam, 1979; Tavares, 2009).

De acordo com Lima et al. (1990), a produção de cana-de-açúcar é de interesse mundial, pois a partir dela são obtidos o açúcar, álcool, melado, rapadura, além de também ser útil na alimentação animal.

A produtividade média brasileira de cana tem aumentado, sendo que em 2000 era de 67,51 ton/ha⁻¹, e em 2008 foi de 76,61, devido às inovações tecnológicas no seu cultivo (MAPA, 2009).

Segundo dados do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA (2009), tanto a área plantada quanto a produção vêm aumentando no Brasil. A estimativa para a safra 2008/2009 é que o Brasil produza em torno de 556 milhões de toneladas, em 8,36 milhões de hectares.

De acordo com a estimativa de produção realizada pela Superintendência Regional da Companhia Nacional de Abastecimento – CONAB (2008), citada por Dias (2008), no Estado do Paraná, a safra 2007/2008 chegaria a 52.974,45 mil toneladas, cultivada em 611.592,61 hectares, com produtividade média de 86,62 ton.ha⁻¹.

As regiões produtoras paranaenses situam-se no norte e nordeste do Estado, onde se situam as 30 usinas e destilarias de açúcar e álcool (Dias, 2008).

2.2 CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO DA CANA-DE-AÇÚCAR

A cana-de-açúcar é uma planta perene, pertencente à família *Poaceae*. Porém, apresenta comportamento semi-perene, devido ao sistema de cultivo ao qual a cultura é submetida. De acordo com Gupta et al. (2010), as cultivares produzidas atualmente são híbridas resultantes dos cruzamentos de várias espécies do gênero *Saccharum*, sendo elas a *S. officinarum*, *S. spontaneum*, *S. sinense*, *S. barberi*, *S. robustum* e *S. edule*.

De acordo com Doorembos & Kassam (1979) e Tavares (2009), essa cultura adapta-se a diversas condições de clima e solo, exigindo de 1500 a 2500 mm de precipitação pluviométrica por ciclo vegetativo.

O desenvolvimento vegetativo da cana-de-açúcar é altamente dependente de fatores climáticos, sendo que as variações na disponibilidade térmica, pluviosidade e intensidade luminosa exercem grande influência sobre a fenologia da cultura, o que terá efeito sobre a produtividade (Liu et al., 1998; Smit & Singels, 2006; Uehara et al., 2009). Além desses fatores, o manejo da cultura, as características da variedade e do solo também exercem importante influência na produtividade e maturação (Cesar et al., 1987).

De acordo com Gascho & Shih (1983), a cana-de-açúcar apresenta quatro diferentes sub-períodos ou estádios em sua fenologia, os quais são apresentados na Figura 01, conhecidos por: brotação e emergência dos brotos (colmos primários), onde o crescimento é lento; perfilhamento e estabelecimento da cultura (da emergência dos brotos até o final do perfilhamento); período do grande crescimento (do perfilhamento final ao início da acumulação da sacarose), e maturação (intensa acumulação de sacarose nos colmos).

Durante os meses iniciais de crescimento e desenvolvimento da cultura, é criado um potencial para acumulação de açúcar nos tecidos de armazenamento já formados. O estabelecimento desse potencial é descrito como processo de maturação (Alexander, 1973).

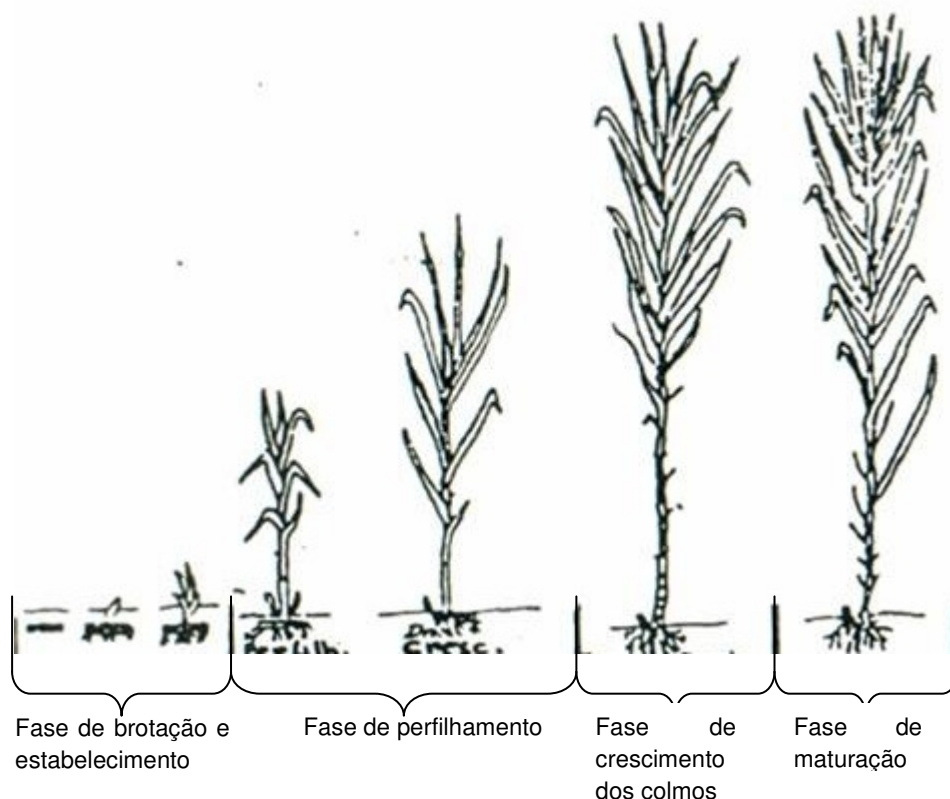


FIGURA 01 - Estádios fenológicos da cana-de-açúcar. Fonte: Gascho & Shih (1983).

Segundo Doorembos & Kassam (1979), após o corte da cana-planta, há a brotação de duas a quatro culturas de rebrota (de primeira a quarta soca), podendo em alguns casos ultrapassar os oito ciclos.

Todo o período vegetativo no decorrer do ciclo da cana-de-açúcar é dependente de condições ambientais favoráveis para o seu desenvolvimento, sendo que todas as estações do ano afetam o desenvolvimento e o sucesso da cultura (Barbieri & Villa Nova, 1977).

2.2.1 Propagação (Brotação das gemas)

O plantio comercial de cana-de-açúcar é realizado através de pedaços de colmos, denominados de tolete ou rebolo, os quais contêm uma ou mais gemas, sendo que a nova planta será formada através da brotação das

mesmas (Silva et al., 2004). Segundo Silva et al. (2010), a brotação das gemas é afetada tanto por fatores intrínsecos como extrínsecos.

Silva et al. (2004) citam que entre os fatores intrínsecos que podem afetar a brotação das gemas, podem-se considerar os fatores genéticos, a idade da muda, umidade do tolete, posição da gema, e a concentração de nutrientes e açúcares como reserva dos toletes.

Considerando os fatores extrínsecos, a brotação dos toletes pode ser prejudicada pela falta ou pelo excesso de umidade no solo (Casagrande, 1991). Além da umidade do solo, a temperatura ambiente também afeta a brotação das gemas, sendo que a temperatura ótima é de 32 a 38°C, e a brotação é paralisada quando a temperatura é inferior a 20°C (Barbieri, 1981). Por outro lado, Liu et al. (1998) citam como temperatura base 11,6°C, e temperatura ótima entre 28 e 30°C.

2.2.2 Perfilhamento

Segundo Bezuidenhout et al. (2003), perfilhamento é o processo de emissão de colmos, originários da base da planta ou da região axilar da folha basal por uma mesma planta. Esses colmos formados são denominados perfilhos. Câmara (1993) cita que é o perfilhamento que permitirá o estabelecimento do canavial a campo, e fornecerá às touceiras o número de colmos adequados à sua produção.

Após a emissão do perfilho primário (Figura 02), inicia-se o crescimento e desenvolvimento das raízes dos perfilhos, as quais possuem a função de absorver água e nutrientes do solo, deixando de depender das reservas do tolete (Silva et al., 2010).

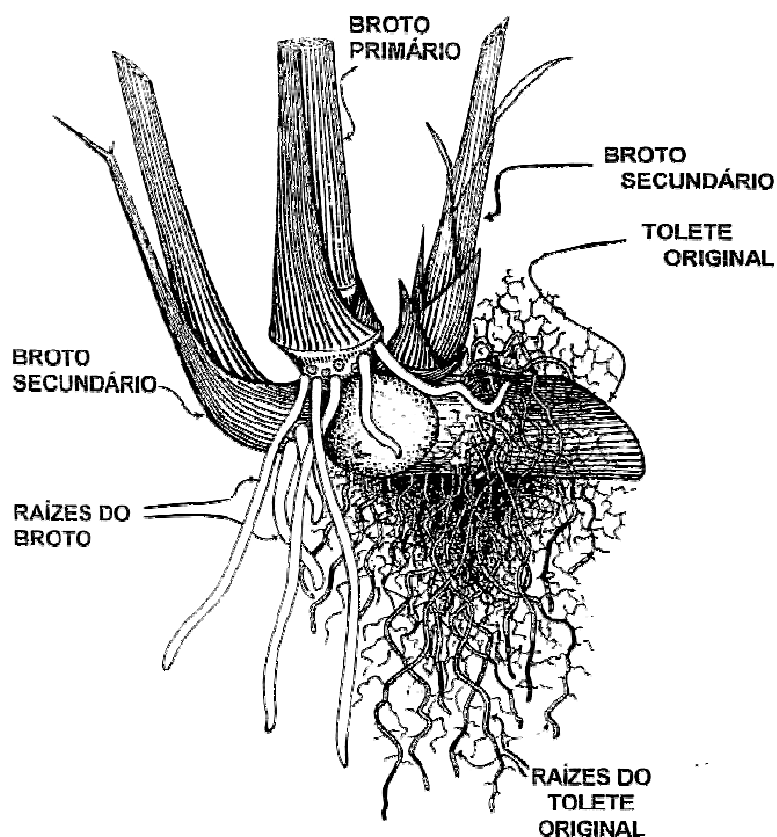


FIGURA 02 - Tolete de cana-de-açúcar em fase de perfilhamento e formação do sistema radicular. Fonte: Dillewijn (1952), citado por Silva et al. (2010).

Bezuidenhout et al. (2003) identificaram cinco diferentes estádios fenológicos da cultura durante o desenvolvimento dos perfilhos. A fase 1 refere-se ao período pré-germinativo (do final da colheita das mudas até o início da germinação do primeiro broto), onde as gemas permanecem dormentes; a fase 2, de pré-emergência (da germinação de gemas até a emissão do primeiro perfilho primário); a fase 3, onde há o surgimento de perfilhos primários (dos primeiros afileamentos até o aparecimento do último perfilho primário); a fase 4, referente ao surgimento de perfilhos secundários (do aparecimento dos últimos perfilhos primários até a senescência dos mesmos); e fase 5, quando ocorre a senescência dos perfilhos até a colheita.

Levando-se em conta que algumas variedades chegam a produzir 20 ou mais perfilhos por touceira, a competição entre perfilhos por luz, espaço, água

e nutrientes torna-se elevada, o que leva à redução do perfilhamento além da morte dos perfilhos mais jovens (Castro & Christofolletti, 2005).

O perfilhamento é iniciado a partir de aproximadamente 40 dias após o plantio, e pode atingir o pico em cerca de 3 a 5 meses sob condições favoráveis de precipitação (Oliveira et al., 2004; Silva et al., 2008; Almeida et al., 2008). Silva et al. (2008) relatam que o aumento no perfilhamento pode ocorrer até os seis meses após o plantio e posterior redução de cerca de 50%.

Miller & Gilbert (2009) relatam que o processo de perfilhamento é regulado pelo hormônio de crescimento auxina, o qual, além de ser responsável pelo alongamento do colmo, inibe o desenvolvimento de gemas laterais, garantindo a dominância apical

Dillewijn (1952) citado por Silva et al. (2010) explica qual a atuação da intensidade luminosa no perfilhamento. Levando-se em conta que as auxinas produzidas no ápice da planta são responsáveis pela inibição do perfilhamento e estas descem em fluxo contínuo promovendo o alongamento dos colmos, a alta intensidade luminosa diminui o fluxo das mesmas, o que irá diminuir o grau de inibição das gemas laterais, resultando na formação de perfilhos. Terauchi & Matsuoka (2000) confirmaram essas informações ao observarem que as taxas de perfilhamento reduziram drasticamente, e as taxas de alongamento do colmo aumentaram com o fechamento do dossel.

De acordo com Liu et al. (1998), assim como a brotação das gemas, o perfilhamento é muito influenciado por variações de temperatura, sendo que a formação e crescimento de perfilhos, o diâmetro e número de entrenós são favorecidos pelo aumento da temperatura até o máximo de 30°C. Câmara (1993) cita que temperaturas abaixo de 20°C podem ocasionar a paralisação do crescimento dos perfilhos.

Segundo Bezuidenhout et al. (2003), durante o período de perfilhamento da cana-de-açúcar, existe a necessidade de grande quantidade de água para que ocorra o seu pleno desenvolvimento vegetativo. Os autores ainda citam que o estresse hídrico pode causar redução na emissão de novos perfilhos, pois a deficiência hídrica cessa a divisão celular impedindo a diferenciação e o crescimento dos tecidos que darão origem às novas estruturas dos perfilhos.

2.2.3 Crescimento e desenvolvimento da parte aérea

A disponibilidade hídrica do solo está intimamente ligada à alongação celular e ao crescimento da cultura da cana-de-açúcar, sendo que quanto maiores os níveis de umidade do solo, maior é o crescimento da cultura. Por outro lado, quanto maior o período de estiagem, maior será a formação de nós e entrenós muito curtos e próximos entre si, reduzindo muito o volume do parênquima para armazenamento de sacarose (Câmara, 1993).

As folhas são os órgãos assimiladores da cana-de-açúcar, e são formadas no meristema apical de cada colmo, constituídas por lâmina e bainha. O número de folhas é pequeno em colmos jovens, e aumenta à medida que o colmo cresce, podendo existir 10 ou mais folhas em um só colmo, o que é dependente da variedade, e das condições de crescimento da planta (Miller & Gilbert, 2009).

Sinclair et al. (2004) e Heerden et al. (2010) citam que a eficiência do crescimento da cultura é determinada pela quantidade de radiação solar interceptada e sua conversão em matéria seca. A temperatura e a radiação são os principais fatores responsáveis pela regulação do dossel, o qual ainda pode sofrer interferência da cultivar, da densidade de plantio (espaçamento), do estado hídrico, e estado nutricional da planta (Singels et al., 2005).

Machado (1981) propôs três fases para o crescimento da cana-de-açúcar (cana-planta): fase inicial, em que o crescimento é lento (até 200 dias após o plantio); fase de crescimento rápido (entre 200 e 400 dias após o plantio), onde 75% de toda a matéria seca é acumulada e; fase final (entre 400 e 500 dias após o plantio) em que o crescimento é novamente lento, acumulando cerca de 11% de toda a fitomassa.

A área foliar da cana-de-açúcar aumenta no período de grande crescimento da cultura, quando são verificados os maiores índices de área foliar e números de folhas. Com o passar do tempo, a capacidade fotossintética decresce com a redução da área foliar, devido ao fato de a planta precisar manter também outros órgãos drenos, como colmos, raízes e folhas velhas (Oliveira et al., 2005; Silva et al., 2005).

De acordo com Suguitani (2006), a maior parte da fitomassa produzida pela cana-de-açúcar em seu início de desenvolvimento é destinada à formação e crescimento de folhas, o que simultaneamente leva à formação de novos perfilhos que, por sua vez, depende da formação dos restolhos (porção subterrânea dos colmos anteriormente formados). Estudando a matéria seca acumulada nas folhas das variedades NA 56-79 e CB 41-14, Machado (1987) verificou que, até os 100 dias após o plantio, 70% da matéria seca da planta correspondia às folhas. Porém, essa proporção decresceu até o valor de 9% aos 400 dias.

Segundo Inman-Bamber (1994) e Sinclair et al. (2004), a temperatura mínima necessária para o início do desenvolvimento foliar da cana-de-açúcar é de 10,8°C. Em caso de temperaturas inferiores, há restrição sobre a taxa de desenvolvimento da área foliar.

De acordo com Fauconier & Bassereau (1975), a faixa de temperaturas de 30 a 34°C é a responsável por seu crescimento máximo, enquanto que abaixo de 25°C e acima de 38°C, o crescimento é muito lento.

Por outro lado, Planalsucar (1986) e Casagrande (1991) afirmam que a temperatura ideal para bom desenvolvimento está na faixa de 20 a 35°C. Já Liu et al. (1998) e Almeida et al. (2008) citam que a faixa de 25°C a 33°C é a mais favorável ao desenvolvimento vegetativo.

De acordo com Doorembos & Kassam (1979), a cana-de-açúcar necessita de temperaturas entre 22 e 30°C para seu ótimo crescimento, sendo que temperaturas abaixo de 20°C diminuem sua taxa de crescimento.

De acordo com Suguitani (2001), o número de folhas produzidas da colheita até março em condições climáticas desfavoráveis é menor do que em condições favoráveis, com chuvas e temperaturas adequadas.

Inman-Bamber (2004) cita que restrições hídricas também afetam diretamente o desenvolvimento foliar, causando a desaceleração da produção de novos brotos e folhas, e pela conseqüente acelerada senescência da parte aérea. Esse dado é reafirmado por Smit & Singels (2006) e Machado et al. (2009), que constataram uma acentuada senescência foliar e restrição ao surgimento de novas folhas em condições de estresse hídrico.

Segundo Carlin et al. (2008), uma nova fenofase pode ser observada durante a fase adulta dos colmos no período final de maturação, com o aparecimento de brotões (chupão), os quais se desenvolvem após a estabilização dos colmos principais na cultura, e cujo comportamento é similar ao de uma cana jovem. Bonnett et al. (2005) citam que esses brotões apresentam caules mais grossos e folhas mais largas e curtas do que os dos colmos principais, sendo que grandes períodos com precipitações servem de estímulo para o aparecimento dos mesmos.

2.2.4 Florescimento

De acordo com Segato & Pereira (2006), a indução do florescimento é favorecida mediante a temperaturas mínimas noturnas iguais ou superiores a 18°C e temperaturas máximas diurnas iguais ou inferiores a 31°C, dentro do período foto-indutivo. Os mesmos autores destacam ainda que estas temperaturas devem ocorrer pelo menos em dez ciclos indutivos (não necessariamente sucessivos), exigindo-se então tais condições por volta de 10 dias.

O florescimento da cana é induzido por um ambiente propício quanto ao fotoperíodo (de 11,5 a 12 horas de luz) e a temperatura ideal, principalmente noturna (Segato & Pereira, 2006). Berding e Moore (2001), citado por Santos (2001) citam que dias com temperaturas máximas de 32°C durante a iniciação floral são deletérias para o processo de florescimento.

Clements (1971) discorre sobre a importância da latitude no florescimento, sendo este mais profuso em latitudes de 5 a 15°, sendo favorável principalmente entre os 7 e 8 graus.

Câmara (1993) afirma que na região centro sul do Brasil, as melhores condições de indução floral em variedades floríferas são nos meses de fevereiro e março. Enquanto que em regiões situadas mais ao norte, onde o fotoperíodo é menor e as noites mais quentes, espera-se que a indução do florescimento ocorra no início da primavera, setembro e outubro (Segato & Pereira, 2006).

Os mesmos autores ainda ressaltam que o manejo adequado inclui a opção por variedades não-floríferas, ou então não optar por variedades floríferas em plantios de cana-de-ano, sendo o crescimento destas ainda mais limitado pelo florescimento, o que também acarreta em menor produtividade em fitomassa por área e em açúcares recuperáveis.

Com o florescimento, ocorrem alterações morfofisiológicas da planta, sendo a principal consequência, a redução de volume do caldo (Salata & Ferreira, 1997; Carolo, 2008).

De acordo com Hua et al. (2004), citado por Santos (2007), os fatores ambientais assumem importância no controle do florescimento, e nem todas as plantas utilizam do mesmo fator ambiental para a mudança da fase vegetativa para a reprodutiva.

A floração sinaliza a possibilidade de prejuízos e perdas, por conta da inversão de sacarose nos colmos. Ao emitir o pendão, a cana-de-açúcar canaliza açúcar para o local, reduzindo então a qualidade e a produtividade da matéria-prima na indústria. Há ainda o risco da isoporização da planta, conhecida como “chochamento”, acarretando na desidratação do tecido, que passa a adquirir a coloração branca, e na perda de peso final (Sordi & Braga Junior, 1994; Caputo, 2007; Carolo, 2008).

2.2.5 Maturação

Segundo Rodrigues (1995) e Inman-Bamber et al. (2009), o colmo é o órgão de armazenamento dos fotoassimilados (sacarose).

Waldron et al. (1967) afirmam que os parâmetros ambientais que afetam de maneira mais marcante a bioconversão de energia na cana-de-açúcar são a luz (intensidade e qualidade), concentração de CO₂, disponibilidade de água e nutrientes e temperatura.

De acordo com Humbret (1968), a cana-de-açúcar precisa ter completado seu ciclo de maturação para que tenha um bom rendimento em açúcar. Para que isso seja possível, a planta precisa de condições ambientais que induzam uma redução do crescimento das plantas, sendo que os agentes

mais efetivos são as baixas temperaturas e a seca moderada. A temperatura é um dos fatores mais efetivos para o acúmulo de sacarose na cultura, sendo que o tempo frio retarda o desenvolvimento e aumenta o teor de sacarose. Por outro lado, com o aumento da temperatura, o crescimento recomeça, e o acúmulo de sacarose acaba.

Segundo Scarpari (2002), a maturação da cana é garantida principalmente pelo estresse vegetativo provocado por déficits hídricos e pela queda de temperatura.

Yamori et al. (2005) citam que a temperatura é talvez o fator mais efetivo para explicar o acúmulo de sacarose na cana-de-açúcar. O tempo frio retarda o desenvolvimento e aumenta o teor de sacarose.

Segundo Alexander (1973), a maturação fisiológica da cana depende da redução da temperatura do ar, o que ocasiona a diminuição da taxa de desenvolvimento vegetativo, sem chegar a afetar o processo de fotossíntese, resultando em maior quantidade de fotoassimilados convertidos em açúcares.

A temperatura noturna influi mais no crescimento da cana-de-açúcar que a diurna, sendo que quando as noites são frias, o desenvolvimento é lento, e há maior concentração de sacarose nos colmos (Fauconier & Bassereau, 1975).

De acordo com Doorembos & Kassam (1979), para a maturação da cana-de-açúcar, a temperatura ideal situa-se em torno de 10 a 20°C, pois acarreta uma diminuição na taxa de crescimento, promovendo um maior acúmulo de sacarose.

Por ser uma espécie de metabolismo C₄, a cana está entre as espécies de maior eficiência fotossintética, sendo que quanto maior for a intensidade luminosa, maior será a fotossíntese e o crescimento, até os limites da cultura (Barbieri et al., 1979).

Ortolani & Paes de Camargo (1987) comentam que a radiação solar intervém diretamente sobre o crescimento e desenvolvimento da planta, e indiretamente pelos efeitos no regime térmico, sendo fundamental à produção de biomassa.

Os carboidratos são o produto da fotossíntese, os quais são usados inicialmente no desenvolvimento das folhas e raízes, e em seguida são cada

vez mais divididos entre matéria seca estrutural e acúmulo na forma de açúcares no colmo. Então, quanto maior a saturação luminosa, maior será a quantidade de fotossíntese realizada, aumentando a taxa de sacarose acumulada durante a maturação dos colmos, resultando em maior produtividade agroindustrial (Moore, 2005; McCormick et al., 2008).

De acordo com Reichardt (1996), a disponibilidade de água no solo governa a produção vegetal, sendo que sua falta ou excesso afetam decisivamente o desenvolvimento das plantas. Isso se deve devido ao fato de alterar a absorção dos nutrientes e da própria água.

Segundo Ortolani & Paes de Camargo (1987), a deficiência hídrica é a principal causa de decréscimos de produtividade. Barbieri & Villa Nova (1977) afirmam que a cana requer boa quantidade de umidade no solo somente no período de crescimento, devido ao fato de a água ter papel fundamental na turgescência, translocação e na pressão de turgor. Porém, durante o período de maturação o ideal é que haja redução, não drástica, na água disponível, o que irá resultar na redução de crescimento, e maior concentração de açúcar nos colmos.

Barbieri & Villa Nova (1977) citam que no início do crescimento da cana-de-açúcar, a sua evapotranspiração está em torno de 40 a 60% do tanque classe "A", aumentando até cerca de 90% quando a cana cobriu totalmente o terreno (cerca de seis meses após o plantio).

Dillewijn (1952), citado por Silva et al. (2010) cita que a cana-de-açúcar apresenta elevado consumo de água, necessitando de 250 partes de água para formar uma parte de matéria seca na planta. De acordo com Ometto (1980), a cana necessita em média de 1.200 a 1.500 mm de chuva bem distribuída por ano, sendo ideal que a precipitação seja menor na época de maturação.

Segundo Hsiao (1973), o estresse hídrico promove redução nas taxas de assimilação de CO₂, tamanho das células foliares, taxa de transpiração, potencial hídrico na planta, taxa de crescimento e abertura estomática. Além disso, afeta a alongação dos perfilhos e a altura final dos colmos (Gasho & Shih, 1983; Chang et al., 1968).

Hartt & Burr (1967) citam que o estresse hídrico afeta também a taxa de fotossíntese a qual pode ser reduzida de 30 a 50% quando a planta está próxima ao ponto de murcha permanente.

Os efeitos de um período de déficit hídrico na cana-de-açúcar dependem muito da interação entre a época do ano em que ocorre, e o estágio de desenvolvimento da cultura (Shaw & Innes, 1965; Thompson, 1976; Doorembos & Pruitt, 1975).

Estudando época de irrigação em Porto Rico, Vazquez (1970) concluiu que para as variedades e o clima testado, seria possível economizar 250 mm/ano suspendendo a irrigação cinco meses antes da colheita, sem que houvesse redução significativa da produção.

Doorembos & Pruitt (1975) citam os períodos de perfilhamento e início de alongação de colmos como as épocas mais sensíveis à deficiência hídrica.

Estudando o período crítico de deficiência hídrica em cana-planta, Rosenfeld & Leme (1984) concluíram que para a cana plantada em fevereiro e junho, o período mais crítico foi do 4º ao 8º mês de idade. Para a cana plantada em outubro, o período crítico foi do 8º ao 11º mês.

Sacher et al. (1963) citam que a chave para a regulação do movimento da sacarose, dos tecidos condutores até a sua utilização, para crescimento ou armazenamento, são as enzimas invertases. Lacerda et al. (2007) ressaltam que a sacarose pode ser convertida para glicose e frutose no apoplasto, em uma reação catalisada por essas enzimas.

A enzima é ausente na maioria dos tecidos maduros, os quais contêm muitos açúcares totais, mas poucos açúcares reduzidos. Acredita-se que essa enzima poderia ser responsável pela inversão de sacarose nos tecidos de armazenamento. Essa invertase é localizada em dois compartimentos separados, o tecido de armazenamento, e o espaço externo. Acredita-se que a enzima da superfície celular é confinada à parede celular e sugere que sua função é a de controlar a passagem de sacarose do tecido de condução para as células jovens de crescimento. Isso pode acontecer porque a sacarose precisa ser hidrolisada e depois re-sintetizada durante a transferência do compartimento metabólico para o compartimento de armazenamento (Sacher et al., 1963).

Lacerda et al. (2007) citam que, além da invertase (invertase alcalina e invertase neutra), a sacarose também é degradada pela ação de outra enzima: a sintase da sacarose. A sintase da sacarose e a invertase alcalina são localizadas principalmente no citosol, enquanto a invertase ácida é encontrada associada às paredes celulares e aos vacúolos (locais em que o pH fica próximo de 5,0).

Há uma relação inversa entre a enzima Invertase Ácida Solúvel (SAI), que quebra sacarose em glicose e frutose, e a acumulação de sacarose no colmo (Lingle & Tew, 2008).

Hatch & Glasziou (1963) citam que o conteúdo de açúcar em tecidos de armazenamento maduros é relacionado com a atividade da enzima invertase neutra, sendo alto quando o açúcar está se movendo para o armazenamento, e baixo quando o contrário acontece. Sacher et al. (1963) consideram que essa enzima regula o movimento da sacarose dos tecidos vasculares para os tecidos de armazenamento, em entrenós maduros.

Tamas (1995) citam que há uma interação entre giberelinas e auxinas estimulando a atividade da invertase ácida de drenos em desenvolvimento, e a expansão dos entrenós de cana-de-açúcar.

Davis (1995) explica que a invertase ácida (IA) hidrolisa sacarose no apoplasto do dreno, a invertase neutra (IN) hidrolisa sacarose no citoplasma e a invertase ácida vacuolar (IAV) hidrolisa sacarose no vacúolo do dreno.

A sacarose do floema é descarregada diretamente nas células do dreno, via plasmodesmos, sendo hidrolisada a glicose e frutose no citoplasma, pela invertase neutra (IN), ou acumulada no vacúolo, podendo ser posteriormente hidrolisada a hexoses pela invertase ácida vacuolar (IAV). Isso ocorre em folhas de beterraba açucareira, meristema radicular de milho e endocarpo de feijão (Pimentel, 1998).

A sacarose é descarregada dos tubos crivados para o apoplasto do dreno, onde é hidrolisada a hexoses, via invertase ácida (IA), e as hexoses são transportadas através da membrana plasmática para o citoplasma das células do dreno. No citoplasma, a sacarose é re-sintetizada e pode ser acumulada no vacúolo. Tal mecanismo permite uma rápida acumulação de sacarose no vacúolo, pois as hexoses são transportadas mais rapidamente pela membrana

plasmática. Este é o mecanismo de descarregamento em internódios imaturos de cana-de-açúcar, em sementes de milho e sorgo, e absorção de alguns parasitas (Pimentel, 1998).

A sacarose é descarregada do floema para o apoplasto do dreno, sendo transportada diretamente para o citoplasma do dreno, onde é hidrolisada a hexoses pela invertase neutra (IN), podendo ser consumida na respiração da célula. Quando existe excesso dessas hexoses formadas, há a síntese de sacarose no citoplasma, e essa é transferida para o vacúolo. Caso o vegetal necessite dessa sacarose acumulada no vacúolo, ela pode ser novamente hidrolisada a hexoses, via invertase ácida vacuolar (IAV). Isto ocorre na propagação de cana-de-açúcar ou quando essa é queimada ou cortada, sem ser imediatamente industrializada (Machado, 1987).

Zhu et al. (1997) e Zhu et al. (2000) mostraram que a diferença entre a atividade da Sacarose-Fosfato Sintase e da SAI (invertase ácida solúvel) é diretamente relacionada com a concentração de sacarose em vários genótipos.

De forma geral, a via simplástica de descarregamento é a mais comum em tecidos imaturos, e a via apoplástica mais comum em tecidos maduros já com o crescimento paralisado. Este processo de descarregamento vai afetar o gradiente osmótico no floema e, conseqüentemente, o transporte de carboidratos (Pimentel, 1998).

Pode-se comprovar tal fato na correlação do crescimento vegetativo da cana-de-açúcar com a atividade da invertase ácida, no apoplasto dos colmos (Wardlaw, 1990). Porém, para obtenção de variedades com maior acumulação de sacarose nos colmos, Marschner (1995) propõe a seleção pela atividade da sacarose-fosfato sintase citoplasmática, ao invés da invertase ácida apoplástica.

Os efeitos da temperatura na maturação da cana-de-açúcar podem ser explicados pela atividade das invertases, segundo Hatch & Glasziou (1963). Os autores citam que quanto maior a temperatura ambiente, maior é a atividade de invertase ácida, o que resulta em um menor acúmulo de sacarose. O contrário acontece com a invertase neutra, que diminui quando a temperatura aumenta. Isso significa que quando a temperatura ambiente está baixa, existe grande

atividade de invertase neutra, e baixa atividade de invertase ácida, resultando em grande acúmulo de sacarose nos colmos.

Os mesmos autores ainda citam que os níveis dessa enzima apresentam uma variação sazonal, sendo altos quando o crescimento é rápido, e baixo quando o crescimento é lento. A invertase ácida é ausente em entrenós maduros de variedades de cana-de-açúcar com alta capacidade de acumulação de açúcares, as quais possuem invertase neutra, com pH ótimo de 7,0.

Lingle & Tew (2008) compararam o desempenho de genótipos oriundos dos programas de melhoramento genético de cana-de-açúcar do Havaí e da Louisiana, onde observaram que os genótipos oriundos da Louisiana apresentaram maior conteúdo de sacarose do que as do Havaí. Porém, os autores não conseguiram explicar as diferenças no conteúdo de sacarose através da atividade das invertases.

2.3 ÉPOCA DE PLANTIO

Humbret (1968) cita que o ciclo de desenvolvimento da cana-de-açúcar varia desde 10 meses na Louisiana, até dois anos no Havaí, Peru e África do Sul. Nos demais países produtores é de 14 a 18 meses para cana planta e 12 meses para soca. Segundo ele, em cada ciclo, durante seu desenvolvimento, a cultura é submetida a diferentes condições ambientais (clima e solo), sendo estas condições influentes sobre o rendimento agrícola, além de fatores como o manejo empregado em relação à época de plantio, à variedade, ao tipo de muda, à época de corte e ao estágio de desenvolvimento da cultura.

Segundo Ricaud & Cochran (1980), as datas de plantio é que determinam a baixa produção de colmos ha^{-1} em cana-de-açúcar. Estudo realizado por Santos (2007) abordou épocas de plantio e a incidência de florescimento da cana, sendo os plantios realizados em julho, agosto e setembro de 2005 nas condições da Serra do Ouro, em Murici – AL, com as cultivares F150, RB72454, RB92579 e RB842021. O autor verificou que as diferentes épocas de plantio influenciaram no florescimento, sendo que as

maiores percentagens de florescimento deram-se com o plantio de julho e agosto, com 38,76% e 24,85% dos colmos apresentando flores, respectivamente, enquanto que o plantio em setembro foi de apenas 6,42%. Um exemplo disso foi do genótipo RB92579, que apresentou florescimento 21,7 vezes maior quando plantada em julho e 6,12 vezes maior quando plantada em agosto em relação ao plantio de setembro.

Conforme Plana et al. (1987), a brotação das gemas na cana-de-açúcar requer grande atenção nesta cultura, pois a futura população de plantas no campo dela dependerá.

O plantio da cana de açúcar na região Centro-Sul é realizado em duas épocas, conforme Barbieri & Villa Nova (1977), sendo conhecidas como “plantio de cana de ano” e “plantio de cana de ano e meio”. A “cana de ano” ocorre com o plantio feito em outubro e permite a colheita da cana com aproximadamente 12 meses (setembro-outubro do ano seguinte). A “cana de ano e meio” permite a colheita com 18 meses (setembro-outubro do ano seguinte), ocorrendo o plantio de fevereiro a abril.

Segundo Calça et al. (1983), nas usinas do Estado de São Paulo existem três tipos de sistema de produção baseados no ciclo da cana, a cana planta de ano, cana planta de ano e meio, e as soqueiras. A cana-planta de ano é aquela plantada de agosto a novembro e cuja colheita se efetua onze a quatorze meses após o plantio, conforme as condições da região. A cana-planta de ano e meio é plantada de janeiro a março, em que às vezes prorrogase até maio, e a colheita realizada de 15 a 20 meses após. Já Brieger & Paranhos (1964) e Segato & Pereira (2006), citam que o plantio da cana de ano é feito entre setembro e outubro.

Brieger & Paranhos (1964) e Segato & Pereira (2006) ainda citam que na medida em que o plantio de setembro a outubro é feito em período de calor e regular precipitação, a cana encontra para o seu estado vegetativo boas condições que persistem por sete meses. Com o posterior abaixamento da temperatura e diminuição da precipitação pluvial, a cana entra em fase de maturação, sendo então colhida.

Já, com o plantio feito entre janeiro e março, o calor e o final da época de chuva garantem bom desenvolvimento inicial, e em seguida, a cana passa

por repouso, que a partir de setembro e outubro com o início das precipitações e o aumento da temperatura passa a ter seu desenvolvimento vegetativo intensificado para que então com o novo abaixamento da temperatura e diminuição das chuvas, entre em fase de maturação, momento este em que é colhida (Frazão, 1976).

Ao verificar o comportamento de três variedades de cana-de-açúcar (NA 59-79, CB 41-76 e IAC 51-205) com plantios efetuados em diferentes épocas, sendo cana de ano (11/09 e 05/10) e cana de ano e meio (05/01 e 30/03), Rocha (1984) verificou que as variedades responderam diferentemente às condições ambientais para emergência em idênticas condições de temperatura e umidade do solo, sendo que a emergência da variedade NA 56-79 deu-se posteriormente à das variedades CB 41-76 e IAC 51/205; na cana de ano houve um rápido e intenso perfilhamento porque os períodos ocorreram nas estações da primavera e verão, sendo o período de maior emissão da radiação solar, de luminosidade e de precipitação. Também, verificou-se que culturas originadas de plantios de cana de ano e meio, em janeiro-março, produziram na 1ª colheita colmos maiores, de maior diâmetro e mais pesados do que culturas de ano cujos plantios se efetuam em setembro-outubro e, que houve diferença no modo de perfilhamento das variedades.

Ainda segundo Rocha (1984), o perfilhamento é influenciado pelas condições do solo, de cultivo e pelos elementos meteorológicos, devendo-se destacar os efeitos da radiação solar e da temperatura, que sofrem variações durante as estações do ano.

A influência da época de plantio no perfilhamento inicial, afetado pelo calor e luz, seria mais marcante em regiões com maiores variações sazonais. A influência da data de plantio foi registrada por Dillewijn (1952), citado por Silva et al. (2010), verificando este fator como atuante sobre o processo de perfilhamento e o número de colmos industrializados.

Singh & Singh (1956) registraram que a temperatura do solo desempenha um importante papel na germinação das gemas, em que uma faixa de temperatura do solo de 16,8°C a 30,2°C em Punjab (Índia) foi considerada ótima para a emergência de gemas na cana-de-açúcar de plantio sazonal.

Plana et al. (1987) em estudo verificaram que nem as variedades nem as datas de plantio separadamente provocam um aumento na porcentagem de brotação. Afirmam ainda que em relação às datas de plantio, são lógicas as diferenças, visto que em função destas ocorrem diferentes condições de temperatura e umidade.

Ao estudar a emergência da cultivar Co 951 plantada em outubro e fevereiro no norte da Índia, Panje et al. (1962), constataram que a emergência da gema foi melhor em toletes derivados de canas jovens em outubro, com 58,8% do que daqueles derivados de cana 4 vezes mais velhas, em fevereiro, com 54,7%.

2.4 ÉPOCA DE COLHEITA

A época de colheita é determinada levando-se em conta alguns fatores, como os teores de sacarose e de açúcares redutores contidos no caldo da cana (Bonnet, 1962; Brieger & Paranhos, 1964; Alexander, 1973). Por isso não é recomendado iniciar a colheita enquanto as canas não atingirem os padrões tecnológicos mínimos para a sua industrialização, quando o objetivo é a produção de açúcar (Copersucar, 1983).

Para caracterizar o período em que a cana pode ser processada, foi determinado o “Período Útil de Industrialização” (PUI), com base no critério que estabelece o mínimo de 13% para a Pol cana como satisfatório para a industrialização de diferentes variedades, as quais são classificadas em três grupos, quanto ao seu PUI: variedades de PUI longo (mais de 150 dias); variedades de PUI médio (de 120 a 150 dias); e variedades de PUI curto (de 70 a 100 dias) (César & Silva, 1993).

Segundo Resende Sobrinho (2000), o aumento da produtividade no setor sucroalcooleiro é conseguido com a introdução de novas variedades, e com o manejo correto da cultura, buscando uma época de corte em que a produtividade agroindustrial será máxima.

Entre as várias práticas de manejo que podem aumentar a produtividade do canavial, a época de colheita merece uma atenção especial, pois influi

diretamente nesse aspecto (Segalla et al., 1981; Segalla & Tokeshi, 1981; Nunes & Schouchana, 1984).

A cana-de-açúcar é colhida de abril a novembro, nos diferentes ambientes de produção da região Centro-Sul do Brasil, sendo que o planejamento da colheita busca otimizar o seu retorno econômico (Silva et al., 2008).

Mendes et al. (1987) afirmam que é possível iniciar a colheita de cana, para a produção de etanol antes do período de safra normalmente estabelecido para a produção de açúcar, sem consideráveis perdas econômicas.

Beauclair (2004) alerta que a simples alteração da época de colheita da cana tem grandes efeitos na brotação da soqueira da maioria das variedades, nos diferentes ambientes de produção, o que pode comprometer a próxima colheita.

Segundo Bassinello (1976), o corte da cana-planta no final da safra pode resultar em menores produtividades caso a cana-de-açúcar perca peso por tombamento, florescimento, e também devido a danos posteriores causados por ataques de pragas e doenças. Dados semelhantes foram obtidos por Maule et al. (2001), ao avaliar a produção de cana-de-açúcar em diferentes épocas de corte em um solo Podzólico Vermelho Amarelo mesotrófico (PV), sendo que afirmam que a colheita em maio proporcionou maior produção agrícola, quando comparada com colheitas em agosto e outubro. Os autores ressaltam que essa resposta da cultura deve-se ao fato de a cana ter perdido peso fresco nas épocas mais tardias de colheita, devido ao acamamento das plantas.

O mesmo não aconteceu quando os mesmos autores fizeram o mesmo experimento em outro ambiente de produção, em um Planossolo mesotrófico (PL), onde a cana apresentou maior rendimento quando colhida em outubro.

Em experimento realizado em Dumont – SP, Lima et al. (1990) avaliaram a produtividade de quinze genótipos de cana-de-açúcar, colhidos em três épocas distintas: junho, agosto e outubro. E concluíram que todos os genótipos atingiram o máximo de rendimento industrial no mês de setembro. Os mesmos autores citam que algumas épocas de colheita poderiam expor a brotação da cana-de-açúcar ao efeito das geadas, porém, isso não foi verificado em seu trabalho.

Segundo Mendonça et al. (1984), de modo geral, as variedades de cana apresentam a mesma tendência de progressivo acúmulo de sacarose de abril a novembro, em termos de ATR (Açúcar Total Recuperável, em kg t^{-1}), com picos de agosto (35%), setembro (30%), outubro (25%) e novembro (10%).

Mendonça et al. (1984) relatam ainda que quando uma variedade de cana-de-açúcar se destaca tanto pela sua riqueza em sacarose, quanto por sua produção agrícola e não floresce, sua curva de ATR exhibe sua maturação real, do ponto de vista prático. Porém, se a planta florescer, sua colheita deve ser antecipada.

De acordo com Marchiori (2004), as variedades SP70-1143 e SP71-1406 devem ser colhidas a partir de setembro, ao passo que a variedade NA 56-79 deve ser colhida a partir de julho, para obter seu máximo rendimento industrial.

Nos estudos feitos por Maule et al. (2001), ao comparar a produtividade de diferentes cultivares em relação à época de colheita, localizados na região noroeste do Estado de São Paulo, verificaram que a produtividade média em geral diminuiu conforme se atrasou a época de colheita. Nesse trabalho, o cultivar RB72454 apresentou o melhor desempenho médio (193 t ha^{-1}), em duas classes de solos e na primeira época de colheita, porém após 60 dias, terceira época, houve redução de 6% na produtividade (10 t ha^{-1}). O mesmo comportamento foi observado com a cultivar RB855536, porém a redução foi de 13,9%, chegando à terceira época de colheita com 154 t ha^{-1} . Para a cultivar RB855113, esses pesquisadores não identificaram queda de produtividade de acordo com a época de colheita (158 t ha^{-1}). Nesse sentido, relatam que as diferenças dos períodos de maturação entre os cultivares, quando associado ao ambiente de produção, podem garantir um melhor manejo de colheita da cultura da cana-de-açúcar, garantindo a sua máxima exploração econômica.

Em experimento conduzido em Jaú – SP, Silva et al. (2008) observaram que a colheita da cana-de-açúcar em setembro, comparada com julho e maio, proporcionou maior rendimento em TCH (Toneladas de cana. ha^{-1}), PCC (Pol cana), fibra, ATR (Açúcar Teórico Recuperável), TPH (Toneladas de Pol. ha^{-1}).

Nas condições da Flórida – EUA, Gilbert et al. (2005) afirmam que a época de colheita de cana que obteve maior rendimento de e açúcar.ha⁻¹ e quilos de açúcar.tonelada⁻¹ foi no mês de fevereiro.

Ao comparar três épocas de colheita (maio, julho e setembro) na produtividade dos genótipos RB72454 e IAC86-2480, Silva et al. (2008) verificaram que a colheita realizada em setembro proporcionou maiores valores de TCH, Pol cana, fibra, ATR, e TPH. Os autores citam também que o genótipo IAC86-2480 apresentou, em média, maior número de perfilhos aos 360 dias após o plantio, porém apresentou valores de TPH e TCH inferiores aos da variedade RB72454. Por outro lado, Maule et al. (2001) não observaram diferenças significativas na produção agrícola de nove genótipos de cana-de-açúcar colhidas em três diferentes épocas. Bassinello (1984) também não constatou diferença significativa na produtividade de uma mesma cultivar, no estágio de cana-planta, quando colhida em quatro diferentes épocas em uma mesma safra, em dois locais com solos diferentes.

Estudando a influência de três épocas de colheita de nove genótipos de cana-de-açúcar em duas classes de solo, Maule et al. (2001) observaram, em Planossolo mesotrófico, comportamento semelhante entre os genótipos RB855113, RB835486, e SP80-1842, os quais apresentaram os menores valores de Pol cana quando colhidos no mês de agosto, em relação ao mês de maio, e alcançando o maior valor no mês de outubro. Já os genótipos RB855536, RB72454, RB855453, RB845257 e SP79-1011 apresentaram aumentos crescentes da Pol cana de maio para agosto e outubro. A única cultivar que apresentou maior valor de Pol cana em maio foi a RB835019, sendo que o valor registrado no mês de agosto foi superior ao de outubro. Já no solo Podzólico Vermelho Amarelo mesotrófico, as cultivares RB855536, RB72454, RB855453 e RB835486 apresentaram aumentos crescentes de Pol cana de maio para agosto e outubro. Os demais genótipos apresentaram valores muito próximos nos meses de maio e agosto, com aumento no mês de outubro.

De acordo com Beauclair & Penteado (1984), o procedimento usado por usinas para determinar a época ideal de corte consiste inicialmente na seleção de áreas a serem amostradas para análise tecnológica, nas quais os

parâmetros de maturação são considerados. Em seguida, são selecionados para o corte os locais com maiores valores de ATR. Os autores também ressaltam que a maior preocupação é a consequência da época de corte na produtividade da safra seguinte.

Levando em conta a escolha da época ideal de colheita de cada variedade da usina, Mendonça et al. (1984) citam que a escolha deve ser baseada na comparação conjunta de todas as variedades de cana disponíveis, avaliadas tanto para seu conteúdo de sacarose quanto para sua produção de colmos por unidade de área, e não na observação de curvas isoladas de maturação dessas variedades.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL

O experimento foi conduzido a campo, nos anos agrícolas de 2005/2006, 2006/2007 e 2007/2008 na Usina Alto Alegre S/A, localizada no Município de Colorado, PR, região noroeste do Estado, entre as coordenadas de 22°54' de latitude Sul e 51°56' de longitude Oeste, com altitude média de 490 m.

A região está localizada no Terceiro Planalto Paranaense e, segundo a classificação de Köppen, apresenta clima tipo Cfa, subtropical, com temperatura média no mês mais frio inferior a 18°C (mesotérmico) e temperatura média no mês mais quente acima de 22°C, com verões quentes, geadas pouco freqüentes e tendência de concentração das chuvas nos meses de verão, contudo sem estação seca definida e precipitação média anual de 1.300 a 1.400 mm (IAPAR, 1994).

O experimento foi instalado em um Latossolo Vermelho Distrófico (LVd-1), com relevo suave ondulado. São solos muito profundos, formados a partir de materiais derivados de arenitos, com seqüência de horizontes A, B, C pouco diferenciados, coloração vermelha escura, porosos, muito friáveis, fortemente drenados, baixa fertilidade natural, ácidos, mas de baixo a médio teor de alumínio trocável e saturação de bases baixa (Embrapa, 1999). As características granulométricas e químicas são apresentadas nas Tabelas 01 e 02, respectivamente.

TABELA 01 - Resultados da análise das características granulométricas do solo da área experimental na profundidade de 0-20 cm. Usina Alto Alegre, Colorado, PR, 2010.

Amostra	Areia fina	Areia grossa	Silte	Argila
	g kg ⁻¹			
0-20 cm	370,0	520,0	10,0	100,0

Análise realizada no laboratório de Análise de Solos do Departamento de Solos – UFPR.

TABELA 02 - Resultados da análise das características químicas do solo da área experimental na profundidade de 0-20 cm. Usina Alto Alegre, Colorado, PR, 2010.

Amostra	pH CaCl ₂	M.O. g dm ⁻³	P mg dm ⁻³	K	Ca	Mg	H+Al mmol _c dm ⁻³	Al	S. B.	CTC	V %	m %
0-20 cm	5,30	10,0	10,0	1,0	15,0	3,0	11,0	0,0	19,0	30,0	63,0	0,0

Análise realizada no laboratório de Análise de Solos do Departamento de Solos – UFPR.

Os dados para comporem os balanços hídricos foram obtidos da estação meteorológica do IAPAR/SIMEPAR, no município de Paranavaí, PR, entre os períodos de março de 2005 a dezembro de 2008.

3.2 PARCELA EXPERIMENTAL

Cada parcela experimental foi composta por quatro linhas, de 8,0 metros de comprimento cada, com espaçamento entre linhas de 1,10 metros.

3.3 CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

O plantio das variedades de cana-de-açúcar foi realizado em 15 de março de 2005 (cana de ano e meio), que são denominadas variedades de ciclo precoce: considerando que sua colheita é recomendada entre abril e junho; variedades de ciclo médio, considerando que sua colheita é recomendada de junho a setembro, e variedades de ciclo tardio, cuja época recomendada de colheita é entre os meses de setembro e dezembro, como está apresentado na Tabela 03.

No preparo do solo, foram realizadas duas gradagens, sendo a primeira realizada com grade aradora e a segunda, com grade niveladora. Em seguida foi feito o sulcamento para o plantio dos colmos, provindos de mudas com dez meses de idades plantadas em viveiro localizado na unidade. A adubação de base utilizada foi 80 kg ha⁻¹ de N, 150 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 120 kg ha⁻¹ de K₂O. Nas adubações de primeira e segunda socas, foram utilizados 120 kg ha⁻¹ de N e 120 kg ha⁻¹ de K₂O.

TABELA 03 – Relação dos ambientes de produção e de épocas de colheita recomendadas para as dez variedades de cana-de-açúcar utilizadas. Município de Colorado, PR. 2010.

Variedades	Ambiente de Produção				Época de Colheita								
	A	B	C	D	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
RB835054	X	X	X		X	X	X	X					
RB925211	X	X	X			X	X	X					
RB946903	X	X	X			X	X	X	X				
RB956911	X	X	X			X	X	X					
RB966928	X	X	X		X	X	X	X	X				
RB845210		X	X	X		X	X	X	X	X			
RB855113		X	X	X			X	X	X	X			
SP81-3250	X	X	X					X	X	X	X	X	
RB935744	X	X	X						X	X	X	X	X
RB72454	X	X	X	X					X	X	X	X	X

Fonte: Adaptado de catálogo anual RIDESA e COPERSUCAR.

O plantio foi manual (convencional), onde os colmos foram distribuídos dentro das linhas de plantio (sulcos), pé com ponta, sendo colocadas duas canas por metro linear, totalizando na média 18 gemas por metro linear.

Os tratos culturais de adubação em cobertura e controle de plantas daninhas da cana planta, primeira e segunda socas, foram os utilizados pela usina, não havendo necessidade de controle de pragas.

Para a colheita dos dados, foram adotadas três épocas de corte e nos três anos, com intervalo temporal de aproximadamente 90 dias, sendo feito o primeiro corte no dia 15 de abril, o segundo corte no dia 15 de julho e o terceiro corte no dia 15 de outubro. Os anos avaliados foram 2006 (cana-planta), 2007 (primeira soca) e 2008 (segunda soca).

3.4 AVALIAÇÕES

Em cada época de colheita foram realizadas as seguintes avaliações:

Massa de 1 colmo – M1C: foi calculado em função da média de três pesagens de dez (10) colmos por parcela (kg), obtido por $M10C/10$.

Número de colmos por metro - NCM: foi obtido em cada parcela contando o número de colmos das duas linhas centrais, dividindo-se pelo número de metros lineares.

Tonelada de cana por hectare - TCH: estimado em função da massa média de um colmo da parcela, em kg, o número total de colmos presentes nas respectivas parcelas e um fator que é em função do espaçamento de plantio, conforme evidencia a seguinte fórmula: $TCH = M1C \times NCM \times (100/1,10) \times 100/1000$. Sendo que 1,10 refere-se ao espaçamento entre linhas, 100 refere-se aos metros lineares de um hectare, e 1000 é a correção de quilos para toneladas.

Tonelada de Pol por hectare - TPH: determinado em função da tonelada de cana por hectare e o teor de POL cana, conforme descreve a fórmula a seguir: $TPH = (TCH \times POL) / 100$.

Pol cana – POL: o teor de Pol na cana foi obtido por meio da seguinte fórmula: $Pol = (a/c + 1 - 0,01 \times Fib_d)$, em que $a=1000g$ H₂O, $c=500g$ de cana, e Fib_d = teor de fibra da cana obtida pelo método do digestor.

3.5 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O delineamento experimental utilizado em foi o inteiramente casualizado em arranjo fatorial 3x10x3, sendo três épocas de corte, dez variedades, e três anos, com três repetições.

Os resultados das avaliações foram submetidos à análise de variância, utilizando para isso o programa estatístico SISVAR[®]. Quando estes dados eram significativos, ao nível de 5% e 1% de probabilidade, as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade (Borges & Ferreira, 2003).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 CANA PLANTA (2006)

4.1.1 Balanço Hídrico, Temperatura (Máxima, Mínima e Média) e Precipitação (Abril/2005 a Outubro/2006)

Considerando que o experimento foi instalado em março de 2005, as plantas foram submetidas a um ambiente deficiente em água logo no início de seu desenvolvimento, como se pode observar na Figura 03, a qual apresenta o balanço hídrico de março de 2005 a outubro de 2006.

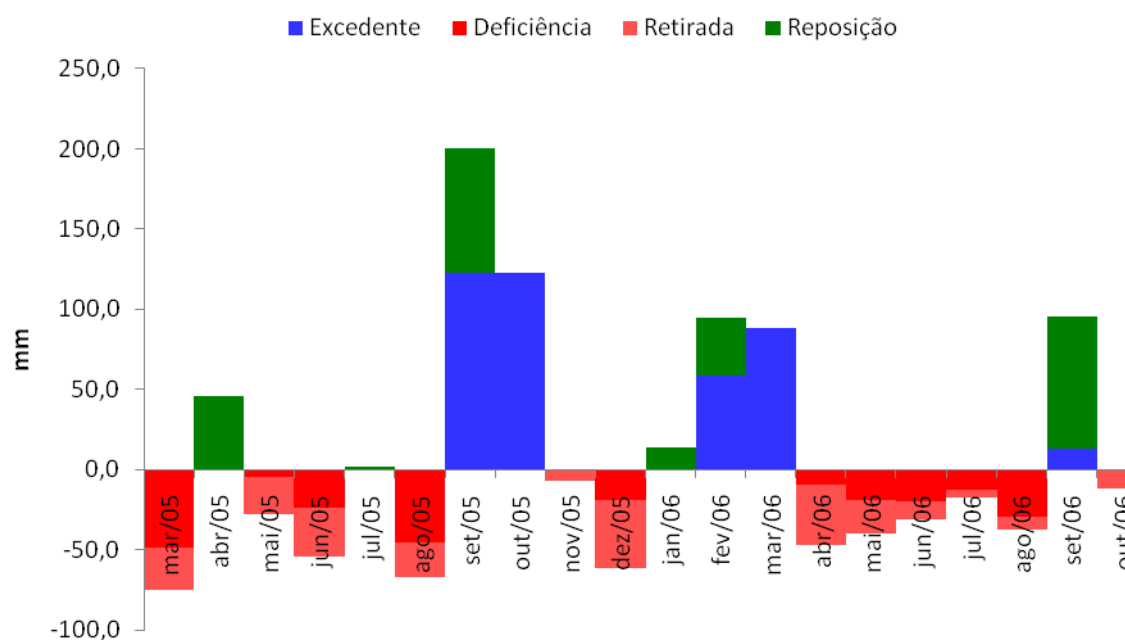


FIGURA 03 – Balanço hídrico (Deficiência, Excedente, Retirada e Reposição Hídrica) mensal de março de 2005 a outubro de 2006, em Paranaíba, no Estado do Paraná.

Os meses de Maio, Junho e Agosto de 2005 foram caracterizados por uma alta evapotranspiração, e conseqüente retirada de água do solo. De acordo com Casagrande (1991), essas condições de falta de umidade no solo prejudicam a brotação dos toletes de cana-de-açúcar, e o conseqüente estabelecimento do canavial.

As condições de falta de umidade no solo observadas até o mês de agosto podem ter prejudicado também o perfilhamento, que segundo Oliveira et al. (2004), Silva et al. (2008) e Almeida et al. (2008) é iniciado a partir de aproximadamente 40 dias após o plantio, e pode atingir o pico em cerca de 3 a 5 meses, sob condições favoráveis de precipitação. Em cana-planta, no mês de março no município de Paranaíba – PR, Oliveira (2004) observou as máximas taxas de crescimento da cultura (TCC) até o mês de setembro para as variedades RB855113 e RB855536, e até mês de outubro para a variedade RB72454.

O referido período de deficiência hídrica pode também ter afetado o desenvolvimento foliar que segundo Inman-Bamber (2004), Smit & Singels (2006) e Machado et al. (2009) causa a desaceleração da produção de novos brotos e folhas, e também acelera a senescência da parte aérea.

Já nos meses de setembro e outubro, houve a reposição de água no solo, sendo que o excedente foi muito útil nos meses de novembro e dezembro, quando ocorreram temperaturas elevadas aliadas à baixa precipitação.

Os dados mensais de temperaturas médias, máximas, mínimas e de precipitação durante o período de desenvolvimento da cana-planta (março de 2005 a outubro de 2006) são apresentados na Figura 04.

De outubro de 2005 até março de 2006, houve temperaturas médias entre 25 e 33°C, consideradas favoráveis ao crescimento da cana-de-açúcar (Liu et al., 1998; Almeida et al., 2008), além disso, o reservatório do solo foi novamente repostado nos meses de janeiro até março. Essas condições adequadas de temperatura e precipitação coincidiram com a fase de crescimento rápido da cana-de-açúcar, em que a cultura acumula cerca de 75% de toda a sua matéria seca (Machado, 1981).

As referidas condições ambientais não são favoráveis para o acúmulo de sacarose nos colmos, e podem ter contribuído para a redução dos valores de Pol cana e TPH das plantas colhidas no mês de abril (Barbieri & Villa Nova, 1977), tendo em vista que a cultura necessita de estresse hídrico e baixas temperaturas para garantir seu acúmulo de sacarose nos colmos (Humbret 1968; Alexander, 1973; Scarpari, 2002; Yamori, 2005). Além disso, essas

temperaturas elevadas proporcionam um aumento na atividade da invertase ácida, e uma diminuição da atividade da invertase neutra (Hatch & Glasziou, 1963), o que resulta em um rápido crescimento vegetativo, e um conseqüente menor acúmulo de sacarose nos colmos (Hatch & Glasziou, 1963; Lingle & Tew, 2008).

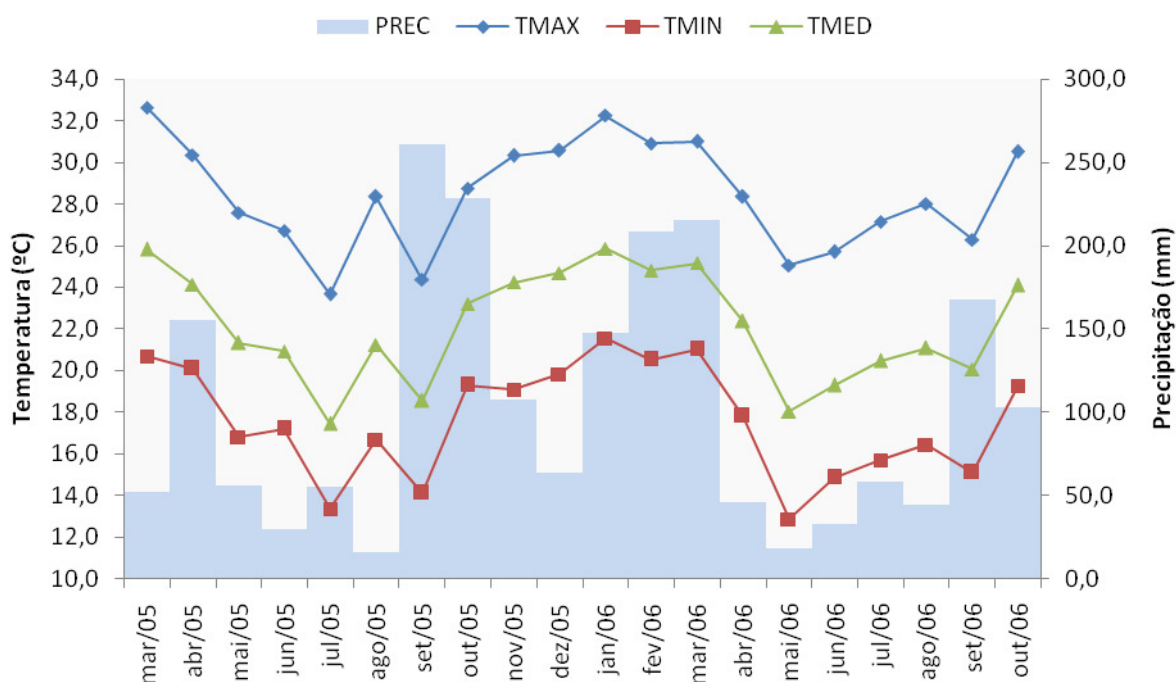


FIGURA 04 – Temperaturas máximas, mínimas e médias (°C) e precipitação (mm) observados em Paranavaí, no Estado do Paraná, de março de 2005 a outubro de 2006.

O contrário aconteceu com a colheita da cana-planta no mês de julho, pois de abril a agosto de 2006 essas condições ideais para acúmulo de sacarose ocorreram, com a diminuição da pluviosidade e das temperaturas, como pode ser observado na Figura 03. Nesse caso, pode ter ocorrido uma diminuição da atividade da invertase ácida, e um aumento na atividade da invertase neutra, o que resulta em um maior acúmulo de sacarose nos colmos (Hatch & Glasziou, 1963).

Para a colheita da cana-planta no mês de outubro, as condições ambientais foram desfavoráveis para o acúmulo de sacarose nos colmos, tendo em vista que foi observado um aumento nas temperaturas, além de maiores

quantidades de precipitação, o que estimula o crescimento vegetativo da cana-de-açúcar, prejudicando o aumento nos teores de sacarose nos colmos, e conseqüentemente, os valores de Pol cana e TPH (Hatch & Glasziou, 1963; Humbret, 1968; Barbieri & Villa Nova, 1977).

4.1.2 Comparação entre variedades nas três épocas de corte

Como a interação entre épocas de colheita e variedades na cana-planta foi significativa (Anexo 01), as fontes de variação não são independentes, sendo que as variedades se comportaram de forma diferente em cada época de corte. Por isso, não é possível apontar a melhor variedade ou a melhor época sem que ambos sejam relacionados. Isso permite a visualização das variedades mais produtivas em cada época de corte.

4.1.2.1 Abril

Os resultados de TCH, TPH e Pol cana para a colheita das dez variedades em cana-planta no mês de abril estão apresentados na Tabela 04. De acordo com os dados obtidos, observa-se que houve diferenças significativas entre as variedades.

No mês de abril, os maiores valores de TCH foram obtidos pelas variedades RB966928 (de ciclo precoce), e RB72454 (de ciclo tardio), as quais não diferiram estatisticamente entre si. Oliveira (2004), ao colher cana-planta no mês de março, também observou a grande produtividade agrícola da variedade RB72454, a qual, juntamente com a RB855536, apresentou média superior ($136,8 \text{ t.ha}^{-1}$ e $122,3 \text{ t.ha}^{-1}$, respectivamente), à obtida pela variedade RB855113 ($116,5 \text{ t.ha}^{-1}$).

Maule et al. (2001) não observaram diferenças significativas no rendimento agrícola entre RB72454, RB855113, RB855536 e outras quatro variedades.

Para a variável TPH, a maior média obtida no mês de abril foi pela variedade de ciclo precoce RB966928. As demais variedades apresentaram médias semelhantes de TPH, as quais não diferiram estatisticamente entre si.

TABELA 04 – Valores de tonelada de cana por hectare (TCH), tonelada de pol por hectare (TPH) e Pol cana (POL) de cana-planta, de dez variedades de cana-de-açúcar colhidas em abril de 2006 na Unidade Alto Alegre, Colorado, PR.

Variedade	TCH	TPH	POL
RB835054	107,17 b	14,81 b	13,82 a
RB925211	108,90 b	14,78 b	13,52 a
RB946903	111,17 b	15,23 b	13,71 a
RB956911	84,30 c	11,98 b	14,20 a
RB966928	134,79 a	18,14 a	13,45 a
RB845210	98,38 c	12,46 b	12,77 b
RB855113	109,41 b	13,49 b	12,32 b
SP81-3250	113,68 b	14,26 b	12,59 b
RB935744	116,88 b	13,54 b	11,61 b
RB72454	125,60 a	14,79 b	11,82 b
CV (%)	9,5	9,88	4,29

Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

CV: Coeficiente de Variação

Os resultados de análise de variância estão apresentados no Anexo 01.

Com relação à variável Pol cana, todas as variedades de ciclo precoce avaliadas (RB835054, RB925211, RB946903, RB956911, RB966928), apresentaram valores acima de 13,40. As referidas variedades apresentaram médias de Pol cana semelhantes, as quais não diferiram estatisticamente entre si, e foram superiores às médias das demais variedades.

Como esperado, a variedade de ciclo tardio avaliado (RB72454) apresentou média baixa de Pol cana quando colhida no mês de abril, inferior a 12,5%.

Maule et al. (2001) obtiveram, em local com solo caracterizado como Planossolo, no mês de maio, os maiores valores de Pol cana em cana-planta com dois genótipos de ciclo precoce (RB835019 e SP80-1842) e um de ciclo médio (RB855113), os quais não diferiram estatisticamente entre si, e

apresentaram médias superiores aos demais genótipos avaliados. Os mesmos autores observaram que em outro tipo de solo (Podzólico Vermelho Amarelo), os maiores valores de Pol cana foram obtidos pelos genótipos de ciclo precoce (RB835019, SP80-1842 e RB835486).

Oliveira (2004) observou maiores valores de Brix na colheita de cana-planta no mês de março nas variedades RB855113 e RB855536, quando comparadas com a RB72454. No presente trabalho, as variedades RB72454 e RB855113 apresentaram valores de Pol cana semelhantes, os quais não diferiram estatisticamente entre si.

4.1.2.2 Julho

Os resultados de TCH, TPH e Pol cana para a colheita das dez variedades em cana-planta no mês de julho estão apresentados na Tabela 05. De acordo com os dados obtidos, houve diferenças significativas entre as variedades.

Maule et al. (2001) obtiveram, em local com solo caracterizado como Planossolo, no mês de agosto, os maiores valores de Pol cana em cana-planta com duas variedades de ciclo precoce (RB855453 e SP80-1842) e uma de ciclo médio (RB845257), as quais não diferiram estatisticamente entre si, e apresentaram médias superiores às variedades avaliadas. Os mesmos autores observaram que em outra classe de solo (Podzólico Vermelho Amarelo), os maiores valores de Pol cana foram obtidos por duas variedades de ciclo precoce (RB855453 e RB835486).

No mês de julho, os maiores valores de TCH foram obtidos pelas variedades de ciclo precoce RB966928 e de ciclo médio RB935744, as quais não diferiram estatisticamente entre si, e foram superiores às demais. Destacam-se também as variedades de ciclo precoce RB925211, de ciclo médio RB855113, e de ciclo tardio RB72454, por apresentarem valores semelhantes de TCH entre si, inferiores às anteriores, porém foram valores altos, superiores a 130 toneladas de cana por hectare, superiores às demais variedades.

Essas altas produtividades podem ser explicadas pelas condições ambientais ocorridas de outubro de 2005 a março de 2006, época que coincidiu com o período de grande crescimento da cultura (Machado, 1981). Nessa época, as condições de disponibilidade hídrica no solo foram favoráveis ao crescimento da cultura (Barbieri & Villa Nova, 1977; Câmara, 1993; Bezuidenhout et al., 2003), e a temperatura média, próxima a 25°C, pode ter contribuído para o rápido crescimento da cultura (Doorembos & Kassam, 1979; Planalsucar, 1986; Casagrande, 1991; Liu et al., 1998; Almeida et al., 2008), visto que contribuiu para o aumento da atividade da invertase ácida, resultando em rápido crescimento vegetativo (Hatch & Glasziou, 1963; Lingle & Tew, 2008).

TABELA 05 – Valores de tonelada de cana por hectare (TCH), tonelada de pol por hectare (TPH) e Pol cana (POL) de cana-planta, de dez variedades de cana-de-açúcar colhidas em julho de 2006 na Unidade Alto Alegre, Colorado, PR.

Variedade	TCH	TPH	POL
RB835054	112,54 c	18,00 c	16,02 a
RB925211	126,02 b	19,93 b	15,80 b
RB946903	117,30 c	18,25 c	15,58 b
RB956911	114,95 c	19,37 b	16,85 a
RB966928	150,61 a	24,22 a	16,08 a
RB845210	104,26 d	16,22 c	15,55 b
RB855113	130,11 b	20,70 b	15,95 a
SP81-3250	96,73 d	15,65 c	16,20 a
RB935744	141,53 a	20,80 b	14,71 b
RB72454	132,48 b	20,08 b	15,15 b
CV (%)	9,5	9,88	4,29

Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

CV: Coeficiente de Variação

Os resultados de análise de variância estão apresentados no Anexo 01.

Com a colheita da cana-planta nos meses de maio e julho, Oliveira (2004) obteve maiores valores de TCH com a variedade RB72454, quando comparada com RB855113 e RB855536. No presente trabalho, a colheita

realizada no mês de julho proporcionou resultados semelhantes de TCH para as variedades RB72454 e RB855113, as quais não diferiram estatisticamente entre si.

As variedades de ciclo precoce RB925211 e RB956911, as de ciclo médio RB855113 e RB935744, e a de ciclo tardio RB72454 apresentaram valores de TPH semelhantes, os quais não diferiram estatisticamente entre si, e foram inferiores apenas aos valores da variedade de ciclo precoce RB966928, a qual apresentou a maior média, quando comparada às demais.

Com relação aos valores de Pol cana, as variedades de ciclo precoce RB835054, RB956911 e RB966928, e as de ciclo médio RB855113 e SP81-3250 apresentaram valores semelhantes entre si, os quais foram superiores aos valores obtidos pelas demais variedades.

4.1.2.3 Outubro

Os resultados de TCH, TPH e Pol cana para a colheita das dez variedades em cana-planta no mês de outubro estão apresentados na Tabela 06. De acordo com os dados obtidos, observa-se que houve diferenças significativas entre as variedades.

Na colheita da cana-planta em outubro, as variedades de ciclo precoce RB966928, de ciclo médio RB935744, e de ciclo tardio RB72454, apresentaram comportamentos semelhantes, não diferindo estatisticamente entre si quanto às variáveis TCH e TPH, sendo que as mesmas apresentaram as maiores médias das duas referidas variáveis, quando comparadas às demais variedades.

Destaca-se a variedade de ciclo precoce RB966928, que apresentou um excelente comportamento nas três épocas de corte avaliadas, com altas produtividades, o que significa que a mesma tem condições de ser colhida de abril até outubro, o que poderá auxiliar muito no planejamento de colheita na usina.

Tabela 06 – Valores de tonelada de cana por hectare (TCH), tonelada de pol por hectare (TPH) e Pol cana (POL) de cana-planta, de dez variedades de cana-de-açúcar colhidas em outubro de 2006 na Unidade Alto Alegre, Colorado, PR.

Variedade	TCH		TPH		POL	
RB835054	87,21	c	14,40	c	16,50	a
RB925211	115,23	b	17,25	b	14,98	b
RB946903	103,27	b	14,97	c	14,49	b
RB956911	95,07	c	14,86	c	15,63	a
RB966928	131,99	a	20,12	a	15,23	b
RB845210	102,87	b	17,04	b	16,57	a
RB855113	108,82	b	17,51	b	16,14	a
SP81-3250	107,53	b	17,19	b	15,96	a
RB935744	141,97	a	20,78	a	14,66	b
RB72454	127,86	a	20,26	a	15,83	a
CV (%)	9,50		9,88		4,29	

Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

CV: Coeficiente de Variação

Os resultados de análise de variância estão apresentados no Anexo 01.

A alta produtividade da variedade RB72454 foi observada por Silva et al. (2008) ao concluir que seus valores de TCH e TPH foram superiores aos valores obtidos pela variedade IAC86-2480. Os mesmos autores citam que a colheita realizada em setembro proporcionou maiores valores de TCH, Pol cana, fibra, ATR e TPH, quando comparada com a colheita em maio e julho. Resultados semelhantes foram obtidos por Oliveira (2004) ao analisar o rendimento da cana-planta de três cultivares de cana-de-açúcar (RB72454, RB855113 e RB855536), o qual revelou que o cultivar RB72454 obteve médias de produtividade superiores aos demais nas três épocas analisadas (março, maio e julho de 2003).

As variedades de ciclo precoce RB966928, RB946903, RB925211 (de ciclo precoce) e RB935744 (de ciclo médio), foram as que apresentaram valores de Pol cana abaixo da média no mês de outubro, diferindo estatisticamente das demais variedades. Isso se explica pelo fato de que variedades de ciclo precoce tendem a apresentar elevados valores de Pol cana nos primeiros meses de colheita, sendo que sua época de colheita

recomendada é de abril até julho, e as de ciclo médio possuem recomendação para colher até em agosto e setembro.

Maule et al. (2001) obtiveram, em local com solo caracterizado como Planossolo, no mês de outubro, os maiores valores de Pol cana em cana-planta com os genótipos SP80-1842, RB855453, RB835486 e RB72454, os quais foram superiores aos demais genótipos avaliados. Os mesmos autores observaram que em outra classe de solo (Podzólico Vermelho Amarelo), os maiores valores de Pol cana foram obtidos pelos genótipos RB855113, RB855453, RB835486 e SP79-1011.

4.1.3 Comportamento das variedades em cada época de corte

A variedade de ciclo médio SP81-3250 não sofreu influência das diferentes épocas de corte em seus valores de TCH e TPH. Quanto à variável Pol cana, a referida variedade apresentou menores médias quando colhida em abril, quando comparada com a colheita realizada nos meses de julho e outubro, as quais não diferiram estatisticamente entre si.

O desempenho das dez variedades de cana-de-açúcar, quanto a TCH, TPH e Pol cana, nas três diferentes épocas de colheita, está apresentado na Tabela 07.

Pode-se observar que a variedade de ciclo precoce, RB835054, apresentou valores semelhantes de TCH quando colhida nos meses de abril e julho, os quais não diferiram estatisticamente entre si, e foram superiores ao valor obtido com a colheita no mês de outubro.

A mesma variedade apresentou os maiores valores de Pol cana quando colhida nos meses de julho e outubro, os quais não diferiram estatisticamente entre si, e foram superiores ao valor obtido na colheita do mês de abril. Os valores de Pol cana e TCH, altos no mês de julho, proporcionaram o alto valor de TPH, o qual foi maior no mês de julho, quando comparado com os meses de abril e outubro, os quais não diferiram estatisticamente entre si.

Tabela 07 – Valores de tonelada de cana por hectare (TCH), tonelada de pol por hectare (TPH) e Pol cana (POL) de cana-planta, de dez variedades de cana-de-açúcar colhidas em abril, julho e outubro de 2006 na Unidade Alto Alegre, Colorado, PR.

Variedade	Época	TCH	TPH	POL
RB835054	Abril	107,17 a	14,81 b	13,82 b
	Julho	112,54 a	18,00 a	16,02 a
	Outubro	87,21 b	14,40 b	16,50 a
RB925211	Abril	108,90 a	14,78 b	13,52 b
	Julho	126,02 a	19,93 a	15,80 a
	Outubro	115,23 a	17,25 b	14,98 a
RB946903	Abril	111,17 a	15,23 b	13,71 b
	Julho	117,30 a	18,25 a	15,58 a
	Outubro	103,27 a	14,97 b	14,49 b
RB956911	Abril	84,30 b	11,98 c	14,20 c
	Julho	114,95 a	19,37 a	16,85 a
	Outubro	95,07 b	14,86 b	15,63 b
RB966928	Abril	134,79 b	18,14 b	13,45 b
	Julho	150,61 a	24,22 a	16,08 a
	Outubro	131,99 b	20,12 b	15,23 a
RB845210	Abril	98,38 a	12,46 b	12,77 b
	Julho	104,26 a	16,22 a	15,55 a
	Outubro	102,87 a	17,04 a	16,57 a
RB855113	Abril	109,41 b	13,49 c	12,32 b
	Julho	130,11 a	20,70 a	15,95 a
	Outubro	108,82 b	17,51 b	16,14 a
SP81-3250	Abril	113,68 a	14,26 a	12,59 b
	Julho	96,73 a	15,65 a	16,20 a
	Outubro	107,53 a	17,19 a	15,96 a
RB935744	Abril	116,88 b	13,54 b	11,61 b
	Julho	141,53 a	20,80 a	14,71 a
	Outubro	141,97 a	20,78 a	14,66 a
RB72454	Abril	125,60 a	14,79 b	11,82 b
	Julho	132,48 a	20,08 a	15,15 a
	Outubro	127,86 a	20,26 a	15,83 a
CV (%)		9,5	9,88	4,29

Médias seguidas pela mesma letra na vertical, dentro de cada variedade, não diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

CV: Coeficiente de Variação

Os resultados de análise de variância estão apresentados no Anexo 01.

As variedades RB845210 (de ciclo médio) e RB72454 (de ciclo tardio) apresentaram comportamentos semelhantes quanto às três variáveis analisadas, nas diferentes épocas de colheita. As épocas de colheita não influenciaram nos valores de TCH das referidas variedades, porém, os valores

de TPH e Pol cana foram superiores quando a cana-planta foi colhida nos meses de julho e outubro, os quais não diferiram estatisticamente entre si, e foram superiores aos valores obtidos no mês de abril.

Resultados semelhantes foram obtidos por Maule et al. (2001) e Bassinello (1984), que afirmam que as produtividades agrícolas (TCH) médias das variedades analisadas não apresentaram diferenças significativas entre as diferentes épocas de colheita. Maule et al. (2001) ainda relatam que as variedades RB855536, RB72454 e RB855453 apresentaram aumentos crescentes de Pol cana de maio para agosto e outubro.

O mesmo não foi observado por Anjos et al. (2007) ao compararem o efeito de três épocas de colheita em duas variedades de cana-de-açúcar (RB72454 e SP79-1011), onde afirmam que as médias de Pol cana e brix obtidos com a colheita da cana-planta em agosto e setembro não diferiram entre si, mas foram superiores aos valores obtidos com a colheita no mês de julho. Os autores ainda obtiveram maiores valores de TCH com a colheita no mês de agosto ($83,46 \text{ t ha}^{-1}$), quando comparado com julho ($78,73 \text{ t ha}^{-1}$) e setembro ($81,56 \text{ t ha}^{-1}$), não havendo diferenças significativas entre as mesmas.

A variedade RB925211, de ciclo precoce, não sofreu influência das épocas de corte nos valores de TCH, porém, houve diferenças significativas nos valores de TPH e Pol cana, sendo que a colheita realizada nos meses de julho e outubro proporcionou os maiores valores de Pol cana, quando comparados com a colheita realizada em abril. O maior valor de TPH para essa variedade foi obtido quando colhida no mês de julho, sendo superior aos valores obtidos nas colheitas de abril e outubro, os quais não diferiram estatisticamente entre si.

A variedade de ciclo precoce RB946903 não sofreu influência das épocas de corte em seus valores de TCH, porém a colheita realizada no mês de julho proporcionou seus maiores valores de TPH e Pol cana, quando comparada com os meses de abril e outubro, os quais não diferiram estatisticamente entre si.

A colheita da variedade de ciclo precoce RB956911, realizada no mês de julho, proporcionou o maior valor de TCH, quando comparada com as

colheitas em abril e outubro. Os valores de TPH e Pol cana obtidos na colheita no mês de outubro foram superiores aos obtidos na colheita em abril, porém inferiores aos obtidos na colheita do mês de julho.

A variedade de ciclo precoce RB966928 apresentou seus maiores valores de TCH e TPH quando colhida no mês de julho, quando comparado com abril e outubro, que não diferiram estatisticamente entre si. Para a variável Pol cana, os meses de julho e outubro proporcionaram valores semelhantes, não diferindo estatisticamente entre si, porém, superiores ao valor obtido no mês de abril.

Quando colhida nos meses de abril e outubro, a variedade de ciclo médio RB855113 apresentou valores estatisticamente semelhantes de TCH, os quais foram inferiores ao valor apresentado na colheita do mês de julho. Para a variável Pol cana, as colheitas de julho e outubro proporcionaram os maiores valores, os quais não diferiram estatisticamente entre si, e foram superiores aos obtidos no mês de abril. O valor obtido de TPH em outubro foi superior ao obtido em abril, porém, inferior ao valor da colheita no mês de julho. Maule et al. (2001) obtiveram resultados diferentes, onde esta mesma variedade apresentou o menor valor de Pol cana quando colhida no mês de agosto em relação ao mês de maio, e alcançando o maior valor quando colhido no mês de outubro.

A variedade de ciclo médio RB935744 apresentou comportamento semelhante quanto às três variáveis analisadas, obtendo maiores valores quando colhida nos meses de julho e outubro, os quais não diferiram estatisticamente entre si, e foram superiores aos valores obtidos quando a cana-planta foi colhida no mês de abril.

Com os dados apresentados, pôde-se observar que nenhuma variedade apresentou seus maiores valores de TPH e Pol cana quando colhida no mês de abril, nem mesmo as de ciclo precoce. Isso pode ser explicado pelo fato de, no mês de abril, as plantas possuírem 13 meses de idade, contra os 16 e 19 meses que tinham as plantas colhidas em julho e outubro, respectivamente. Porém, essa característica isolada teria efeito também na variável TCH, a qual não sofreu influência das diferentes épocas de corte em cinco, das dez variedades avaliadas.

Outros fatores que interferiram nesses resultados foram as condições ambientais dos meses que antecederam a colheita dos meses de abril e outubro. Nesse período, foram observadas temperaturas médias entre 25 e 33°C aliadas a grandes quantidades de chuva (Figura 04), condições essas consideradas favoráveis ao crescimento da cana-de-açúcar, e desfavoráveis ao acúmulo de sacarose (Humbret, 1968; Alexander, 1973; Liu et al., 1998; Scarpari, 2002, Yamori, 2005; Almeida et al., 2008), pois sob essas condições, há um aumento na atividade da invertase ácida, e diminuição na atividade da invertase neutra (Hatch & Glasziou, 1963), o que resulta em grande crescimento vegetativo, e baixo acúmulo de sacarose (Hatch & Glasziou, 1963; Wardlaw, 1990; Pimentel, 1998; Lingle & Tew, 2008).

A colheita de três variedades, sendo duas de ciclo médio (RB845210, e RB935744) e uma de ciclo tardio (RB72454), nos meses de julho e outubro, apresentou os maiores valores de TPH, os quais não diferiram estatisticamente entre si e foram superiores aos valores obtidos na colheita no mês de abril.

Quatro variedades de ciclo precoce (RB835054, RB925211, RB946903 e RB966928), apresentaram valores de TPH superiores quando colhidas no mês de julho, quando comparados aos meses de abril e outubro. Esse dado contradiz dados de Mendonça et al. (1984), os quais citam que as variedades de cana-de-açúcar apresentam a mesma tendência de progressivo acúmulo de sacarose de abril a novembro.

Já a cana-planta colhida no mês de julho encontrou um ambiente favorável ao seu acúmulo de sacarose, devido à redução da temperatura ambiente, e à redução na quantidade de chuvas, condições estas que causam a diminuição na taxa de crescimento da cultura, promovendo um maior acúmulo de sacarose (Alexander, 1973; Fauconier & Bassareau, 1975; Dooremboos & Kassam, 1979), devido à diminuição da atividade da invertase ácida, e aumento da atividade da invertase neutra (Hatch & Glasziou, 1963; WARDLAW, 1990; Pimentel, 1998; Lingle & Tew, 2008).

Três variedades, sendo duas de ciclo precoce (RB956911 e RB966928), e uma de ciclo médio (RB855113) apresentaram maiores valores de TCH quando colhidas no mês de julho, quando comparados com a colheita nos meses de abril e outubro, o que pode estar relacionado com dados de

Bassinello (1976) e Maule et al. (2001), os quais afirmam que o corte da cana-planta no final da safra pode resultar em menores produtividades caso a cana-de-açúcar perca peso por tombamento, florescimento ou ataque de pragas e doenças.

4.2 PRIMEIRA SOCA (2007)

4.2.1 Balanço Hídrico, Temperatura e Precipitação

4.2.1.1 Balanço Hídrico, Temperatura Máxima, Mínima e Média (Abril/2006 a Abril/2007)

As soqueiras resultantes da cana-planta cortada em abril de 2006 foram submetidas a um ambiente desfavorável para o seu crescimento e desenvolvimento quanto à disponibilidade hídrica, como pode ser observado no balanço hídrico de abril de 2006 a abril de 2007, apresentado na Figura 05 (Barbieri & Villa Nova, 1977; Ortolani & Paes de Camargo, 1987; Casagrande, 1991; Reichardt, 1996; Bezuidenhout et al., 2003; Silva et al., 2008; Almeida et al., 2008).

Os sete meses de deficiência hídrica podem ter causado redução na emissão de novos perfilhos (Chang et al., 1968; Gasho & Shih, 1983; Bezuidenhout et al., 2003) e afetado diretamente o desenvolvimento foliar, causando a desaceleração da produção de novos brotos e folhas (Inman-Bamber, 2004; Smit & Singels, 2006; Machado et al., 2009). Esse período pode ter causado redução nas taxas de assimilação de CO₂, no tamanho das células foliares, na taxa de transpiração, no potencial hídrico da planta, na taxa de crescimento e na abertura estomática (Hsiao, 1973).

De acordo com Doorembos & Pruit (1975), esse período de perfilhamento e início de alongação de colmos é a fase mais sensível da cana-de-açúcar à deficiência hídrica.

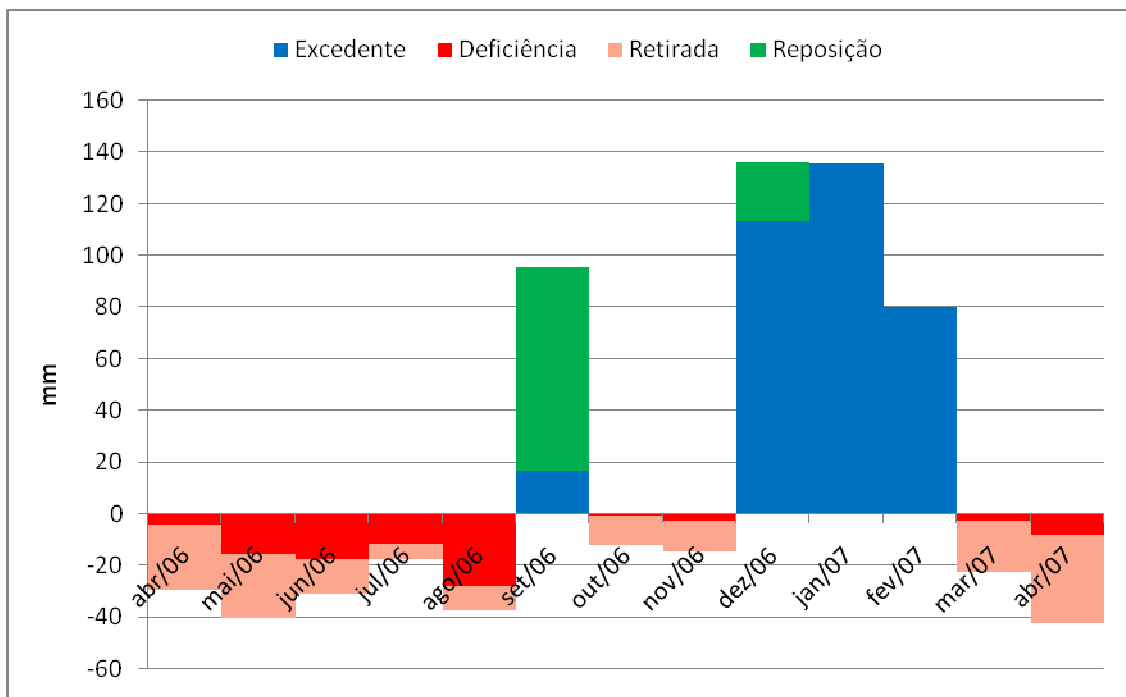


FIGURA 05 – Balanço hídrico (Deficiência, Excedente, Retirada e Reposição Hídrica) mensal de abril de 2006 a abril de 2007, em Paranavaí, no Estado do Paraná.

Essas condições desfavoráveis também podem ter sido responsáveis pela formação de entrenós mais curtos, o que reduzirá muito o volume do parênquima para armazenamento de sacarose (Câmara, 1993), o que contribuirá para pequenos valores de Pol cana e TPH.

Além de deficiência hídrica, as soqueiras resultantes da cana-planta cortada em abril de 2006 foram submetidas a temperaturas médias abaixo de 25°C nos cinco meses iniciais de desenvolvimento da cultura, o que não é favorável ao crescimento da cana-de-açúcar, resultando em um crescimento lento (Faucounier & Bassereau, 1975; Liu et al., 1998)

Os valores mensais de temperatura máxima, mínima, média e precipitação no período de abril de 2006 a abril de 2007 estão apresentados na Figura 06.

As precipitações do mês de setembro de 2006 foram responsáveis pela reposição de água no solo, quando a cana pode ter retomado seu crescimento. A grande reposição e o excedente de água existente no solo de dezembro de 2006 até fevereiro de 2007, aliadas às temperaturas médias próximas a 25°C podem ter ocasionado o aparecimento dos brotões (chupão), os quais se

desenvolvem após a estabilização dos colmos principais da cultura, e cujo comportamento é similar ao de uma cana jovem (Bonnett et al., 2005; Carlin et al., 2008). Isso ocorre porque a sacarose que estava acumulada no vacúolo é hidrolisada a hexoses através da invertase ácida vacuolar (IAV), devido ao aumento da temperatura ambiente, ocasionando o retorno do crescimento vegetativo das plantas (Machado, 1987). Porém, essa característica não foi avaliada no presente trabalho.

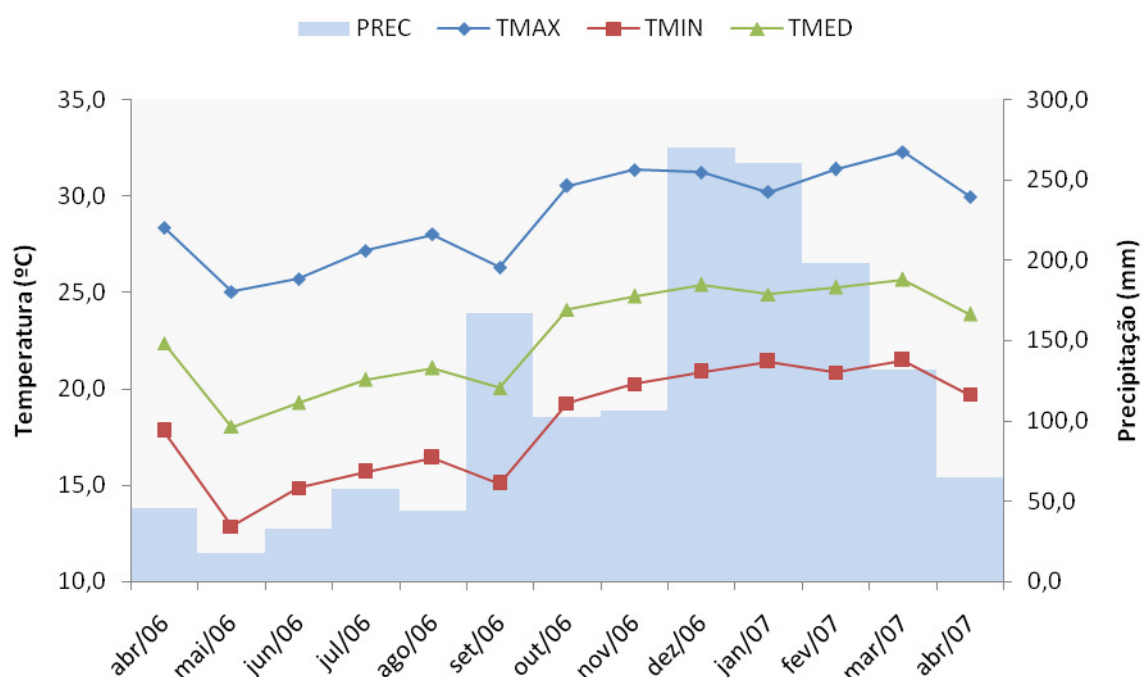


FIGURA 06 – Temperaturas máximas, mínimas e médias (°C) e precipitação (mm) de abril de 2006 a abril de 2007, em Paranaíba, no Estado do Paraná.

Essas mesmas condições, adequadas ao crescimento vegetativo da cultura, são desfavoráveis para o acúmulo de sacarose nos colmos, o que pode interferir nos valores de Pol cana e TPH obtidos na colheita no mês de abril. Para que o acúmulo de sacarose seja alto, os agentes mais efetivos são a seca moderada e baixas temperaturas (Humbret, 1968; Alexander, 1973; Barbieri & Villa Nova, 1977; Doorembos & Kassam, 1979; Ometto, 1980; Yamori et al., 2005).

4.2.1.2 Balanço Hídrico, Temperatura Máxima, Mínima e Média (Julho/2006 a Julho/2007)

No início do desenvolvimento da soqueira, não houve grandes deficiências hídricas no solo, o que poderia permitir uma boa brotação e o seu bom perfilhamento. Porém, nesse período, foram observadas temperaturas médias próximas de 20°C, o que causa a paralisação da brotação das soqueiras, podendo atrasar a germinação da soqueira (Barbieri, 1981). Por outro lado, Inman-Bamber (1994) e Sinclair et al. (2004) citam que a temperatura mínima necessária para o início do desenvolvimento foliar da cana-de-açúcar é de 10,8°C. Planalsucar (1986) e Casagrande (1991) afirmam que a temperatura ideal para o bom desenvolvimento está na faixa de 20 a 35°C, o que indica que as condições ambientais desse período foram favoráveis ao desenvolvimento inicial das plantas.

De dezembro de 2006 até fevereiro de 2007, época que coincidiu com o período de grande desenvolvimento da cana-de-açúcar (Machado, 1981), as condições de grande disponibilidade de água no solo foram favoráveis ao crescimento da cultura (Barbieri & Villa Nova, 1977; Câmara, 1993; Bezuidenhout et al., 2003), e as temperaturas médias permaneceram por volta de 25°C, o que o que pode ter contribuído para um rápido crescimento da cultura (Doorembos & Kassam, 1979; Planalsucar, 1986; Casagrande, 1991; Liu et al., 1998; Almeida et al., 2008).

O balanço hídrico de julho de 2006 até julho de 2007 está apresentado na Figura 07, a qual apresenta as boas condições de disponibilidade hídrica no solo para a cultura da cana-de-açúcar colhida no mês de julho de 2007.

A redução da água disponível no solo de abril até a data da colheita não representa risco de queda de produtividade, de acordo com Vazquez (1970), que concluiu que seria possível suspender a irrigação da cana-de-açúcar cinco meses antes da colheita, sem que houvesse redução significativa da produção.

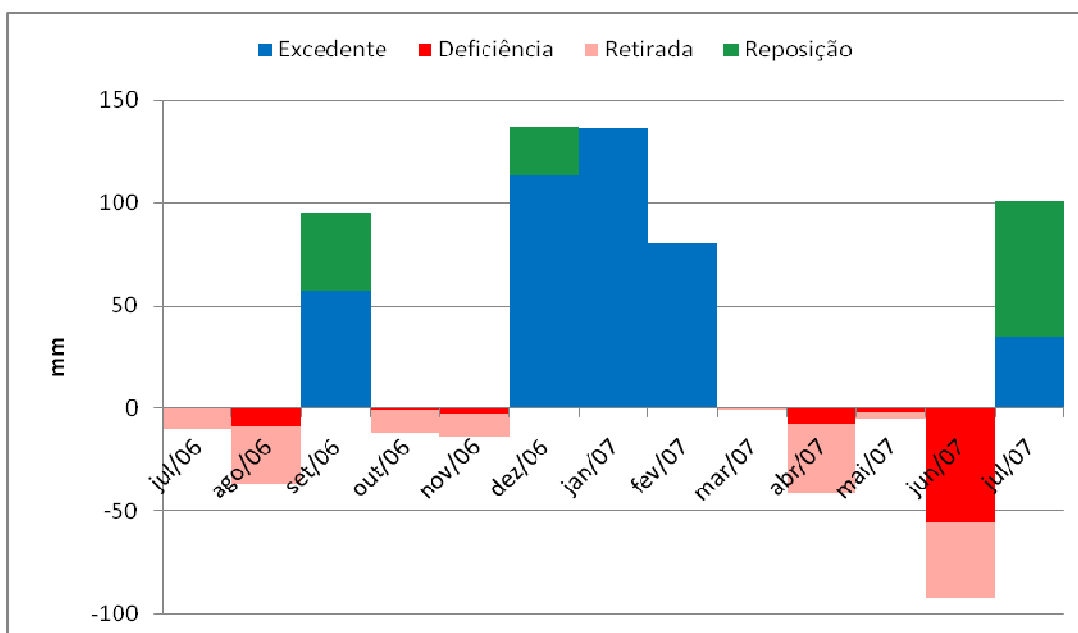


FIGURA 07 - Balanço hídrico (Deficiência, Excedente, Retirada e Reposição Hídrica) mensal de julho de 2006 a julho de 2007, em Paranavaí, no Estado do Paraná.

Os valores mensais de temperatura máxima, mínima, média e precipitação de julho de 2006 até julho de 2007 estão apresentados na Figura 08.

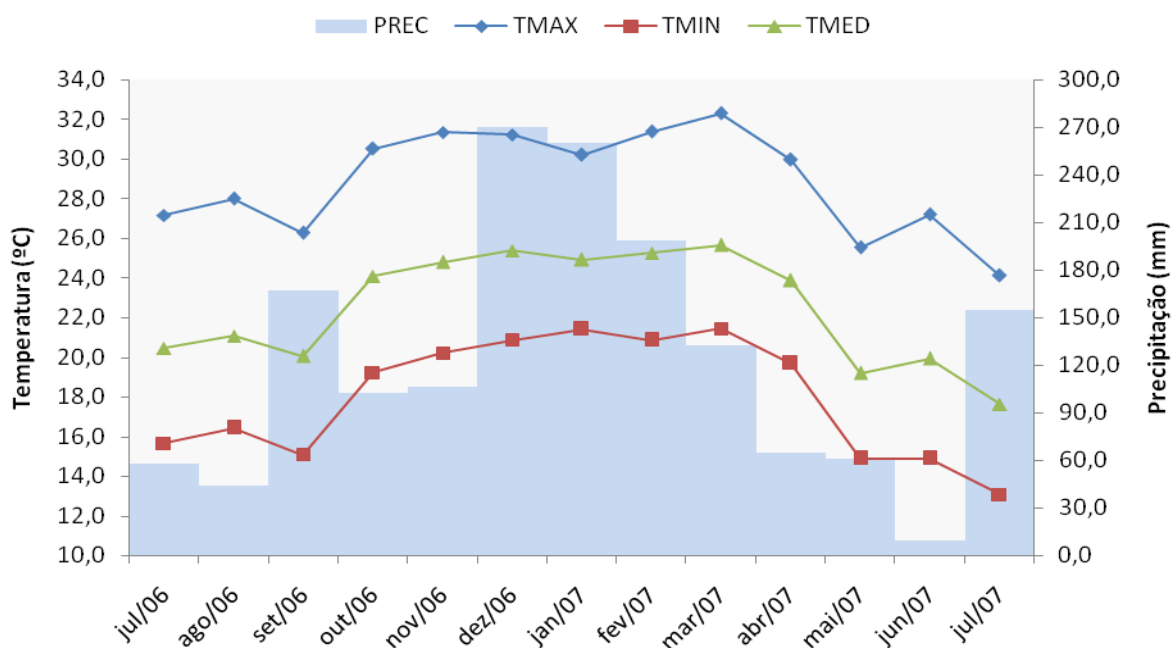


FIGURA 08 - Temperaturas máximas, mínimas e médias (°C) e precipitação (mm) de julho de 2006 a julho de 2007, em Paranavaí, no Estado do Paraná.

Além disso, a redução, não drástica na disponibilidade de água é ideal para a maturação da cana, pois resulta na redução de crescimento, e ocasiona maior concentração de sacarose nos colmos (Humbret, 1968; Barbieri & Villa Nova, 1977; Scarpari, 2002), o que irá resultar em maiores valores de Pol cana e TPH.

Nesse mesmo período, de abril a julho de 2007 ocorreu uma grande queda nas temperaturas médias, chegando a 16°C, o que é ideal para a maturação da cultura, pois causa a redução da atividade da invertase ácida, e aumento da atividade da invertase neutra (Hatch & Glasziou, 1963; Wardlaw, 1990; Pimentel, 1998; Lingle & Tew, 2008), resultando na diminuição da taxa de crescimento, promovendo um maior acúmulo de sacarose (Alexander, 1973; Fauconier & Bassareau, 1975; Doorembos & Kassam 1979).

Portanto, a colheita de primeira soca no mês de julho foi favorecida por baixas temperaturas e seca moderada nos meses que antecederam a colheita, o que retarda o desenvolvimento das plantas e induz o acúmulo de sacarose nos colmos (Humbret, 1968; Scarpari, 2002).

4.2.1.3 Balanço Hídrico, Temperatura Máxima, Mínima e Média (Outubro/2006 a Outubro/2007)

O balanço hídrico de outubro de 2006 até outubro de 2007 está apresentado na Figura 09.

A soqueira resultante da cana-planta cortada em outubro de 2006 encontrou um ambiente com boa disponibilidade hídrica para seu desenvolvimento inicial, o que permitiu uma boa brotação das gemas, e o seu perfilhamento inicial (Barbieri & Villa Nova, 1977; Câmara, 1993; Bezuidenhout et al., 2003).

As temperaturas médias próximas de 25°C nos seis primeiros meses após o corte da cana também foram responsáveis por uma boa brotação das soqueiras (Faucounier & Bassereau, 1975; Doorembos & Kassam, 1979; Planalsucar, 1986; Casagrande, 1991; Inman-Bamber, 1994; Sinclair et al., 2004).

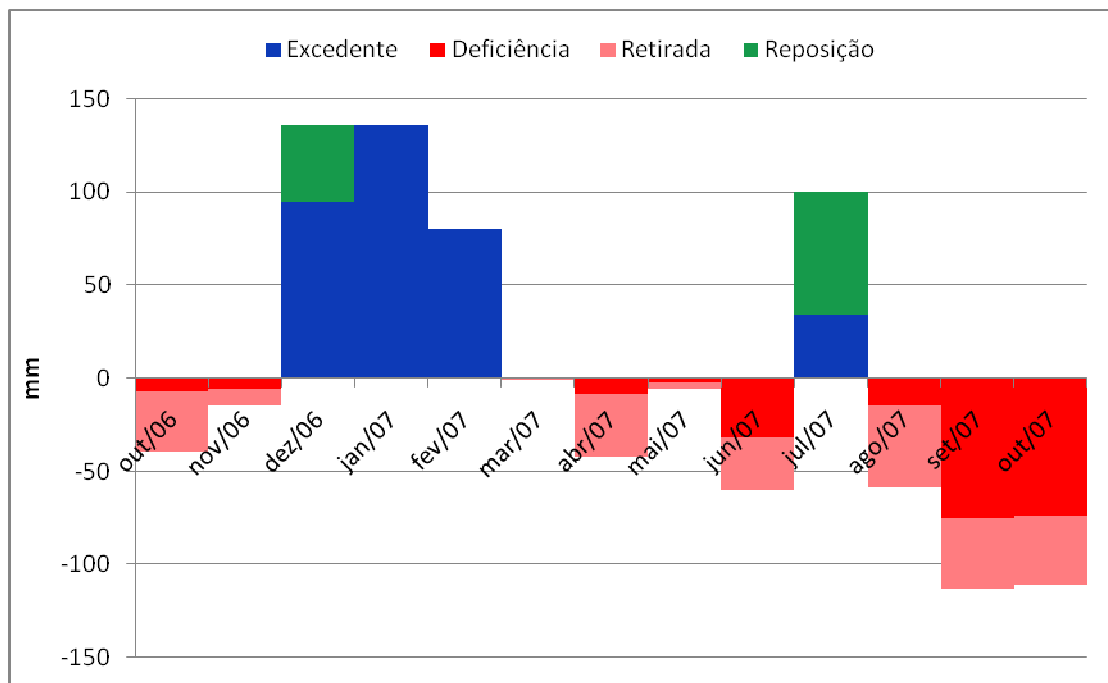


FIGURA 09 - Balanço hídrico (Deficiência, Excedente, Retirada e Reposição Hídrica) mensal de outubro de 2006 a outubro de 2007, em Paranavaí, no Estado do Paraná.

Porém, diferentemente da primeira soca colhida no mês de julho, a primeira soca do mês de outubro encontrou de abril a junho, seu período de grande desenvolvimento (Machado, 1981), condições de deficiência hídrica aliada a baixas temperaturas, o que pode ter resultado na redução do crescimento (Fauconier & Bassereau, 1975; Doorembos & Kassam, 1979;), do perfilhamento (Suguitani, 2001; Bezuidenhout, 2003; Inman-Bamber, 2004; Smit & Singels, 2006; Machado et al., 2009), e poderá ocasionar a formação de nós e entrenós mais curtos, prejudicando o acúmulo de sacarose (Câmara, 1993). Esses dados podem ser observados na Figura 10.

A grande quantidade de chuvas no mês de julho aliada ao aumento de temperaturas a partir do mês de agosto podem ter como consequência a retomada do crescimento vegetativo da cana-de-açúcar, interrompendo o acúmulo de sacarose (Hatch & Glasziou, 1963; Humbret, 1968; Barbieri & Villa Nova, 1977; Wardlaw, 1990; Pimentel, 1998; Lingle & Tew, 2008).

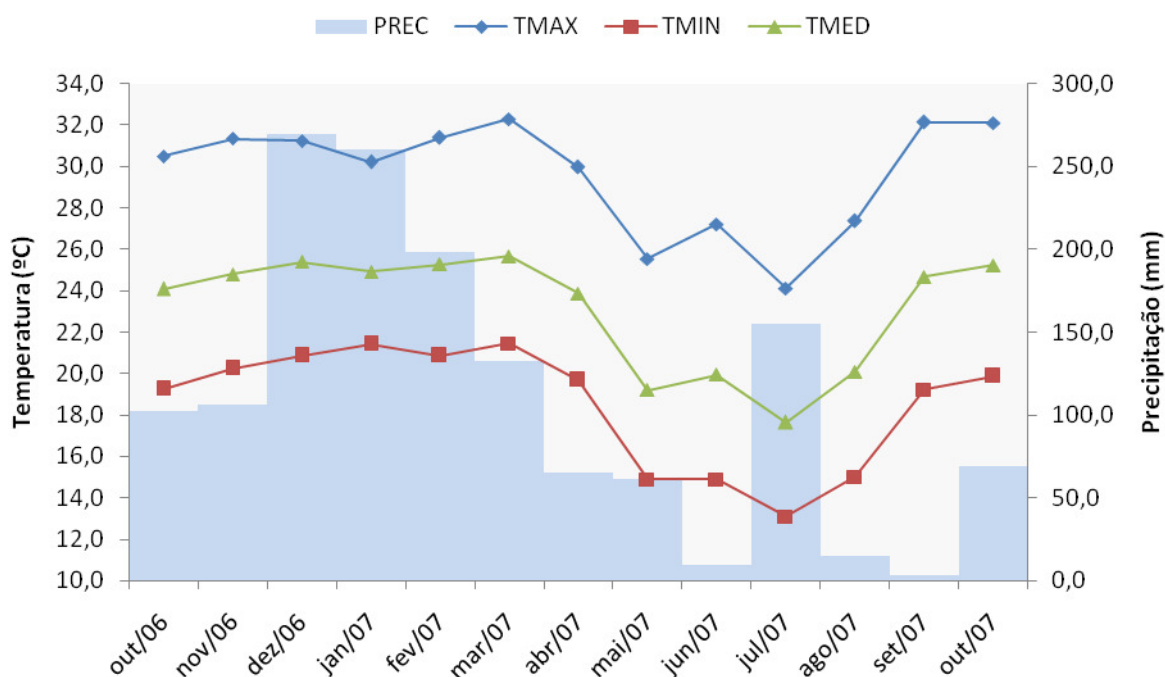


FIGURA 10 - Temperaturas máximas, mínimas e médias (°C) e precipitação (mm), de outubro de 2006 a outubro de 2007 em Paranavaí, no Estado do Paraná.

4.2.2 Interação entre épocas de colheita e variedades

Como a interação entre épocas de colheita e variedades na primeira soca foi significativa (Anexo 01), as fontes de variação não são independentes, sendo que as variedades se comportaram de forma diferente em cada época de colheita. Por isso, não é possível apontar a melhor variedade ou a melhor época sem que ambos sejam relacionados.

4.2.2.1 Comparação entre variedades nas três épocas de corte

4.2.2.1.1 Abril

Os valores de TCH, TPH e Pol cana das dez variedades colhidas no mês de abril de 2007, estão apresentados na Tabela 08, onde observa-se que

as variedades RB925211, RB966928 (de ciclo precoce), RB855113 e SP81-3250 (de ciclo médio) apresentaram a maior produtividade agrícola (TCH) em relação às demais.

Silva et al. (2008) não observaram diferenças entre os valores de TCH e TPH das variedades RB72454 (83,49 e 10,98, respectivamente) e IAC86-2480 (79,16 e 10,34, respectivamente), em primeira soca, quando colhidas no mês de maio.

As maiores médias de Pol cana foram obtidas por variedades de ciclo precoce, sendo elas: RB835054, RB925211, RB946903, RB956911 e RB966928, as quais não diferiram estatisticamente entre si.

TABELA 08 – Valores de tonelada de cana por hectare (TCH), tonelada de pol por hectare (TPH) e Pol cana (POL) de primeira soca, de dez variedades de cana-de-açúcar colhidas em abril de 2007 na Unidade Alto Alegre, Colorado, PR.

Variedade	TCH		TPH		POL	
RB835054	68,28	b	9,45	c	13,87	a
RB925211	97,75	a	14,07	a	14,39	a
RB946903	78,70	b	11,52	c	14,62	a
RB956911	70,68	b	10,04	c	14,20	a
RB966928	108,97	a	15,49	a	14,16	a
RB845210	85,91	b	11,22	c	13,09	b
RB855113	100,28	a	12,28	b	12,26	b
SP81-3250	95,53	a	12,64	b	13,19	b
RB935744	87,35	b	11,12	c	12,77	b
RB72454	80,63	b	9,97	c	12,36	b
CV (%)	10,28		10,56		4,03	

Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

CV: Coeficiente de Variação

Os resultados de análise de variância estão apresentados no Anexo 02.

Quanto à variável TPH, as variedades RB925211 e RB966928 se destacaram, obtendo as maiores médias em relação às demais. Trata-se de duas variedades de ciclo precoce.

As baixas produtividades obtidas são justificadas pelas condições ambientais desfavoráveis ao desenvolvimento da cana-de-açúcar, observadas no período de desenvolvimento da primeira soca colhida no mês de abril de 2007. As soqueiras foram submetidas a um ambiente desfavorável ao

desenvolvimento inicial das plantas, aliando baixas temperaturas à deficiência hídrica (Faucounier & Bassereau, 1975; Barbieri & Villa Nova, 1977; Ortolani & Paes de Camargo, 1987; Casagrande, 1991; Reichardt, 1996; Liu et al., 1998; Bezuidenhout et al., 2003; Almeida et al., 2008; Silva et al., 2008).

4.2.2.1.2 Julho

Os valores de TCH, TPH e Pol cana das dez variedades colhidas no mês de julho de 2007, estão apresentados na Tabela 09.

TABELA 09 – Valores de tonelada de cana por hectare (TCH), tonelada de pol por hectare (TPH) e Pol cana (POL) de primeira soca, de dez variedades de cana-de-açúcar colhidas em julho de 2007 na Unidade Alto Alegre, Colorado, PR.

Variedade	TCH		TPH		POL	
RB835054	115,84	c	18,22	c	15,75	a
RB925211	126,10	b	20,89	b	16,57	a
RB946903	126,03	b	20,63	b	16,38	a
RB956911	115,46	c	18,26	c	15,82	a
RB966928	146,07	a	23,39	a	16,00	a
RB845210	104,39	d	16,79	c	16,09	a
RB855113	122,69	b	20,06	b	16,38	a
SP81-3250	95,98	d	15,07	d	15,66	a
RB935744	143,23	a	22,81	a	15,91	a
RB72454	138,59	a	23,02	a	16,62	a
CV (%)	10,28		10,56		4,03	

Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

CV: Coeficiente de Variação

Os resultados de análise de variância estão apresentados no Anexo 02.

As dez variedades colhidas, em primeira soca, no mês de julho apresentaram comportamentos semelhantes quanto à variável Pol cana, sendo que não apresentaram diferenças significativas entre si.

Já no caso de TCH e TPH, as variedades RB966928 (de ciclo precoce), RB935744 (de ciclo médio) e RB72454 (de ciclo tardio) obtiveram as maiores médias, os quais não diferiram estatisticamente entre si, e foram superiores às médias das demais variedades.

Silva et al. (2008) obtiveram com a variedade RB72454, em primeira soca, os maiores valores de TCH e TPH, comparando com os valores do genótipo IAC86-2480, quando colhidos no mês de julho.

É importante ressaltar que o menor valor de TPH da primeira soca colhida no mês de julho, obtido pela variedade de ciclo médio SP81-3250 ($15,07 \text{ t.ha}^{-1}$), foi semelhante ao maior valor de TPH obtido na colheita da primeira soca no mês de abril, pela variedade de ciclo precoce RB966928 ($15,49 \text{ t.ha}^{-1}$). Isso ressalta que as condições ambientais não foram favoráveis à colheita da primeira soca no mês de abril. A soqueira do mês de julho encontrou ambiente favorável ao seu rápido crescimento, possibilitando grandes produtividades agrícolas (TCH). Nos meses que antecederam o corte da cana (maio até julho) houve uma significativa queda na temperatura ambiente e uma seca moderada, o que retardou o crescimento das plantas, induzindo ao acúmulo de sacarose nos colmos, elevando os valores de Pol cana e TPH (Humbret, 1968; Scarpari, 2002). A redução no crescimento das plantas pode ser explicada considerando que a redução da temperatura ambiente ocasiona uma redução na atividade da invertase ácida (Hatch & Glasziou 1963), o que resulta em menor quebra da sacarose para a utilização no crescimento da planta (Machado, 1987; Hatch & Glasziou 1963).

4.2.2.1.3 Outubro

Os valores de TCH, TPH e Pol cana das dez variedades colhidas no mês de outubro de 2007, estão apresentados na Tabela 10.

As variedades RB72454 (de ciclo tardio) e RB935744 (de ciclo médio) apresentaram médias semelhantes de TCH (113,50 e 124,20, respectivamente) e TPH (18,68 e 20,14, respectivamente), em primeira soca, as quais não diferiram estatisticamente entre si, e foram superiores às médias das demais variedades, quando colhidas em outubro.

Silva et al. (2008) obtiveram com a variedade RB72454, em primeira soca, os maiores valores de TCH e TPH, comparando com os valores do genótipo IAC86-2480, quando colhidos no mês de setembro.

Vale ressaltar que as variedades RB835054 e RB925211 (de ciclo precoce) foram as menos produtivas, quanto a TCH e TPH, quando a primeira soca foi colhida no mês de outubro. Seus valores, tanto em TCH quanto em TPH foram inferiores à metade dos valores obtidos pelas mesmas variedades, quando a colheita foi realizada em julho. Isso retrata a influência negativa dessa época de corte (outubro) na produtividade agroindustrial dessas duas variedades.

TABELA 10 – Valores de tonelada de cana por hectare (TCH), tonelada de pol por hectare (TPH) e Pol cana (POL) de primeira soca, de dez variedades de cana-de-açúcar colhidas em outubro de 2007 na Unidade Alto Alegre, Colorado, PR.

Variedade	TCH		TPH		POL	
RB835054	51,00	c	8,13	c	15,91	a
RB925211	49,97	c	8,02	c	16,00	a
RB946903	78,98	b	12,89	b	16,31	a
RB956911	79,21	b	13,35	b	16,85	a
RB966928	88,40	b	14,67	b	16,59	a
RB845210	81,19	b	13,23	b	16,29	a
RB855113	87,61	b	14,53	b	16,56	a
SP81-3250	76,31	b	12,70	b	16,67	a
RB935744	124,20	a	20,14	a	16,23	a
RB72454	113,50	a	18,68	a	16,45	a
C.V. (%)	10,28		10,56		4,03	

Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

CV: Coeficiente de Variação

Os resultados de análise de variância estão apresentados no Anexo 02.

Todas as variedades avaliadas obtiveram valores altos de Pol cana (superiores a 15,9%), os quais não diferiram estatisticamente entre si. Esses altos valores de Pol cana não eram esperados, tendo em vista que as condições ambientais que antecederam a colheita não eram favoráveis ao acúmulo de sacarose, com o aumento das temperaturas e a grande quantidade de chuvas (Humbret, 1968; Barbieri & Villa Nova, 1977).

4.2.2.2 Comportamento das variedades em cada época de corte

O desempenho das dez variedades de cana-de-açúcar, quanto a TCH, TPH e Pol cana, nas três diferentes épocas de colheita, está apresentado na Tabela 11.

Para nove das dez variedades avaliadas, a colheita no mês de julho proporcionou os maiores valores de TCH em primeira soca. Apenas a variedade de ciclo médio SP81-3250 apresentou médias de TCH semelhantes quando colhida em abril e julho, as quais não diferiram estatisticamente entre si, e foram superiores à média obtida com a colheita em outubro.

Esse resultado de boas produtividades no mês de julho é justificado pelas condições ambientais favoráveis encontradas pelas plantas em todo o seu ciclo de primeira soca. As condições de alta disponibilidade hídrica (Figura 07) e temperaturas médias próximas a 25°C (Figura 08) em seu período de grande crescimento (Machado, 1981) contribuíram para o rápido crescimento da cultura (Doorembos & Kassam, 1979; Planalsucar, 1986; Casagrande, 1991; Liu et al., 1998; Almeida et al., 2008).

Além da produtividade agrícola (TCH), a produção de sacarose (Pol cana e TPH) pela cana colhida no mês de julho foi influenciada pelas características ambientais favoráveis. A redução da temperatura e da disponibilidade hídrica nos meses que antecederam a colheita resultou na redução do crescimento das plantas, o que induziu a um maior acúmulo de sacarose nos colmos (Humbret, 1968; Alexander, 1973; Fauconier & Bassareau, 1975; Barbieri & Villa Nova, 1977; Doorembos & Kassam, 1979; Scarpari, 2002). A referida redução na temperatura ambiente pode ter ocasionado uma redução na atividade da invertase ácida (Hatch & Glasziou 1963), o que resulta em menor quebra da sacarose para a utilização no crescimento da planta (Machado, 1987; Hatch & Glasziou 1963).

As variedades de ciclo precoce RB835054, RB925211 e RB966928 apresentaram comportamento semelhante quanto à variável TCH, quando colhidas nas diferentes épocas. Esses materiais apresentaram suas maiores médias quando colhidos no mês de julho, seguidas pelo mês de abril, e posteriormente, pelo mês de outubro. Esse comportamento é justificado pelo

fato de ambas as variedades apresentarem ciclo precoce, e também devido às condições ambientais desfavoráveis para a primeira soca colhida no mês de outubro.

TABELA 11 – Valores de tonelada de cana por hectare (TCH), tonelada de pol por hectare (TPH) e Pol cana (POL) na colheita de primeira soca, de dez variedades de cana-de-açúcar colhidas em abril, julho e outubro de 2007 na Unidade Alto Alegre, Colorado, PR.

Variedade	Época	TCH		TPH		POL	
RB835054	Abril	68,28	b	9,45	b	13,87	b
	Julho	115,84	a	18,22	a	15,75	a
	Outubro	51,00	c	8,13	b	15,91	a
RB925211	Abril	97,75	b	14,07	b	14,39	b
	Julho	126,10	a	20,89	a	16,57	a
	Outubro	49,97	c	8,02	c	16,00	a
RB946903	Abril	78,70	b	11,52	b	14,62	b
	Julho	126,03	a	20,63	a	16,38	a
	Outubro	78,98	b	12,89	b	16,31	a
RB956911	Abril	70,68	b	10,04	c	14,20	b
	Julho	115,46	a	18,26	a	15,82	a
	Outubro	79,21	b	13,35	b	16,85	a
RB966928	Abril	108,97	b	15,49	b	14,16	b
	Julho	146,07	a	23,39	a	16,00	a
	Outubro	88,40	c	14,67	b	16,59	a
RB845210	Abril	85,91	b	11,22	b	13,09	b
	Julho	104,39	a	16,79	a	16,09	a
	Outubro	81,19	b	13,23	b	16,29	a
RB855113	Abril	100,28	b	12,28	b	12,26	b
	Julho	122,69	a	20,06	a	16,38	a
	Outubro	87,61	b	14,53	b	16,56	a
SP81-3250	Abril	95,53	a	12,64	a	13,19	b
	Julho	95,98	a	15,07	a	15,66	a
	Outubro	76,31	b	12,70	a	16,67	a
RB935744	Abril	87,35	c	11,12	c	12,77	b
	Julho	143,23	a	22,81	a	15,91	a
	Outubro	124,20	b	20,14	b	16,23	a
RB72454	Abril	80,63	c	9,97	c	12,36	b
	Julho	138,59	a	23,02	a	16,62	a
	Outubro	113,50	b	18,68	b	16,45	a
CV (%)		10,28		10,56		4,03	

Médias seguidas pela mesma letra na vertical, dentro de cada variedade, não diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

CV: Coeficiente de Variação

Os resultados de análise de variância estão apresentados no Anexo 02.

A primeira soca colhida no mês de outubro encontrou em seu período de grande crescimento (Machado, 1981), condições de deficiência hídrica aliadas a baixas temperaturas, o que pode ter resultado na redução do crescimento (Fauconire & Bassereau, 1975; Doorembos & Kassam, 1979), do perfilhamento (Suguitani, 2001; Bezuidenhout, 2003; Inman-Bamber, 2004; Smit & Singels, 2006; Machado et al., 2009), e também pode ter ocasionado a formação de entrenós mais curtos, prejudicando o acúmulo de sacarose (Câmara, 1993).

A primeira soca colhida no mês de outubro ainda encontrou, nos meses que antecederam a colheita, um aumento na disponibilidade hídrica aliada ao aumento da temperatura ambiente, o que induz às plantas a sua retomada do crescimento vegetativo, interrompendo o acúmulo de sacarose (Humbret, 1968; Barbieri & Villa Nova, 1977) e resultando em baixas médias de Pol Cana e TPH. Essa retomada no crescimento vegetativo pode ter ocorrido devido ao aumento da atividade da invertase, ocasionado pelo aumento da temperatura ambiente. O aumento da atividade da referida enzima resulta na hidrólise da sacarose em glicose e frutose, sendo que esses açúcares de seis carbonos serão utilizados no crescimento vegetativo das plantas (Machado, 1987).

As variedades RB946903, RB956911 (de ciclo precoce), RB845210 e RB855113 (de ciclo médio) comportaram-se de forma semelhante quanto à época de colheita. Essas variedades apresentaram médias semelhantes de TCH quando colhidas em abril e outubro, as quais não diferiram estatisticamente entre si, e foram inferiores às médias obtidas na colheita do mês de julho.

Comportamento diferenciado das demais foi observado nas variedades RB935744 (de ciclo médio) e RB72454 (de ciclo tardio), as quais apresentaram os maiores valores de TCH e TPH quando colhidas em julho, seguidos de outubro e abril. Comportamento semelhante entre as mesmas também foi observado quanto à variável Pol cana, que obteve maiores valores quando a cana foi colhida nos meses de julho e outubro, os quais não diferiram estatisticamente entre si, e foram superiores à média obtida com a colheita no mês de abril. Esse comportamento é justificado pelo fato de ambas as variedades serem recomendadas para colheita a partir de agosto, sendo que a, RB935744 apresenta ciclo médio, e a RB72454 apresenta ciclo tardio.

Resultados diferentes foram obtidos por Silva et al. (2008) em Jaú, no Estado de São Paulo, sendo que afirmam que a variedade RB72454, em primeira soca, apresentou maiores valores de TCH quando colhida em setembro, em relação às colheitas realizadas em maio e julho. Os mesmos autores obtiveram, com a mesma variedade, os menores valores de TPH quando colhida em maio, em relação à colheita em julho, sendo que o maior valor foi obtido em setembro.

Silva et al. (2008) também relataram que o genótipo IAC86-2480 não apresentou influência das épocas de corte em sua produtividade agrícola (TCH), pelo fato de ser um genótipo estável. Por outro lado, a produtividade de açúcar (TPH) desse genótipo foi influenciada pelas épocas de corte, sendo que a colheita no mês de maio obteve médias inferiores às obtidas no mês de julho, e os maiores valores foram obtidos com a colheita no mês de setembro.

Quanto à variável TPH, as variedades RB835054, RB946903, RB966928 (de ciclo precoce), RB845210 e RB855113 (de ciclo médio) apresentaram respostas semelhantes às épocas de colheita. Suas médias de TPH, quando colhidas em abril e outubro, não diferiram estatisticamente entre si, e foram inferiores às médias obtidas com a colheita no mês de julho.

Já a variedade de ciclo precoce RB956911, assim como a de ciclo médio RB935744 e a de ciclo tardio RB72454, apresentou, na colheita em outubro, valores de TPH superiores aos obtidos com a colheita no mês de abril, porém, inferiores aos obtidos com a colheita no mês de julho.

A variedade de ciclo precoce RB925211 apresentou comportamento diferenciado das demais, com relação aos valores de TPH. Esse material apresentou, em abril, média superior à obtida no mês de outubro, sendo que ambas foram inferiores à média do mês de julho.

Comportamento único também foi apresentado pela variedade de ciclo médio SP81-3250, sendo a única variedade que não sofreu influência das épocas de corte em seus valores de TPH, em primeira soca.

As dez variedades avaliadas apresentaram comportamentos semelhantes quanto à variável Pol cana. Todas apresentaram valores semelhantes quando colhidas nos meses de julho e outubro, os quais não

diferiram estatisticamente entre si, e foram superiores às médias obtidas com a colheita no mês de abril.

Os valores de Pol cana foram inferiores no mês de abril devido às condições ambientais ocorridas nesse período, que podem ser observadas na Figura 05, a qual apresenta as condições de deficiência hídrica que o solo apresentou nos sete primeiros meses após o corte da cana-planta, que podem ter sido responsáveis pela formação de entrenós mais curtos, o que reduzirá muito o volume do parênquima para armazenamento de sacarose (Câmara, 1993). A grande reposição e o excedente de água existente no solo aliados ao aumento na temperatura ambiente (Figura 06), nos meses que antecederam o corte da cana, podem ter ocasionado o aparecimento dos brotões, os quais apresentam comportamento similar ao de uma cana jovem (Bonnett et al., 2005; Carlin et al., 2008). Esses brotões atuam como um dreno, utilizando os fotoassimilados que seriam translocados para o acúmulo de sacarose, resultando em baixos valores de Pol cana e TPH obtidos na colheita no mês de abril (Humbret, 1968; Alexander, 1973; Barbieri & Villa Nova, 1977; Doorembos & Kassam, 1979; Ometto, 1980; Yamori et al., 2005). A formação dos referidos brotos pode ser consequência do aumento da atividade da enzima invertase, a qual promove a hidrólise da sacarose em glicose e frutose, açúcares de seis carbonos serão utilizados na retomada do crescimento vegetativo das plantas (Machado, 1987).

4.3 SEGUNDA SOCA (2008)

4.3.1 Balanço Hídrico, Temperatura e Precipitação

4.3.1.1 Balanço Hídrico, Temperatura (máxima, mínima e média) e Precipitação (Abril/2007 a Abril/2008)

As soqueiras resultantes do corte da primeira soca no mês de abril encontraram condições de deficiência hídrica para o seu desenvolvimento inicial. O balanço hídrico mensal de abril de 2007 até abril de 2008 está apresentado na Figura 11.

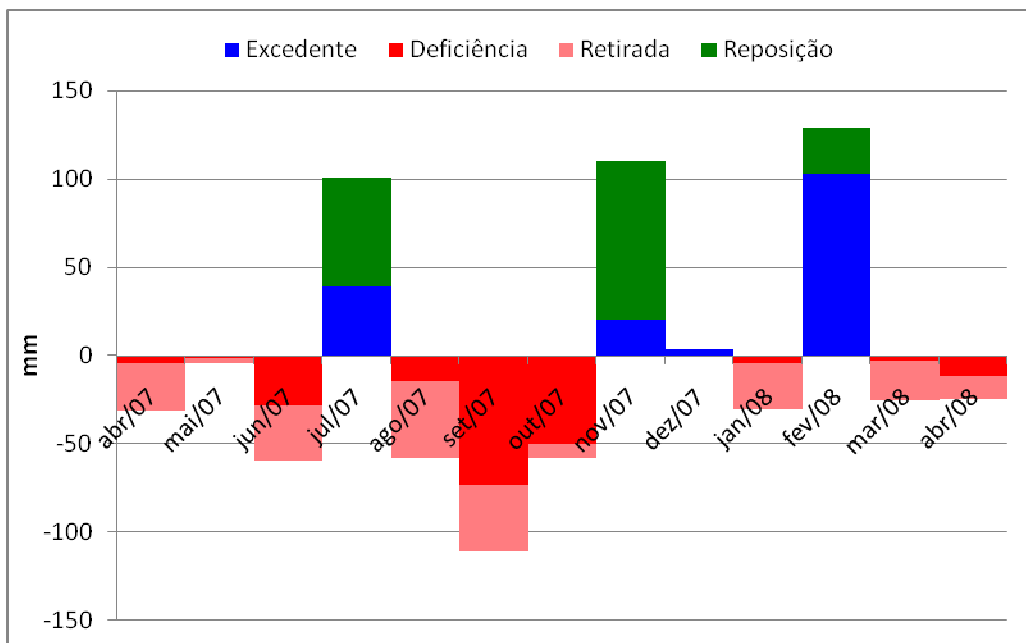


FIGURA 11 - Balanço hídrico (Deficiência, Excedente, Retirada e Reposição Hídrica) mensal de abril de 2007 a março de 2008, em Paranavaí, no Estado do Paraná.

De abril até outubro pode-se observar que a retirada de água do solo foi muito superior à quantidade de água repostada. O único mês nesse período em que houve excedente de água foi o mês de julho, porém, de agosto até outubro, as condições foram de muita deficiência de água no solo novamente.

Este ambiente deficiente em água coincidiu com a fase de intensa brotação das soqueiras (20 a 30 dias após o corte), o que poderá ter efeito direto na produtividade da cultura (Segato et al., 2006), podem ter causado redução na emissão de novos perfilhos (Chang et al., 1968; Gasho & Shih, 1983; Bezuidenhout et al., 2003), afetado diretamente o desenvolvimento foliar, causando a desaceleração da produção de novos brotos e folhas (Inman-Bamber, 2004; Smit & Singels, 2006; Machado et al., 2009), e também ter causado redução nas taxas de assimilação de CO₂, no tamanho das células foliares, na taxa de transpiração, no potencial hídrico da planta, na taxa de crescimento e na abertura estomática (Hsiao, 1973).

Doorembos & Pruit (1975) citam esse período de perfilhamento e início de alongação de colmos como a fase mais sensível da cana-de-açúcar à deficiência hídrica.

As médias mensais de temperatura máxima, mínima e média estão apresentadas na Figura 12.



FIGURA 12 - Temperaturas máximas, mínimas e médias (°C) e precipitação (mm), de abril de 2007 a abril de 2008, em Paranavaí, no Estado do Paraná.

As temperaturas abaixo de 25°C encontradas pelas plantas logo após o corte da primeira soca, no mês de abril, podem ter resultado em um crescimento inicial lento das plantas (Faucounier & Bassereau, 1975; Barbieri & Villa Nova, 1977; Ortolani & Paes de Camargo, 1987; Casagrande, 1991; Reichardt, 1996; Liu et al., 1998; Bezuidenhout et al., 2003; Oliveira et al., 2004; Almeida et al., 2008; Silva et al., 2008). De maio até agosto de 2007, as plantas encontraram temperaturas médias abaixo de 20°C aliadas a baixa disponibilidade hídrica, o que pode ocasionar a paralisação da brotação das soqueiras (Barbieri, 1981; Liu et al., 1998), do crescimento dos perfilhos (Chang et al., 1968; Gasho & Shih, 1983; Câmara, 1993; Liu et al., 1998; Bezuidenhout et al., 2003) e afetado o desenvolvimento foliar, desacelerando a produção de novos brotos e folhas (Inman-Bamber, 2004; Smit & Singels, 2006; Machado et al., 2009), além do diâmetro e número de entrenós (Câmara, 1993; Liu et al., 1998).

Tendo em vista essas condições ambientais, a produtividade agrícola (TCH) da cana colhida nessa época estará comprometida. Esse ambiente deficiente em água também pode ter induzido a formação de entrenós mais curtos e próximos entre si, o que reduzirá muito o volume do parênquima para armazenamento de sacarose (Câmara, 1993), o que contribuirá para pequenos valores de Pol cana e TPH.

A partir do mês de novembro, a reposição de água no solo aliada ao aumento das temperaturas podem ter induzido a retomada do crescimento da cana-de-açúcar, porém, o desenvolvimento da mesma já estava comprometido. Nesses meses, as plantas podem ter retomado o seu crescimento, porém, o acúmulo de sacarose também será prejudicado, devido à alta umidade do solo e temperaturas próximas a 25°C. Essas condições não são favoráveis à maturação (Humbret, 1968; Barbieri & Villa Nova, 1977), tendo em vista que quanto maior a temperatura ambiente, maior será a atividade da enzima invertase ácida (Hatch & Glasziou, 1963), a qual é responsável pela hidrólise da sacarose em hexoses, resultando em maior crescimento vegetativo, e menor acúmulo de sacarose (Hatch & Glasziou, 1963; Davis, 1965; Pimentel, 1998, Lacerda et al., 2007; Lingle & Tew, 2008).

4.3.1.2 Balanço Hídrico (Julho/2007 a Julho/2008)

O balanço hídrico mensal de julho de 2007 até julho de 2008 está apresentado na Figura 13.

A primeira soca colhida no mês de julho de 2007 deixou a sua segunda soca em um ambiente, primeiramente provido de água no solo. Porém, já no mês de agosto, quando as soqueiras encontravam-se em início de brotação (Segato et al., 2006), houve um período de três meses de deficiência hídrica, o que poderá ter comprometido a brotação das soqueiras, reduzido o perfilhamento (Bezuidenhout et al., 2003), e comprometido o crescimento da cultura (Câmara, 1993).

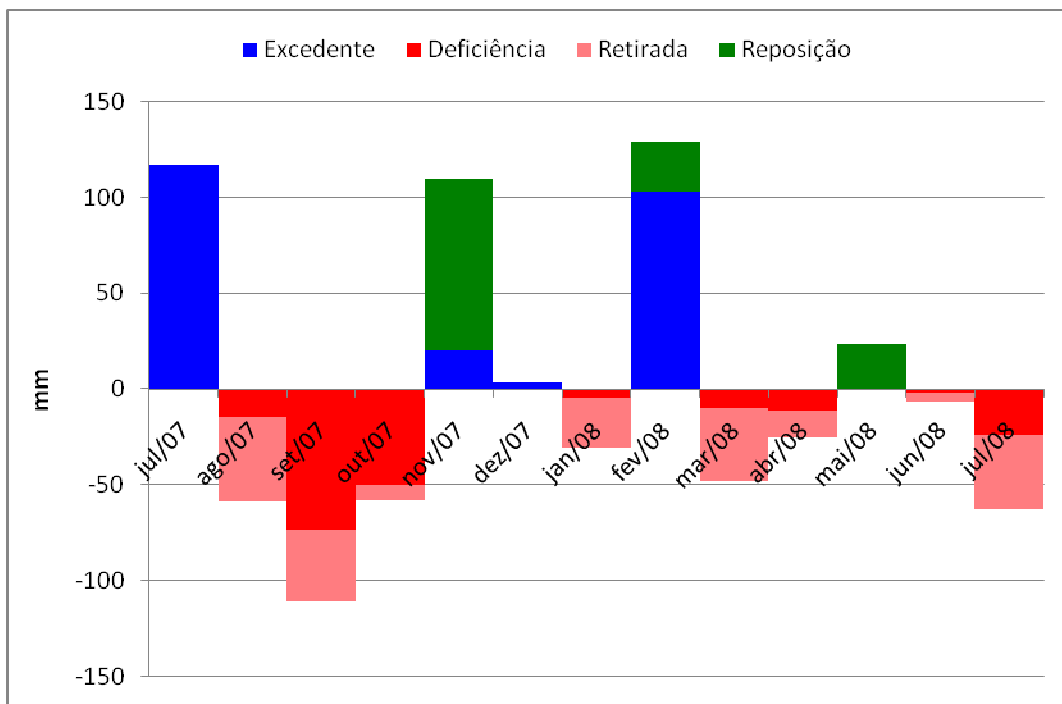


FIGURA 13 - Balanço hídrico (Deficiência, Excedente, Retirada e Reposição Hídrica) mensal de julho de 2007 a julho de 2008, em Paranavaí, no Estado do Paraná.

As médias mensais de temperatura máxima, mínima e média estão apresentadas na Figura 14.

Além das referidas condições de deficiência hídrica, a soqueira foi submetida a temperaturas médias abaixo de 20°C nos seus dois primeiros meses de desenvolvimento, o que ocasiona a paralisação da brotação das gemas (Barbieri, 1981) e do crescimento dos perfilhos (Câmara, 1993).

No mês de outubro houve temperaturas mais favoráveis ao desenvolvimento da cultura, porém, a disponibilidade hídrica ainda foi baixa. Já de novembro de 2007 até março de 2008 foram observadas grandes quantidades de chuva aliadas a temperaturas médias próximas a 25°C, as quais são favoráveis ao crescimento da cultura (Barbieri & Villa Nova, 1977; Doorembo & Kassam, 1979; Planalsucar, 1986; Casagrande, 1991; Câmara, 1993; Liu et al., 1998; Bezuidenhout et al., 2003; Almeida et al., 2008), ao crescimento e perfilhamento (Chang et al., 1968; Gasho & Shih, 1983; Bezuidenhout et al., 2003), desenvolvimento foliar (Inman-Bamber, 2004; Smit

& Singels, 2006; Machado et al., 2009) e também a alongação dos colmos (Doorembos & Pruit, 1975).

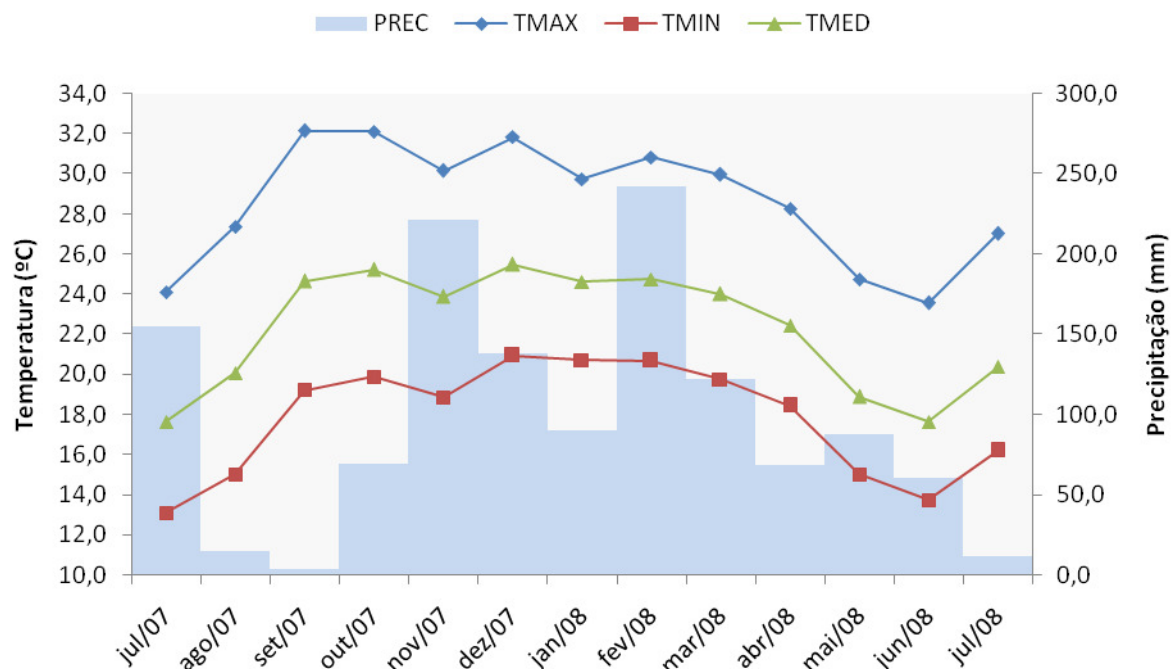


FIGURA 14 - Temperaturas máximas, mínimas e médias (°C) e precipitação (mm), de julho de 2007 a julho de 2008, em Paranavaí, no Estado do Paraná.

A partir do mês de março houve novamente uma grande retirada de água no solo, porém, segundo Vazquez (1970), essa falta de água não significa redução significativa na produção de cana-de-açúcar. Além disso, a redução, não drástica da disponibilidade de água é ideal para a maturação das plantas, pois resulta na redução do crescimento, induzindo a uma maior concentração de sacarose nos colmos (Humbret, 1968; Barbieri & Villa Nova, 1977; Scarpari, 2002), podendo resultar em valores altos de Pol cana e TPH.

4.3.1.3 Balanço Hídrico (Outubro/2007 a Outubro/2008)

O balanço hídrico mensal de outubro de 2007 a outubro de 2008 está apresentado na Figura 15.

A segunda soca resultante do corte da primeira soca em outubro de 2007 encontrou condições hídricas favoráveis ao seu desenvolvimento inicial. Isso permitiu a boa brotação das soqueiras (Segato et al., 2006), um bom perfilhamento (Barbieri & Villa Nova, 1977; Câmara, 1993; Bezuidenhout et al., 2003) e o grande crescimento da cultura (Câmara, 1993).

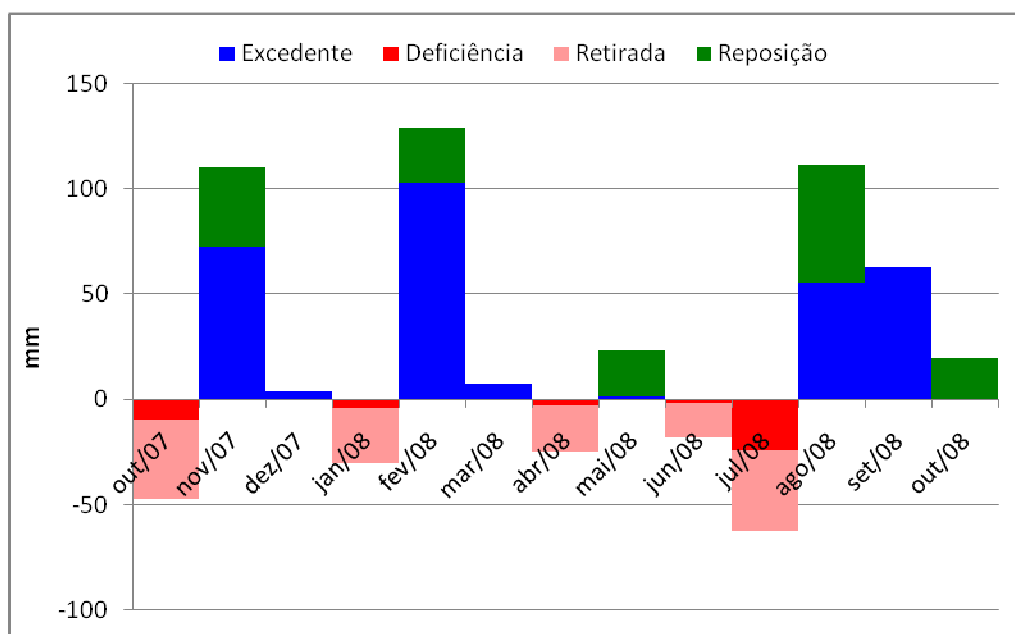


FIGURA 15 - Balanço hídrico (Deficiência, Excedente, Retirada e Reposição Hídrica) mensal de outubro de 2007 a setembro de 2008, em Paranaíba, no Estado do Paraná.

Além de condições hídricas favoráveis, as soqueiras encontraram nesse período altas temperaturas médias (próximas a 25°C), as quais foram favoráveis à brotação das soqueiras (Barbieri, 1981; Inman-Bamber, 1994; Liu et al., 1998; Sinclair et al., 2004), ao perfilhamento das plantas (Liu et al., 1998; Bezuidenhout et al., 2003; Smit & Singels, 2006; Machado et al., 2009), e ao rápido crescimento da cultura (Doorembos & Kassam, 1979; Planalsucar, 1986; Casagrande, 1991; Câmara, 1993; Liu et al., 1998; Bezuidenhout et al., 2003; Almeida et al., 2008).

As médias mensais de temperatura máxima, mínima e média estão apresentadas na Figura 16.

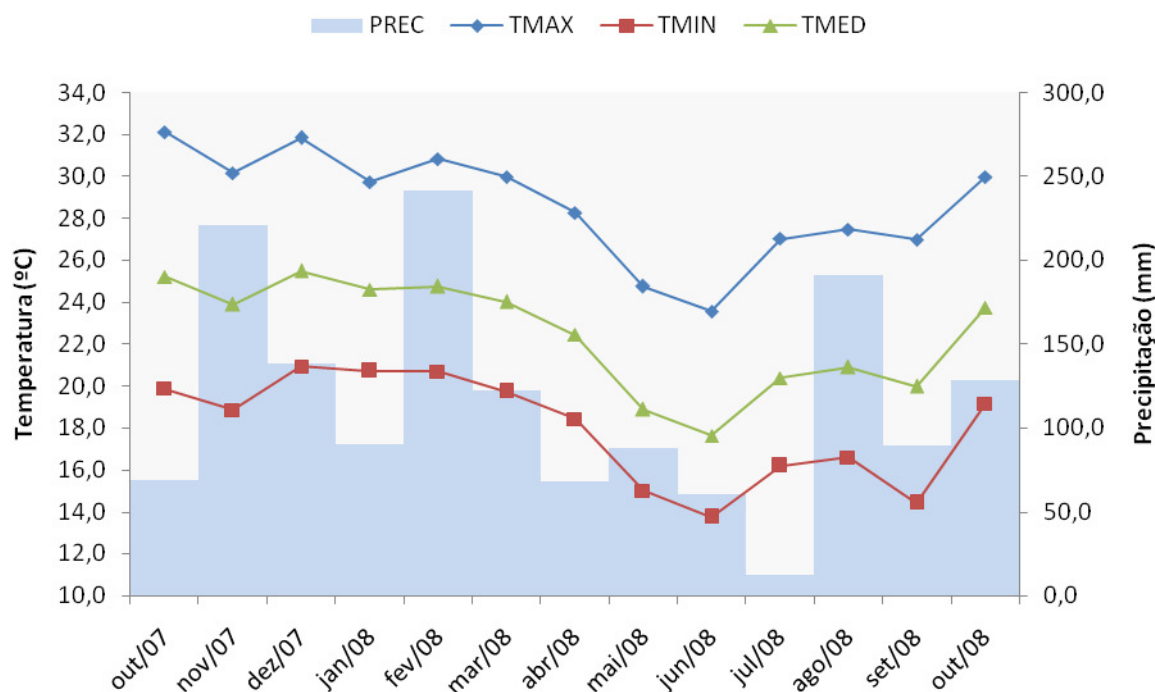


FIGURA 16 - Temperaturas máximas, mínimas e médias (°C) e precipitação (mm), de outubro de 2007 a outubro de 2008, em Paranaíba, no Estado do Paraná.

Nos meses de maio até julho de 2008, as plantas foram submetidas a condições de baixas temperaturas (iguais ou inferiores a 20°C) aliadas a baixas quantidades de precipitação. Isso pode ter ocasionado a redução do crescimento das plantas (Fauconier & Bassereau, 1975; Doorembos & Kassam, 1979; Planalsucar, 1986; Casagrande, 1991; Câmara, 1993; Liu et al., 1998; Bezuidenhout et al., 2003; Inman-Bamber, 2004; Smit & Singels, 2006; Almeida et al., 2008; Machado et al., 2009), e também pode ter sido favorável à maturação da cana-de-açúcar, promovendo o acúmulo de sacarose em seus colmos (Humbret, 1968; Barbieri & Villa Nova, 1977; Scarpari, 2002) devido à baixa atividade das invertases (Hatch & Glasziou, 1963) e contribuindo para aumentar os valores de Pol cana e TPH. Todavia, isso ocorreu muitos meses antes da colheita.

A partir do mês de agosto, houve grandes quantidades de chuvas, o que pode ter interrompido o processo de acúmulo de sacarose nos colmos (Barbieri & Villa Nova, 1977). Além da precipitação, no mês de outubro foram observadas temperaturas médias mais elevadas, o que pode ter sido responsável pela retomada do crescimento das plantas, e pela redução do acúmulo de sacarose nos colmos (Humbret, 1968; Barbieri & Villa Nova, 1977; Ometto, 1980), considerando que a sacarose acumulada anteriormente pode ter sido hidrolisada em hexoses pela invertase ácida vacuolar, para utilizar esses açúcares reduzidos na retomada do crescimento vegetativo (Machado, 1987).

Essas condições de alta umidade no solo nos meses que antecedem a colheita podem ter ocasionado o aparecimento de brotões, os quais se desenvolvem após a estabilização dos colmos principais da cultura, e cujo comportamento é similar ao de uma cana jovem (Bonnet et al., 2005; Carlin et al., 2008). Essa retomada do crescimento vegetativo das plantas poderá causar a redução no acúmulo de sacarose, resultando em baixos valores de Pol cana e TPH (Humbret, 1968; Barbieri & Villa Nova, 1977; Ometto, 1980).

4.3.2 Interação entre épocas de colheita e variedades

Como a interação entre épocas de colheita e variedades na segunda soca foi significativa (Anexo 01), as fontes de variação não são independentes, sendo que as variedades se comportaram de forma diferente em cada época de colheita. Por isso, não é possível apontar a melhor variedade ou a melhor época sem que ambos sejam relacionados.

4.3.2.1 Abril

Os valores de TCH, TPH e Pol cana das dez variedades colhidas no mês de abril de 2008, estão apresentados na Tabela 12.

Foi observada a baixa produtividade ocorrida com todas as variedades nessa época de colheita, a qual será comparada com as demais épocas no tópico Efeito das épocas de corte em cada variedade.

Na segunda soca, as variedades que apresentaram os menores valores de TCH e TPH em relação às demais foram as de ciclo médio RB845210 e SP81-3250. As médias de TCH e TPH das demais variedades não diferiram estatisticamente entre si, porém, todas apresentaram baixos valores em ambas as variáveis avaliadas.

TABELA 12 – Valores de tonelada de cana por hectare (TCH), tonelada de pol por hectare (TPH) e Pol cana (POL) de segunda soca, de dez variedades de cana-de-açúcar colhidas em abril de 2008 na Unidade Alto Alegre, Colorado, PR.

Variedade	TCH		TPH		POL	
RB835054	60,06	a	8,28	a	13,83	a
RB925211	54,12	a	7,78	a	14,32	a
RB946903	53,34	a	7,78	a	14,49	a
RB956911	60,07	a	8,56	a	14,26	a
RB966928	71,32	a	10,29	a	14,45	a
RB845210	41,30	b	5,76	b	13,97	a
RB855113	64,21	a	8,43	a	13,23	b
SP81-3250	43,83	b	5,76	b	13,15	b
RB935744	63,19	a	7,66	a	12,13	c
RB72454	58,04	a	7,54	a	12,99	b
CV (%)	9,86		9,78		3,47	

Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

CV: Coeficiente de Variação

Os resultados de análise de variância estão apresentados no Anexo 03.

Quanto à Pol cana, os maiores valores foram alcançados pelas variedades de ciclo precoce (RB835054, RB925211, RB946903, RB956911, RB966928) e pela variedade de ciclo médio RB845210. Percebe-se que os referidos valores foram relativamente altos (superiores a 13,8%), o que indica que os baixos valores de TPH foram consequência da baixa produtividade agrícola das variedades (TCH).

Os baixos valores de TCH observados nessa época de colheita são justificados pelas condições ambientais ocorridas de abril de 2007 até abril de

2008, apresentadas na Figura 12. Os cinco primeiros meses após o corte da primeira soca em abril de 2007 contaram com baixas temperaturas, além de poucas chuvas, o que comprometeu a brotação das soqueiras (Barbieri, 1981; Liu et al., 1998), o perfilhamento (Chang et al., 1968; Gasho & Shih, 1983; Câmara, 1993; Liu et al., 1998; Bezuidenhout et al., 2003), o desenvolvimento foliar (Inman-Bamber, 2004; Smit & Singels, 2006; Machado et al., 2009), além de diminuir o aumento no diâmetro e número de entrenós (Câmara, 1993; Liu et al., 1998).

4.3.2.2 Julho

Os valores de TCH, TPH e Pol cana das dez variedades colhidas no mês de julho de 2008, estão apresentados na Tabela 13.

TABELA 13 – Valores de tonelada de cana por hectare (TCH), tonelada de pol por hectare (TPH) e Pol cana (POL) de segunda soca, de dez variedades de cana-de-açúcar colhidas em julho de 2008 na Unidade Alto Alegre, Colorado, PR.

Variedade	TCH		TPH		POL	
RB835054	79,08	b	12,83	b	16,24	a
RB925211	107,33	a	17,70	a	15,98	a
RB946903	94,06	a	14,04	b	14,96	b
RB956911	94,24	a	15,05	a	16,47	a
RB966928	107,65	a	16,93	a	15,72	a
RB845210	73,19	b	11,00	b	15,01	b
RB855113	100,01	a	16,16	a	16,15	a
SP81-3250	77,70	b	12,05	b	15,50	b
RB935744	108,35	a	16,07	a	14,85	b
RB72454	93,98	a	14,64	a	15,54	b
CV (%)	9,86		9,78		3,47	

Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

CV: Coeficiente de Variação

Os resultados de análise de variância estão apresentados no Anexo 03.

Podem ser observados os baixos valores de TCH e TPH, quando comparados com a colheita da primeira soca (2007) (Tabela 10) no mesmo mês. Isso se explica pelo fato de que as condições ambientais em que as

soqueiras foram submetidas após o corte da primeira soca em julho de 2007 foram desfavoráveis à sua brotação e perfilhamento, devido à ocorrência de temperaturas médias abaixo de 20°C, além de baixas quantidades de chuvas ocorridas nesse período, como pode ser observado na Figura 14.

A colheita da segunda soca no mês de julho revelou as variedades RB925211, RB946903, RB956911, RB966928 (de ciclo precoce), RB855113, RB935744 (de ciclo médio) e RB72454 (de ciclo tardio) como as mais produtivas em relação às demais, tratando-se de TCH.

As variedades RB835054 (de ciclo precoce), RB845210 e SP81-3250 (de ciclo tardio) apresentaram médias de TCH semelhantes, as quais não diferiram estatisticamente entre si, e foram inferiores às médias das demais variedades.

Os maiores valores de Pol cana nessa época foram obtidos por quatro variedades de ciclo precoce (RB835054, RB925211, RB956911 e RB966928) e apenas uma de ciclo médio (RB855113), os quais não diferiram estatisticamente entre si, e foram superiores aos demais.

4.3.2.3 Outubro

Os valores de TCH, TPH e Pol cana das dez variedades colhidas no mês de outubro de 2008, estão apresentados na Tabela 14.

As maiores médias de TCH, na colheita da segunda soca no mês de outubro foram obtidas pelas variedades RB946903, RB956911, RB966928 (de ciclo precoce), RB855113, SP813250, RB935744 (de ciclo médio) e RB72454 (de ciclo tardio), as quais não diferiram estatisticamente entre si, e foram superiores às demais.

O maior valor de TPH foi obtido pela variedade de ciclo tardio RB72454, o qual foi superior aos demais. As variedades RB835054 e RB925211 apresentaram médias de TPH semelhantes (19,32 e 18,29, respectivamente), as quais não diferiram estatisticamente entre si, e foram inferiores às demais. Além disso, é curioso o fato de as menores médias de TPH em outubro terem sido superiores à maior média de TPH em julho (17,7).

TABELA 14 – Valores de tonelada de cana por hectare (TCH), tonelada de pol por hectare (TPH) e Pol cana (POL) de segunda soca, de dez variedades de cana-de-açúcar colhidas em outubro de 2008 na Unidade Alto Alegre, Colorado, PR.

Variedade	TCH		TPH		POL	
RB835054	116,03	b	19,32	c	16,66	a
RB925211	109,93	b	18,29	c	16,63	a
RB946903	136,82	a	21,84	b	15,97	b
RB956911	129,52	a	21,45	b	16,59	a
RB966928	140,95	a	22,61	b	16,04	b
RB845210	125,91	b	21,18	b	16,88	a
RB855113	130,37	a	22,10	b	16,95	a
SP81-3250	136,12	a	22,42	b	16,48	a
RB935744	140,04	a	21,08	b	15,05	c
RB72454	149,57	a	25,01	a	16,73	a
CV (%)	9,86		9,78		3,47	

Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

CV: Coeficiente de Variação

Os resultados de análise de variância estão apresentados no Anexo 03.

Outro fato interessante foi o de três variedades de ciclo precoce (RB835054, RB925211 e RB956911) estarem entre as que apresentaram as maiores médias de Pol cana no mês de outubro. Juntamente com as referidas variedades, os materiais RB845210, RB855113, SP81-3250 (de ciclo médio) e RB72454 (de ciclo tardio) foram os que apresentaram maiores médias de Pol cana, as quais não diferiram estatisticamente entre si.

4.3.2.4 Comportamento das variedades em cada época de corte

O desempenho das dez variedades de cana-de-açúcar, quanto a TCH, TPH e Pol cana, nas três diferentes épocas de colheita, está apresentado na Tabela 15.

Entre as dez variedades avaliadas, a única que apresentou médias de TCH e TPH semelhantes nos meses de julho e outubro foi a RB925211, a qual é classificada como de ciclo precoce. Suas médias de TCH e TPH no mês de abril foram inferiores às obtidas em julho e outubro, as quais não diferiram

estatisticamente entre si. A referida variedades apresentou o mesmo comportamento para a variável Pol cana.

TABELA 15 – Valores de tonelada de cana por hectare (TCH), tonelada de pol por hectare (TPH) e Pol cana (POL) de segunda soca, de dez variedades de cana-de-açúcar colhidas em abril, julho e outubro de 2008, na Unidade Alto Alegre, Colorado, PR.

Variedade	Época	TCH		TPH		POL	
RB835054	Abril	60,06	c	8,28	c	13,83	b
	Julho	79,08	b	12,83	b	16,24	a
	Outubro	116,03	a	19,32	a	16,66	a
RB925211	Abril	54,12	b	7,78	b	14,32	b
	Julho	107,30	a	17,70	a	16,47	a
	Outubro	109,93	a	18,29	a	16,63	a
RB946903	Abril	53,34	c	7,78	c	14,49	b
	Julho	94,06	b	14,04	b	14,96	b
	Outubro	136,32	a	21,84	a	15,97	a
RB956911	Abril	60,07	c	8,56	c	14,26	b
	Julho	94,24	b	15,05	b	15,98	a
	Outubro	129,52	a	21,45	a	16,59	a
RB966928	Abril	71,32	c	10,29	c	14,45	b
	Julho	107,65	b	16,63	b	15,72	a
	Outubro	140,95	a	22,61	a	16,04	a
RB845210	Abril	41,30	c	5,76	c	13,97	c
	Julho	73,19	b	11,00	b	15,01	b
	Outubro	125,91	a	21,18	a	16,88	a
RB855113	Abril	64,21	c	8,43	c	13,23	b
	Julho	100,01	b	16,16	b	16,15	a
	Outubro	130,37	a	22,10	a	16,95	a
SP81-3250	Abril	43,83	c	5,76	c	13,15	c
	Julho	77,70	b	12,05	b	15,50	b
	Outubro	136,12	a	22,42	a	16,48	a
RB935744	Abril	63,19	c	7,66	c	12,13	b
	Julho	108,35	b	16,07	b	14,95	a
	Outubro	140,04	a	21,08	a	15,05	a
RB72454	Abril	58,04	c	7,54	c	12,99	c
	Julho	93,98	b	14,64	b	15,54	b
	Outubro	149,57	a	25,01	a	16,73	a
CV (%)		9,86		9,78		3,47	

Médias seguidas pela mesma letra na vertical dentro de cada variedade, não diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

CV: Coeficiente de Variação

Os resultados de análise de variância estão apresentados no Anexo 03.

As outras nove variedades apresentaram comportamentos semelhantes entre si, quanto às variáveis TCH e TPH nas diferentes épocas de corte. Esses materiais, quando colhidos em julho, apresentaram médias superiores às obtidas em abril, porém, ambas foram inferiores às médias obtidas quando a cana foi colhida no mês de outubro.

Esses maiores valores de TCH e TPH observados na colheita das nove variedades no mês de outubro podem ser justificados observando as Figuras 12, 14 e 16, as quais apresentam os valores mensais de precipitação e as médias mensais de temperatura máxima, mínima e média durante o ciclo de segunda soca nas três épocas avaliadas (abril, julho e outubro). A cana colhida nos meses de abril e julho teve seu desenvolvimento inicial comprometido por baixas temperaturas médias aliadas a pequenas quantidades de precipitação (Bezuidenhout et al., 2003; Segato et al., 2006), o que pode ter ocasionado a paralisação da brotação das soqueiras (Barbieri, 1981; Liu et al., 1998), a redução do crescimento dos perfilhos (Chang et al., 1968; Gasho & Shih, 1983; Câmara, 1993; Liu et al., 1998; Bezuidenhout et al., 2003), afetado o desenvolvimento foliar (Inman-Bamber, 2004; Smit & Singels, 2006; Machado et al., 2009), o diâmetro e número de entrenós (Câmara, 1993; Liu et al., 1998). Todos esses fatores podem ter influenciado diretamente nos valores de TCH.

5 CONSIDERAÇÕES

Com os resultados obtidos no presente trabalho, pôde-se verificar que as diferentes épocas de corte exerceram influência sobre a produtividade agroindustrial das variedades de cana, sendo que cada variedade respondeu de maneira diferente a esses tratamentos.

As condições ambientais ocorridas nos diferentes anos agrícolas e em cada época de corte proporcionaram diferentes comportamentos das variedades.

A variedade de ciclo precoce RB966928 foi uma das que se destacaram com sua alta produtividade, porém, a mesma apresentou comportamento diferente em cada ano agrícola, como pode ser observado na Figura 17. Pode-se observar que a mesma apresentou, em cana-planta (2006) e em primeira soca (2007), seu maior potencial de produção agroindustrial (TPH) no mês de julho, quando comparado com os meses de abril e outubro. Porém, este material esteve entre os mais produtivos, em TPH, quando colhido nos meses de abril e julho, nos três anos agrícolas avaliados. Mesmo quando colhido em outubro, sua produtividade agroindustrial se manteve alta, cerca de 20 t.ha⁻¹ em 2006, 14 t.ha⁻¹ em 2007, e 22 t.ha⁻¹ em 2008. Trata-se de uma variedade muito produtiva, adequada para iniciar a colheita em uma usina canavieira.

Em segunda soca (2008) essa variedade apresentou comportamento atípico para uma variedade de ciclo precoce, pelo fato de apresentar uma maior produtividade agroindustrial no mês de outubro, quando comparado com os meses de julho e abril, sendo que a colheita no mês de abril proporcionou à variedade uma produtividade agroindustrial inferior à obtida com a colheita no mês de julho.

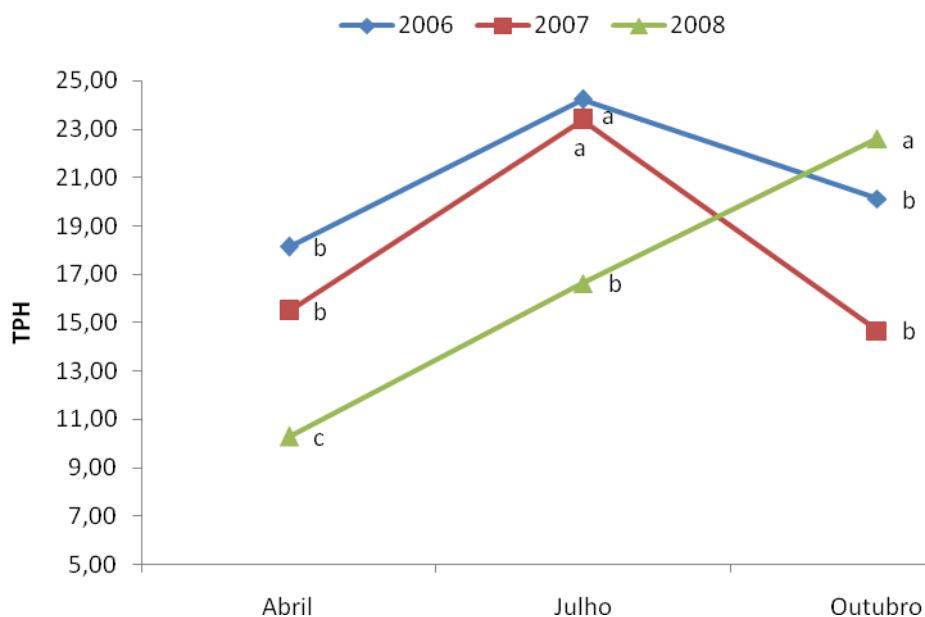


FIGURA 17 – Desempenho da variedade RB966928 em cana-planta (2006), primeira soca (2007) e segunda soca (2008), quanto a tonelada de Pol por hectare (TPH), na Unidade Alto Alegre, no município de Colorado, no Estado do Paraná.

O referido comportamento atípico da variedade de ciclo precoce RB966928 pode ser justificado pelas condições ambientais ocorridas de outubro de 2007 a outubro de 2008, onde pôde-se observar boa quantidade de água no solo (Figura15), e temperaturas médias próximas a 25°C nos primeiros sete meses após o corte da primeira soca, em 2007 (Figura 16). Essas condições ambientais foram favoráveis à brotação das soqueiras, ao perfilhamento, e conseqüentemente, ao rápido crescimento inicial da cultura, garantindo às plantas, um grande potencial de acumulação de sacarose (Alexander, 1973).

A figura 18 apresenta os valores de Pol cana da mesma variedade (RB966928) nas três épocas de corte avaliadas, em cana-planta (2006), primeira soca (2007) e segunda soca (2008).

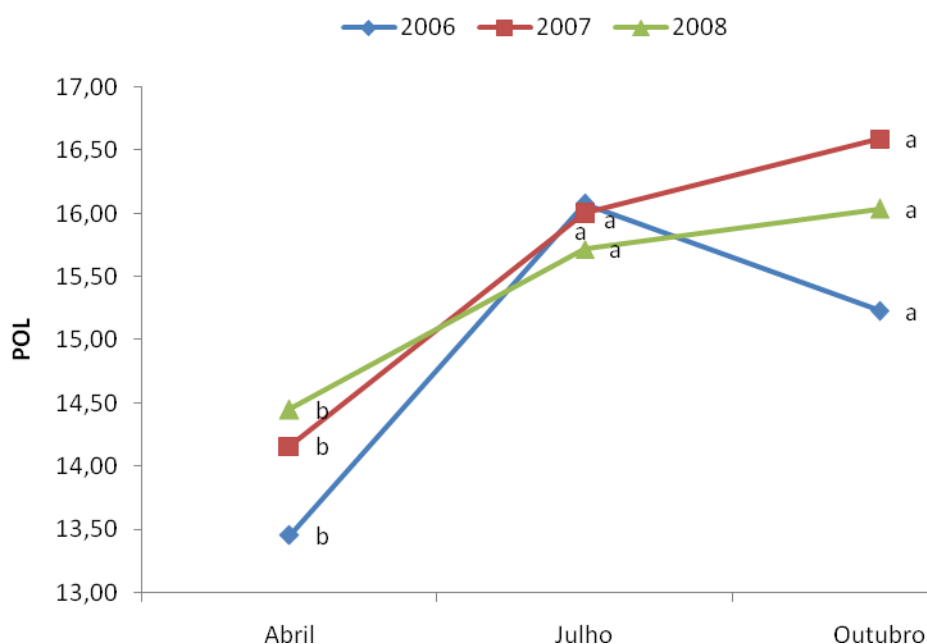


Figura 18 – Desempenho da variedade RB966928 em cana-planta (2006) primeira soca (2007) e segunda soca (2008), quanto a Pol cana (POL), na Unidade Alto Alegre, no município de Colorado, no Estado do Paraná.

O comportamento da referida variedade, quanto à variável Pol cana, foi semelhante nos três anos agrícolas avaliados, sendo que apresentou maiores valores nos meses de julho e outubro, os quais não diferiram estatisticamente entre si, e foram superiores às médias obtidas no mês de abril. Mesmo com os valores de Pol cana semelhantes nos três anos, pôde-se observar que a variável TPH foi muito distinta, o que deixa claro que a tomada de decisões da época de colheita de cada variedade de cana-de-açúcar não deve ser baseada apenas nos valores de Pol cana, visto que um valor alto de Pol cana não garante que a mesma tenha uma boa produtividade agroindustrial.

Porém, pode-se notar que a referida variedade apresentou altos valores de Pol cana (superiores a 13%) desde o mês de abril.

As épocas de corte também exerceram influência na produtividade agroindustrial da variedade de ciclo médio RB935744, sendo que seu desempenho quanto a TPH nos três anos e nas três épocas de colheita está apresentado na Figura 19.

Em cana-planta (2006), essa variedade apresentou seus menores valores de TPH quando tinha 13 meses de idade, no mês de abril, quando comparado com os meses de julho e outubro, quando tinha 16 e 19 meses de idade, respectivamente.

Pode-se observar que, em 2007, a referida variedade apresentou seus maiores valores de TPH no mês de julho, seguido de outubro e abril, sendo um comportamento esperado para uma variedade de ciclo médio. Nesse ano, essa variedade apresentou valores altos de TCH e TPH de julho até outubro, o que indica que nesse ano pôde ser industrializado por um longo período do ano.

Porém, o mesmo não aconteceu em segunda soca (2008) quando esse material apresentou maior produtividade agroindustrial quando colhido em outubro, seguido de julho e abril, sendo um comportamento atípico para uma variedade de ciclo médio. Nesse ano, em abril, essa variedade apresentou baixíssimos valores de TCH e TPH, enquanto que em outubro, seus valores foram muito altos, produzindo cerca de 140 ton.ha⁻¹ de cana, e 22 ton.ha⁻¹ de Pol.

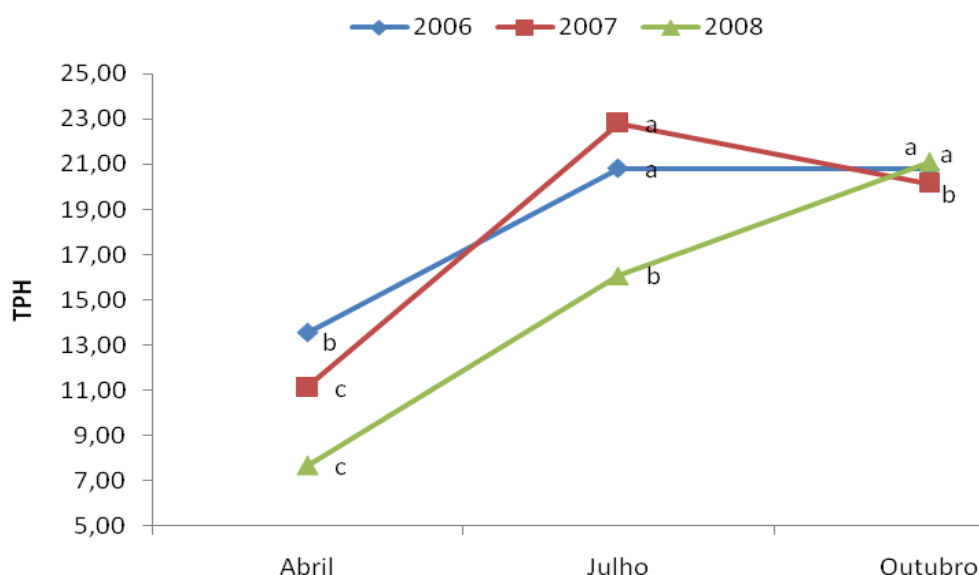


FIGURA 19 – Desempenho da variedade RB935744 em cana-planta (2006), primeira soca (2007) e segunda soca (2008), quanto a tonelada de Pol por hectare (TPH), na Unidade Alto Alegre, no município de Colorado, no Estado do Paraná.

Quanto à variável Pol cana, a referida variedade apresentou comportamento semelhante nos três anos agrícolas avaliados, como pode ser observado na Figura 20.

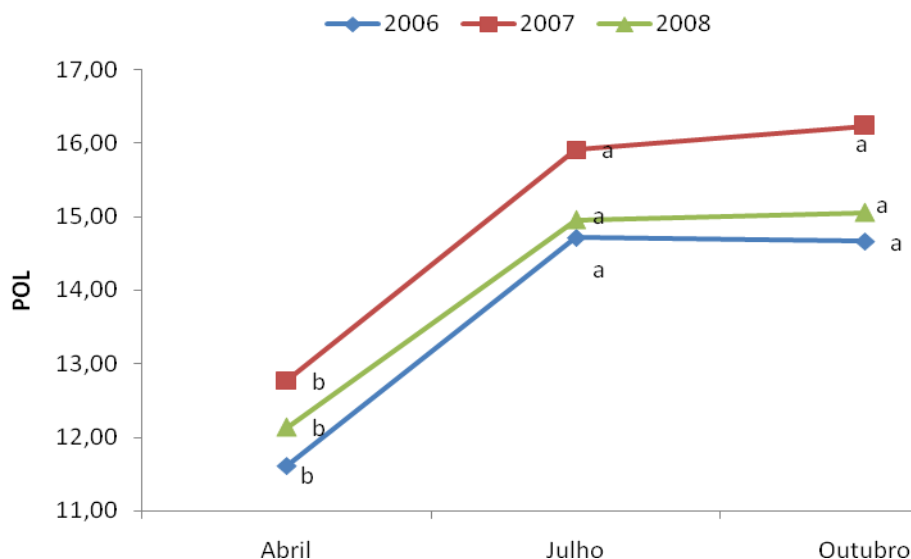


Figura 20 – Desempenho da variedade RB935744 em cana-planta (2006), primeira soca (2007) e segunda soca (2008), quanto a Pol cana (POL), na Unidade Alto Alegre, no município de Colorado, no Estado do Paraná.

Os valores de Pol cana no mês de abril foram baixos, sempre inferiores a 13%, sendo que os maiores valores foram observados nas colheitas dos meses de julho e outubro, os quais não diferiram estatisticamente entre si.

As condições ambientais também afetaram o desempenho da variedade de ciclo tardio RB72454, a qual apresentou menor produtividade quando colhida em abril nos três anos agrícolas avaliados, como pode ser observado na Figura 21. Esse comportamento já era previsto para a referida variedade, sendo que a mesma é classificada como variedade de ciclo tardio.

Em cana-planta (2006), a variedade RB72454 apresentou maior produtividade agroindustrial (TPH) nos meses de julho e outubro, quando tinha 16 e 19 meses de idade, respectivamente, quando comparado com o mês de abril, quando tinha 13 meses de idade. Isso pode ter ocorrido por consequência da deficiência hídrica à qual as plantas foram submetidas de abril a agosto de 2006, período de grande crescimento das plantas (Machado, 1981).

A colheita dessa variedade em outubro de 2007 proporcionou valores de TPH superiores aos obtidos com a colheita em abril, porém, inferiores aos observados em julho, quando a planta apresentou produtividade alta, próxima a 140 ton.ha⁻¹ de cana, e cerca de 23 ton.ha⁻¹ de Pol (Tabela 12).

A colheita em abril de 2008 também proporcionou baixíssimos resultados de TCH e TPH, produzindo cerca de 60 ton.ha⁻¹ e 7 ton.ha⁻¹, respectivamente. Nesse ano, os valores de TCH e TPH em julho foram superiores aos obtidos em abril, porém, inferiores aos obtidos em outubro, quando a referida variedade apresentou sua maior produtividade.

Esse comportamento diferenciado nos três anos avaliados deve-se às diferentes condições ambientais às quais as variedades foram submetidas nos três diferentes anos de produção.

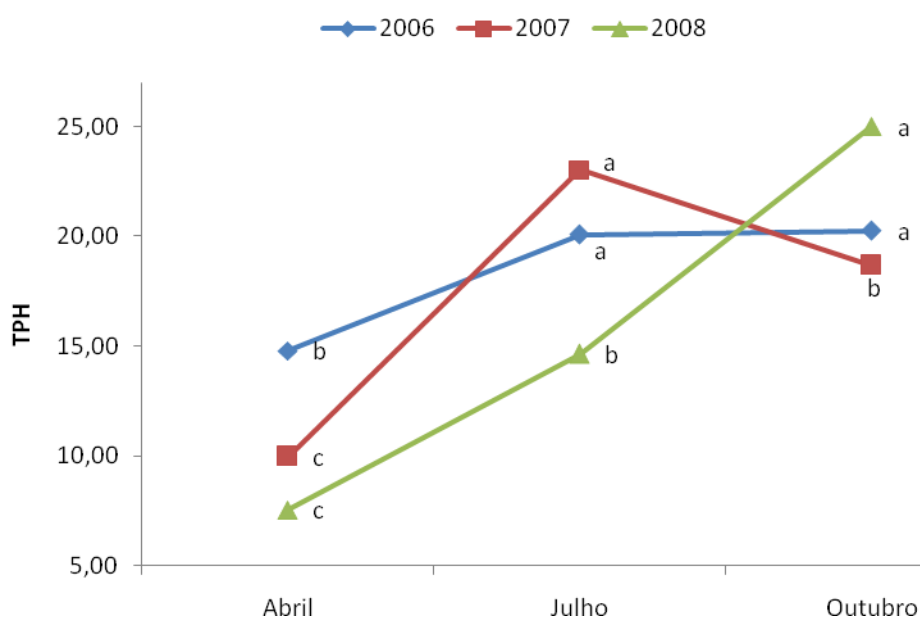


FIGURA 21 – Desempenho da variedade RB72454 em cana-planta (2006), primeira soca (2007) e segunda soca (2008), quanto a tonelada de Pol por hectare (TPH), na Unidade Alto Alegre, no município de Colorado, no Estado do Paraná.

Essa variedade apresentou comportamento típico de variedade de ciclo tardio, quando refere-se à variável Pol cana. Quando colhida no mês de abril, seus valores foram baixos (inferiores a 13%), e seus valores aumentaram nas

colheitas de julho e outubro, tanto em cana-planta, quanto em primeira e segunda socas, como pode ser observado na Figura 22.

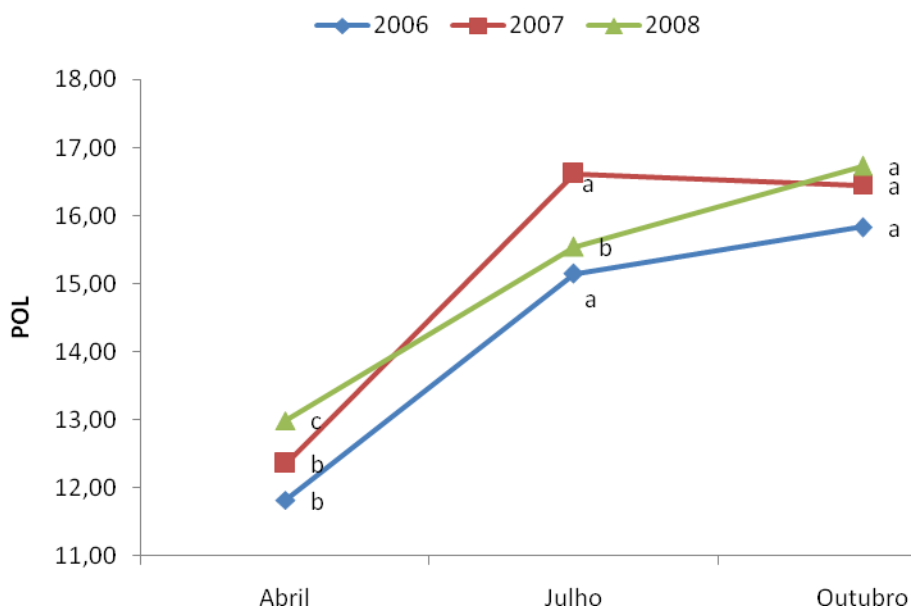


Figura 22 – Desempenho da variedade RB72454 em cana-planta (2006), primeira soca (2007) e segunda soca (2008), quanto a Pol cana (POL), na Unidade Alto Alegre, no município de Colorado, no Estado do Paraná.

6 CONCLUSÕES

Com a realização do presente trabalho, pode-se concluir que as épocas de corte exerceram influência sobre a produtividade agroindustrial das variedades de cana-de-açúcar.

As variedades responderam de maneira diferenciada aos estímulos do ambiente, sendo que há interação entre época de corte, variedades, e ano agrícola.

A tomada de decisões para colher as variedades de cana-de-açúcar não deve ser baseada apenas nos padrões tecnológicos, com valor superior a 13 % de Pol cana. Um alto valor de Pol cana pode não significar alta produtividade agroindustrial, tendo em vista que essa característica depende também da produtividade agrícola.

Colher uma variedade em sua época recomendada nem sempre resulta na obtenção de sua maior produtividade agroindustrial, tendo em vista que cada ano agrícola submete a cultura a diferentes condições ambientais.

Variedade de ciclo precoce pode também apresentar comportamento de variedade de ciclo tardio, apresentando maior produtividade agroindustrial em outubro, quando comparado com julho e abril, dependendo das condições ambientais ocorridas no ano em questão.

É necessária a continuação desses estudos, englobando diferentes classes de solos da mesma região, de modo que as mesmas variedades sejam avaliadas em outros ambientes de produção.

7 REFERÊNCIAS

- ALENCAR, C. E. R.; CORRÊA, R. F.; LIMA NETO, R. B. de. **Ferramenta para suporte à decisão de frentes de corte de cana-de-açúcar usando algoritmos genéticos**. Trabalho de conclusão de curso, Escola Politécnica, Universidade de Pernambuco, Recife, PE, 2006.
- ALEXANDER, A. G. **Sugarcane physiology. A comprehensive study of the *Saccharum* source-to-sink system**. Amsterdam: Elsevier, 1973. 725p.
- ALMEIDA, A. C. S.; SOUZA, J. L.; TEODORO, I.; BARBOSA, G. V. S. B.; MOURA FILHO, G.; FERREIRA JÚNIOR, R. A. F. Desenvolvimento vegetativo e produção de variedades de cana-de-açúcar em relação a disponibilidade hídrica e unidades térmicas. **Ciência e Agrotecnologia**, v.32, n.5, p.1441-1448, 2008.
- ANJOS, I. A. dos; ANDRADE, L. A. de; GARCIA, J. C.; FIGUEIREDO, P. A. M. de; CARVALHO, G. J. de. Efeitos da adubação orgânica e da época de colheita na qualidade da matéria-prima e nos rendimentos agrícola e de açúcar mascavo artesanal de duas cultivares de cana-de-açúcar (cana-planta). **Ciênc. Agropec.**, Lavras, v.31, n.1, p. 59-63, jan./fev., 2007.
- BARBIERI, V. **Medidas e estimativas de consumo hídrico em cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.)**. Piracicaba: ESALQ/USP 1981. 142p. Dissertação (Mestrado).
- BARBIERI, V.; BACCHI, O. O. S.; VILLA NOVA, N. A. Análise do fator temperatura média do ar no desenvolvimento da cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 1., 1979. Mossoró. **Anais...** Mossoró: SBAGro, 1979. p.192-197.
- BARBIERI, V.; VILLA NOVA, N. A. **Climatologia e a cana-de-açúcar**. Araras: PLANALSUCAR - Coordenadoria Regional Sul - COSUL. Climatologia, 1977. p.1-22.
- BASSINELLO, A. I. Apreciações sobre experimentos de competição de variedades da série 1972. **Brasil açucareiro**, v.5, p.42-59, 1976.

- BASSINELLO, A. I. **Interações de genótipos x ambientes em cana-de-açúcar**. Piracicaba, 1984. 110p. Dissertação (Mestrado)- Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- BASTOS, E. **Cana-de-açúcar: o verde mar de energia**. Ícone Editora, São Paulo, 1987.
- BEAUCLAIR, E. G. F. **Planejamento e estimativa na produção de cana**. Revista Visão Agrícola. USP – ESALQ. Ano 1. Jan/Jun 2004. p.24-27.
- BEAUCLAIR, E. G. F.; PENTEADO, C. R. Cronograma de corte da cana-de-açúcar através da programação linear. In: SEMINÁRIO DE TECNOLOGIA AGRONÔMICA, 2. Piracicaba, 1984. **Anais**. Piracicaba: Centro de Tecnologia Copersucar, 1984, p.424-434.
- BERDING, N.; MOORE, P. H. Advancing from opportunistic sexual recombination in sugarcane: Lessons from tropical photoperiodic research. **Prot. Int. Soc. Sugar Cane Technol**. 2001. 24p. 482-487.
- BEZUIDENHOUT, C. N.; O’LEARY, G. J.; SINGELS, A.; BAJIC, V. B. A process-based model to simulate changes in tiller density and light interception of sugarcane crops. **Agricultural Systems**. v.76, n.2, p.589-599, 2003.
- BONNET, J. A. Chemical concept about sucrose formation and maturity status of harvested sugarcane in Puerto Rico. **Sugar Journal**, v.25, n.1, p.45-46, 49-50, 54 e 76, 1962.
- BONNETT, G. D.; SALTER, B.; BERDING, N.; HURNEY, A. P. Environmental stimuli promoting sucker initiation in sugarcane. **Field Crops Research**, v.92, n.1, p.219-230, 2005.
- BORGES, L. C.; FERREIRA, D. F. **Poder e taxas de erro tipo I dos testes Scott-Knott, Tukey e Student-Newman-Keuls sob distribuições normal e não normais dos resíduos**. Rev. Mat. Estat., São Paulo, 21 (1): p.67-83, 2003.
- BOVI, V.; CIONE, J.; PEREIRA DE CAMARGO, A. **Comportamento de variedades de cana-de-açúcar no plantio de setembro-outubro na região de Piracicaba (SP)**. Bragantia, Revista Científica do Instituto Agrônomo, Campinas – SP, 1983. Artigo n. 5, v. 42, p.47-50.

BRIEGER, F. O.; PARANHOS, S. B. Técnica Cultural. In: INSTITUTO BRASILEIRO DE POTASSA. **Cultura e adubação da cana-de-açúcar**. São Paulo, 1964.

CALÇA, S. A.; COLLETTI, L. A.; GLÓRIA, N. A. da. **Ciclo da cana - um dos fatores da maior lucratividade da lavoura canavieira**. Piracicaba, SP: STAB. Açúcar, Álcool e Subprodutos, v. 6, n. 1, set/out, p. 9-10, 1983.

CÂMARA, G. M. S. **Ecofisiologia da cultura da cana-de-açúcar**. In: CÂMARA, G. M. S.; OLIVEIRA, E. A. M. (Eds.). Produção da cana-de-açúcar. Piracicaba: FEALQ, 1993, p.31-64.

CAPUTO, M.M.; SILVA, M. de A. ; BEAUCLEAIR, E.G.F. de; GAVA, G.J. de C. **Acúmulo de sacarose, produtividade e florescimento de cana-de-açúcar sob reguladores vegetais**. *Interciência*. dez 2007, vol.32, n.12, p.834-840.

CARLIN, S. D.; SILVA, M. A.; ROSSETTO, R. Parâmetros biométricos e produtividade da cana-de-açúcar após tombamento de colmos. **Bragantia**, v.67, n.4, p.845-853, 2008.

CAROLO, A. **Florescimento é um belo sinal de alerta**. *Jornal Cana*. Setembro, 2008. p32.

CASAGRANDE, A. A. **Tópicos de morfologia e fisiologia da cana-de-açúcar**. Jaboticabal: Funep, 1991. 157p.

CASTRO, P. R. C.; CHRISTOFFOLETI, P. J. **Fisiologia da cana-de-açúcar**. In: MENDONÇA, A. F. Cigarrinhas da cana-de-açúcar: Controle biológico. 1.ed. Maceió: Insecta, 2005. p.03-48.

CESAR, M. A. A.; DELGADO, A. A.; CAMARGO, A. P. de; BISSOLI, B. M. A.; SILVA, F. C. da. Capacidade de fosfatos naturais e artificiais em elevar o teor de fósforo no caldo de cana-de-açúcar (cana-planta), visando o processo industrial. **STAB: Açúcar, Álcool e Subprodutos**. v.6, p.32-38, 1987.

CESAR, M.A. ; SILVA, F. C. **A cana-de-açúcar como matéria-prima para a indústria sucroalcooleira**. Piracicaba, ESALQ, 1993. 108p.

CHANG, H.; WANG, J. S.; HO, F. W. The effect of different pan ratio for controlling irrigation of sugarcane in Taiwan. In: INTERNATIONAL SOCIETY OF SUGAR CANE TECHNOLOGISTS, 13. Formosa, 1968. **Proceedings**. Formosa: Lianjing, 1968, v.13, p.652-663.

- CLEMENTS, H.F. Flower inductions of *Saccharum* species and hybrid clones. In: **PROCEEDINGS OF THE XIV CONGRESS**. International Society of Sugar Cane Technologists. New Orleans, Louisiana – USA, 1971. p 317-322.
- COOPERATIVA CENTRAL DOS PRODUTORES DE AÇÚCAR E ÁLCOOL DO ESTADO DE SÃO PAULO. Variedades SP: recomendações e manejo. In: REUNIÃO TÉCNICA COPERSUCAR. **Variedades de cana-de-açúcar e suas implicações na lavoura canavieira**. São Paulo: Copersucar, 1983. p.44-56.
- DAROS, E.; ZAMBON, J. L. C.; WEBER, H.; IDO, O. T.; GRACIANO, P. A.; JUSTI Jr., J. Evolução do cultivo das cultivares protegidas de cana-de-açúcar, no Estado do Paraná. In: 8º CONGRESSO NACIONAL DA STAB, 2002, Recife - Pernambuco. **Anais...**, 2002. p.399-402.
- DIAS, J. A. **Cana-de-açúcar**. Companhia Nacional de Abastecimento, Superintendência Regional do Paraná - CONAB, 2008.
- DOOREMBOS, J; KASSAM, A. H. **Efectos del agua sobre el rendimiento de los cultivos**. Roma: FAO, 1979. 212p. (FAO. Riego y Drenaje, 33).
- DOOREMBOS, J.; PRUITT, W. O. **Crop water requirements**. Rome: FAO, 1975. 179p. (FAO. Irrigation and Drainage Paper, 24).
- EMBRAPA - Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ.) **Sistema brasileiro de classificação de solos**. - Brasília: Embrapa Produções de informações; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999, 412p.
- FAUCONIER, R. BASSEREAU, D. **La caña de azúcar**. Barcelona: Blume, 1975, 433p.
- FRAZÃO, D. A. C. **Influência do intervalo entre a colheita e o plantio na germinação de cana-de-açúcar**. Dissertação (Mestrado) - Piracicaba, ESALQ/USP, 1976. 59p.
- GALVANI, E.; BARBIERI, V.; PEREIRA, A. B.; VILLA NOVA, N. A. Efeitos de diferentes espaçamentos entre sulcos na produtividade agrícola da cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.). **Scientia Agricola**, vol. 54 n. 1-2. Piracicaba. 1997.
- GASCHO, G. J.; SHIH, S. F. Sugarcane. In: TEARE, I. D.; PEET, M. M. **Crop-water relations**. New York: Wiley-Interscience, 1983. p.445-479.
- GILBERT, R. A.; SHINE JR, J. M.; MILLER, J. D.; RICE, R. W.; RAINBOLT, C. R. **The effect of genotype, environment and time of harvest on sugarcane yields in Florida, USA**. University of Florida, Palm Beach, 2005.

GUPTA, V.; RAGHUVANSHI, S.; GUPTA, A.; SAINI, N.; GAUR, A.; KHAN, M. N.; GUPTA, R. S.; SINGH, J.; DUTTA-MAJUMBER, S. K.; SUMAN, A.; KHURANA, J. P.; KAPUR, R.; TYAGI, A. K. The water-deficit stress and red-rot-related genes in sugarcane. **Functional Integrative Genomics**, v.10, n.2, p.207-214, 2010.

HARTT, C. E.; BURR, G. O. Factors affecting photosynthesis in sugarcane. INTERNATIONAL SOCIETY OF SUGAR CANE TECHNOLOGISTS, 12. 1967. **Proceedings**, Cartagena de Indias: Celam, 1967. p. 590-609.

HEERDEN, P. D. R. Van; DONALDSON, R. A.; WATT, D. A.; SINGELS, A. Biomass accumulation in sugarcane: unravelling the factors underpinning reduced growth phenomena. **Journal of Experimental Botany**, v.61, n.11, p.2877-2877, 2010.

HSIAO, T. C. Plant response to water stress. **Plant Physiology**. N.24, p.519-570, 1973.

HUMBRET, H. P. **The Growing of Sugarcane**. Amsterdam: Elsevier, 1968. 779p.

INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. **Cartas Climáticas do Estado do Paraná**. Londrina, 1994, 49p. (IAPAR. Documento, 18).

INMAN-BAMBER, N. G. Temperature and seasonal effects on canopy development and light interception of sugarcane. **Field Crops Research**, v.36, p.41-51, 1994.

INMAN-BAMBER, N. G. Sugarcane water stress criteria for irrigation and drying off. **Field Crops Research**. V.89, p.107-122, 2004. In: Elsevier Science, Amsterdam, 2004.

INMAN-BAMBER, N. G.; BONNETT, G. D.; SPILLMAN, M. F.; HEWITT, M. L.; JINGSHENG, X. Source-sink differences in genotypes and water regimes influencing sucrose accumulation in sugarcane stalks. **Crop & Pasture Science**, v.60, n.4, p.316-327, 2009.

LIMA, A. F. P.; CASAGRANDE, A. A.; BARBOSA, J. C.; NEME, L. H. **Comportamento de variedades de cana-de-açúcar, no município de Dumont – SP, com a ocorrência de déficits hídricos no período de desenvolvimento**. **STAB**. Açúcar, Álcool e Subprodutos, v.9, n.12, 1990.

LIU, D. L.; KINGSTON, G.; BULL, T. A. A new technique for determining the thermal parameters of phenological development in sugarcane, including sub optimum and supra-optimum temperature regiments. **Agricultural and Forest Meteorology**, v.90, p.119-139, 1998.

MACHADO, E. C. **Um modelo matemático-fisiológico para simular o acúmulo de matéria seca na cultura da cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*)**. Campinas: UNICAMP, 1981. 115 p. Instituto de Biologia. Dissertação (Mestrado).

MACHADO, E. C. Fisiologia da produção de cana-de-açúcar. In: PARANHOS, S. B. (Coord.). **Cana-de-açúcar: cultivo e utilização**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. v.1, p. 56-87.

MACHADO, R. S.; RIBEIRO, V.; MARCHIORI, P. E. R.; MACHADO, D. F. S. P.; MACHADO, E. C.; LANDELL, M. G. A. Respostas biométricas e fisiológicas ao déficit hídrico em cana-de-açúcar em diferentes fases fenológicas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, n.12, p.1575-1582, 2009.

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Balanco Nacional da Cana-de-açúcar e agroenergia**. Secretaria de Produção e Agroenergia – Brasília, MAPA/SPA, 2007.

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Produção Brasileira de Cana-de-açúcar**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br>> acesso em 01 de abril de 2009.

MARCHIORI, L. F. S. **Influência da época de plantio e corte na produtividade da cana-de-açúcar**. ESALQ, Piracicaba – SP, 2004.

MAULE, R. F.; MAZZA, J. A.; MARTHA JR, G. B. **Produtividade Agrícola de Cultivares de Cana-de-Açúcar em diferentes solos e épocas de colheita**. Scientia Agricola, v.58, n.2, p.295-301, abr/jun. 2001.

MCCORMICK, A. J.; CRAMER, M. D.; WATT, D. A. Culm sucrose accumulation promotes physiological decline of mature leaves in ripening sugarcane. **Field Crops Research**, v.108, p.250-258, 2008.

MENDES, A.; GIÚDICE, R. M. del; MARCIANO, N.; THIÈBAUT, J. T. L.; VIEIRA, J. M.; TELES, F. F. F. **Estudo da viabilidade de ampliação do período de safra da cana-de-açúcar para a produção de etanol**. STAB. Açúcar, Álcool e Subprodutos. v.5, n.3, 1987.

MENDONÇA, J. R. de; NOCITI, P. R. H.; DEOTTI, R. C. Estudo de diferentes épocas de corte em cana-de-açúcar. In: SEMINÁRIO DE TECNOLOGIA AGRONÔMICA, 2. Piracicaba, 1984. **Anais**. Piracicaba: Centro de Tecnologia Copersucar, 1984, p.140-149.

MILLER, J. D.; GILBERT, R. A. **Sugarcane Botany: A Brief View**. University of Florida IFAS extension. 2009.

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

NUNES JÚNIOR, S. M.; SCHOUCHANA, D. T. Determinação do valor econômico de variedade de cana-de-açúcar em função das épocas de corte e das distâncias da Usina. **Boletim Técnico Copersucar**, n. 25, p.2-10, 1984.

OLIVEIRA, R. A.; DAROS, E. ZAMBON, J. L. C.; WEBER, H.; IDO, O. T.; ZUFFELATO-RIBAS, K. C.; KOEHLER, H. S.; SILVA, D. K. T. Crescimento e desenvolvimento de três cultivares de cana-de-açúcar, em cana-planta, no estado do Paraná. **Scientia Agraria**, v.5, n.1/2, p.87-94, 2004.

OLIVEIRA, R. A.; DAROS, E. ZAMBON, J. L. C.; WEBER, H.; IDO, O. T.; ZUFFELATO-RIBAS, K. C.; KOEHLER, H. S.; SILVA, D. K. T. Crescimento e desenvolvimento de três cultivares de cana-de-açúcar, em cana-planta, no estado do Paraná: taxas de crescimento. **Scientia Agraria**, v.6, n.1/2, p.85-89, 2005.

OMETTO, J. C. **Parâmetros meteorológicos e a cultura da cana-de-açúcar**. Piracicaba: ESALQ. 1980. 17p.

ORTOLANI, A. A.; PAES de CAMARGO, M. B. Influência dos fatores climáticos na produção. In: CASTRO, P. R. C.; FERREIRA, S. O.; YAMADA, T. (Ed.). **Ecofisiologia da produção agrícola**. Piracicaba: Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1987. p.71-79.

PANJE, R. R.; GILL, P. S.; SINGH, B. Studies on germination of sugarcane; gradients and interactions in the germination of buds. In: **CONGRESS INTERNATIONAL SOCIETY OF SUGAR CANE TECHNOLOGISTS**, 11., Mauritius, 1962. Proceedings. Mauritius: ISSCT, 1962. p. 267-273.

PEREIRA JUNIOR, A. C. G. **Efeitos da irrigação e do espaçamento no desenvolvimento e na produção de três variedades de cana-de-açúcar**

- (**Saccharum spp**). Piracicaba, 1984. 142p. Dissertação (M.S) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- PLANA, R.; DOMINI, M. E.; ESPINOSA, R. Influencia de las precipitaciones y la temperatura sobre la brotadura de dos variedades de caña de azúcar (*Saccharum sp* híbrido) plantadas en diferentes meses. **Cultivos Tropicales**. v.9, n.3, p. 19-24, 1987.
- PLANALSUCAR. **Cultura da cana-de-açúcar: manual de orientação**. Piracicaba: IAA, Coordenadoria Regional Sul, 1986. 56p.
- REICHARDT, K. **Dinâmica da matéria e da energia em ecossistemas**. Piracicaba: USP/ESALQ, Depto. De Física e Meteorologia, 1996. 513p.
- RESENDE SOBRINHO, E. A. **Comportamento de variedades de cana-de-açúcar em Latossolo Roxo, na região de Ribeirão Preto – SP**. 2000, 85p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.
- RICAUD, R. B.; COCHRAN, M. **Methods of planting sugarcane for sugar and biomass production in Louisiana**. In: CONGRESS OF INTERNATIONAL SOCIETY OF SUGAR CANE TECHNOLOGISTS, 17., Louisiana, 1980. Proceedings. Louisiana: ISSCT, 1980. p. 118-120.
- ROCHA, A. M. C. **Emergência, perfilhamento e produção da cana-de-açúcar (*Saccharum spp*) em função das épocas de plantio no Estado de São Paulo**. Piracicaba, 1984. 138p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- RODRIGUES, J. D. **Fisiologia da cana-de-açúcar**. Botucatu: Unesp, 1995. 75p.
- ROSENFELD, U.; LEME, F. J. A. Produtividade da cana-de-açúcar irrigada por aspersão: estudo de épocas de irrigação. In: CONGRESSO NACIONAL DA STAB, 3. São Paulo, 1984. **Proceedings**. São Paulo: STAB, 1984, p.18.
- SALATA, J. C.; FERREIRA, L. J. **Estudo da interferência do florescimento nas qualidades agroindustriais de algumas variedades de cana-de-açúcar**. *Brasil Açuc*. 88: 19-24, 2007.
- SANTOS, J. M. **Caracterização fisiológica e influência da época de plantio no florescimento de cultivares de cana-de-açúcar**. Rio Largo, 2007. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Alagoas.

- SCARPARI, M. S. **Modelos para a previsão da produtividade da cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) através de parâmetros climáticos**. 2002. 79p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.
- SEGALLA, A. L.; OLIVEIRA, H. D.; POMER, C. V.; SPIRONELO, A.; BASTOS, C. R. Determinação do período de colheita de variedades de cana-de-açúcar através de suas curvas de maturação. In: CONGRESSO NACIONAL DA STAB, 2., Rio de Janeiro, 1981. **Anais**. Rio de Janeiro: STAB, 1981. p.227-245.
- SEGALLA, A. L.; TOKESHI, H. Variedades de cana-de-açúcar para o Brasil; adaptação e recomendação das variedades de cana-de-açúcar para as diversas regiões do País. **Brasil Açucareiro**, v.98, n.6, p.34-40, 1981.
- SEGATO, S.V.; PEREIRA, L.L. **Colheita da cana-de-açúcar: corte manual**. In: SEGATO, S.V.; PINTO, A de S.; JENDIROBA, E.; NÓBREGA, J.C.M. de. Atualização em produção de cana-de-açúcar. Piracicaba: cp19, 2006.
- SHAW, M. E. A.; INNES, R. F. The growth pattern and yield of annual cane planted at different seasons and effects of nitrogen treatments. In: CONGRESS INTERNATIONAL SOCIETY OF SUGAR CANE TECHNOLOGISTS, 12., San Juan, 1965. **Proceedings**. Amsterdam: ISSCT, 1965. p.401-428.
- SILVA, M. A.; CARLIN, S. D.; PERECIN, D. Fatores que afetam a brotação inicial da cana-de-açúcar. **Revista Ceres**, v.51, n.296, p.457-466, 2004.
- SILVA, D. K. T.; DAROS, E.; ZAMBON, J. L. C.; WEBER, H.; TERUYO, I. O. T.; ZUFFELATO-RIBAS, K. C.; KOEHLER, H. S.; OLIVEIRA, R. A. Análise de crescimento em cultivares de cana-de-açúcar em cana-soca no noroeste do Paraná na safra de 2002/2003. **Scientia Agraria**, v.6, n.1/2, p.47-53, 2005.
- SILVA, M. A.; JERONIMO, E. M.; LÚCIO, A. D. C. **Perfilhamento e produtividade de cana-de-açúcar com diferentes alturas de corte e épocas de colheita**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.43, n.8, p. 979-986, ago. 2008.
- SILVA, M. A.; SANTOS, C. M.; ARANTES, M. T.; PINCELLI, R. P. Fenologia da Cana-de-açúcar. In: CRUSCIOL, C. A.; SILVA, M. A.; ROSSETTO, T.; SORATTO, R. P. **Tópicos em Ecofisiologia da Cana-de-açúcar**. Botucatu:

FEPAF – Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais, 2010. 111p.

SINCLAIR, T. R.; GILBERT, R. A.; PERDOMO, R. E.; SHINE JR., J. M.; POWELL, G.; MONTES, G. Sugarcane leaf area development under field conditions in Florida, USA. **Field Crops Research**, v.88, p.171-178, 2004.

SINGELS, A.; SMIT, M. A.; REDSHAW, K. A.; DONALDSON, R. A. The effect of crop start date, crop class and cultivar on sugarcane canopy development and radiation interception. **Field Crops Research**, v.92, p.249-260, 2005.

SINGH, H.; SINGH, H. Seasonal planting of sugarcane in Punjab (India). In: **CONGRESS INTERNATIONAL SOCIETY OF SUGAR CANE TECHNOLOGISTS**, 9. New Delhi, 1956. Proceedings, New Delhi: ISSCT, 1956. p.283-301.

SMIT, M. A.; SINGELS, A. The response of sugarcane canopy development to water stress. **Field Crops Research**, v.98, p.91-97, 2006.

SORDI, R. A.; BRAGA JUNIOR R. L. C. **Florescimento, isoporização e peso médio dos colmos de novos clones e variedades de cana-de-açúcar no decorrer da safra**. In: Anais Seminário Copersucar de Tecnologia Agrônômica. 6. 1994, *Anais*. Piracicaba: Copersucar, 1994, p. 137-149.

SUGUITANI, C. **Fenologia da cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) sob efeito do fósforo**. Piracicaba: ESALQ/USP, 2001, 79p. Dissertação (Mestrado).

SUGUITANI, C. **Entendendo o crescimento e produção da cana-de-açúcar: avaliação do modelo Mosaic**. Piracicaba: ESALQ/USP, 2006, 60p. Tese (Doutorado).

TAVARES, A. C. S. **Sensibilidade da cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) ao excesso de água no solo**. Piracicaba: ESALQ/USP, 2009, 220p. Tese (Doutorado).

TERAUCHI, T.; MATSUOKA, M. Ideal characteristics for the early growth of sugarcane. **Japanese Journal of Crop Science**. v.69, n.3, p.286-292, 2000.

THOMPSON, G. D. Water use by sugarcane. **South African Sugarcane Journal**. v.60, n.11, p.592-600 e n.12, p.627-635, 1976.

UEHARA, N.; SASAKI, N.; AOKI, N.; OHSUG, R. Effects of the temperature lowered in the daytime and night-time on sugar accumulation in sugarcane. **Plant production Science**, v.12, n.4, p.420-427, 2009.

VASCONCELOS, A. C. M.; **Comportamento de clones IAC e variedades de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) nas condições edafoclimáticas da região do Vale do Paranapanema.** Jaboticabal: 1998. 108p. Dissertação (Mestrado em Agronomia, Produção Vegetal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista.

VAZQUEZ, R. Water requirements of sugarcane under irrigation in Lajas Valley, Puerto Rico. Agricultural Experiment Station of the University of Puerto Rico. **Bulletin**, n.224, 38p.,1970.

VEIGA, F. M.; AMARAL, E. Ensaio de espaçamento de cana-de-açúcar. **Boletim do Serviço de Pesquisas Agronômicas**, v.8, p.1-26, 1952.

WALDRON, J. C.; GLASZIOU, K. T.; BULL, T. A. The physiology of sugarcane. IX Factors affecting photosynthesis and sugar storage. **Australian Journal of Biological Sciences**, Melbourne, v.20, p.1043-1052, 1967.

YAMORI, W.; NOGUCHI, K.; TERASHIA, I. Temperature acclimation of photosynthesis in spinach leaves: analysis of photosynthetic components and temperature dependencies of photosynthetic partial reactions. **Plant Cell Environmental**, v.28, p.536-547, 2005.

ANEXOS

ANEXO 01 – Resultados da análise de variância para tonelada de cana por hectare (TCH), tonelada de Pol por hectare (TPH) e Pol cana (POL) para a interação tripla de dez variedades de cana-de-açúcar, três épocas de corte, e três anos agrícolas (cana-planta, primeira soca e segunda soca), na Unidade Alto Alegre, Colorado, PR.

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	QUADRADOS MÉDIOS		
		TCH	TPH	POL
ANO	2	702.073**	9.288*	0.378 ^{ns}
ÉPOCA	2	25527.351**	1171.647**	133.970**
VARIEDADE	9	1988.410**	42.306**	2.171**
ANO*ÉPOCA	2	30936.934**	791.197**	1.805**
ANO*VARIEDADE	9	225.505**	8.178**	0.814*
ÉPOCA*VARIEDADE	18	689.178**	21.565**	1.465**
ANO*ÉPOCA*VARIEDADE	18	269.312**	7.317**	0.371 ^{ns}
Erro	120	85.326	2.193	0.349
Coeficiente de Variação		9,62%	9,95%	3,87%

^{ns} – não significativo ao nível de 5% de probabilidade

* - significativo ao nível de 5% de probabilidade

** - significativo ao nível de 1% de probabilidade