

**RICARDO AUGUSTO DE OLIVEIRA**

**ANÁLISE DE CRESCIMENTO DA CANA-DE-AÇÚCAR, NA REGIÃO  
NOROESTE DO PARANÁ**

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 parte das exigências para a obtenção do grau de Mestre em Ciências.

Orientador: Prof. Dr. Edelclaiton Daros

**CURITIBA**

**2004**




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 **RICARDO AUGUSTO DE OLIVEIRA**, sob o título "**ANÁLISE DE CRESCIMENTO DA CANA-DE-AÇÚCAR, NA REGIÃO NOROESTE DO PARANÁ**", 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.

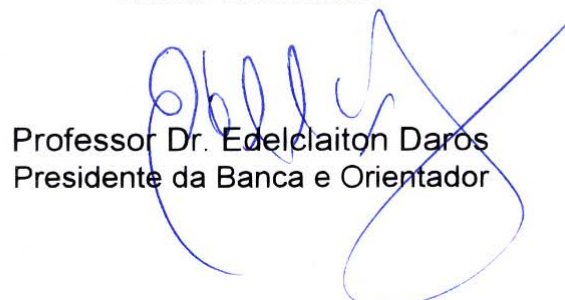
Curitiba, 21 de Dezembro de 2004.

  
Professor Dr. Cícero Deschamps  
Primeiro Examinador

  
Dr. Luis Gonzaga Esteves Vieira  
Segundo Examinador

  
Professor Dr. Oswaldo Teruyo Ido  
Terceiro Examinador

  
Professor Dr. José Luis Camargo Zambon  
Quarto Examinador

  
Professor Dr. Edelclaiton Daros  
Presidente da Banca e Orientador

Dedico

À minha namorada Giovana que de maneira muito especial, foi amiga e companheira, sendo meu porto-seguro nos momentos difíceis, me inspirando e estimulando a cada novo dia.

Aos meus pais, Sidnei e Regina, que me deram carinho, incentivo, confiança e compreensão em todos os momentos da minha vida.

Aos meus irmãos, Sandro, Adriana e Mateus.

## AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador professor Edelclaiton Daros, pela oportunidade de realizar este mestrado, bem como pela grande amizade e pelos conselhos sempre motivadores.

Ao professor José Luis Camargo Zambon, pela co-orientação e pelas valiosas correções deste trabalho.

Ao professor Oswaldo Teruyo Ido, pelas explicações sobre o crescimento e desenvolvimento da cana-de-açúcar.

Ao Eng. Agrônomo Heroldo Weber, que desde o início me incentivou a pesquisar e estudar cada vez mais.

Ao professor Henrique Soares Koehler, pela co-orientação, auxiliando-me nas análises estatísticas.

À professora Katia Christina Zuffellato-Ribas, pela co-orientação e principalmente pela amizade.

Ao professor João Carlos Besspalhok Filho, pela amizade e pela grande ajuda durante a fase final deste trabalho.

À Eng. Agrônoma Darana Kelly Tramuja da Silva, pela amizade e pela condução conjunta dos trabalhos de campo.

Ao Eng. Agrônomo Pedro Henrique de Medeiros Buso, amigo, que muito me ajudou nos trabalhos de campo, tornando aquelas semanas mais descontraídas.

A todos os colegas, professores e funcionários do Curso de Pós-Graduação em Agronomia - Produção Vegetal da Universidade Federal do Paraná, pelo saudável relacionamento profissional e pessoal.

A todos os funcionários da Estação Experimental de Paranaíba, pela dedicação durante a condução dos trabalhos de campo.

Aos Estagiários do Programa Cana-de-açúcar: Ricardo Costa, Daniel Ramos Pontoni, Felipe Pruss, Rodrigo Seiki Yeda e Ana Paula C. da Costa, pela dedicação e amizade.

À funcionária Maria Emília Kudla, pelo apoio durante a condução dos trabalhos de laboratório.

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

Agradeço a Deus pela minha existência e peço que Ele ilumine todos aqueles que me apoiaram.

## BIOGRAFIA DO AUTOR

RICARDO AUGUSTO DE OLIVEIRA, filho de Sidnei Marcos de Oliveira e Regina Mara Marcos de Oliveira, nasceu em Curitiba, Estado do Paraná, em 10 de abril de 1975.

Ingressou na Universidade Federal do Paraná, no curso de Agronomia, no segundo semestre do ano de 1997, na qual recebeu o grau de Engenheiro Agrônomo no ano de 2002.

Fez estágio no Departamento de Botânica da Universidade Federal do Paraná, no ano de 1998. No ano seguinte foi monitor da Disciplina de Morfologia Vegetal II, do curso de Agronomia, nesta mesma instituição. No ano de 2000, foi professor em escolas estaduais da região Metropolitana de Curitiba, na qual lecionou aulas de Química para o Ensino Médio. De 2001 a 2004, foi estagiário do Programa Cana-de-Açúcar / RIDESA / UFPR. Em junho de 2003 foi aprovado no concurso para professor substituto nesta mesma instituição, vindo a lecionar aulas na disciplina de Melhoramento de Plantas, do Curso de Agronomia. Em março de 2003 iniciou o Curso de Mestrado em Agronomia, concentração em Produção Vegetal, no Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo da Universidade Federal do Paraná.

## SUMÁRIO

<b>AGRADECIMENTOS</b> .....	iii
<b>BIOGRAFIA DO AUTOR</b> .....	iv
<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	vii
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	ix
<b>LISTA DE ANEXOS</b> .....	xi
<b>RESUMO</b> .....	xiii
<b>ABSTRACT</b> .....	xiv
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	1
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	3
2.1 CANA-DE-AÇÚCAR .....	3
2.2 ANÁLISE DE CRESCIMENTO .....	7
2.3 CULTIVARES .....	10
<b>3 METODOLOGIA</b> .....	13
3.1 CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL .....	13
3.2 CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO .....	14
3.3 AVALIAÇÕES .....	17
3.3.1 Massa seca (MS) .....	17
3.3.2 Área foliar (AF) .....	17
3.3.3 Dados biométricos .....	17
3.3.4 Análise de crescimento .....	18
3.3.4.1 Índice de área foliar (IAF) .....	19
3.3.4.2 Taxa de crescimento da cultura (TCC) .....	19
3.3.4.3 Taxa de crescimento relativo (TCR) .....	19
3.3.4.4 Taxa de assimilação líquida (TAL) .....	20
3.3.4.5 Taxa de alongação da cultura (TEC) .....	20
3.3.5 Rendimento dos cultivares .....	20
3.4 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL .....	21
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	22
4.1 ANÁLISE DESTRUTIVA DE PLANTAS .....	22
4.1.1 Número de perfilhos .....	22
4.1.2 Diâmetro e estatura de colmos .....	23
4.1.3 Número de folhas verdes por perfilho .....	25
4.1.4 Área foliar .....	26
4.1.5 Massa seca de colmo, folha + bainha e do total .....	27
4.1.6 Índice de área foliar (IAF) .....	32
4.1.7 Taxa de crescimento da cultura (TCC) .....	34
4.1.8 Taxa de crescimento relativo (TCR) .....	36

4.1.9 Taxa de assimilação líquida (TAL) .....	38
4.2 ANÁLISE NÃO DESTRUTIVA DE PLANTAS .....	40
4.2.1 Diâmetro da base do colmo .....	40
4.2.2 Estatura de colmos .....	41
4.2.3 Elongação do colmo .....	42
4.3 RENDIMENTO DOS CULTIVARES .....	45
<b>5 CONCLUSÕES</b> .....	<b>47</b>
<b>6 REFERÊNCIAS</b> .....	<b>48</b>

## LISTA DE TABELAS

TABELA 01 - Resultados da análise das características químicas do solo da área experimental, em camadas 0-20 cm e 20-40 cm. Estação Experimental de Paranavaí, SCA-UFPR, 2002. ....	14
TABELA 02 - Resultados da análise das características granulométricas do solo da área experimental, em camadas 0-20 cm e 20-40 cm. Estação Experimental de Paranavaí, SCA-UFPR, 2002. ....	14
TABELA 03 - Número de avaliações, dias após o plantio (DAP) e data das amostragens realizadas. Estação Experimental de Paranavaí, SCA, UFPR, 2003. ....	16
TABELA 04 - Número de perfilhos por metro quadrado, nos cultivares RB72454, RB855113 e RB855536, em nove épocas de desenvolvimento. Análise destrutiva. Estação Experimental de Paranavaí, SCA-UFPR, 2002/2003..	22
TABELA 05 - Diâmetro médio da base do colmo (cm), nos cultivares RB72454, RB855113 e RB855536, em nove épocas de desenvolvimento. Análise destrutiva. Estação Experimental de Paranavaí, SCA-UFPR, 2002/2003..	24
TABELA 06 - Estatura média de colmo (cm), nos cultivares RB72454, RB855113 e RB855536, em nove épocas de desenvolvimento. Análise destrutiva. Estação Experimental de Paranavaí, SCA-UFPR, 2002/2003. ....	24
TABELA 07 - Número de folhas verdes por perfilho, nos cultivares RB72454, RB855113 e RB855536, em nove épocas de desenvolvimento. Análise destrutiva. Estação Experimental de Paranavaí, SCA-UFPR, 2002/2003..	25
TABELA 08 - Área foliar média (cm <sup>2</sup> perfilho <sup>-1</sup> ), nos cultivares RB72454, RB855113 e RB855536, em nove épocas de desenvolvimento. Análise destrutiva. Estação Experimental de Paranavaí, SCA-UFPR, 2002/2003. ....	26
TABELA 09 - Massa seca (g perfilho <sup>-1</sup> ) do colmo, folha + bainha e do total, nos cultivares RB72454, RB855113 e RB855536, em nove épocas de desenvolvimento. Análise destrutiva. Estação Experimental de Paranavaí, SCA-UFPR, 2002/2003. ....	28
TABELA 10 - Diâmetro médio da base do colmo (cm), nos cultivares RB72454, RB855113 e RB855536, em nove épocas de desenvolvimento. Análise não destrutiva. Estação Experimental de Paranavaí, SCA-UFPR, 2002/2003. ....	40
TABELA 11 - Estatura de colmos (cm), nos cultivares RB72454, RB855113 e RB855536, em nove épocas de desenvolvimento. Análise não destrutiva. Estação Experimental de Paranavaí, SCA-UFPR, 2002/2003. ....	41



- TABELA 12 - Elongação do colmo (cm), nos cultivares RB72454, RB855113 e RB855536, em nove épocas de desenvolvimento. Análise não destrutiva. Estação Experimental de Paranaíba, SCA-UFPR, 2002/2003. .... 43
- TABELA 13 - Tonelada de cana-de-açúcar por hectare (TCH) e teor de Brix, nos cultivares RB72454, RB855113 e RB855536, em nove épocas de desenvolvimento. Análise destrutiva. Estação Experimental de Paranaíba, SCA-UFPR, 2002/2003. .... 45

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 01 - Precipitação mensal (mm), temperatura máxima (°C), temperatura média (°C) e temperatura mínima (°C) nos meses de março de 2002 a julho de 2003. Estação Meteorológica IAPAR/SIMEPAR, Paranaíba, PR. ....	13
FIGURA 02 - Representação da parcela experimental e avaliações realizadas. ....	15
FIGURA 03 - Distribuição de massa seca, em porcentagem (%), do total em cana-de-açúcar, nos cultivares RB72454, RB855113 e RB855536, em nove épocas de desenvolvimento. Análise destrutiva. Estação Experimental de Paranaíba, SCA-UFPR, 2002/2003. ....	29
FIGURA 04 - Produção de massa seca total ( $\text{g m}^{-2}$ ), no cultivar RB72454, nas nove épocas de desenvolvimento. Análise destrutiva. Estação Experimental de Paranaíba, SCA-UFPR, 2002/2003. ....	31
FIGURA 05 - Produção de massa seca total ( $\text{g m}^{-2}$ ), no cultivar RB855113, nas nove épocas de desenvolvimento. Análise destrutiva. Estação Experimental de Paranaíba, SCA-UFPR, 2002/2003. ....	31
FIGURA 06 - Produção de massa seca total ( $\text{g m}^{-2}$ ), no cultivar RB855536, nas nove épocas de desenvolvimento. Análise destrutiva. Estação Experimental de Paranaíba, SCA-UFPR, 2002/2003. ....	31
FIGURA 07 - Índice de área foliar - IAF ( $\text{m}^2 \text{m}^{-2}$ ), no cultivar RB72454, nas nove épocas de desenvolvimento. Análise destrutiva. Estação Experimental de Paranaíba, SCA-UFPR, 2002/2003. ....	33
FIGURA 08 - Índice de área foliar - IAF ( $\text{m}^2 \text{m}^{-2}$ ), no cultivar RB855113, nas nove épocas de desenvolvimento. Análise destrutiva. Estação Experimental de Paranaíba, SCA-UFPR, 2002/2003. ....	33
FIGURA 09 - Índice de área foliar - IAF ( $\text{m}^2 \text{m}^{-2}$ ), no cultivar RB855536, nas nove épocas de desenvolvimento. Análise destrutiva. Estação Experimental de Paranaíba, SCA-UFPR, 2002/2003. ....	33
FIGURA 10 - Taxa de crescimento da cultura - TCC ( $\text{g dia}^{-1}$ ), no cultivar RB72454, nas nove épocas de desenvolvimento. Análise destrutiva. Estação Experimental de Paranaíba, SCA-UFPR, 2002/2003. ....	35
FIGURA 11 - Taxa de crescimento da cultura - TCC ( $\text{g dia}^{-1}$ ), no cultivar RB855113, nas nove épocas de desenvolvimento. Análise destrutiva. Estação Experimental de Paranaíba, SCA-UFPR, 2002/2003. ....	35

FIGURA 12 - Taxa de crescimento da cultura - TCC ( $\text{g dia}^{-1}$ ), no cultivar RB855536, nas nove épocas de desenvolvimento. Análise destrutiva. Estação Experimental de Paranavaí, SCA-UFPR, 2002/2003. ....	35
FIGURA 13 - Taxa de crescimento relativo - TCR ( $\text{g g}^{-1} \text{dia}^{-1}$ ), no cultivar RB72454, nas nove épocas de desenvolvimento. Análise destrutiva. Estação Experimental de Paranavaí, SCA-UFPR, 2002/2003. ....	37
FIGURA 14 - Taxa de crescimento relativo - TCR ( $\text{g g}^{-1} \text{dia}^{-1}$ ), no cultivar RB855113, nas nove épocas de desenvolvimento. Análise destrutiva. Estação Experimental de Paranavaí, SCA-UFPR, 2002/2003. ....	37
FIGURA 15 - Taxa de crescimento relativo - TCR ( $\text{g g}^{-1} \text{dia}^{-1}$ ), no cultivar RB855536, nas nove épocas de desenvolvimento. Análise destrutiva. Estação Experimental de Paranavaí, SCA-UFPR, 2002/2003. ....	37
FIGURA 16 - Taxa de assimilação líquida - TAL ( $\text{g m}^{-2} \text{dia}^{-1}$ ), no cultivar RB72454, nas nove épocas de desenvolvimento. Análise destrutiva. Estação Experimental de Paranavaí, SCA-UFPR, 2002/2003. ....	39
FIGURA 17 - Taxa de assimilação líquida - TAL ( $\text{g m}^{-2} \text{dia}^{-1}$ ), no cultivar RB855113, nas nove épocas de desenvolvimento. Análise destrutiva. Estação Experimental de Paranavaí, SCA-UFPR, 2002/2003. ....	39
FIGURA 18 - Taxa de assimilação líquida - TAL ( $\text{g m}^{-2} \text{dia}^{-1}$ ), no cultivar RB855536, nas nove épocas de desenvolvimento. Análise destrutiva. Estação Experimental de Paranavaí, SCA-UFPR, 2002/2003. ....	39
FIGURA 19 - Taxa de alongação da cultura - TEC ( $\text{cm dia}^{-1}$ ), no cultivar RB72454, nas nove épocas de desenvolvimento. Análise destrutiva. Estação Experimental de Paranavaí, SCA-UFPR, 2002/2003. ....	44
FIGURA 20 - Taxa de alongação da cultura - TEC ( $\text{cm dia}^{-1}$ ), no cultivar RB855113, nas nove épocas de desenvolvimento. Análise destrutiva. Estação Experimental de Paranavaí, SCA-UFPR, 2002/2003. ....	44
FIGURA 21 - Taxa de alongação da cultura - TEC ( $\text{cm dia}^{-1}$ ), no cultivar RB855536, nas nove épocas de desenvolvimento. Análise destrutiva. Estação Experimental de Paranavaí, SCA-UFPR, 2002/2003. ....	44

## LISTA DE ANEXOS

- ANEXO 01 - Resultados da análise de variância para o número de perfilho por metro quadrado, para três cultivares de cana-de-açúcar, RB72454, RB855113 e RB855536, em nove épocas de desenvolvimento. Análise destrutiva. Estação Experimental de Paranavaí, SCA-UFPR, 2002/2003. .... 56
- ANEXO 02 - Resultados da análise de variância para o diâmetro médio da base do colmo (cm), em três cultivares de cana-de-açúcar, RB72454, RB855113 e RB855536, em nove épocas de desenvolvimento. Análise destrutiva. Estação Experimental de Paranavaí, SCA-UFPR, 2002/2003. .... 57
- ANEXO 03 - Resultados da análise de variância para a estatura do colmo (cm), para três cultivares de cana-de-açúcar, RB72454, RB855113 e RB855536, em nove épocas de desenvolvimento. Análise destrutiva. Estação Experimental de Paranavaí, SCA-UFPR, 2002/2003. .... 58
- ANEXO 04 - Resultados da análise de variância para o número de folhas verdes por perfilho, para três cultivares de cana-de-açúcar, RB72454, RB855113 e RB855536, em nove épocas de desenvolvimento. Análise destrutiva. Estação Experimental de Paranavaí, SCA-UFPR, 2002/2003. .... 59
- ANEXO 05 - Resultados da análise de variância para área foliar média (cm<sup>2</sup> perfilho<sup>-1</sup>), para três cultivares de cana-de-açúcar, RB72454, RB855113 e RB855536, em nove épocas de desenvolvimento. Análise destrutiva. Estação Experimental de Paranavaí, SCA-UFPR, 2002/2003. .... 60
- ANEXO 06 - Resultados da análise de variância para a massa seca do colmo (g perfilho<sup>-1</sup>), nos três cultivares de cana-de-açúcar, RB72454, RB855113 e RB855536, em nove épocas de desenvolvimento. Análise destrutiva. Estação Experimental de Paranavaí, SCA-UFPR, 2002/2003. .... 61
- ANEXO 07 - Resultados da análise de variância para a massa seca de folhas + bainha (g perfilho<sup>-1</sup>), nos três cultivares de cana-de-açúcar, RB72454, RB855113 e RB855536, em nove épocas de desenvolvimento. Análise destrutiva. Estação Experimental de Paranavaí, SCA-UFPR, 2002/2003. .... 62
- ANEXO 08 - Resultados da análise de variância para a massa seca total (g perfilho<sup>-1</sup>), nos três cultivares de cana-de-açúcar, RB72454, RB855113 e RB855536, em nove épocas de desenvolvimento. Análise destrutiva. Estação Experimental de Paranavaí, SCA-UFPR, 2002/2003. .... 63
- ANEXO 09 - Resultados da análise de variância para o diâmetro médio da base do colmo (cm), alongação do colmo (cm) e estatura dos perfilhos (cm), nos três cultivares de cana-de-açúcar, RB72454, RB855113 e RB855536, em nove épocas de desenvolvimento. Análise não destrutiva. Estação Experimental de Paranavaí, SCA-UFPR, 2002/2003. .... 64

ANEXO 10 - Resultados da análise de variância para o TCH ( $t\ ha^{-1}$ ) e Brix, nos três cultivares de cana-de-açúcar (RB72454, RB855113 e RB855536), em nove épocas de desenvolvimento. Análise destrutiva. Estação Experimental de Paranaíba, SCA-UFPR, 2002/2003. ....	65
---	----

## RESUMO

O presente trabalho teve o objetivo de estudar o crescimento e desenvolvimento de três cultivares de cana-de-açúcar, RB72454, RB855113 e RB855536, em cana-planta, através da análise de crescimento, determinando as estações de crescimento, dinâmica de produção fotossintética, índice de área foliar, acúmulo de massa seca e taxa de crescimento. O experimento foi realizado na Estação Experimental de Paranavaí, SCA-UFPR, localizada no município de Paranavaí-PR, durante o período de 04 de março de 2002 a 14 de julho de 2003. Foi utilizado delineamento estatístico em blocos ao acaso, com cinco repetições por cultivar. As parcelas experimentais foram compostas por 12 linhas de 6 metros, com espaçamento de 1,40m entre linhas, sendo que em cada sulco foram plantadas 18 gemas por metro linear. As avaliações foram realizadas em intervalo médio de 55 dias, totalizando nove avaliações durante o ciclo de 497 dias. Foram efetuados dois tipos de amostragem, sendo uma destrutiva onde as plantas foram retiradas a cada época de avaliação e a outra, não destrutiva, onde foram marcadas 20 plantas, sendo acompanhado o crescimento destas ao longo de todo o ciclo. Na estatura e no diâmetro do colmo foram observadas correlações positivas entre a análise destrutiva e a análise não destrutiva de plantas ( $r=0,99$  e  $r=0,89$ ). Entre os cultivares foram observadas diferentes taxas de crescimento, sendo que o cultivar RB72454, apresentou em média as maiores taxas de crescimento da cultura (TCC),  $15,4 \text{ g dia}^{-1}$ , chegando aos 497 dias após o plantio (DAP) com produtividade de  $197,7 \text{ t ha}^{-1}$ . Foram observadas três fases importantes de crescimento: intenso perfilhamento até os 231 DAP; segunda fase; crescimento em estatura, aumento do índice de área foliar (IAF) e intenso acúmulo de massa seca, dos 231 aos 377 e terceira fase, maturação, dos 377 aos 497 DAP, apresentando aumento na taxa de assimilação líquida (TAL), diminuição do IAF e maiores valores de TCC, onde foi identificada taxa de  $26,84 \text{ g dia}^{-1}$  entre os 428 de 497 DAP para o cultivar RB72454.

Palavras-chave: *Saccharum* spp, cana-planta, acúmulo de massa seca, índice de área foliar.

## ABSTRACT

The objective of this work was to analyze the growth pattern of three different cultivars of sugarcane, RB72454, RB855113 and RB855536, at plant cane stage through growth analyses, determination of growth stages, photosynthetic production dynamics, leaf area indices, dry matter accumulation and growth rate. The experiment took place at the Parana State Federal University Experimental Station located in Paranavai (Paraná State) between March 4<sup>th</sup>, 2002 and July 14<sup>th</sup>, 2003. The statistical design used was random blocks, with five blocks and one replication (cultivar) per block. The experimental plots were composed by 12 rows of 6 meters, with 1.40 m between rows, and using 18 buds per linear meter. Evaluations were performed with intervals of 55 days, totaling nine evaluations during a 497 day cycle. Two different types of sampling were used. The first type was destructive, with plants being removed at each evaluation date, and another, not destructive, were 20 plants were marked and their growth were followed through the entire cycle. Positive correlation between destructive and non destructive analyses were observed on height and culm diameter ( $r=0,99$  e  $r=0,89$ ). Different rates of growth were observed among the cultivars, with RB72454 presenting the higher crop growth rate (CGR) ( $15.4 \text{ g day}^{-1}$ ), reaching a productivity of  $197.7 \text{ t ha}^{-1}$ , 497 days after planting (DAP). Three major growth stages were observed: intense tillering until 231 DAP; a second stage; height growth, increased of photosynthetic leaf area index (LAI) and intense accumulation of dry matter between 231 and 377 DAP; and a third stage, maturation, between 377 and 497 DAP, showing increased net assimilation rate (NAR), decrease of LAI and higher rates of CGR with  $26.84 \text{ g day}^{-1}$  between 428 and 497 for RB72454.

Key words: *Saccharum* spp, plant-cane, dry matter, leaf area index.

## 1 INTRODUÇÃO

No Brasil, a cultura da cana-de-açúcar está instalada em uma área superior a cinco milhões de hectares, produzindo mais de 320 milhões de toneladas de cana por safra, que são destinados à fabricação de açúcar, álcool, aguardente e também para a alimentação de bovinos. Nos últimos anos houve aumento crescente na área plantada e na produção estimulados principalmente pelo aumento das exportações de açúcar e álcool anidro. O Brasil desponta como líder mundial em exportações de açúcar, além de ser líder mundial na utilização desta planta como fonte de energia renovável.

No Estado do Paraná, a cana-de-açúcar ocupa uma área de 380 mil hectares, com uma produção anual de 31 milhões de toneladas. Para o Estado, estima-se um aumento de 150.000 ha na área plantada, nos próximos anos. Com este aumento, o Estado chegará a cultivar a cana-de-açúcar em uma área de aproximadamente 530.000 ha.

Neste cenário, os programas de melhoramento genético estão liberando e protegendo cultivares de cana-de-açúcar cada vez mais produtivos e com maior resistência às doenças e pragas. Entretanto, são poucos os trabalhos que têm sido desenvolvidos com os cultivares mais modernos, as quais sofreram significativa interferência genética através do melhoramento vegetal, não se conhecendo assim os fatores que influem no crescimento, desenvolvimento, produção e maturação da cana-de-açúcar. Sendo assim, há poucos trabalhos que procuram analisar o crescimento de diferentes cultivares durante todo o ciclo fenológico da cultura em ambientes de produção.

A cana-de-açúcar é uma planta perene da família das Poaceae e tem como característica o perfilhamento abundante na fase inicial de crescimento; porém, são vários os fatores que promovem a inibição do perfilhamento durante o desenvolvimento da cultura. É uma planta de metabolismo fotossintético  $C_4$ , com elevada taxa fotossintética, sendo altamente eficiente na conversão de energia radiante em energia química.

O conhecimento da variação das fases de desenvolvimento da cana-de-açúcar durante o ciclo é fundamental para que se possa modelar e quantificar o crescimento nos diferentes estádios de desenvolvimento desta (Teruel et al., 1997). O estudo de análise de crescimento é considerado um método-padrão para se medir a produtividade biológica de uma espécie vegetal em determinadas condições ambientais. Portanto sua aplicação à cana-de-açúcar permitirá avaliar e quantificar as taxas de crescimentos em seu ambiente de produção, possibilitando a identificação dos fatores que influenciam o desenvolvimento e



permitindo o entendimento dos diferentes processos fisiológicos no comportamento vegetal (Pereira e Machado, 1987; Gava et al., 2001).

Como existe uma grande lacuna sobre informações de crescimento e desenvolvimento da cana-de-açúcar para o Estado do Paraná, a aplicação do estudo de análise de crescimento em cultivares, pode fornecer informações precisas e confiáveis sobre o crescimento, em condições de desenvolvimento para o Estado. Portanto, com a elaboração deste trabalho, espera-se que as informações geradas sejam utilizadas para futuros trabalhos de modelagem de crescimento da cana-de-açúcar no Estado do Paraná.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o crescimento e desenvolvimento de três cultivares de cana-de-açúcar, em ciclo de cana-planta, por meio da análise de crescimento. Para isso foram utilizados e correlacionados dois métodos de amostragem dos índices fisiológicos, estatura e diâmetro do colmo: análise destrutiva e não destrutiva de plantas avaliadas em nove épocas durante o ciclo de desenvolvimento dos cultivares.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 CANA-DE-AÇÚCAR

A cana-de-açúcar é uma planta perene da família Poaceae, do gênero *Saccharum*, sendo que os atuais cultivares são híbridos, cujas constituições genéticas participam a *S. officinarum*, *S. spontaneum*, *S. sinense*, *S. barberi* e *S. robustum* (Matsuoka, 1996; Matsuoka et al., 1999). Glaz (2002), também citou a classificação da cana-de-açúcar como sendo um híbrido interespecífico de *Saccharum* spp. É uma planta  $C_4$  com alta capacidade fotossintética, apresentando maior desenvolvimento e crescimento em regiões mais quentes, segundo Matsuoka (1996).

As plantas de metabolismo  $C_4$  em maiores temperaturas (30 – 40 °C) possuem alto desempenho fotossintético, quando comparado com plantas  $C_3$ , pois necessitam concentrações menores de  $CO_2$ , devido aos mecanismos da planta que têm a função de concentração de  $CO_2$  (Taiz e Zeiger, 2004). Portanto, nessas maiores temperaturas, haveria um crescimento mais rápido para a cana-de-açúcar, como a que pode ser observada entre os meses de outubro a maio (Machado et al., 1982).

Sinclair et al. (2004), relata que o crescimento e desenvolvimento da cultura da cana-de-açúcar estaria relacionado com a temperatura incidente em cada estágio de desenvolvimento. Esse comportamento foi observado no trabalho de Bonnett (1998), ao relatar que em temperaturas médias baixas, inferiores a 8 °C, o desenvolvimento das folhas de alguns cultivares foi prejudicado. Sinclair et al. (2004), ao estudar o efeito das temperaturas mínimas ideais para o desenvolvimento das folhas, encontrou limites diferentes de temperatura para cada cultivar avaliado, tendo observado que a temperatura base para desenvolvimento dos aparatos foliares estaria em torno de 10 °C, variando conforme o cultivar.

O crescimento e desenvolvimento da cana-de-açúcar, quando cultivada em pleno sol, apresenta variação nas características morfológicas e fisiológicas, pois os colmos se apresentam mais grossos, mais curtos, as folhas mais largas e verdes, e o perfilhamento mais intenso (Camargo, 1968). Porém, com o aumento da temperatura acima de 20°C ocorre o aumento no comprimento, diâmetro e número de internódios, sendo que a faixa ideal para desenvolvimento da cultura da cana-de-açúcar, situa-se entre 20 a 35°C (Planalsucar, 1986; Casagrande, 1991).

Outro fator importante corresponde à disponibilidade de água ao longo do ciclo de desenvolvimento da cultura que segundo Sousa (1976) é fundamental para o crescimento da cultura. Dados obtidos por Inman-Bamber (2004), evidenciam que se ocorrer estresse hídrico durante o desenvolvimento da cultura da cana-de-açúcar, haverá uma restrição dos processos fisiológicos como a divisão celular e a sua alongação, o que causaria danos como a diminuição na taxa de acúmulo de massa seca, na taxa de alongação da cultura e no índice de área foliar.

O crescimento da planta, em relação à massa seca da parte aérea, pode ser dividido em três etapas: fase inicial, em que o crescimento é lento, vai até 200 dias após o plantio; fase de crescimento rápido, dos 200 dias após o plantio aos 400 dias, período que a planta acumula 75% da massa total, e fase final de crescimento lento, de 400 dias após o plantio até os 500 dias de desenvolvimento da planta, nesse período o acúmulo corresponde a 11% da massa total, no ciclo de cana-planta (Machado et al., 1982).

Estas três etapas de crescimento também foram identificadas por Gava et al. (2001), ao pesquisar o cultivar SP80-1842 sob diferentes formas de manejo. Para o acúmulo de massa seca pela folha, Sinclair et al. (2004) e Machado et. al. (1982), também relataram as três fases, que se assemelham com o anterior: a primeira fase, de crescimento lento, vai até 100 dias após o plantio; a segunda fase, de crescimento rápido, fase que acumula 75% da massa seca das folhas, dos 100 dias até 250 dias após o plantio, e a terceira fase, com crescimento lento começando aos 250 dias após plantio e se estabilizando aos 300 dias.

Entretanto, Bezuidenhout (2003), classificou o crescimento da cultura da cana-de-açúcar de acordo com o perfilhamento, tendo separado também em três fases: a primeira fase corresponderia à formação dos perfilhos primários, a segunda fase ao período de grande perfilhamento e a terceira fase corresponderia ao período de senescência dos perfilhos. Já Barbieri (1993), relata o desenvolvimento da cultura da cana-de-açúcar de acordo com a velocidade de crescimento, iniciando lentamente no período de brotação, aumentando a velocidade de crescimento até um ponto máximo, quando ocorre uma diminuição gradual, estabilizando o desenvolvimento da cultura, fase que corresponde ao período de maturação da planta.

Leme et al. (1984), ao estudar a correlação da área foliar com a produtividade, identificou três fases de crescimento, baseadas somente na evolução do índice de área foliar, tendo identificado a primeira fase, como um período de quase quatro meses com aumento rápido do índice de área foliar (IAF), atingindo valores acima de quatro, a segunda fase corresponde a um período mais longo e abrange toda a fase de desenvolvimento vegetativo, com valor do IAF permanecendo constante e a terceira fase, onde foi observado

um decréscimo rápido do IAF até o momento da colheita, atingindo valores em torno de 2,0 a 2,5.

O perfilhamento corresponde ao processo de emissão de colmos por uma mesma planta que recebem a denominação de perfilhos (Matsuoka, 1996). Segundo Machado et. al. (1982), na fase inicial de desenvolvimento da cultura da cana-de-açúcar, ocorre um intenso perfilhamento, seguido de uma diminuição no número de colmos, decrescendo mais lentamente até a época de colheita.

A variação da densidade de perfilhos nestas fases varia de acordo com a intensidade luminosa, sendo que, em condições de maiores intensidades luminosas a cultura tenderia a perfilhar mais (Bezuidenhout, 2003). Esse efeito também foi observado por Christoffoleti (1986), que verificou que a baixa luminosidade tende a reduzir o perfilhamento da planta de cana-de-açúcar, pois, em seu experimento avaliou plantas que foram deixadas em casa-de-vegetação sob baixa luminosidade, estas apresentaram maior número de perfilhos mortos. Entretanto, o mesmo não ocorreu quando o cultivar foi manejado em ambiente com luminosidade maior. Efeito similar foi observado por Casagrande (1991), quando estudou a influência da temperatura no perfilhamento. Em seus resultados evidenciou que o perfilhamento aumenta em ambientes com temperaturas elevadas até o máximo de 30°C. O efeito de temperaturas menores no perfilhamento foi relatado por Inman-Bamber (1994), segundo este autor, em temperaturas próximas aos 16 °C ocorreria uma estabilização no número de perfilhos.

Ao estudar as características ideais de crescimento de cultivares de cana-de-açúcar, Terauchi e Matsuoka (2000) e Terauchi et al. (1999), relatam que o rápido crescimento inicial, responsável por um fechamento do dossel, é uma característica importante para a cultura. Segundo os mesmos autores, o ideal seria um rápido crescimento dos colmos, promovendo fechamento do dossel, com um baixo número de perfilhos por área, assim, a massa seca dos perfilhos formados seria maior, devido à diminuição da competição intraespecífica. Nesse sentido Ramesh e Mahadevaswamy (2000), estudando o efeito da seca nas diferentes fases do ciclo da cana-de-açúcar, constataram que os cultivares que perfilham menos, além de apresentarem menores porcentagens de mortalidade dos perfilhos, tinham perfilhos com maior estatura, diâmetro de colmo e maior massa seca, indicando uma correlação positiva com os cultivares mais produtivos.

Alvarez e Castro (1999), ao avaliar o crescimento da parte aérea em cultivares manejados em dois tipos de sistemas colheita, cana crua e queimada, observaram que o diâmetro sofre pequena influência do sistema de manejo. Relatam ainda, que há um crescimento acelerado no início do ciclo, estabilizando por volta dos 210 dias. Ramesh e

Mahadevaswamy (2000) e Maule et al. (2001), citam que esse comportamento seria mais uma característica genética inerente aos cultivares, que sofrem influência de acordo com o ambiente de produção.

Ao estudar a influência de produção de colmos e seus componentes, Barbosa et al. (2002), relatam que a estatura de colmos tem correlação positiva com a produtividade, ou seja, genótipos com altura de colmo maior teriam a tendência de maior produção de massa por colmo, conseqüentemente, maior produtividade. Confirmando assim, as afirmações feitas Miocque (1999), ao identificar que altura do colmo teve correlação positiva com a produtividade. Ido (2003), ao estudar cultivares de cana-de-açúcar, plantados em Rizotron, observou que o período de maior crescimento em altura para a cultura, ocorreu entre os meses de dezembro a março. Portanto, nos meses mais quentes como cita Casagrande (1991). Esses resultados confirmam os observados por Miocque (1999), que identificou o período de novembro a fevereiro, como sendo o período de maior crescimento para a cultura.

A área foliar dos cultivares de cana-de-açúcar permite correlacionar os cultivares com seu potencial produtivo, massa seca, quantidade de açúcar ou taxa de assimilação líquida. Pois a folha é a estrutura responsável pela produção da maior parte dos carboidratos essenciais ao crescimento e desenvolvimento dos vegetais (Hermann e Câmara, 1999). As folhas são os órgãos responsáveis por 90% da massa seca acumulada nas plantas, resultante da atividade fotossintética (Benincasa, 1988). Miocque (1999) e Ido (2003), relatam que o período de maior crescimento da área foliar pode ser observado entre os meses de dezembro a março.

Inman-Bamber (2004) cita que as temperaturas elevadas em períodos de estresse hídrico causam a diminuição da área foliar, pois aceleram o processo de senescência das folhas verdes. De acordo com Maule et al. (2001), a disponibilidade de água no solo governa a produção vegetal, sendo que sua falta ou seu excesso afeta de maneira significativa o desenvolvimento da área foliar da cana-de-açúcar. Colaborando nesse entendimento, Wahid (2004) relata que o crescimento da área foliar também pode ser restringido quando genótipos sensíveis são cultivados em solos com maior salinidade, pois ocorre uma redução na massa seca das folhas e a diminuição da área foliar.

## 2.2 ANÁLISE DE CRESCIMENTO

A análise de crescimento é considerada um método padrão para se medir a produtividade biológica de uma cultura em seu ambiente de produção (Magalhães, 1979). É um método que descreve as condições morfo-fisiológicas da planta em diferentes intervalos de tempo e pode ser usado para investigar o efeito de fenômenos ecológicos sobre o crescimento, como a adaptabilidade de uma espécie vegetal em ecossistemas diversos, efeitos de competição, diferenças genotípicas da capacidade produtiva e a influência de práticas agronômicas sobre o crescimento (Magalhães, 1979; Pereira e Machado, 1987; Benincasa, 1988).

A análise de crescimento é fundamental para se avaliar as diferenças intervarietais e interespecífica das diversas características que definem a capacidade produtiva de uma planta (Magalhães, 1979). Bonnet et al. (2001), relatam em seus estudos sobre a biologia do perfilhamento em cana-de-açúcar, que ainda são poucos os trabalhos que procuram correlacionar a morfologia com o crescimento e desenvolvimento vegetal, direcionado para a busca de características que auxiliem a identificação de melhores genótipos.

Este tipo de estudo se baseia principalmente no fato de que cerca de 90% da massa seca produzida pela planta ao longo do seu crescimento resulta da atividade fotossintética. Nesse sentido, torna-se importante determinar a área foliar, pois as folhas são os principais órgãos responsáveis pela captação da energia solar e pela produção de matéria orgânica através da fotossíntese, possibilitando a avaliação da eficiência das folhas e sua contribuição para o crescimento da planta como um todo (Magalhães, 1979; Benincasa, 1988).

Pereira e Machado (1987) e Benincasa (1988), afirmam que este tipo de estudo permite estimar de forma bastante precisa, as causas de variações de crescimento entre plantas geneticamente diferentes, no seu ambiente de produção, ou crescendo entre ambientes diferentes.

Gava et al. (2001) relatam que a análise de crescimento é realizada por meio de avaliações seqüências do acúmulo de fitomassa ou de índices fisiológicos dela obtidos. Magalhães (1979), Pereira e Machado (1987), Benincasa (1988) e Portes e Castro (1991) relatam que a partir dos dados de massa seca (MS) e área foliar (AF) amostrados em intervalos regulares de tempo (t), podem ser estimados alguns índices fisiológicos, tais como: acúmulo de massa seca (MS), índice de área foliar (IAF), taxa de crescimento da cultura (TCC), taxa de crescimento relativo (TCR), taxa de assimilação líquida (TAL).

Hermann e Câmara (1999), ao proporem um método simples para estimar a área foliar da cana-de-açúcar, citam a importância de se conhecer a área foliar dos cultivares de cana-de-açúcar, ressaltando que o conhecimento permite relacionar os genótipos de cana-de-açúcar com o seu potencial produtivo, representado pela quantidade de massa seca, quantidade de açúcar ou pela taxa de assimilação líquida.

Nesse sentido, Brzesowsky (1985), relacionou o aumento da produtividade com o aumento do índice de área foliar (IAF), definindo que um pequeno período de tempo de crescimento do IAF poderia proporcionar um fechamento rápido do dossel, possibilitando um melhor aproveitamento da radiação por um período maior de tempo. Medina et al. (1970), relatam que o fechamento do dossel na cana-de-açúcar, ocorre quando o IAF atinge valores acima de quatro, sendo que a partir deste ponto começa a ocorrer a morte das folhas devido ao auto-sombreamento.

De acordo com Salisbury e Ross (1992), os valores de IAF de várias culturas ficam em torno de oito, variando conforme a espécie e a densidade de plantio, entretanto o ideal seria valores que permitisse uma ótima fotossíntese líquida. Leme et al. (1984), encontraram valores de IAF, para a cultura da cana-de-açúcar entre de 4 e 6,8, sendo que os cultivares que apresentaram os maiores índices de áreas foliares durante o ciclo, corresponderam às maiores produções de massa de colmos e açúcar por hectare. Estes valores são semelhantes aos obtidos por Teruel et al. (1997), onde os referidos autores encontraram valores de IAF entre 4 e 7, tendo observado que os menores valores corresponderam aos cultivares de cana-de-açúcar, que apresentaram o menor número de perfilhos por metro. As melhores taxas de IAF observadas por esses autores, estariam próximas de quatro, pois com estas taxas as folhas conseguem interceptar cerca de 95% da incidência de radiação solar, refletindo em um maior acúmulo de fitomassa pelas plantas.

Esse mesmo comportamento foi observado por Inman-Bamber (2004), ao estudar a interferência do estresse hídrico em alguns cultivares de cana-de-açúcar. Conforme dados relatados por este autor, os cultivares que apresentaram valores próximos de quatro, tiveram a maior fitomassa e maior acúmulo de açúcar por colmo.

O acúmulo de massa seca em comunidades vegetais apresenta uma curva sigmóide, com três fases, crescimento logarítmico, crescimento linear e senescência, conforme relatam diversos autores (Salisbury e Ross, 1992; Taiz e Zeiger, 2004), tendo sido observado o mesmo comportamento na cultura da cana-de-açúcar, segundo relatos de Silveira (1995) e Gava et al. (2001).

A taxa de crescimento da cultura pode ser dividida em três fases, de acordo com os valores acumulados, na primeira fase a planta tende a ter um pequeno acúmulo de massa

seca, 6% da massa total, na segunda fase, ocorre elevadas taxas de crescimento, sendo acumulados cerca de 81% da massa seca total, observada entre os meses de dezembro a março, e a terceira fase, corresponde ao período de maturação, onde houve acúmulo 13% da massa seca total (Gava et al., 2001).

Ao estudar o acúmulo de nutrientes no cultivar RB72454, em ciclo de cana-planta, Barbosa et al. (2002), observaram que a maior taxa de crescimento da cultura ocorreu no mês de janeiro, onde foram verificados valores de 65 g de fitomassa seca  $m^{-2} \text{ dia}^{-1}$ , o equivalente a 650 kg  $ha^{-1} \text{ dia}^{-1}$ . Dados semelhantes de acúmulo de massa seca diário no cultivar RB72454, foram obtidos por Miocque (1999), tendo relatado a taxa média de 50 g de fitomassa seca  $m^{-2} \text{ dia}^{-1}$ , observada nas épocas de maior crescimento da cultura. Já Gava et al. (2001), estudando o cultivar SP80-1842, observaram taxas médias próximas de 23 g de fitomassa seca  $m^{-2} \text{ dia}^{-1}$ , também nos meses de maior crescimento da cultura, ou seja, de novembro a março.

Foram verificadas, no trabalho feito por Ramesh (2000), ao comparar níveis de estresse hídrico em cana-de-açúcar cultivada na Índia, três fases distintas de crescimento, conforme as taxas de crescimento da cultura: na primeira fase, as taxas variaram de 7,58 g de fitomassa seca  $m^{-2} \text{ dia}^{-1}$ , em condições de seca, até 17,84 g de fitomassa seca  $m^{-2} \text{ dia}^{-1}$ , em condições de adequada disponibilidade de água; na fase de grande crescimento, as taxas observadas variaram de 19,13 a 26,63 g de fitomassa seca  $m^{-2} \text{ dia}^{-1}$ , em condições de seca a adequada disponibilidade de água, e na fase de maturação as taxas voltaram a diminuir, sendo verificadas taxas de 14,66 a 16,29 g de fitomassa seca  $m^{-2} \text{ dia}^{-1}$ .

Essas taxas de crescimento da cultura já haviam sido observado por Machado et al. (1982), ao estudar a fisiologia da produção na cultura da cana-de-açúcar, onde verificaram taxas máximas de 25 g  $m^{-2} \text{ dia}^{-1}$ , na fase de grande crescimento, com taxa média ao longo do ciclo da cultura, de 12 g  $m^{-2} \text{ dia}^{-1}$ .

Dados sobre a taxa de assimilação líquida para diversas espécies são apresentados por Shipley (2002). De acordo com este autor, as taxas observadas em plantas de 20 dias, variaram de 3 g  $m^{-2} \text{ dia}^{-1}$  à 43 g  $m^{-2} \text{ dia}^{-1}$ . Ramesh (2000), identificou taxas de assimilação líquida para a cultura da cana-de-açúcar, expressa em termos de massa seca produzida em gramas por área foliar e por unidade de tempo, relatando que o ideal seriam taxas de assimilação líquida, por volta de 4 a 5 g  $m^{-2} \text{ dia}^{-1}$ . Essas taxas quando associadas com índices de área foliar próximas de 4, elevado crescimento relativo e com alocação rápida dos fotoassimilados para os colmos, possibilitaria um adequado crescimento da cultura, mesmo em condições ambientais com limitações na disponibilidade de água (Teruel et al., 1997; Inman-Bamber, 2004).



Para a taxa de alongação da cultura, relatos indicam que a variação ocorre principalmente de acordo com a temperatura, sendo que no verão, quando as médias de temperaturas diurnas estão entre 20 a 30 °C, podem ser observadas taxas de alongação por volta de 1 cm dia<sup>-1</sup> na cultura da cana-de-açúcar, conforme relata Liu e Heylar (2003), em seu estudo sobre a influência das estações do ano no crescimento de colmos. Esse efeito havia sido observado por Singels e Bezuidenhout (2002), quando verificou que a taxa de alongação do colmo havia sido regulada por uma temperatura base de 16°C e que a temperatura ótima para a alongação dos colmos foi 28 °C.

Inman-Bamber (2004), quando pesquisou os critérios para irrigação na cultura da cana-de-açúcar, observou que a taxa de alongação do colmo, também teve variação de acordo com a disponibilidade de água, pois quando houve disponibilidade de água abaixo dos 36 mm mensais, ocorreu uma redução na taxa de alongação, comparada com os tratamentos com maior disponibilidade de água. Mamet e Galwey (1999), também relatam a importância da taxa de alongação, ao estudar a TEC e sua relação com o crescimento da cana-de-açúcar. Conforme esses autores, a taxa de alongação do colmo pode ser utilizada como um critério na busca de novos genótipos, nos Programas de Melhoramento da Cana-de-Açúcar.

### 2.3 CULTIVARES

Com base nos dados apresentados por Daros et al. (2002), sobre a evolução dos cultivares protegidos utilizados no Estado do Paraná, senso 2001/2002, o cultivar RB855113 representa aproximadamente 32% dos cultivares protegidos e o cultivar RB855536 o equivalente a 20,1% dos cultivares protegidos plantados no Estado do Paraná. Já o cultivar registrado RB72454, ocupava uma área plantada de 49,3%, portanto, uma área de aproximadamente 170.000 hectares.

Vasconcelos (1998), ao estudar o comportamento de clones e cultivares nas condições edafoclimáticas da região do Vale do Parapanema, SP, obteve com o cultivar RB855536 a maior produtividade entre os genótipos testados naquele ambiente de produção (144,8 t ha<sup>-1</sup>). Para o cultivar RB72454 a produção média obtida chegou a 140,1 t ha<sup>-1</sup>. Os resultados obtidos para o número de colmos por metro, foram de 12,59 para o cultivar RB72454 e 12,55 colmos por metro para o cultivar RB855536, e a altura verificada, foi de 301,8 cm (RB72454) e 312,5 cm (RB855536).

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 ( $193 \text{ t ha}^{-1}$ ), em dois tipos de solos e na primeira época de colheita, porém após 60 dias, terceira época, houve redução de 6% na produtividade ( $10 \text{ t ha}^{-1}$ ). O mesmo comportamento foi observado com o cultivar RB855536, porém a redução foi de 13,9%, chegando na terceira época de colheita com  $154 \text{ t ha}^{-1}$ . Para o cultivar RB855113, esses pesquisadores não identificaram queda de produtividade de acordo com a época de colheita ( $158 \text{ t ha}^{-1}$ ). 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.

Dados apresentados por Barbosa et al. (2002), sobre o crescimento do cultivar RB72454, em ciclo de cana-planta, no Estado de Minas Gerais, verificaram que o período de maior acúmulo ocorreu entre os meses de janeiro a março, onde foi observada a maior taxa de crescimento. Neste período, o cultivar acumulou em média  $65 \text{ g m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$  de massa seca, chegando ao final do ciclo de desenvolvimento (539 dias após o plantio), com uma produtividade média de  $52 \text{ t ha}^{-1}$  de fitomassa seca.

Ido (2003), ao estudar o comportamento de três cultivares em condições de crescimento em Rizotron, com dois tipos de solos, no município de Paranavaí, Estado do Paraná, verificou que o período de maior crescimento, em estatura de plantas, para o cultivar RB855536, ocorreu entre os meses de dezembro a março, pois neste período o cultivar teve um aumento equivalente a 57% (158 cm) da sua altura total, quando cultivado em solo arenoso. Quando comparada às produtividades do cultivar RB855536 manejados nos dois tipos de solos, foi identificada diferença na produtividade, pois no solo argiloso a produtividade média foi de  $198,6 \text{ t ha}^{-1}$  e no solo arenoso, produtividade  $127,4 \text{ t ha}^{-1}$ .

Com base na descrição feita por Arizono (2003), o cultivar RB855536 apresenta as seguintes características: é um genótipo que germina bem, perfilha muito, possui fechamento rápido, maturação média com alto teor de açúcar. Entretanto, é considerado de média a alta exigência em solos e possui susceptibilidade a períodos de estresse hídrico, devido o consumo elevado de água. Para o cultivar RB855113 são descritas as seguintes características agrônômicas: germina bem, perfilha muito, crescimento lento, maturação média, sendo que se adapta bem em todos os tipos de solos. Já o cultivar RB72454, é de ciclo tardio, possui perfilhamento bom, não é exigente em solo e tem crescimento lento.

Nesse sentido, Maule et al. (2001) relatam a importância de estudar os novos cultivares em seu ambiente de produção, para poder gerar informações que possibilitem o entendimento dos fatores que influenciam o crescimento e o desenvolvimento. Isto possibilitaria adequar o melhor manejo do cultivar de acordo com a sua adaptação ecológica.

Em um contexto mais geral, o estudo de análise de crescimento aplicado aos cultivares de cana-de-açúcar, permite identificar a adaptação ecológica para determinados ambientes (Gava et al., 2001). Nesse mesmo contexto, Rosse et al. (2002) relatam que esses genótipos de cana-de-açúcar ainda podem ser enquadrados de acordo com sua estabilidade no ambiente de produção, pois haveria os genótipos que são responsivos a melhoria do ambiente e genótipos que podem ser recomendados para ambientes mais desfavoráveis.

### 3 METODOLOGIA

#### 3.1 CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL

O experimento foi conduzido a campo, no ano agrícola de 2002/2003 na Estação Experimental de Paranaíba, do Setor de Ciências Agrárias (SCA), da UFPR localizada no Município de Paranaíba, PR, região noroeste do Estado, entre as coordenadas 23° 05' de latitude Sul e 52° 26' de longitude Oeste, com altitude média de 470 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 frequentes 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).

Os dados climatológicos como precipitação mensal (mm), temperatura máxima (°C), temperatura média (°C) e temperatura mínima (°C), foram coletados na Estação Meteorológica do IAPAR/SIMEPAR situada no Município de Paranaíba, PR, no período de março de 2002 a julho de 2003 e são apresentados na Figura 01.

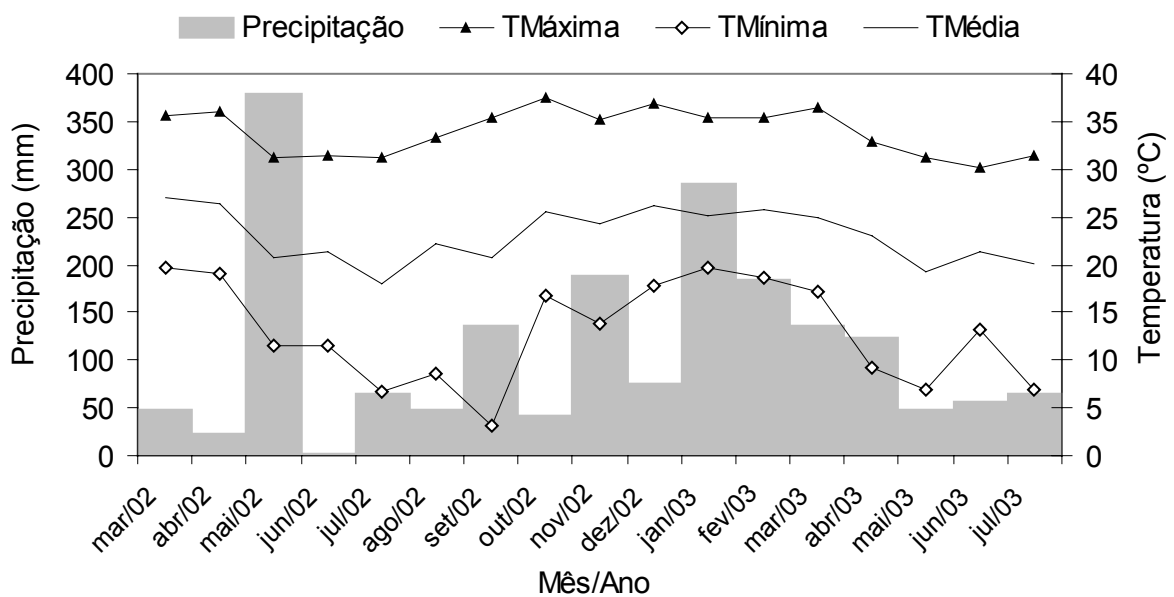


FIGURA 01 - Precipitação mensal (mm), temperatura máxima (°C), temperatura média (°C) e temperatura mínima (°C) nos meses de março de 2002 a julho de 2003. Estação Meteorológica IAPAR/SIMEPAR, Paranaíba, PR.

O experimento foi instalado em solo tipo LATOSSOLO VERMELHO Distrófico, 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; Prado, 2003), cujas características granulométricas e químicas estão apresentadas nas Tabelas 01 e 02, respectivamente.

TABELA 01 - Resultados da análise das características químicas do solo da área experimental, em camadas 0-20 cm e 20-40 cm. Estação Experimental de Paranavaí, SCA-UFPR, 2002.

Amostra	pH	Al <sup>+3</sup>	H+Al	Ca <sup>+2</sup> +Mg <sup>+2</sup>	Ca <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	T	P	C	pH	V
	CaCl <sub>2</sub>	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>					mg dm <sup>-3</sup>	g dm <sup>-3</sup>	SMP	%	
0-20 cm	4,70	0,20	2,70	0,90	0,65	0,07	3,67	6,80	7,50	6,80	26,43
20-40 cm	4,70	0,50	2,40	1,03	0,83	0,02	3,45	7,60	6,30	7,00	30,43

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

TABELA 02 - Resultados da análise das características granulométricas do solo da área experimental, em camadas 0-20 cm e 20-40 cm. Estação Experimental de Paranavaí, SCA-UFPR, 2002.

Amostra	Areia Fina	Areia Grossa	Silte	Argila
	g kg <sup>-1</sup>			
0-20 cm	700,0	140,0	60,0	100,0
20-40 cm	620,0	200,0	100,0	80,0

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

### 3.2 CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

O plantio da cana-de-açúcar foi realizado em quatro de março de 2002, utilizando três cultivares: RB72454, RB855536 e RB855113. Foi adotado o sistema de plantio manual (convencional), onde os colmos foram distribuídos dentro das linhas de plantio (sulcos), sendo colocados seis toletes com três gemas cada por metro (18 gemas por metro linear), totalizando assim 1290 gemas para cada parcela experimental. As parcelas experimentais foram compostas por 12 linhas de 6 metros, com espaçamento de 1,40m entre linhas (Figura 02). 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 toletes com três gemas, provindos de mudas com dez meses

de idades plantadas em viveiro localizado na Estação Experimentais de Paranaíba. A adubação de base utilizada foi 20 kg ha<sup>-1</sup> de N, 100 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O e 100 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

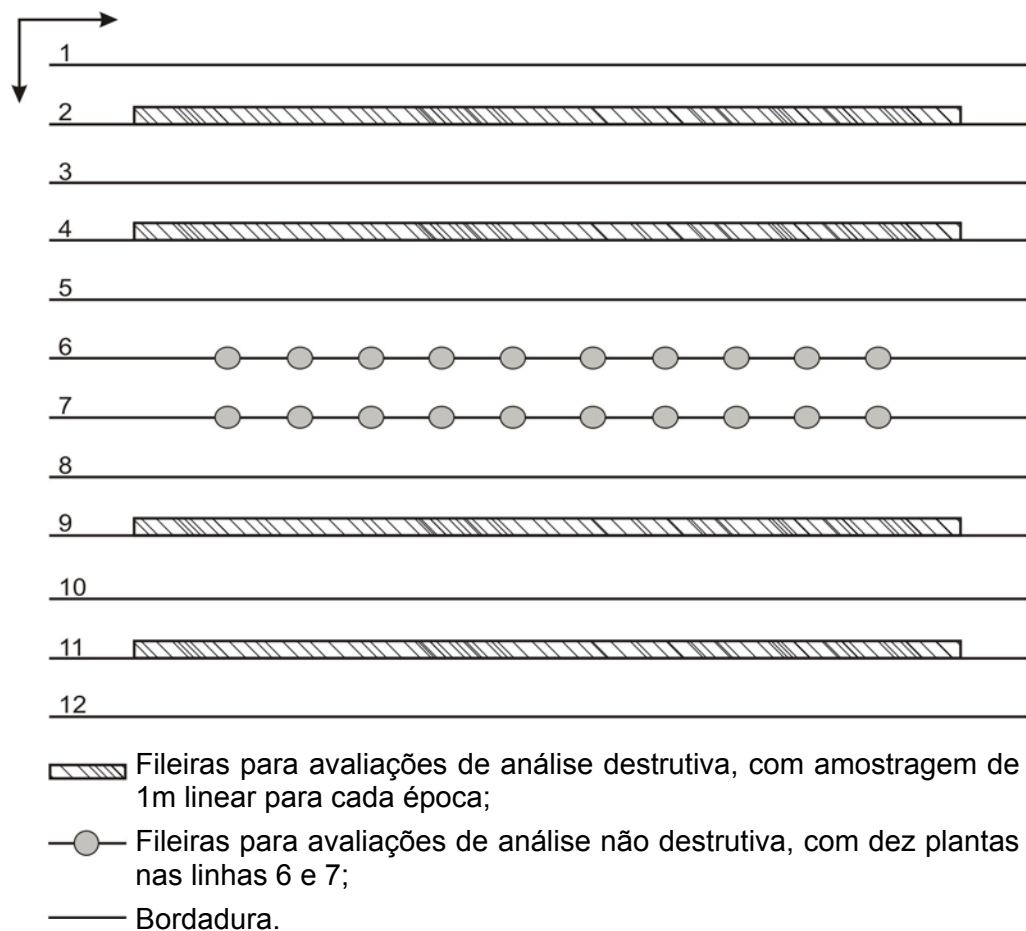


FIGURA 02 - Representação da parcela experimental e avaliações realizadas.

Para a amostragem dos dados foi adotado o intervalo temporal de aproximadamente de 55 dias, sendo feita a primeira avaliação no dia 27/05/2002, totalizando 9 épocas de amostragem durante todo o ciclo dos cultivares de cana-de-açúcar (Tabela 03).

Em cada época de amostragem foram realizados dois tipos de análises. Uma análise destrutiva de plantas, onde foram utilizadas as linhas úteis do experimento, sendo considerados 0,5 m iniciais como bordadura, seguido da amostragem em 1 m linear nesta linha útil de plantio, para cada época de avaliação (Figura 02). Foram feitas as amostragens e identificação das plantas a campo, posteriormente foram levadas para o laboratório onde foi feita separação de cada perfilho em colmo e folhas totais (folha verde + folha seca a campo) para a pesagem de massa do colmo e das folhas totais. Depois de separadas e novamente identificadas, foram colocadas em estufa de ventilação forçada a uma

temperatura média de 70 °C até peso constante, seguido da pesagem da massa do colmo seco e da massa da folha total seca.

TABELA 03 - Número de avaliações, dias após o plantio (DAP) e data das amostragens realizadas. Estação Experimental de Paranaíba, SCA, UFPR, 2003.

Nº da avaliação	Dias após o plantio (DAP)	Data
1 <sup>a</sup>	84	27/05/2002
2 <sup>a</sup>	135	17/07/2002
3 <sup>a</sup>	182	02/09/2002
4 <sup>a</sup>	231	21/10/2002
5 <sup>a</sup>	279	08/12/2002
6 <sup>a</sup>	323	21/01/2003
7 <sup>a</sup>	377	16/03/2003
8 <sup>a</sup>	428	06/05/2003
9 <sup>a</sup>	497	14/07/2003 *

\* Última avaliação com a colheita do experimento.

Na análise não destrutiva, foram identificados e marcados 20 perfilhos primários em cada parcela experimental, sendo marcados 10 perfilhos primários nas linhas 6 e 7, conforme pode ser observado na Figura 02. A marcação foi feita com etiqueta plástica e barbante, sendo colocada na folha +1 de cada perfilho. A cada intervalo de amostragem, esta marcação foi novamente amarrada no colmo acima da inserção da folha +1 atual, para determinar o incremento em estatura entre cada época analisada. Foi avaliado em cada perfilho identificado a estatura, o diâmetro do colmo, o número de folhas verdes, comprimento e largura da folha +3 e o Brix refratométrico de campo. Na última época de amostragem (9<sup>a</sup>) realizada aos 497 dias, foi feita a colheita das 20 plantas (perfilhos) marcadas de cada parcela experimental, para determinação da massa verde dos colmos e folhas totais, sendo feita a identificação dos perfilhos a campo. As amostras foram separadas em colmo e folha total (folha verde + folha seca à campo), para cada perfilho coletado. Foram identificadas, pesadas e colocadas para secagem em estufa de ventilação forçada (70 °C) até peso constante, para obtenção da massa seca dos colmos e folhas.

### 3.3 AVALIAÇÕES

#### 3.3.1 Massa seca (MS)

Para estimar a massa nos cultivares, foram feitas coletas periódicas nas seguintes épocas após o plantio: 84, 135, 182, 231, 279, 323, 377, 428 e 497 DAP. Em cada época foram coletadas amostras, separadas em colmos e folhas totais, sendo obtida a massa seca total média por perfilho em cada época de amostragem.

#### 3.3.2 Área foliar (AF)

A área foliar por colmo foi determinada por meio da contagem do número de folhas verdes (folha totalmente expandida com o mínimo de 20% de área verde, contada a partir da folha +1) e pelas medições realizadas nas folhas +3, sendo medido o comprimento e a largura da folha na porção mediana, segundo metodologia descrita por Hermann e Câmara (1999):

$$AF = C \times L \times 0,75 \times (N + 2)$$

Onde: AF - área foliar por colmo;

C - comprimento da folha +3;

L - largura da folha +3;

0,75 - fator de forma;

N - número de folhas abertas com pelo menos 20% de área verde (folha 0 a +7).

#### 3.3.3 Dados biométricos

A coleta dos dados biométricos de produção, na análise destrutiva de plantas e na análise não destrutiva de plantas seguiu a seguinte metodologia:

- Número de perfilhos: obtido por contagem dos perfilhos amostrados em um metro linear, para o cálculo do número médio de perfilhos por m<sup>2</sup>, na análise destrutiva de plantas e nas nove épocas amostragem.
- Diâmetro médio da base dos colmos: mensurado com o auxílio de um paquímetro. Cada valor da escala correspondeu a um diâmetro (mm). A medição foi realizada na base dos colmos, rente ao solo.



- Estatura média de colmo: mensurado com o auxílio de uma régua graduada com intervalos de 5 em 5 cm, medido do nível do solo até a primeira aurícula visível, classificada como folha +1.
- Número de folhas verdes: na análise destrutiva de plantas foi contado o número de folhas verdes de cada perfilho amostrado em um metro linear, posteriormente foi calculado o número médio de folhas verdes por perfilho para cada parcela experimental; na análise não destrutiva de plantas, foi contado o número de folhas verdes de cada um dos vinte perfilhos identificados, sendo obtido o número médio de folhas verdes por época de amostragem. Para identificação das folhas verdes, foi considerada à folhas com pelo menos 20% de área verde foliar.
- Área foliar: foram mensurados o comprimento e a largura na porção mediana da folha +3<sup>1</sup> de cada perfilho amostrado no metro linear, na análise destrutiva de plantas, e mensurado a folha +3 (comprimento e largura), nos perfilhos identificados na análise não destrutiva de plantas, em todas as épocas.
- Brix % cana: mensurado com o auxílio de um refratômetro de campo<sup>2</sup>, foram coletadas amostras do caldo do colmo e realizado a leitura no refratômetro; o Brix obtido foi uma média de 20 amostras feitas em cada parcela experimental, nas linhas de análise destrutiva de plantas. Leitura feita no terço médio da planta.

#### 3.3.4 Análise de crescimento

A partir da massa seca total (MS) e da área foliar (AF) foram calculados os seguintes índices: índice de área foliar (IAF), taxa de crescimento da cultura (TCC), taxa de crescimento relativo (TCR), taxa de assimilação líquida (TAL); ajustadas pela equação de regressão quadrática, por meio do programa de análise de crescimento ANACRES (Portes e Castro, 1991). Para a taxa de alongação da cultura (TEC), foi adotado metodologia citada por Ramesh (2000), sendo ajustados os dados por meio de equação de regressão cúbica.

---

<sup>1</sup> Para determinação da folha +3, foi determinada a primeira folha com “dewlap” ou aurícula visível, como folha +1, sendo considerado a folha logo abaixo a folha +2, seguido da folha +3, segundo numeração citada por Kuijper (Dillewijn, 1952).

<sup>2</sup> Refratômetro de campo: aparelho manual, que tem a função de mensurar o teor de sólidos solúveis totais (Brix) no caldo amostrado da planta.

### 3.3.4.1 Índice de área foliar (IAF)

O índice de área foliar (IAF) em  $m^2 m^{-2}$ , foi obtido em função da área foliar (AF) por perfilho, do número de perfilhos por  $m^{-1}$  e a superfície do solo sombreada pelas folhas, segundo metodologia de Watson<sup>1</sup> citado por Larcher (2000):

$$IAF = \frac{AF \times n^{\circ} P}{S}$$

Onde: AF – área foliar total perfilho<sup>-1</sup>

$n^{\circ} P$  – número de perfilhos  $m^{-1}$

S – superfície do solo

### 3.3.4.2 Taxa de crescimento da cultura (TCC)

A taxa de crescimento da cultura (TCC) em  $g t^{-1}$  representa a variação da massa seca acumulada pela planta, ao longo de um intervalo de tempo  $(t_2 - t_1)$ . Segundo metodologia citada por Reis e Muller (1979) e Benincasa, (1988):

$$TCC = \frac{(MS_2 - MS_1)}{(t_2 - t_1)}$$

Onde:  $MS_1$  – Massa seca

$MS_2$  – Massa seca obtida na época de amostragem seguinte

$(t_2 - t_1)$ ;  $t$  = tempo em dias ; 1 e 2 = duas amostragens sucessivas

### 3.3.4.3 Taxa de crescimento relativo (TCR)

A taxa de crescimento relativo (TCR) representa o incremento na massa seca, por unidade de massa inicial em um intervalo de tempo expressa em  $g g^{-1} t^{-1}$  (Reis e Muller, 1979; Benincasa, 1988):

$$TCR = \frac{(\ln MS_2 - \ln MS_1)}{(t_2 - t_1)}$$

Onde:  $\ln$  - logaritmo neperiano

---

<sup>1</sup> WATSON, D. J. **Comparative physiological studies on the growth of field crops. I: variation in net assimilation rate and leaf area between species and varieties, and within and between years.** Ann. Bot. p.41-76, 1947.

#### 3.3.4.4 Taxa de assimilação líquida (TAL)

A taxa de assimilação líquida (TAL), representa a taxa de incremento da massa seca por unidade de área foliar existente na planta, expressa em  $\text{g m}^{-2} \text{t}^{-1}$ , sendo aplicado para MS e AF, aumento exponencial (Pereira e Machado, 1987; Benincasa, 1988):

$$TAL = \left[ \frac{(MS_2 - MS_1)}{(t_2 - t_1)} \right] \times \left[ \frac{(\ln AF_2 - \ln AF_1)}{(AF_2 - AF_1)} \right]$$

Onde: AF – área foliar média por perfilho entre duas amostragens sucessivas (1 e 2)

#### 3.3.4.5 Taxa de alongação da cultura (TEC)

A taxa de alongação da cultura (TEC), em  $\text{cm t}^{-1}$ , foi calculada pela razão da alongação do colmo (cm), no intervalo de tempo entre duas épocas de amostragens, contados em dias ( $t_2 - t_1$ ) de acordo com metodologia utilizada por Ramesh (2000):

$$TEC = \frac{\text{Alongação do colmo}}{(t_2 - t_1)}$$

Onde: *Alongação do colmo* – alongação (cm) no intervalo de duas épocas de amostragens.

#### 3.3.5 Rendimento dos cultivares

Para estimar o rendimento dos cultivares, em TCH (tonelada de cana-de-açúcar por hectare), nas três últimas épocas de amostragem (377, 428 e 497 DAP), foi utilizado o método descrito por Martins e Landell (1995), com a seguinte equação:

$$TCH = D^2 \times NCM \times H \times \left( \frac{0,007854}{ESP} \right)$$

Onde: *D* – diâmetro de colmos (cm);

*NCM* – número médio de colmos  $\text{m}^{-1}$ ;

*H* – estatura média de perfilhos (cm);

*ESP* – espaçamento entre linhas (1,40 m).

### 3.4 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Os dados foram analisados segundo um delineamento experimental em blocos ao acaso com cinco repetições. Na análise destrutiva de plantas, os tratamentos foram representados pelos três cultivares de cana-de-açúcar (RB72454, RB855113 e RB855536), sendo avaliado cada época separadamente. As variáveis analisadas foram: número de perfilhos, diâmetro médio de colmo, estatura média de perfilhos, número de folhas verdes por colmo, área foliar, massa seca de colmo, massa seca de folhas e massa seca total (colmo+ folhas). Para a análise não destrutiva de plantas, os tratamentos foram arranjados em parcelas subdividas sendo três parcelas (cultivares), nove subparcelas (épocas) e cinco repetições. As variáveis analisadas foram: diâmetro de colmo, estatura de perfilhos e alongação do colmo.

Cada parcela experimental foi composta por doze linhas de 6m de comprimento com espaçamento entre linhas de 1,40 m, sendo as linhas intercaladas em bordadura e linha útil, representados na Figura 02. O espaçamento entre parcelas foi de 2 m e os blocos foram separados por ruas de 3 m. A área total do experimento foi de 2058 m<sup>2</sup> (45 x 48). Para a análise não destrutiva, foram utilizadas as linhas 6 e 7 de cada parcela e para a análise destrutiva foram utilizadas as demais linhas úteis do experimento (Figura 02).

Os resultados das avaliações foram submetidos à análise de variância, utilizando para isso o programa estatístico MSTAT-C<sup>®</sup>. As variáveis que se mostraram homogêneas pelo teste de Bartlett, tiveram os dados analisadas por meio do teste F. Quando estes dados eram significativos, ao nível de 5% e 1% de probabilidade, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade (Koehler, 1998).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 ANÁLISE DESTRUTIVA DE PLANTAS

#### 4.1.1 Número de perfilhos

Os resultados de número de perfilhos por metro quadrado, nos cultivares RB72454, RB855113 e RB855536, em cada época de amostragem após o plantio, análise destrutiva de plantas, estão apresentados na Tabela 04. De acordo com os resultados obtidos, observa-se que houve diferença no número de perfilhos por metro quadrado entre as cultivares, nas respectivas épocas (84, 135, 182, 231, 279, 323, 377 e 497 DAP).

Observa-se que os cultivares apresentaram comportamentos diferentes entre si, durante todo o ciclo de 497 dias. Onde o máximo de perfilhamento foi obtido com o cultivar RB855536, com 16,4 perfilhos por metro quadrado, aos 182 DAP ocorrendo redução de 57% até o momento da colheita (497DAP). Já o número de perfilhos registrado para o cultivar RB72454 indica perfilhamento menos intenso, onde o máximo de perfilhos foi observado aos 231 DAP, com 10,0 perfilhos, ocorrendo redução de 27% até o momento da colheita (497 DAP). Resultados intermediários foram obtidos com os cultivares RB855113 e RB855536, onde o número máximo de perfilhos foi de 14,0 e 16,4 aos 182 DAP e na colheita (497 DAP) foram 6,7 e 7,0 perfilhos por metro quadrado, representando uma redução de 52 e 57%, respectivamente.

TABELA 04 - Número de perfilhos por metro quadrado, nos cultivares RB72454, RB855113 e RB855536, em nove épocas de desenvolvimento. Análise destrutiva. Estação Experimental de Paranavaí, SCA-UFPR, 2002/2003.

Cultivares	NÚMERO DE PERFILHOS m <sup>2</sup>								
	Dias após o plantio (DAP)								
	84	135	182	231	279	323	377	428	497
RB72454	4,6b	6,6b	9,7c	10,0c	8,1c	6,9b	6,4b	6,7a	7,3a
RB855113	4,4b	5,3b	14,0b	11,7a	10,6a	8,4a	6,9ab	6,9a	6,7b
RB855536	9,4a	8,4a	16,4a	10,9b	9,6b	7,7ab	7,0a	6,6a	7,0ab
CV (%)	16,03	13,50	7,42	4,41	4,48	8,03	4,47	5,23	3,73

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

CV: Coeficiente de variação.

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

De acordo com Ido (2003), em cana-planta com plantio no mês de abril, ocorre um aumento de perfilhamento até o mês de outubro, quando a partir deste período, inicia-se uma redução no número de perfilhos, que tende a estabilizar por volta dos 350 dias após o plantio (março-abril). Este mesmo comportamento foi observado no presente experimento, onde, o máximo de perfilhamento ocorreu por volta dos 182 DAP (setembro/2002) para os cultivares RB855113 e RB855536, e 231 DAP (outubro/2002) para o cultivar RB72454, estabilizando aos 377 DAP (março/2003).

Ao estudar o comportamento de clones e cultivares de cana-de-açúcar, Vasconcelos (1998) realizou a contagem de perfilhos por metro linear três meses antes da colheita (abril), obtendo 12,5 e 12,6, ou seja, 8,9 e 9,0 perfilhos m<sup>2</sup>, para os cultivares RB855536 e RB72454, não diferindo entre si pelo teste de Tukey a 1% de probabilidade. Os resultados do presente estudo, confirmam os resultados obtidos por Vasconcelos (1998), pois aos 428 DAP (maio/2003), não foi observado diferença significativa entre os cultivares RB855536, RB72454 e também para o cultivar RB855113. Entretanto, foi verificado que os cultivares apresentaram resultados diferentes aos 497 DAP, de acordo com o teste de Tukey a 5% de probabilidade, o maior número de perfilhos foram registrados para os cultivares RB72454 e RB855536.

#### 4.1.2 Diâmetro e estatura de colmos

Os resultados de diâmetro médio da base dos colmos nos três cultivares de cana-de-açúcar estão apresentados na Tabela 05. De acordo como os dados nas primeiras épocas (84 e 135 DAP), não houve diferenças significativas no diâmetro médio de colmos entre os cultivares. A partir dos 279 DAP, os cultivares apresentaram diferenças significativas no diâmetro médio do colmo, sendo que o cultivar RB72454, começa a se destacar com o diâmetro de colmo (323 DAP), chegando aos 497 DAP, com o maior diâmetro de colmo (3,19 cm). Nota-se ainda, que a partir dos 279 DAP, o diâmetro médio do colmo dos cultivares tende a diminuir e estabilizar.

Resultados similares foram obtidos por Ramesh e Mahadevaswamy (2000), onde analisaram o diâmetro do colmo aos 30, 60, 150 e 360 DAP. De acordo com os resultados obtidos por estes autores, para todos os cultivares testados, não foi observada diferença significativa no diâmetro de colmo nas duas primeiras épocas (30 e 60 DAP), sendo que nas demais épocas foram observadas diferenças significativas entre os cultivares estudados.

TABELA 05 - Diâmetro médio da base do colmo (cm), nos cultivares RB72454, RB855113 e RB855536, em nove épocas de desenvolvimento. Análise destrutiva. Estação Experimental de Paranavaí, SCA-UFPR, 2002/2003.

Cultivares	DIÂMETRO MÉDIO DA BASE DO COLMO (cm)								
	Dias após a colheita (DAP)								
	84	135	182	231	279	323	377	428	497
RB72454	0,95 a	1,43 a	1,98 a	2,47 a	3,31 a	3,30 a	3,04 a	3,03 a	3,19 a
RB855113	0,99 a	1,40 a	1,61 b	2,38 a	3,15 ab	2,92 b	2,89 ab	2,83 ab	2,87 b
RB855536	0,87 a	1,41 a	1,81 ab	2,43 a	2,82 b	2,76 b	2,73 b	2,67 b	2,74 b
CV (%)	7,05	24,17	9,81	7,05	8,33	5,79	3,92	5,77	4,93

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

CV: Coeficiente de variação.

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

Na Tabela 06, pode ser verificado o resultado da estatura média da base dos colmos nos cultivares RB72454, RB855113 e RB855536, nas nove épocas de amostragem, para a análise destrutiva de plantas. Nota-se que a estatura média dos colmos apresentou a mesma tendência de evolução para os diferentes cultivares, sendo que o período de maior crescimento em estatura foi registrado entre 279 DAP e 377 DAP, período em que diminui o diâmetro do colmo. O cultivar RB855536 apresentou aumento na estatura de 99,2 cm, no intervalo de 44 dias (279 a 323 DAP), correspondendo ao acréscimo de 2,25 cm dia<sup>-1</sup> durante este período. Já o cultivar RB72454, apresentou o maior crescimento em estatura do colmo entre os 323 e 377 DAP, com aumento de 97,5 cm, no intervalo de 53 dias, portanto, acréscimo de 1,83 cm dia<sup>-1</sup>. Já o cultivar RB855113, foi o que apresentou o crescimento mais lento neste intervalo, com aumento de 79,4 cm ou 1,49 cm dia<sup>-1</sup>, chegando aos 497 DAP, com a menor estatura se comparado com os demais cultivares.

TABELA 06 - Estatura média do colmo (cm), nos cultivares RB72454, RB855113 e RB855536, em nove épocas de desenvolvimento. Análise destrutiva. Estação Experimental de Paranavaí, SCA-UFPR, 2002/2003.

Cultivares	ESTATURA DO COLMO (cm)								
	Dias após o plantio (DAP)								
	84	135	182	231	279	323	377	428	497
RB72454	5,6 a	9,5 a	32,0 a	48,3 a	114,0 a	195,9 b	293,4 a	328,4 a	340,5 a
RB855113	4,7 ab	9,4 a	18,1 c	35,1 b	107,3 a	184,4 b	260,4 a	306,4 b	306,9 b
RB855536	4,2 b	8,6 a	26,3 b	45,2 a	120,7 a	219,9 a	299,3 a	325,4 ab	340,3 a
CV (%)	12,85	9,45	8,80	5,72	8,35	6,17	9,72	3,39	4,01

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

CV: Coeficiente de variação.

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

De acordo com os dados apresentados na Tabela 06, verifica-se que o período de maior acréscimo em estatura para os cultivares, ocorreu nos meses mais quentes do ano (dezembro/2002 até março/2003). Resultados semelhantes foram obtidos por Machado et al. (1982), Miocque (1999), Suguitani (2001) e Ido (2003) onde relataram aumento em estatura de 57% até 62%, durante os meses de novembro a março. Entretanto, alguns autores como Ramesh e Mahadevaswamy (2000), citam diferenças na estatura dos colmos é decorrente do tipo de perfilho, sendo que o perfilho primário é o que apresenta maior crescimento, por não haver competição na fase inicial de desenvolvimento.

#### 4.1.3 Número de folhas verdes por perfilho

O número de folhas verdes por perfilho, dos três cultivares, RB72454, RB855113 e RB855536, em cada época para a análise destrutiva, está representado na Tabela 07. De acordo com os resultados, observa-se pequeno aumento no número de folhas verdes para cada cultivar até os 231 DAP, correspondendo ao final do período de perfilhamento. A partir desta época ocorre aumento no número de folhas verdes, culminando aos 377 DAP, quando os cultivares RB72454 e RB855113 apresentaram o maior número folhas verdes. Para o cultivar RB855536, o maior número de folhas verdes ocorreu aos 428 DAP. Ramesh (2000) relata que, passada à fase de intenso crescimento (279 a 377 DAP) a cultura diminui o gasto de energia para produção de folhas verdes. Entretanto, os resultado obtidos mostram que este comportamento depende do cultivar pois, neste caso, o cultivar RB855536 investiu em produção de folhas verdes até os 428 DAP, período este que corresponde à fase de maturação como citam diversos autores (Machado, 1987; Ramesh, 2000; Cock, 2001; Ido, 2003).

TABELA 07 - Número de folhas verdes por perfilho, nos cultivares RB72454, RB855113 e RB855536, em nove épocas de desenvolvimento. Análise destrutiva. Estação Experimental de Paranavaí, SCA-UFPR, 2002/2003.

Cultivares	Nº FOLHAS VERDES POR PERFILHO								
	Dias após o plantio (DAP)								
	84	135	182	231	279	323	377	428	497
RB72454	4,03 ab	4,13 a	5,22 a	5,28 a	7,27 a	8,52 a	10,88 a	9,38 ab	7,27 a
RB855113	4,25 a	4,36 a	5,60 a	5,43 a	7,48 a	7,36 b	10,65 a	8,65 b	6,23 b
RB855536	3,77 b	4,20 a	5,13 a	4,15 b	7,85 a	8,74 a	9,49 b	10,01 a	6,78 ab
CV (%)	5,75	9,20	6,82	7,21	5,00	4,67	4,18	7,56	8,14

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

CV: Coeficiente de variação.

Os resultados da análise de variância estão apresentados no Anexo 04.



No momento da colheita (497 DAP), as três cultivares apresentam uma redução no número de folhas verdes por perfilho, indicando que entre os 428 e 497 DAP ocorre o período de maior senescência das folhas, chegando ao final do ciclo (497 DAP) com número de seis a sete folhas. Conforme Castro (2001), próximo ao momento da colheita os cultivares apresentam número constante de folhas verdes, que varia entre oito a nove folhas, porém Cock (2001), relata que este número pode variar de seis a 13 folhas verdes.

#### 4.1.4 Área foliar

Na Tabela 08 estão apresentados os resultados de área foliar média por perfilho, dos três cultivares, RB72454, RB855113 e RB855536, nas nove épocas de amostragem, na análise destrutiva de planta. Conforme os resultados obtidos, nota-se que aos 84 DAP, o cultivar RB855113 apresentou a maior área foliar por perfilho, porém nas duas épocas subsequentes (135 e 182 DAP), os cultivares RB72454, RB855113 e RB855536 apresentam resultados semelhantes de área foliar por perfilho. Entretanto, se considerar a área foliar por m<sup>2</sup>, o valor obtido para o cultivar RB855536 foi superior aos demais cultivares até os 182 DAP, devido o elevado número de perfilhos nas três primeiras épocas (84, 135 e 182 DAP).

TABELA 08 - Área foliar média (cm<sup>2</sup> perfilho<sup>-1</sup>), nos cultivares RB72454, RB855113 e RB855536, em nove épocas de desenvolvimento. Análise destrutiva. Estação Experimental de Paranaíba, SCA-UFPR, 2002/2003.

Cultivares	ÁREA FOLIAR MÉDIA (cm <sup>2</sup> perfilho <sup>-1</sup> )								
	Dias após o plantio (DAP)								
	84	135	182	231	279	323	377	428	497
RB72454	283,4 b	851,6 a	1253,3 a	2236,3 a	4584,3 a	6415,0 a	7771,6 b	6342,5 a	4685,4 a
RB855113	336,6 a	906,9 a	1430,1 a	2023,1 a	4747,8 a	5850,5 b	8596,4 a	6692,2 a	4152,3 b
RB855536	194,8 c	851,5 a	1138,9 a	1477,2 b	4114,6 b	5977,7 ab	5964,9 c	6113,7 a	3495,2 c
CV%	7,50	12,50	13,85	7,53	4,83	4,84	4,39	6,01	2,43

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

CV: Coeficiente de variação.

Os resultados da análise de variância estão apresentados no Anexo 05.

Outra fase importante para os cultivares, corresponde à época que ocorre o máximo número de folhas verdes por perfilho, resultando em maior área foliar por perfilho (377 DAP). Nesta época o cultivar RB855113 e RB72454, apresentaram a maior área foliar observada durante todo o ciclo da cultura, com destaque para o RB855113. Esse resultado pode ter sido influenciado pelo tamanho das folhas fotossinteticamente ativas, pois, quando se compara o cultivar RB855113 com o cultivar RB72454, ambos apresentavam número de

folhas verdes semelhantes, não diferindo estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% (Tabela 07).

De acordo com os resultados obtidos no presente estudo, verifica-se que a ocorrência das maiores áreas foliares por perfilho ocorreu entre o período de dezembro a março. Após esta fase, os cultivares diminuíram a área foliar por perfilho, sendo que o cultivar RB855113 apresentou a maior redução (52%) na área foliar por perfilho, registrado entre 377 DAP e a colheita (497 DAP). Esses resultados concordam com Machado et. al (1982) e Ido (2003), que relatam que o maior crescimento da parte área ocorrem nos meses de janeiro a março, devido às adequadas condições de temperatura e precipitação.

#### 4.1.5 Massa seca de colmo, folha + bainha e do total

Os resultados de massa seca de colmo, folha + bainha e do total (folha + bainha + colmo), para os três cultivares analisados, nas nove épocas de amostragem para a análise destrutiva de plantas estão representados na Tabela 09. Assim como foi observado nas variáveis anteriores, os resultados de massa seca por perfilho apresentaram a mesma tendência de desenvolvimento.

O acúmulo de massa seca nos colmos foi pequeno nas fases iniciais (84 a 182 DAP), pois neste período os cultivares estão investindo na produção de aparatos foliares. Dos 231 DAP em diante, observa-se que os incrementos em massa seca nos colmos são crescentes, sendo que aos 323 DAP, os maiores acréscimos em massa seca são destinados para os colmos.

O aumento de massa seca de folhas + bainha, pode ser considerado crescente durante o ciclo de desenvolvimento (497 DAP). Embora tenha sido registrada na colheita (497 DAP), uma pequena diminuição na massa seca de folhas nos cultivares RB855113 e RB855536. De acordo com Machado et al. (1982) após 100 dias de ciclo, a massa seca de folhas representa 70% de toda a massa seca da planta, depois dessa fase ocorre diminuição progressiva até que ao redor dos 400 DAP, a quantidade de massa seca das folhas representaria apenas 9% de toda massa seca acumulada pela planta (Tabela 09 e Figura 03).

De modo geral, no período inicial, os cultivares apresentaram crescimento lento (84 DAP), seguido de um intenso acúmulo de massa seca total, compreendendo o período de 135 a 377 DAP. Neste período, o cultivar RB72454 apresentou um aumento de 35 vezes da massa seca total, passando de  $17,2 \text{ g perfilho}^{-1}$  para  $774,6 \text{ g perfilho}^{-1}$ . Resultados similares

foram obtidos com os cultivares RB855113 e RB855536, porém com um acúmulo inferior ao observado para o cultivar RB72454.

TABELA 09 - Massa seca (g perfilho<sup>-1</sup>) do colmo, folha + bainha e do total, nos cultivares RB72454, RB855113 e RB855536, em nove épocas de desenvolvimento. Análise destrutiva. Estação Experimental de Paranavaí, SCA-UFPR, 2002/2003.

Cultivares	MASSA SECA POR PERFILHO (g perfilho <sup>-1</sup> )									
	Dias após o plantio (DAP)									
	84	135	182	231	279	323	377	428	497	
COLMO	RB72454	-	0,4b	4,1a	26,3a	73,9a	258,3a	414,1a	569,3a	680,1a
	RB855113	-	1,2a	2,1b	7,5c	52,2b	172,6b	351,0b	476,7b	584,9b
	RB855536	-	1,8a	4,3a	16,2b	67,6ab	224,8ab	349,4b	458,1b	507,5c
	CV(%)	-	36,38	22,42	27,41	17,93	15,27	7,13	7,58	6,82
FOLHA+ BAINHA	RB72454	4,9a	16,8a	25,4a	53,5a	98,8a	181,9ab	192,1a	205,3a	199,4a
	RB855113	4,9a	16,9a	19,2b	42,4b	91,1ab	195,2a	183,8a	189,4ab	155,5b
	RB855536	3,3b	15,2a	20,4ab	39,7b	77,4b	142,0b	140,7b	153,8b	119,9b
	CV(%)	13,28	14,85	15,05	13,47	12,73	13,60	10,97	13,21	13,48
TOTAL	RB72454	4,9a	17,2a	29,5a	79,8a	172,7a	450,2a	606,3a	774,6a	859,5a
	RB855113	4,9a	18,2a	21,4b	49,9b	143,3b	377,9ab	554,8ab	666,2b	740,4b
	RB855536	3,3b	17,0a	24,7ab	55,9b	145,0b	366,8b	490,0b	611,9b	627,4c
	CV(%)	13,28	14,90	15,08	13,86	9,56	10,76	8,01	6,82	4,23

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

CV: Coeficiente de variação.

Os resultados da análise de variância estão apresentados nos Anexos 06, 07 e 08.

Por outro lado, ao observar a relação fonte-dreno, nota-se que até os 279 DAP a maior parte dos fotoassimilados é investido para a produção de massa seca de folha + bainha, estabilizando aos 323 DAP. A partir desta época, os resultados indicam que a planta produz quantidade suficiente de fotoassimilados, para manter a mesma área foliar, passando a investir no acúmulo de massa seca nos colmos até os 497 DAP. Outra correlação importante é a quantidade de massa seca de folha + bainha e de massa seca de colmo, pois aos 497 DAP, o cultivar RB72454 que apresentou o maior acúmulo de massa seca de folha + bainha, obteve a maior massa seca de colmo e conseqüentemente a maior massa seca total. Estes resultados indicam uma correlação positiva entre massa foliar e massa total, concordando assim, com os resultados obtidos por Leme et al. (1984). Segundo estes autores, as estimativas da área foliar podem ser usadas como parâmetro para determinar a produção final da cana-de-açúcar.

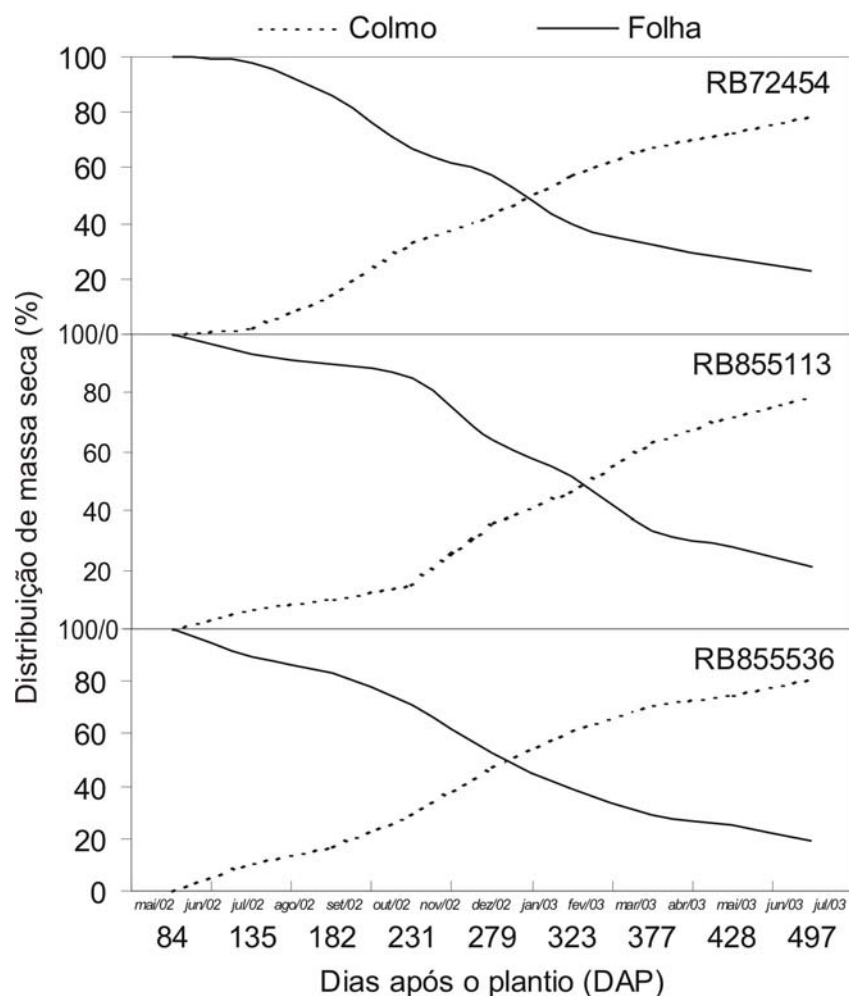


FIGURA 03 – Distribuição de massa seca, em porcentagem (%), do total em cana-de-açúcar, nos cultivares RB72454, RB855113 e RB855536, em nove épocas de desenvolvimento. Análise destrutiva. Estação Experimental de Paranaíba, SCA-UFPR, 2002/2003.

Na Figura 03, pode ser examinada a distribuição de massa seca do total, destinada à folha + bainha e ao colmo, nos cultivares RB72454, RB855113 e RB855536, nas nove épocas de amostragem, para a análise destrutiva de plantas. Observa-se que os cultivares apresentaram a mesma tendência de distribuição da massa seca total em folha + bainha e colmo. Da fase inicial até os 279 e 323, o maior acúmulo de massa seca estava sendo destinada para produção de folhas, a partir destas épocas a cultura passa a ter o maior acúmulo de massa seca nos colmos. Esta fase corresponde, segundo Miocque (1999); Gava et al. (2001) e Silveira et al. (2002), ao período de grande crescimento da cultura onde a cana-de-açúcar apresenta as maiores taxas de acúmulo de massa seca total. Nota-se ainda, que o cultivar RB855113, apresentou um crescimento mais lento, pois a relação

massa seca de folha e colmo só se inverteu aos 323 DAP, enquanto que para os cultivares RB72454 e RB855536, esta relação se inverteu aos 279 DAP.

A evolução da massa seca total ( $\text{g m}^{-2}$ ) para os três cultivares nas nove épocas de amostragem pode ser observada nas Figuras 04, 05 e 06. Os dados massa seca total foram corrigidos pela equação de regressão quadrática, para os cultivares:

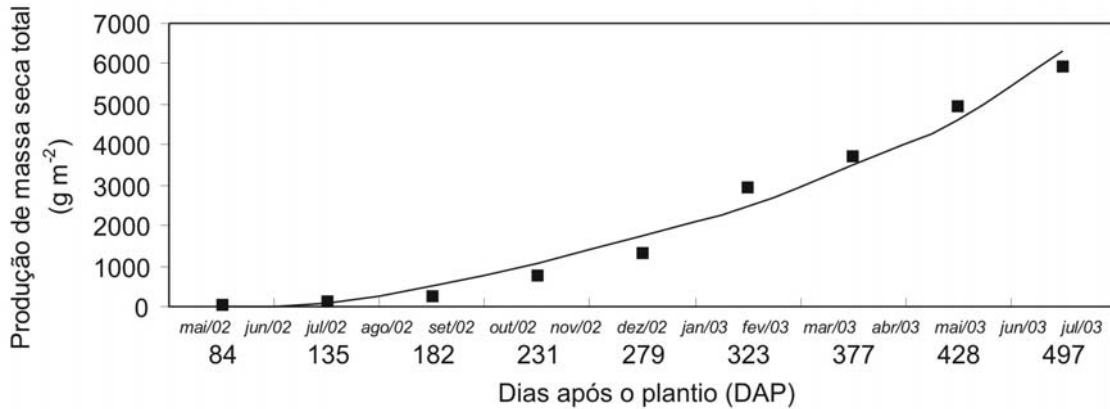
$$\text{RB72454: } Y = (-448,7629) + (0,4076137)*x + (2,659026E-02)*x^2, r^2=0,988;$$

$$\text{RB855113: } Y = (-1057,148) + (7,118088)*x + (1,129024E-02)*x^2, r^2=0,971;$$

$$\text{RB855536: } Y = (-947,6286) + (7,011426)*x + (8,750689E-03)*x^2, r^2=0,973.$$

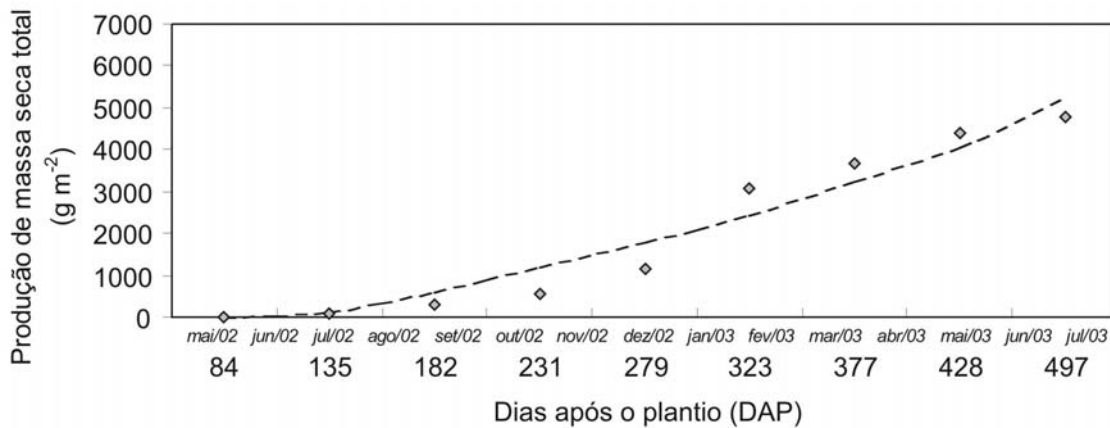
De acordo com os resultados, pode ser observado, que os três cultivares apresentaram a mesma tendência de evolução da massa seca total durante o ciclo da cultura. Entretanto, o cultivar RB72454 se destaca em relação aos demais, a partir dos 428 DAP, apresentando maior incremento em massa seca, quando comparado com os cultivares RB855113 e RB855536. Este resultado pode ser observado na Tabela 09, onde o cultivar RB72454 se destacou com maior massa seca total por perfilho ( $859,5 \text{ g perfilho}^{-1}$ ).

Comparando-se as curvas de crescimento da massa seca (Figuras 04, 05 e 06), observa-se que ocorreu um crescimento contínuo até a última data de amostragem (497 DAP). Verifica-se ainda que entre os cultivares o crescimento foi mais acentuado para o cultivar RB72454. Dados similares foram observados por Alvarez e Castro (1999), que estudaram a evolução de massa seca em dois ciclos da cana-de-açúcar, em condições de cana crua e cana queimada, sendo que no ciclo de cana-planta os cultivares apresentaram o crescimento contínuo para nos dois sistemas de cultivo, concordando assim, com os resultados descritos no presente estudo.



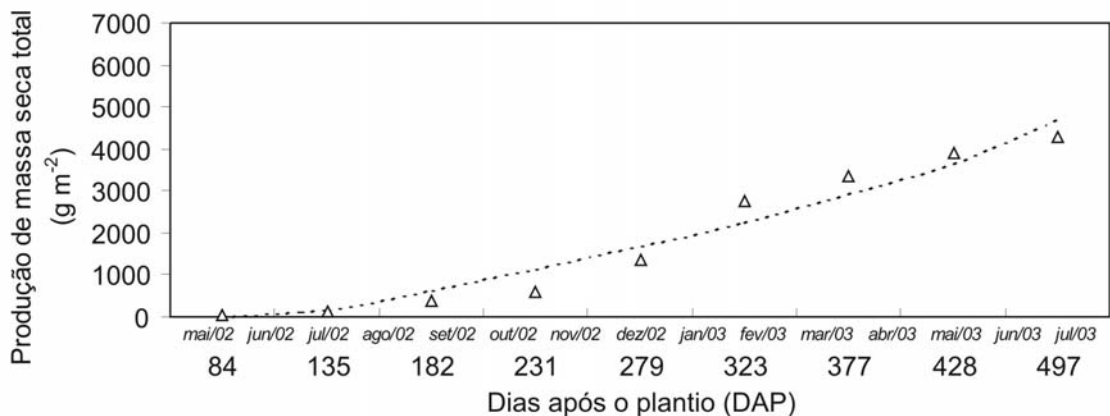
$$Y=(-448,7629)+(0,4076137)*X+(2,659026E-02)*X^2; r^2=0,988$$

FIGURA 04 – Produção de massa seca total (g m<sup>-2</sup>), no cultivar RB72454, nas nove épocas de desenvolvimento. Análise destrutiva. Estação Experimental de Paranaíba, SCA-UFPR, 2002/2003.



$$Y=(-1057,148)+(7,118088)*X+(1,129024E-02)*X^2; r^2=0,971$$

FIGURA 05 - Produção de massa seca total (g m<sup>-2</sup>), no cultivar RB855113, nas nove épocas de desenvolvimento. Análise destrutiva. Estação Experimental de Paranaíba, SCA-UFPR, 2002/2003.



$$Y=(-947,6286)+(7,011426)*X+(8,750689E-03)*X^2; r^2=0,973$$

FIGURA 06 - Produção de massa seca total (g m<sup>-2</sup>), no cultivar RB855536, nas nove épocas de desenvolvimento. Análise destrutiva. Estação Experimental de Paranaíba, SCA-UFPR, 2002/2003.

#### 4.1.6 Índice de área foliar (IAF)

Nas Figuras 07, 08 e 09, estão representados os valores de IAF observado e o IAF corrigido pela equação de regressão quadrática para os três cultivares, nas nove épocas de amostragem e na análise destrutiva de plantas:

$$\text{RB72454: } Y = (-3,307549) + (3,659065E-02) * x + (-4,539034E-05) * x^2; r^2=0,951;$$

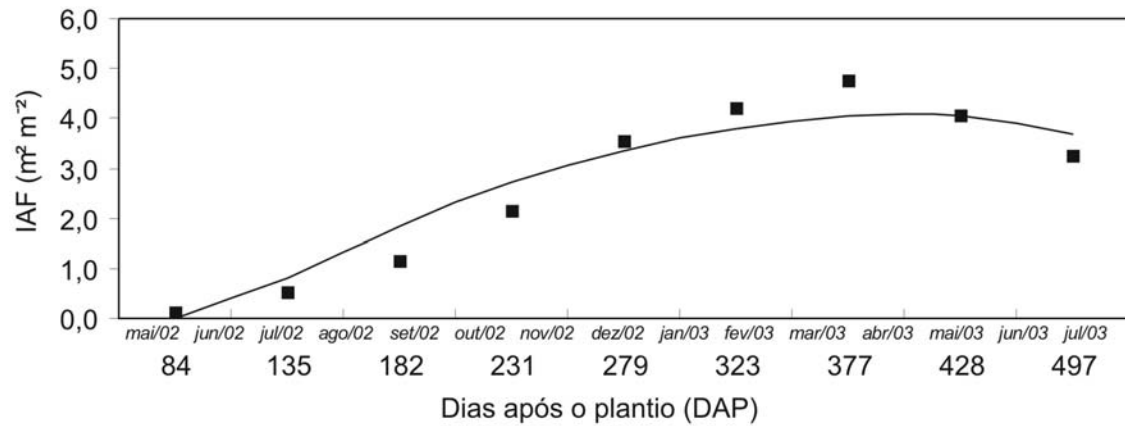
$$\text{RB855113: } Y = (-4,629287) + (5,178432E-02) * x + (-7,216955E-05) * x^2; r^2=0,923;$$

$$\text{RB855536: } Y = (-3,395525) + (3,981855E-02) * x + (-5,474501E-05) * x^2; r^2=0,915.$$

De acordo com resultados obtidos, observa-se que os cultivares apresentaram a mesma tendência de evolução do IAF. Entretanto, para os cultivares RB855113 e RB855536, descritos como cultivares de maturação média, houve desenvolvimento inicial mais rápido quando comparado o cultivar RB72454. Neste caso, podemos observar que os cultivares RB855113 ( $r^2=0,923$ ) e RB855536 ( $r^2=0,915$ ), apresentaram o IAF máximo entre o período de 323 a 377 DAP, seguido de uma redução no IAF devido ao incremento de massa seca no colmo aliado com a diminuição do número de folhas verdes.

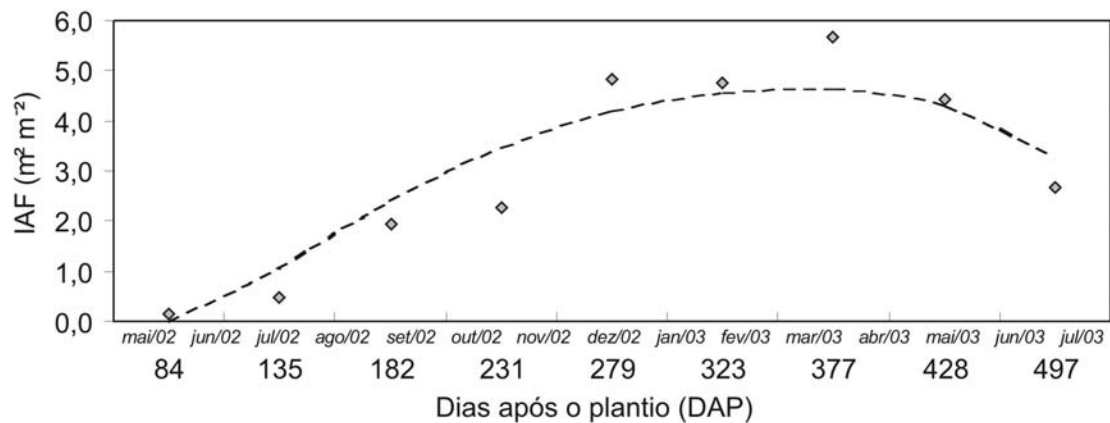
O cultivar de ciclo tardio é representado por um crescimento mais lento, como o observado no cultivar RB72454, que apresentou IAF corrigido máximo aos 428 DAP, chegando ao final do ciclo de desenvolvimento da cultura com o maior IAF entre os cultivares analisados, representados pela curva de regressão ( $r^2=0,951$ ). Entretanto, se for observado nas épocas anteriores (84, 135, 182, 231, 279, 323 e 377), verifica-se que o IAF normalmente apresentava valores inferiores aos obtidos pelos cultivares RB855113 e RB855536. Nesse sentido Machado et al. (1982), relatam que o IAF ideal estaria em torno de quatro o que seria suficiente para interceptar cerca de 95% da radiação solar incidente.

Segundo Terauchi e Matsuoka (2000), as características ideais de cultivares de cana-de-açúcar estariam relacionadas com rápido crescimento e desenvolvimento na fase inicial, que corresponde ao perfilhamento. Portanto para ter rápido crescimento nesta fase, necessitaria de características morfológicas que favorecessem a interceptação da radiação solar. Entretanto, para o cultivar RB72454, observa-se crescimento mais lento nas fases iniciais, podendo ser visto nos resultados de perfilhamento (Tabela 04), IAF (Figura 07) e também a área foliar por perfilho (Tabela 08). Contudo, quando se observam os dados de massa seca total, nota-se que este acúmulo de massa seca no cultivar RB72454 é superior a partir das épocas 182, 231, 279, 323, 377, 428 e 497 DAP. Dessa forma, evidencia-se a alta capacidade de captação de radiação solar e a conversão em massa total.



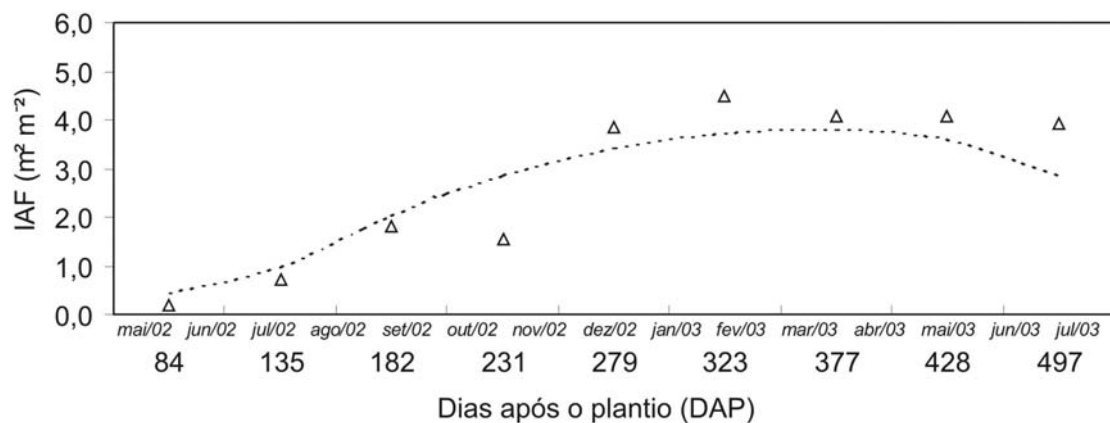
$$Y = (-3,307549) + (3,659065E-02) * X + (-4,539034E-05) * X^2; r^2 = 0,951$$

FIGURA 07 - Índice de área foliar - IAF (m² m⁻²), no cultivar RB72454, nas nove épocas de desenvolvimento. Análise destrutiva. Estação Experimental de Paranavaí, SCA-UFPR, 2002/2003.



$$Y = (-4,629287) + (5,178432E-02) * X + (-7,216955E-05) * X^2; r^2 = 0,923$$

FIGURA 08 - Índice de área foliar - IAF (m² m⁻²), no cultivar RB855113, nas nove épocas de desenvolvimento. Análise destrutiva. Estação Experimental de Paranavaí, SCA-UFPR, 2002/2003.



$$Y = (-3,395525) + (3,981855E-02) * X + (-5,474501E-05) * X^2; r^2 = 0,915$$

FIGURA 09 - Índice de área foliar - IAF (m² m⁻²), no cultivar RB855536, nas nove épocas de desenvolvimento. Análise destrutiva. Estação Experimental de Paranavaí, SCA-UFPR, 2002/2003.



Outras variáveis importantes que influenciaram o IAF foram: o número de perfilhos formados, o número de folhas verdes, o tamanho e a largura das folhas. Neste sentido, os cultivares apresentaram diferentes comportamentos de desenvolvimento para cada variável. Nas primeiras épocas o cultivar RB855536 apresentou o maior número de perfilhos até os 182 DAP, porém este comportamento não refletiu em aumento no IAF e na produção de massa seca total, quando comparado com os cultivares RB72454 e RB855113. Esse efeito foi observado por Terauchi e Matsuoka (2000), que consideraram o elevado perfilhamento na fase inicial como sendo uma característica inadequada para a obtenção de novos cultivares, pois promoveria um gasto energético para a produção destes perfilhos, não refletindo em aumento de produtividade.

#### 4.1.7 Taxa de crescimento da cultura (TCC)

Observa-se nas Figuras 10, 11 e 12 a tendência de desenvolvimento da TCC ( $\text{g dia}^{-1}$ ) ajustados pela equação quadrática, para os cultivares estudados nas nove épocas:

$$\text{RB72454: } Y = 0,0426x^2 + 2,245x + 2,8201; r^2=0,9989;$$

$$\text{RB855113: } Y = 0,018x^2 + 0,9533x + 8,1423; r^2 = 0,9989;$$

$$\text{RB855536: } Y = 0,0062x^2 + 0,7868x + 7,9123; r^2 = 0,9821.$$

De acordo com os resultados, pode ser observado que para os cultivares de ciclo médio (RB855113 e RB855536), a fase inicial de desenvolvimento apresenta maior taxa de crescimento da cultura, ou seja, os cultivares apresentam maior acúmulo de massa seca por dia até os 182 DAP. Esta fase coincide com o período de máximo perfilhamento, conforme resultados apresentados na Tabela 04. Portanto, para os cultivares que apresentam rápido crescimento inicial, a taxa de crescimento da cultura (TCC) tende a ser maior, do que as taxas obtidas pelos cultivares de desenvolvimento mais lento, conforme os resultados obtidos pelo cultivar RB72454.

Ao estudar cultivares de cana-de-açúcar, Ramesh (2000) encontrou três fases distintas de TCC ( $\text{g dia}^{-1}$ ). A primeira identificada como fase de formação, com um TCC de  $17,82 \text{ g dia}^{-1}$ , na segunda fase (intenso crescimento), TCC de  $26,62 \text{ g dia}^{-1}$  e na última fase (maturação) a taxa obtida foi de  $16,29 \text{ g dia}^{-1}$ . Segundo Ramesh (2000), a redução na TCC durante a fase de maturação está relacionada com a queda de temperatura neste período. Entretanto, no atual experimento, durante o período de maturação dos cultivares, a TCC continuou a aumentar até os 497 DAP.

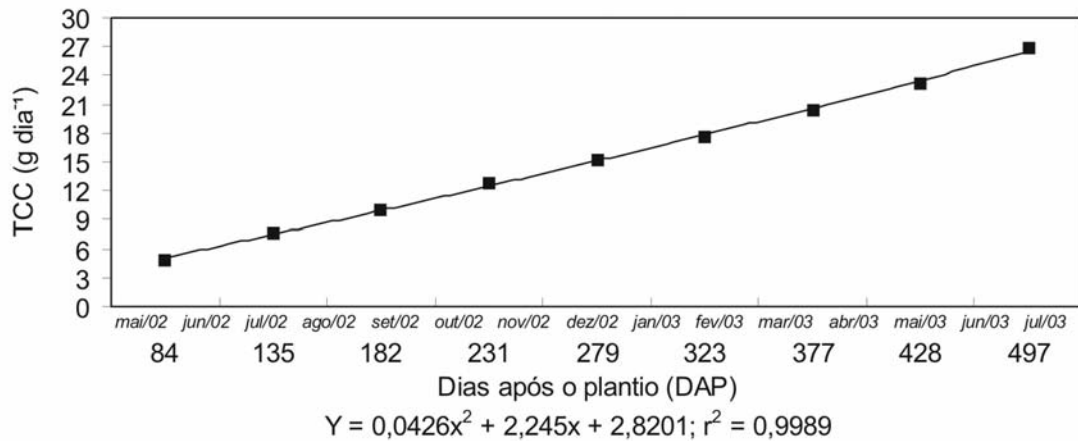


FIGURA 10 - Taxa de crescimento da cultura - TCC (g dia<sup>-1</sup>), no cultivar RB72454, nas nove épocas de desenvolvimento. Análise destrutiva. Estação Experimental de Paranavaí, SCA-UFPR, 2002/2003.

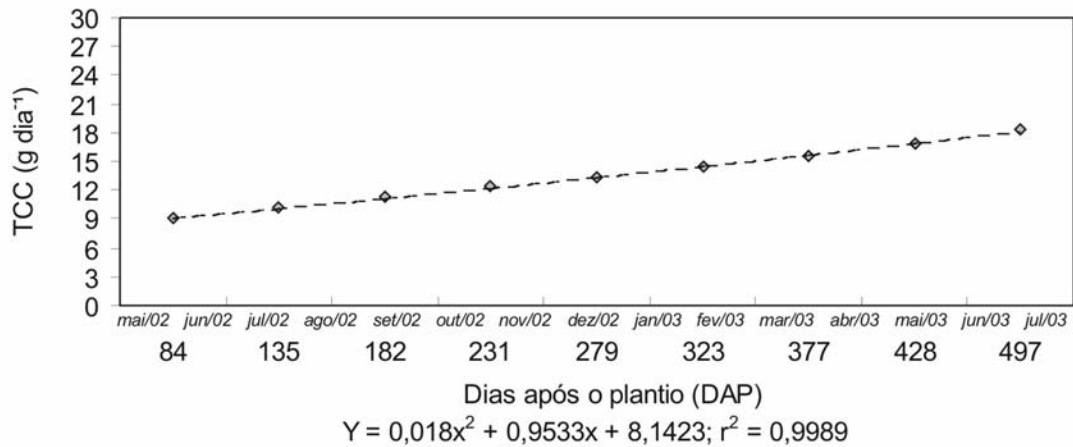


FIGURA 11 - Taxa de crescimento da cultura - TCC (g dia<sup>-1</sup>), no cultivar RB855113, nas nove épocas de desenvolvimento. Análise destrutiva. Estação Experimental de Paranavaí, SCA-UFPR, 2002/2003.

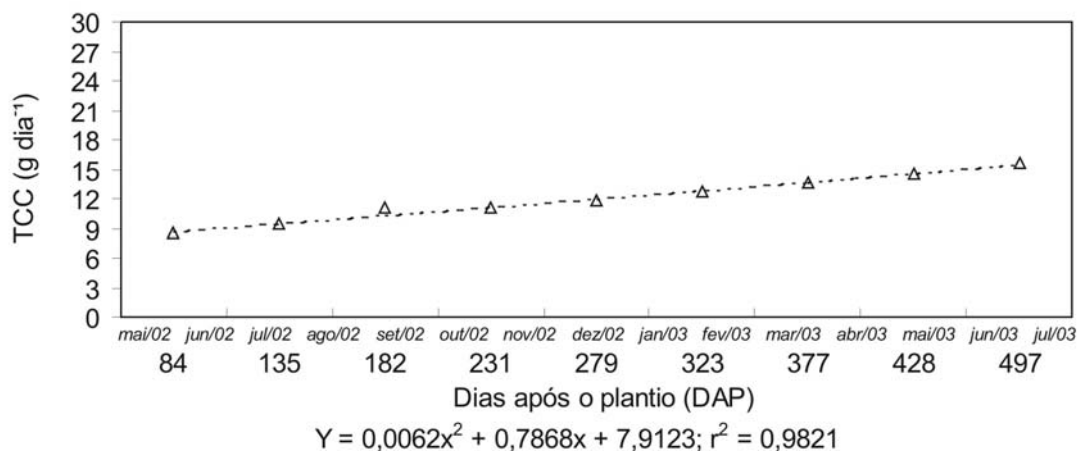


FIGURA 12 - Taxa de crescimento da cultura - TCC (g dia<sup>-1</sup>), no cultivar RB855536, nas nove épocas de desenvolvimento. Análise destrutiva. Estação Experimental de Paranavaí, SCA-UFPR, 2002/2003.

De acordo com Matsuoka (1996), em temperaturas médias na faixa de 18 °C a 20°C o desenvolvimento da cana-de-açúcar é favorecido. Entretanto se ocorrer maior disponibilidade de água, os cultivares poderão apresentar maior atividade das funções fisiológicas, mesmo não estando dentro da faixa ótima de temperatura. Essa afirmação explicaria as contínuas taxas de crescimento da cultura (TCC), observadas no presente estudo.

#### 4.1.8 Taxa de crescimento relativo (TCR)

A taxa de crescimento relativo ( $\text{g g}^{-1} \text{dia}^{-1}$ ), pode ser observada nas Figuras 13, 14 e 15, para os cultivares RB72454, RB855113 e RB855536, nas nove épocas de amostragem (84, 135, 182, 231, 323, 377, 428 e 497 DAP). De acordo com os resultados obtidos, verifica-se que nas fases iniciais de desenvolvimento (84 e 135 DAP), a TCR foi elevada para os três cultivares. Posteriormente, houve um decréscimo gradual até os 497 DAP.

Este mesmo comportamento, foi obtido por Ramesh (2000) e por Gava et. al. (2001), onde relatam que a TCR máximo da cultura ocorre durante o período inicial de crescimento, seguido de um decréscimo gradual até a fase de maturação. Segundo Gava et. al. (2001), esta tendência de comportamento está relacionada com o aumento da competição intraespecífica, correlacionados com os fatores ambientais responsáveis pelo crescimento vegetal, tais como: temperatura, luz, água e nutrientes.

Analisando a TCR aos 135 DAP, observa-se que os cultivares RB72454, RB855113 e RB855536 apresentaram valores distintos. O cultivar RB855113, foi o que apresentou a maior TCR no período, com  $0,092 \text{ g g}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ , e o cultivar RB855536, apresentou a menor TCR registrado no mesmo período ( $0,059 \text{ g g}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ ). Neste caso, para o cultivar RB855536, este menor valor de TCR, pode ter sido influenciado pelo número elevado de perfilhos, menor número de folhas verdes, ocasionando maior auto-sombreamento das folhas. Este resultado, indica que quanto maior o tamanho individual das folhas, menor é a TCR. Entretanto, entre os cultivares analisados, o RB855113 foi o que obteve os maiores números de folhas verdes com menor tamanho das folhas, o que possibilitou a maior TCR. Isso vem a confirmar resultados citados por Benincasa (1988), onde relata que plantas com menor área foliar útil, apresentaram uma maior eficiência foliar mesmo sob baixa radiação solar.

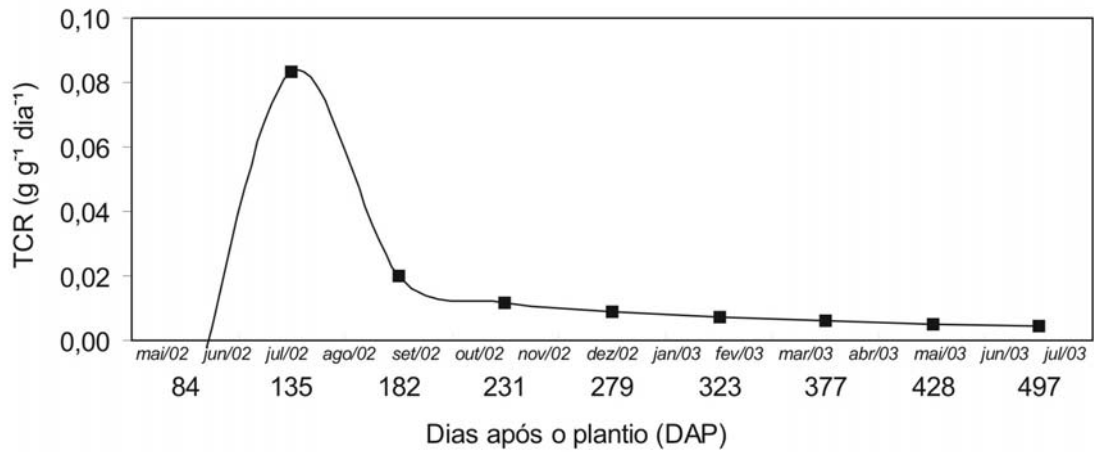


FIGURA 13 - Taxa de crescimento relativo - TCR (g g<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>), no cultivar RB72454, nas nove épocas de desenvolvimento. Análise destrutiva. Estação Experimental de Paranavaí, SCA-UFPR, 2002/2003.

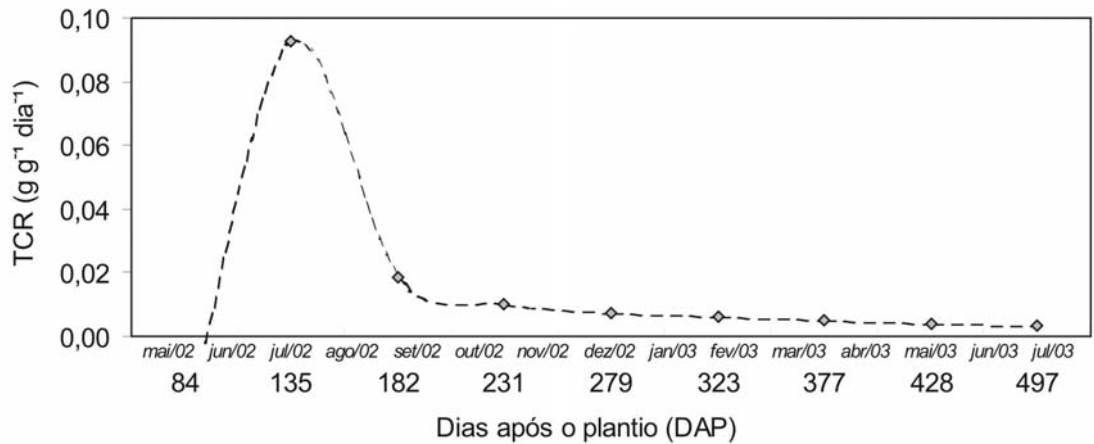


FIGURA 14 - Taxa de crescimento relativo - TCR (g g<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>), no cultivar RB855113, nas nove épocas de desenvolvimento. Análise destrutiva. Estação Experimental de Paranavaí, SCA-UFPR, 2002/2003.

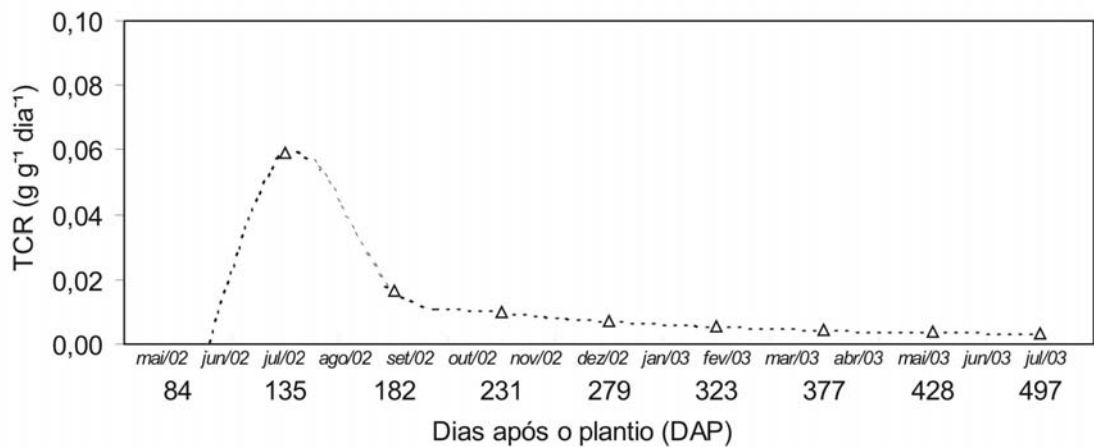


FIGURA 15 - Taxa de crescimento relativo - TCR (g g<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>), no cultivar RB855536, nas nove épocas de desenvolvimento. Análise destrutiva. Estação Experimental de Paranavaí, SCA-UFPR, 2002/2003.

#### 4.1.9 Taxa de assimilação líquida (TAL)

Os resultados de TAL ( $\text{g m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ ) podem ser observados nas Figuras 16, 17 e 18, para os cultivares RB72454, RB855113 e RB855536, em nove épocas de amostragem (84, 135, 182, 231, 323, 377, 428 e 497 DAP). Pode ser observado nos resultados, que aos 135 DAP, corresponde ao período de maior TAL para os cultivares. Portanto, aos 135 DAP, os cultivares apresentam a máxima TAL e TCR, ou seja, a alta assimilação líquida, traduz-se em maior acúmulo de massa seca por grama de massa seca acumulada pela planta.

Como consequência deste resultado, pode-se notar que entre os 84 e 135 DAP, ocorre um aumento de 3 a 4 vezes no teor de massa seca dos cultivares. Este resultado pode ser observado na Tabela 09, onde o cultivar RB72454 apresentou um aumento de 351%, em relação à massa seca total, entre os 84 e 135 DAP. No cultivar RB855536 o aumento foi de 515% e o cultivar RB855113, aumento de 371%. Porém, grande parte destes fotoassimilados foi transformada em massa seca de folhas + bainhas, ou seja, o aumento de 3 a 4 vezes foi observado na área foliar por perfilho e área foliar por  $\text{m}^2$ .

Na fase inicial de crescimento 84 a 135 DAP, pode ser observado um rápido aumento da área foliar e da massa seca foliar, que segundo Shimabuku et al. (1980), Benincasa (1988) e Ramesh (2000), são devido à alta conversão de energia, em aparatos foliares, indicando assim, as altas taxas de assimilação líquida (TAL). Outro fator importante, para este comportamento, está relacionado ao IAF (Figuras 07, 08 e 09), pois neste período (135 DAP), os cultivares ainda não apresentavam IAF maior que um. Com o aumento do IAF nas épocas subseqüentes, ocorreu aumento do auto-sombreamento, interferindo na captação da radiação solar e diminuindo a TAL (Figuras 16, 17 e 18).

A partir dos 182 DAP a taxa de assimilação líquida tende a se estabilizar, permanecendo constante até a última época (497 DAP). Em função deste comportamento da TAL, verifica-se que a taxa de crescimento da cultura (TCC) permanece constante, apresentando um acúmulo regular de massa seca ( $\text{g dia}^{-1}$ ), entre as épocas de amostragem, como pode ser observado na Figuras 10, 11 e 12. Esse mesmo comportamento foi verificado por Robertson et al. (1996) e Ramesh (2000), que relatam o declínio da TAL, tendo como principal fator o auto-sombreamento das folhas a partir do período de grande crescimento, permanecendo até a fase de maturação da cultura.

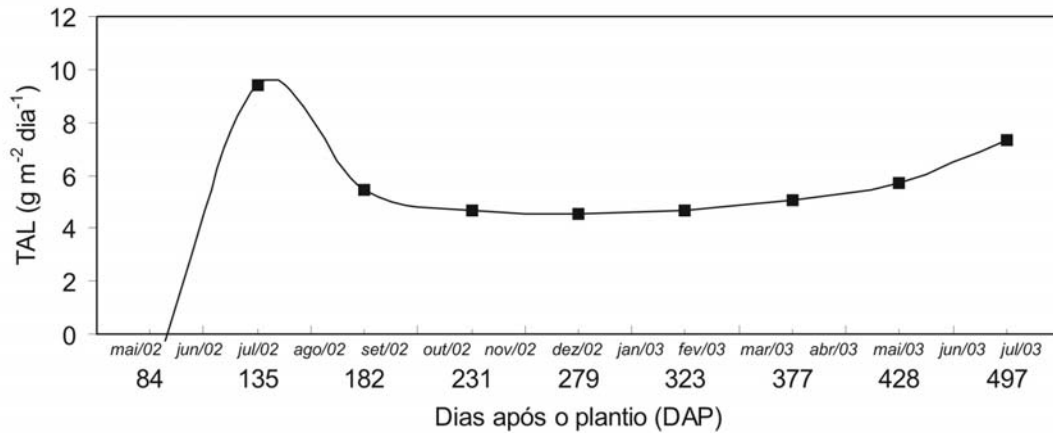


FIGURA 16 - Taxa de assimilação líquida - TAL (g m<sup>-2</sup> dia<sup>-1</sup>), no cultivar RB72454, nas nove épocas de desenvolvimento. Análise destrutiva. Estação Experimental de Paranavaí, SCA-UFPR, 2002/2003.

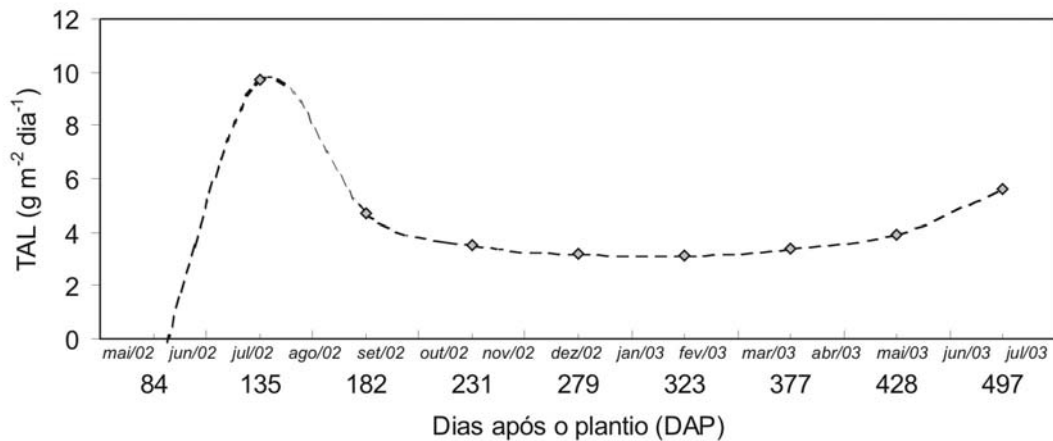


FIGURA 17 - Taxa de assimilação líquida - TAL (g m<sup>-2</sup> dia<sup>-1</sup>), no cultivar RB855113, nas nove épocas de desenvolvimento. Análise destrutiva. Estação Experimental de Paranavaí, SCA-UFPR, 2002/2003.

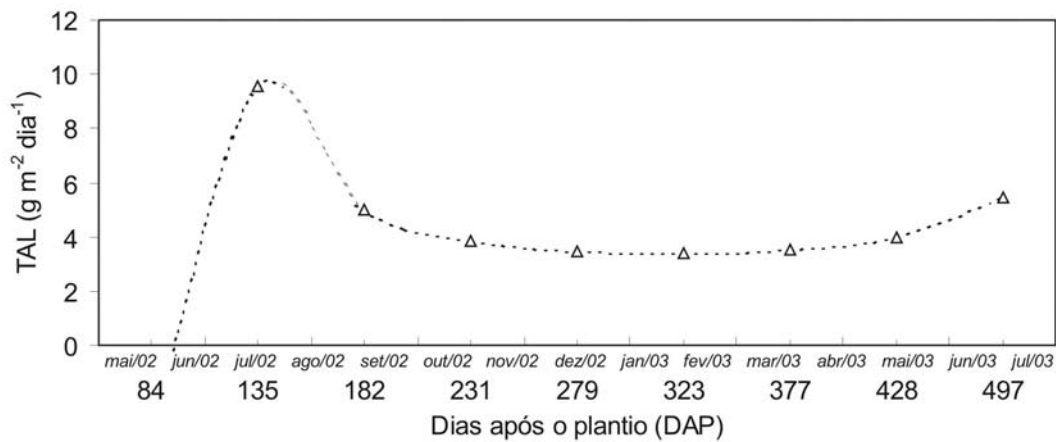


FIGURA 18 - Taxa de assimilação líquida - TAL (g m<sup>-2</sup> dia<sup>-1</sup>), no cultivar RB855536, nas nove épocas de desenvolvimento. Análise destrutiva. Estação Experimental de Paranavaí, SCA-UFPR, 2002/2003.

Na fase final, após os 377 DAP observa-se um aumento na TAL decorrente da diminuição do número de folhas verdes e da área foliar. Esta redução da TAL, ocorreu devido a redução do IAF, pois valores menores que quatro promoveria uma melhor distribuição dos aparatos foliares, conseqüentemente menor auto-sombreamento, possibilitando melhor aproveitamento radiação solar e maior conversão da energia luminosa em energia química, ou seja, maior fotossíntese líquida, conforme cita Medina et al. (1970).

Entre os cultivares, pode ser observado que os maiores índices de TAL observado para o cultivar RB72454, foi resultado da maior produção de área foliar aos 497 DAP (Tabela 08), refletindo elevada produção de massa seca total (Tabela 09).

## 4.2 ANÁLISE NÃO DESTRUTIVA DE PLANTAS

### 4.2.1 Diâmetro da base do colmo

Os resultados de diâmetro da base do colmo (cm), para a análise não destrutiva de planta, nos cultivares RB72454, RB855113 e RB855536, estão apresentados na Tabela 10. De acordo com os resultados obtidos, verifica-se que ocorreu aumento no diâmetro do colmo até os 231 DAP, para os cultivares RB72454 e RB855113, e 279 DAP, para o cultivar RB855536. A partir destas épocas, os diâmetros dos colmos tendem a se estabilizar até os 497 DAP. Entretanto, pode ser observada pequena diminuição no diâmetro dos colmos entre os 279 e 323 DAP. Este comportamento foi verificado devido a perda das folhas secas que recobriam o colmo. Quando se compara à perda de folhas entre os cultivares, observa-se que a despalha dos colmos teve início no mesmo período (279 DAP).

TABELA 10 - Diâmetro médio da base do colmo (cm), nos cultivares RB72454, RB855113 e RB855536, em nove épocas de desenvolvimento. Análise não destrutiva. Estação Experimental de Paranavaí, SCA-UFPR, 2002/2003.

Cultivares	DIÂMETRO MÉDIO - BASE DO COLMO (cm)								
	Dias após o plantio (DAP)								
	84	135	182	231	279	323	377	428	497
RB72454	1,27 a E	2,10 a D	2,78 a C	3,70 a A	3,67 a A	3,15 a B	2,98 a BC	3,01 a B	3,02 a B
RB855113	1,35 a E	2,15 a D	2,50 b C	3,40 b A	3,35 b A	2,86 b B	2,77 b B	2,81 b B	2,82 b B
RB855536	1,31 a E	2,01 a D	2,69 a C	2,99 c B	3,23 b A	2,71 b C	2,73 b C	2,63 b C	2,67 c C

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na vertical e maiúscula na horizontal não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os resultados da análise de variância estão apresentados no Anexo 09.

Quando se observam os resultados obtidos entre os cultivares, na análise não destrutiva (Tabela 10) e a análise destrutiva de plantas (Tabela 05), verifica-se que há uma mesma tendência no diâmetro de colmo para cada cultivar (RB72454,  $r=0,832$ ; RB855113,  $r=0,826$ ; RB855536,  $r=0,873$ ). Onde o cultivar RB855536, apresentou diâmetro médio de 2,74 cm na análise destrutiva de plantas e 2,67 cm na análise não destrutiva, mostrando assim, uma correlação positiva entre as duas formas de amostragem de plantas. Resultado similar de diâmetro de colmo, foi obtido por Ido (2003), ao estudar o cultivar RB855536 em condições de Rizotron, obteve no momento da colheita (448 DAP), diâmetro médio de 2,5 cm, no mesmo ambiente de produção.

#### 4.2.2 Estatura de colmos

Na Tabela 11, estão representados os resultados de estatura de colmos (cm), nos cultivares RB72454, RB855113 e RB855536, na análise não destrutiva de plantas. De acordo com os dados, pode ser verificado que houve incremento em estatura até a época em que foi realizada a colheita (497 DAP). Quando se compara o comportamento entre as épocas, observa-se que o cultivar RB72454 apresentou um crescimento mais lento, pois apresentou as maiores estaturas aos 428 e 497 DAP. Já os resultados verificados para o cultivar RB855536, apresentaram as maiores estaturas a partir dos 377 DAP, confirmando assim a precocidade quando comparada com um cultivar de ciclo tardio (RB72454).

TABELA 11 - Estatura de colmos (cm), nos cultivares RB72454, RB855113 e RB855536, em nove épocas de desenvolvimento. Análise não destrutiva. Estação Experimental de Paranaíba, SCA-UFPR, 2002/2003.

Cultivares	ESTATURA DE COLMOS (cm)								
	Dias após o plantio (DAP)								
	84	135	182	231	279	323	377	428	497
RB72454	13,7 a H	22,4 a G	38,4 a F	63,8 a E	149,2 a D	199,9 a C	287,3 a B	319,2 a AB	339,0 a A
RB855113	9,7 b H	17,1 b G	29,4 b F	53,6 b E	118,6 b D	178,6 b C	251,7 b B	298,6 a A	306,5 a A
RB855536	14,4 a G	25,0 a F	41,2 a E	70,0 a D	141,1 a C	215,6 a B	292,5 a A	321,9 a A	328,3 a A

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na vertical e maiúscula na horizontal não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Valores transformados por  $\text{Log}(x)$ .

Os resultados da análise de variância estão apresentados no Anexo 09.

Quando se comparam os dados obtidos na análise destrutiva e não destrutiva de plantas, verifica-se que a estatura média dos colmos na análise destrutiva foi inferior quando comparado com os resultados obtidos na análise não destrutiva, até os 279 DAP. Portanto, a estatura dos perfilhos primários marcados na análise não destrutiva, apresenta maior crescimento do que a média de perfilhos por  $\text{m}^2$ , obtida na análise destrutiva. Porém, nota-



se que aos 497 DAP, tanto a estatura do perfilho primário quanto à estatura média dos perfilhos, apresentaram resultados similares, conforme observado o cultivar RB72454, 340,5 cm na destrutiva e 339,0 cm na não destrutiva, indicando assim que os perfilhos chegam ao final do ciclo com características similares aos obtidos pelos perfilhos primários identificados na análise não destrutiva de plantas.

Neste caso, ao observar as duas formas de obtenção de dados, ou seja, análise destrutiva de plantas e análise não destrutiva de plantas, verifica-se que os resultados de estatura de colmo, tiveram alta correlação positiva, para os três cultivares estudados. Para o cultivar RB72454, a correlação foi de  $r=0,996$ , e para os cultivares RB855113 e RB855536, a correlação foi de  $r=0,998$ . Portanto, para esta variável, pode ser utilizada a análise não destrutiva de plantas, por apresentar maior facilidade na obtenção dos dados.

#### 4.2.3 Elongação do colmo

Nos resultados obtidos para a alongação dos colmos entre as épocas de amostragens, nos cultivares RB72454, RB855513 e RB855536, na análise não destrutiva de plantas (Tabela 12), verifica-se a ocorrência de três fases distintas de crescimento, assim como foi observado na TCC. Na fase de perfilhamento (Tabela 04), onde os cultivares estão investindo na produção de perfilhos, a alongação dos colmos observada nestes períodos apresentou os menores acréscimos como pode ser observado por meio da taxa de alongação da cultura do cultivares avaliados (Figuras 19, 20 e 21). Na fase seguinte de intenso crescimento, houve uma redução no número de perfilhos (Tabela 04) e um aumento na taxa de alongação dos colmos (Tabela 12). Esta fase, 231 a 377 DAP, coincide com o período de elevada temperatura e precipitação, registrada entre setembro de 2002 a março de 2003 (Ido, 2003). A partir dos 428 DAP até 497 DAP, observa-se uma diminuição na alongação dos colmos, indicando a fase de maturação dos cultivares. Entretanto, mesmo iniciado o processo de maturação dos colmos, os cultivares apresentaram elevadas taxas de alongação dos colmos.

Segundo alguns autores, como Glaz et al. (2002) e Ramesh (2000), em condições de alta temperatura e disponibilidade de água o crescimento da cultura é favorecido. Portanto, as altas taxas de alongação na fase de maturação da cultura podem ser explicadas devido à temperatura média estar em torno de 20 °C com precipitação de 64,8 mm nesse período.

TABELA 12 - Elongação do colmo (cm), nos cultivares RB72454, RB855113 e RB855536, em nove épocas de desenvolvimento. Análise não destrutiva. Estação Experimental de Paranavaí, SCA-UFPR, 2002/2003.

Cultivares	ELONGAÇÃO DO COLMO (cm)								
	Dias após o plantio (DAP)								
	84	135	182	231	279	323	377	428	497
RB72454	8,7 ab F	16,0 a E	17,7 ab E	27,4 b D	62,3 a B	69,2 b B	107,9 a A	52,6 a C	65,1 a B
RB855113	7,4 b F	12,3 b E	15,5 b E	25,5 b D	51,5 b C	66,7 b B	86,2 b A	50,3 a C	71,2 a B
RB855536	10,6 a F	16,2 a E	21,4 a E	32,5 a D	59,3 a B	87,1 a A	98,7 a A	41,0 b C	57,3 b B

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na vertical e maiúscula na horizontal não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Valores transformados por Raiz ( $x+1$ ).

Os resultados da análise de variância estão apresentados no Anexo 09.

Entre os cultivares, a maior elongação dos colmos foi observada entre os 323 e 377 DAP. Neste período os três cultivares apresentaram as maiores taxas de elongação, como pode ser observado na Tabela 12. O cultivar RB72454 obteve taxa de elongação de 2 cm dia<sup>-1</sup>, RB855113 taxa de 1,6 cm dia<sup>-1</sup> e RB855536 taxa de elongação de 1,8 cm dia<sup>-1</sup>. Os resultados obtidos são similares aos relatados por Ramesh (2000), que ao estudar o crescimento de diferentes cultivares na Índia, obteve taxas de elongação próximas de 1,1 cm dia<sup>-1</sup>, durante o período de grande crescimento da cultura. Relatou ainda, o efeito da redução na taxa de elongação do colmo, ocasionada pelo aumento do auto-sombreamento durante o período de maturação, concordando assim, com os resultados obtidos após os 377 DAP.

A taxa de elongação da cultura verificada para o cultivar RB855536, obtida aos 377 DAP, foi inferior a TEC observada aos 323 DAP, reforçando a característica de maior precocidade em relação aos demais cultivares. Já para o cultivar RB855113, verifica-se um comportamento mais lento, evidenciado pelas menores taxas de elongação do colmo (Figura 20) e menor estatura (Tabela 11). Estes resultados concordam com a classificação de ciclo médio, relatado por Arizono (2003). Segundo este autor, o cultivar RB855113, possui crescimento lento, porém apresenta maturação média, o que caracterizaria o ciclo médio do cultivar.

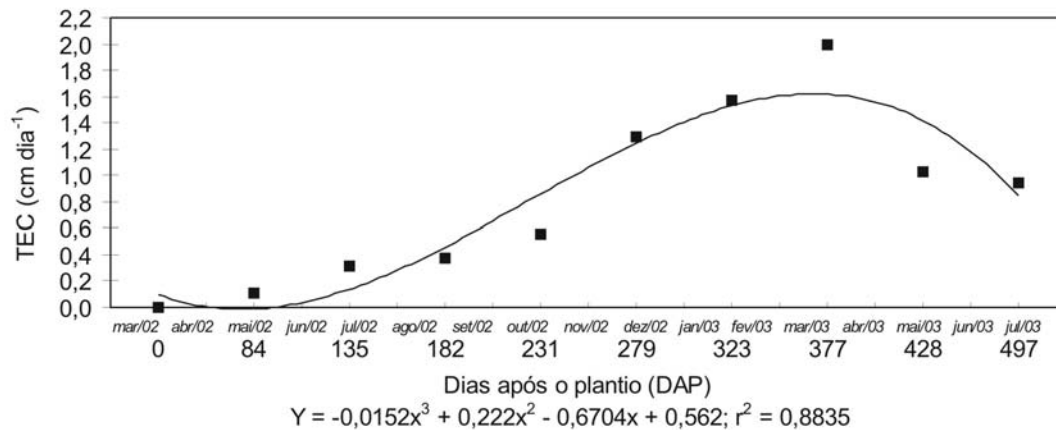


FIGURA 19 - Taxa de alongação da cultura - TEC (cm dia<sup>-1</sup>), no cultivar RB72454, nas nove épocas de desenvolvimento. Análise destrutiva. Estação Experimental de Paranavaí, SCA-UFPR, 2002/2003.

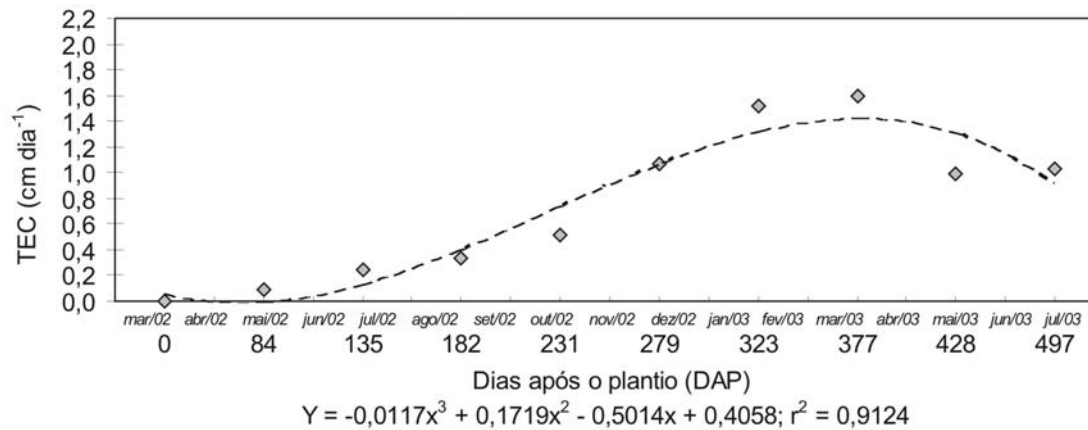


FIGURA 20 - Taxa de alongação da cultura - TEC (cm dia<sup>-1</sup>), no cultivar RB855113, nas nove épocas de desenvolvimento. Análise destrutiva. Estação Experimental de Paranavaí, SCA-UFPR, 2002/2003.

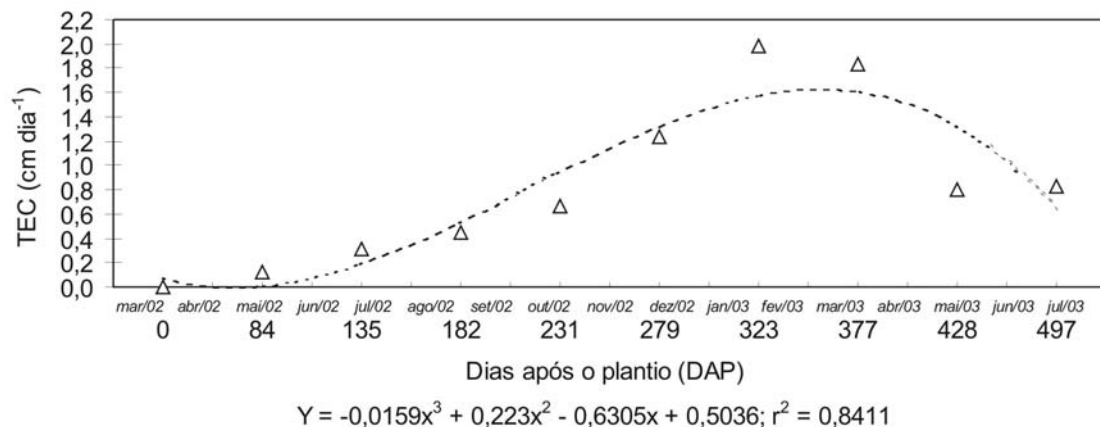


FIGURA 21 - Taxa de alongação da cultura - TEC (cm dia<sup>-1</sup>), no cultivar RB855536, nas nove épocas de desenvolvimento. Análise destrutiva. Estação Experimental de Paranavaí, SCA-UFPR, 2002/2003.

### 4.3 RENDIMENTO DOS CULTIVARES

O teste de Tukey (Tabela 13) para a comparação do rendimento, em tonelada de cana-de-açúcar por hectare (TCH) e para o teor de Brix, revelou que para o cultivar RB72454 as médias de produtividades foram superiores aos demais cultivares nas épocas 377, 428 e 497 DAP, entretanto, o valor de Brix foi superior aos demais cultivares somente aos 491 DAP. O melhor rendimento foi obtido pelo cultivar RB72454, aos 497 DAP, com 197,7 t ha<sup>-1</sup>. Entre os cultivares RB855113 e RB855536, não houve diferença significativa aos 428 e 497 DAP, chegando aos 497 com 133,1 e 140,3 t ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Entretanto, o cultivar RB855536, foi o que apresentou a maior índice de maturação aos 428 DAP.

TABELA 13 - Tonelada de cana-de-açúcar por hectare (TCH) e teor de Brix, nos cultivares RB72454, RB855113 e RB855536, em nove épocas de desenvolvimento. Análise destrutiva. Estação Experimental de Paranavaí, SCA-UFPR, 2002/2003.

Cultivares	TCH			BRIX		
	377 DAP	428 DAP	497 DAP	377 DAP	428 DAP	497 DAP
RB72454	136,8a C	158,5a B	197,7a A	16,50b C	19,47b B	22,70a A
RB855113	116,5b A	131,7b A	133,1b A	17,23a C	19,83b B	22,25ab A
RB855536	122,3ab B	119,1b B	140,3b A	17,81a C	20,65a B	21,64b A

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na vertical e maiúscula na horizontal não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os resultados da análise de variância estão apresentados no Anexo 10.

Vasconcelos (1998), ao estudar o comportamento de clones e cultivares, obteve a produtividade, para o cultivar RB855536, de 144,79 t ha<sup>-1</sup> por ocasião da colheita que ocorreu aos 495 DAP. Resultado similar foi obtido no presente estudo, onde a produtividade do cultivar foi de 140,3 t ha<sup>-1</sup>. Entretanto, este cultivar é recomendado para solos férteis, o que difere do solo do experimento, classificado como solo de baixa fertilidade natural e ácido (Embrapa, 1999; Prado, 2003).

Resultados de produtividade encontrados por Vasconcelos (1998) e Silveira et al. (2002), para o cultivar RB72454, diferem da produtividade encontrada neste experimento (197,7 t ha<sup>-1</sup>). Já os resultados obtidos por Maule et al. (2001), ao avaliar a produtividade do cultivar RB72454, em dois tipos de solos, foram entre 166 a 207 t ha<sup>-1</sup>. Elevada produtividade é característica genética do cultivar RB72454, que relacionada com fatores de produção, como solo e disponibilidade de água ao longo do ciclo, aumentaria o potencial de produção. Nesse sentido, verifica-se que os dados obtidos pelo cultivar RB72454, podem ser justificados pela adequada distribuição de precipitação (Figura 01) durante o período de

desenvolvimento do presente estudo (mar/2002 a jul/2003), e também pela capacidade do cultivar de responder em solos de menor fertilidade natural.

## 5 CONCLUSÕES

Os cultivares RB72454, RB855113 e RB855536, apresentam o mesmo comportamento de desenvolvimento, em cana-planta, se observado o aumento de massa seca, IAF, TCC, TCR e TAL.

O cultivar RB72454 tem taxas de crescimento inicial menor que os cultivares RB855113 e RB855536, entretanto a partir do período de intenso crescimento (231 DAP) apresenta maior eficiência no acúmulo de massa seca total, devido as maiores TCC, TAL e TEC.

O intenso perfilhamento e a maior área foliar por perfilhos durante a fase inicial de desenvolvimento (zero a 231 DAP) influencia de maneira negativa o acúmulo de massa seca total, causando diminuição no potencial de rendimento dos cultivares de cana-de-açúcar.

Na fase final do ciclo o acúmulo de massa seca total, o número de perfilhos e o diâmetro de colmos têm correlação positiva com a produção, podendo ser usados como parâmetros para estimar o rendimento de cultivares de cana-de-açúcar.

No crescimento e desenvolvimento dos cultivares de cana-de-açúcar, ocorrem três fases distintas, em relação ao desenvolvimento da parte aérea da planta: primeira fase; de zero a 231 DAP, período de intenso perfilhamento; segunda fase, dos 231 aos 377 DAP, apresenta elevado acúmulo de massa seca nas folhas, rápido aumento em estatura e maiores valores de IAF, e a terceira fase; dos 377 aos 497 DAP, com aumento da TAL devido a senescência das folhas e diminuição do IAF, e elevado acúmulo de massa seca nos colmo (323 aos 497 DAP).

Para a estatura e o diâmetro de colmo observa-se correlação positiva entre a análise destrutiva de plantas e a análise não destrutiva de plantas ( $r=0,99$  e  $r=0,89$ ). Dessa forma a obtenção de dados para essas variáveis pode ser feita de forma mais simples e rápida por meio da análise não destrutiva de plantas.

A análise de crescimento é um instrumento adequado para avaliar o desenvolvimento de cultivares de cana-de-açúcar.

## 6 REFERÊNCIAS \*

- 1 ALVAREZ, A. A.; CASTRO, P. R. C. Crescimento da parte aérea de cana crua e queimada. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.56, n.4, p.1069-1079, suplemento, 1999.
- 2 ARIZONO, H. **Bula 2003**. Araras : UFSCar, 2003. 43p. (Apostila)
- 3 BARBIERI, V. **Condicionamento climático da produtividade potencial da cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.): um modelo matemático fisiológico de estimativa**. Piracicaba, 1993, 142p. Tese (Doutorado em Agronomia, Solos e Nutrição de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- 4 BARBOSA, M. H. P.; BASTOS, I. T.; SILVEIRA, L. C. I.; OLIVEIRA, M. W. Análise de causa e efeito para produção de colmos e seus componentes na seleção de famílias de cana-de-açúcar. In: 8º CONGRESSO NACIONAL DA STAB, 2002, Recife - Pernambuco. **Anais...**, 2002. p.366-370.
- 5 BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas: noções básicas**. Jaboticabal : FUNEP, 1988. 42p.
- 6 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.
- 7 BONNET, G. D.; SALTER, B.; ALBERTSON, P. L. Biology of suckers: late-formed shoots in sugarcane. **Annals of Applied Biology**. England, v.138, n.1, p.17-26, 2001.
- 8 BONNETT, G. D. Rate of leaf appearance in sugarcane, including a comparison of a range of varieties. **Journal Plant Physiology**. Austrália, n.25, p.829-839, 1998.
- 9 BRZESOWSKY, W. J. Factor affecting sugarcane: 1: cane growing. **Agriculture Internacional**. v.37, n.7, p.250-260, 1985.
- 10 CAMARGO, P. N. **Fisiologia da cana-de-açúcar**. Piracicaba: ESALQ, 1968. 38p.

---

\* Normas da UFPR e PGAPV:  
 UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ. **Referências**. Curitiba : Ed. da UFPR, 2000. 42p. (Normas para apresentação de trabalhos; 3).  
 RONZELLI JR, P. **Projetos de pesquisa, dissertação e teses; um ensaio prático**. Curitiba, 2001. 43p.

- 11 CASAGRANDE, A. A. **Tópicos de morfologia e fisiologia da cana-de-açúcar**. Jaboticabal: FUNEP, 1991. 157p.
- 12 CASTRO, P. R. C. Aplicações da fisiologia vegetal no sistema de produção da cana-de-açúcar. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE FISILOGIA DA CANA-DE-AÇÚCAR, 2000, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba : STAB, 2001. 1CD-ROM.
- 13 CHRISTOFFOLETI, P. J. **Aspectos fisiológicos da brotação, perfilhamento e florescimento da cana-de-açúcar**. Piracicaba, ESALQ, 1986. 80p.
- 14 COCK, J. H. Sugarcane growth and development. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE FISILOGIA DA CANA-DE-AÇÚCAR, 2000, PIRACICABA. **Anais...**Piracicaba, STAB, 2001. 1 CD-ROM.
- 15 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.
- 16 DILLEWIJN, C. Van. **Botany of sugarcane**. Waltham: The Chronica Botanica, 1952. 371p.
- 17 EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, 1999. 412 p.
- 18 GAVA, G. J. C.; TRIVELIN, P. C. O.; OLIVEIRA, M. W.; PENATTI, C. P. Crescimento e acúmulo de nitrogênio em cana-de-açúcar em solo coberto com palhada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, n.2, 2001.
- 19 GLAZ, B.; EDME, S. J.; MILLER, J. D.; MILLIGAN, S. B.; HOLDER, D. G. Sugarcane cultivar response to high summer water tables in the Everglades. **Agronomy Journal**, Madison, v.94, p.624-629, 2002.
- 20 HERMANN, E.R.; CÂMARA, G.M.S. Um método simples para estimar a área foliar de cana-de-açúcar. **Revista da STAB**. Piracicaba, v.17, n.5, p.32-34, 1999.
- 21 IDO, O. T.; **Desenvolvimento radicial e caulinar, de três variedades de cana-de-açúcar, em Rizotron, em dois substratos**. Curitiba : 2003. 141p. Tese (Doutorado em Agronomia, Produção Vegetal) - Universidade Federal do Paraná.



- 22 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.
- 23 INMAN-BAMBER, N. G. Temperature and seasonal effects on canopy development and light interception of sugarcane. **Field Crops Research**. v.36, n.1, p.41-51, 1994. Resumo.
- 24 INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. **Cartas Climáticas do Estado do Paraná 1994**. Londrina, 1994, 49 p. (IAPAR. Documento, 18)
- 25 KOEHLER, H. S. **Estatística experimental**. Curitiba. Universidade Federal do Paraná, 1998, 124 p. (Apostila)
- 26 LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**. Tradução : PRADO, C. H. B. A. São Paulo : Editora RiMa, 2000, 531p. (p.44).
- 27 LEME, E. J. A.; MANIERO, M. A.; GUIDOLIN, J. C. Estimativa da área foliar da cana-de-açúcar e sua relação com a produtividade. **Cadernos Planalsucar**, Piracicaba, n.2, p.3-22, 1984.
- 28 LIU, D. L.; HEYLAR, K. R. Simulation of seasonal stalk water content and fresh weigh yield of sugarcane. **Field Croos Research**. v.82, p.59-73, 2003.
- 29 MACHADO, E. C. Fisiologia de produção de cana-de-açúcar. In: PARANHOS, S.B. (Coord) **Cana-de-açúcar: cultivo e utilização**. Campinas, Fundação Cargil, 1987. v.1, cap.1, p.56-87.
- 30 MACHADO, E. C.; PEREIRA, A. R.; FAHL, J. I.; ARRUDA, H. V.; CIONE, J. Índices biométricos de duas variedades de cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.17, n.9, p.1323-1329, 1982.
- 31 MAGALHÃES, A. C. N. Análise quantitativa do crescimento. In: FERRI, M. G. (Ed). **Fisiologia vegetal**. São Paulo : Edusp, 1979. v.1, p.331-349.
- 32 MAMET, L. D.; GALWEY, N. W. A relationship between stalk elongation and earliness of ripening in sugarcane. **Experimental Agriculture**. New York, v.35, n.3, p.283-291, 1999. Abstract.

- 33 MARTINS, L.M., LANDELL, M. G. de A. **Conceitos e critérios para avaliação experimental em cana-de-açúcar utilizados no Programa Cana IAC**. Pindorama: s.n., 1995. 45p.
- 34 MATSUOKA, S. **Botânica e ecofisiologia da cana-de-açúcar**: In: CURSO DE QUALIFICAÇÃO EM PLANTAS INDUSTRIAIS – Cana-de-açúcar. Maringá : UFPR/SENAR, 1996. 34p. (Apostila)
- 35 MATSUOKA, S.; GARCIA, A. A. A.; ARIZONO, H. Melhoramento da cana-de-açúcar. In: BORÉM, A. **Melhoramento de espécies cultivadas**. Viçosa : Editora UFV, 1999. p.205-251.
- 36 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 Agrícola**. Piracicaba, v.58, n.2, p.295-301, 2001.
- 37 MEDINA, E.; SAN JOSÉ, J. J.; SEQUEIRA, P. E. Análisis de la productividad en caña de azúcar: III. Respiración en la oscuridade de hojas y tallos de cinco variedades de caña de azúcar y pérdidas nocturnas de matéria seca. **Turrialba**. v.20, n.2, p.302-306, 1970.
- 38 MIOCQUE, J. Avaliação de crescimento e de produtividade de matéria verde da cana-de-açúcar na região de Araraquara – SP. **Revista da STAB**. Piracicaba, v.17, n.4, p.45-47, 1999.
- 39 PEREIRA, A. R.; MACHADO, E. C. **Análise quantitativa do crescimento de comunidade de vegetais**. Campinas : Instituto Agrônômico de Campinas - IAC, 1987. 33p. (Boletim técnico)
- 40 PLANALSUCAR. **Cultura da cana-de-açúcar**: manual de orientação. Piracicaba: IAA, Coordenadoria Regional Sul, 1986. 56p.
- 41 PORTES, T. A.; CASTRO Jr., L. G. Análise de crescimento de plantas: um programa computacional auxiliar. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal** : Campinas - SP, v.3, n.1, p.53-56, 1991.
- 42 PRADO, H. **Solos do Brasil: gênese, morfologia, classificação, levantamento, manejo agrícola e geotécnico**. 3 ed. ver. amp. Piracicaba - SP, 2003.

- 43 RAMESH, P. Effect of different levels of drought during the formative phase on growth parameters and its relationship with dry matter accumulation in sugarcane. **J. Agronomy & Crop Science**. Berlim, v.185, p.83-89, 2000.
- 44 RAMESH, P.; MAHADEVASWAMY, M. Effect of formative phase drought on different classes os shoots, shoot mortality, cane attributes, yield and quality of four sugarcane cultivars. **J. Agronomy & Crop Science**. Berlim, v.185, p.249-258, 2000.
- 45 REIS, G. G.; MULLER, M. W. **Análise de crescimento de plantas e mensuração do crescimento**. Belém : CPATU, 1979. 35p.
- 46 ROBERTSON, M. J.; WOOD, A. W.; MUCHOW, R. C. Growth of sugarcane under high input conditions in tropical Australia. I. Radiation use, biomass accumulation and partitioning. **Field Crops Research**. n.48, p.11-25, 1996. in: Elsevier Science, Amsterdam, 1996.
- 47 ROSSE, L. N.; VENCOVSKY, R.; FERREIRA, D. F. Comparação de métodos de regressão para avaliar a estabilidade fenotípica em cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.37, n.1, p.25-32, 2002.
- 48 SALISBURY, F. B.; ROSS, C. W. **Plant physiology**. 4.ed., California : Wadsworth Publishing Company, 1992. 682p.
- 49 SHIMABUKU, M.; KUDO, M.; TAMAKI, K. The influence of growth parameters and climatic factor on efficiencies of solar energy utilization in sugarcane. In: LOPEZ, M. B. & MADRAZO (eds). **The International Society of Sugarcane Technology**. Manila, Philippines. 1980. p.526-533.
- 50 SHIPLEY, B. Trade-offs between net assimilation rate and specific leaf area in determining relative growth rate: relationship with daily irradiance. **Functional Ecology**. v.16, p.682-689, 2002.
- 51 SILVEIRA, J. A. G. **Interação entre assimilados de nitrogênio e o crescimento da cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) cultivada em condições de campo**. Piracicaba, 1985, 152p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- 52 SILVEIRA, L. C. I.; OLIVEIRA, M. W.; BARBOSA, M. H. P.; ANDRADE, M. B. B.; MENDES, L. C. Crescimento e produção de sacarose por seis variedades da cana. In: 8º

- CONGRESSO NACIONAL DA STAB, 2002, Recife - Pernambuco. **Anais...**, 2002. p.337-340.
- 53 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.
- 54 SINGELS, A.; BEZUIDENHOUT, C. N. A new method of simulating dry matter partitioning in the Canegro sugarcane model. **Field Crops Research**. v.78, p.151-164, 2002.
- 55 SOUSA, J.A.G.C. **Efeito da tensão da água do solo na cultura da cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*)**. Limeira, Universidade Estadual de Campinas, 163p.1976. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"
- 56 SUGUITANI, C. **Fenologia da cana-de-açúcar (*Sacharum spp.*) sob efeito do fósforo**. Piracicaba, 2001, 79p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- 57 TAIZ, L.; ZEIGER, E.; trad. SANTARÉM, E. R. et al. **Fisiologia vegetal**. 3.ed., Porto Alegre : Editora Artmed, 2004. 719p.
- 58 TERAUCHI, T.; MATSUOKA, M. Ideal characteristics for the early growth of sugarcane. **Japanese Journal of Crop Science**. Japan, v.69, n.3, p.286-292, 2000.
- 59 TERAUCHI, T.; NAKAGAWA, H.; MATSUOKA, M.; NAKANO, H. Comparison of the early growth between sugarcane and sweet sorghum. **Japanese Journal of Crop Science**. Japan, v.68, n.3, p.414-418, 1999. Resumo.
- 60 TERUEL, D. A.; BARBIERI, L. A.; FERRARO, Jr. Sugarcane leaf área index modeling under different soil water conditions. **Scientia Agricola**. Piracicaba, v.54, n.e., 1997.
- 61 VASCONCELOS, A. C. M.; **Comportamento de clones IAC e variedades de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) nas condições edafoclimáticas da região do Vale do Parapanema**. Jaboticabal : 1998. 108p. Dissertação (Mestrado em Agronomia, Produção Vegetal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista.

- 62 WAHID, A. Analysis of toxic and osmotic effects of sodium chloride on leaf growth and economic yield of sugarcane. **Botanical Bulletin of Academia Sinica**. Taiwan, v.45, n.2, p.133-141, 2004.

**ANEXOS**

ANEXO 01 - Resultados da análise de variância para o número de perfilho por metro quadrado, para três cultivares de cana-de-açúcar, RB72454, RB855113 e RB855536, em nove épocas de desenvolvimento. Análise destrutiva. Estação Experimental de Paranaíba, SCA-UFPR, 2002/2003.

Fonte de Variação	Graus de liberdade	QUADRADOS MÉDIOS								
		Número de perfilho por metro quadrado								
		84 DAP	135 DAP	182 DAP	231 DAP	279 DAP	323 DAP	377 DAP	428 DAP	497 DAP
Bloco	4	0,4 <sup>ns</sup>	0,433 <sup>ns</sup>	2,233 <sup>ns</sup>	0,6 <sup>ns</sup>	2,1*	0,833 <sup>ns</sup>	0,142 <sup>ns</sup>	0,192 <sup>ns</sup>	0,058 <sup>ns</sup>
Cultivares	2	79,4**	24,467**	113,267**	7,2**	14,6**	6,067**	0,867*	0,200 <sup>ns</sup>	0,800*
Erro	8	1,9	1,633	1,933	0,45	0,35	0,733	0,179	0,242	0,133
Total	14									
Teste de Bartlett - $\chi^2$		0,123 <sup>ns</sup>	0,694 <sup>ns</sup>	0,518 <sup>ns</sup>	0,628 <sup>ns</sup>	0,398 <sup>ns</sup>	1,804 <sup>ns</sup>	1,239 <sup>ns</sup>	0,293 <sup>ns</sup>	0,921 <sup>ns</sup>
Coefficiente de Variação		16,03%	13,50%	7,42%	4,41%	4,48%	8,03%	4,47%	5,23%	3,73%

ns - não significativo ao nível de 5% de probabilidade

\* - significativo ao nível de 5% de probabilidade

\*\* - significativo ao nível de 1% de probabilidade

DAP - dias após o plantio

ANEXO 02 - Resultados da análise de variância para o diâmetro médio da base do colmo (cm), em três cultivares de cana-de-açúcar, RB72454, RB855113 e RB855536, em nove épocas de desenvolvimento. Análise destrutiva. Estação Experimental de Paranavaí, SCA-UFPR, 2002/2003.

Fonte de Variação	Graus de liberdade	QUADRADOS MÉDIOS								
		Diâmetro médio da base do colmos (cm)								
		84 DAP	135 DAP	182 DAP	231 DAP	279 DAP	323 DAP	377 DAP	428 DAP	497 DAP
Bloco	4	0,003 <sup>ns</sup>	0,127 <sup>ns</sup>	0,113 <sup>ns</sup>	0,025 <sup>ns</sup>	0,031 <sup>ns</sup>	0,020 <sup>ns</sup>	0,008 <sup>ns</sup>	0,014 <sup>ns</sup>	0,058 <sup>ns</sup>
Cultivares	2	0,016 <sup>ns</sup>	0,002 <sup>ns</sup>	0,173*	0,012 <sup>ns</sup>	0,309*	0,379**	0,122**	0,162*	0,270**
Erro	8	0,004	0,116	0,031	0,029	0,067	0,030	0,013	0,027	0,021
Total	14									
Teste de Bartlett - $\chi^2$		3,152 <sup>ns</sup>	0,434 <sup>ns</sup>	3,573 <sup>ns</sup>	0,569 <sup>ns</sup>	0,334 <sup>ns</sup>	2,338 <sup>ns</sup>	1,186 <sup>ns</sup>	4,970 <sup>ns</sup>	0,954 <sup>ns</sup>
Coefficiente de Variação		7,05%	24,17%	9,81%	7,05%	8,33%	5,79%	3,92%	5,77%	4,93%

<sup>ns</sup> - não significativo ao nível de 5% de probabilidade

\* - significativo ao nível de 5% de probabilidade

\*\* - significativo ao nível de 1% de probabilidade

DAP - dias após o plantio



ANEXO 03 - Resultados da análise de variância para a estatura do colmo (cm), para três cultivares de cana-de-açúcar, RB72454, RB855113 e RB855536, em nove épocas de desenvolvimento. Análise destrutiva. Estação Experimental de Paranavaí, SCA-UFPR, 2002/2003.

Fonte de Variação	Graus de liberdade	QUADRADOS MÉDIOS								
		Estatura do colmo (cm)								
		84 DAP	135 DAP	182 DAP	231 DAP	279 DAP	323 DAP	377 DAP	428 DAP	497 DAP
Bloco	4	0,598 <sup>ns</sup>	0,904 <sup>ns</sup>	8,408 <sup>ns</sup>	7,533 <sup>ns</sup>	57,502 <sup>ns</sup>	331,747 <sup>ns</sup>	113,774 <sup>ns</sup>	53,647 <sup>ns</sup>	132,425 <sup>ns</sup>
Cultivares	2	2,672*	1,236 <sup>ns</sup>	244,334**	239,471**	225,121 <sup>ns</sup>	1645,469**	2194,848 <sup>ns</sup>	712,696*	1986,236**
Erro	8	0,388	0,751	5,015	6,002	90,560	152,503	764,438	117,788	173,192
Total	14									
Teste de Bartlett - $\chi^2$		0,143 <sup>ns</sup>	0,399 <sup>ns</sup>	0,913 <sup>ns</sup>	0,609 <sup>ns</sup>	1,017 <sup>ns</sup>	0,207 <sup>ns</sup>	5,558 <sup>ns</sup>	2,340 <sup>ns</sup>	3,509 <sup>ns</sup>
Coeficiente de Variação		12,85%	9,45%	8,80%	5,72%	8,35%	6,17%	9,72%	3,39%	4,01%

<sup>ns</sup> - não significativo ao nível de 5% de probabilidade

\* - significativo ao nível de 5% de probabilidade

\*\* - significativo ao nível de 1% de probabilidade

DAP - dias após o plantio

ANEXO 04 - Resultados da análise de variância para o número de folhas verdes por perfilho, para três cultivares de cana-de-açúcar, RB72454, RB855113 e RB855536, em nove épocas de desenvolvimento. Análise destrutiva. Estação Experimental de Paranaíba, SCA-UFPR, 2002/2003.

Fonte de Variação	Graus de liberdade	QUADRADOS MÉDIOS								
		Número de folhas verdes por perfilho								
		84 DAP	135 DAP	182 DAP	231 DAP	279 DAP	323 DAP	377 DAP	428 DAP	497 DAP
Bloco	4	0,101 <sup>ns</sup>	0,129 <sup>ns</sup>	0,162 <sup>ns</sup>	0,013 <sup>ns</sup>	0,038 <sup>ns</sup>	0,032 <sup>ns</sup>	1,186 <sup>**</sup>	0,339 <sup>ns</sup>	0,075 <sup>ns</sup>
Cultivares	2	0,266 <sup>*</sup>	0,062 <sup>ns</sup>	0,293 <sup>ns</sup>	2,465 <sup>**</sup>	0,403 <sup>ns</sup>	2,665 <sup>*</sup>	2,718 <sup>**</sup>	2,456 <sup>*</sup>	1,353 <sup>*</sup>
Erro	8	0,054	0,152	0,132	0,127	0,142	0,146	0,187	0,499	0,304
Total	14									
Teste de Bartlett - $\chi^2$		0,509 <sup>ns</sup>	0,849 <sup>ns</sup>	0,072 <sup>ns</sup>	0,668 <sup>ns</sup>	3,572 <sup>ns</sup>	0,139 <sup>ns</sup>	2,639 <sup>ns</sup>	1,196 <sup>ns</sup>	1,000 <sup>ns</sup>
Coeficiente de Variação		5,75%	9,20%	6,82%	7,21%	5,00%	4,67%	4,18%	7,56%	8,14%

<sup>ns</sup> - não significativo ao nível de 5% de probabilidade

\* - significativo ao nível de 5% de probabilidade

\*\* - significativo ao nível de 1% de probabilidade

DAP - dias após o plantio

ANEXO 05 - Resultados da análise de variância para área foliar média (cm<sup>2</sup> perfilho<sup>-1</sup>), para três cultivares de cana-de-açúcar, RB72454, RB855113 e RB855536, em nove épocas de desenvolvimento. Análise destrutiva. Estação Experimental de Paranavaí, SCA-UFPR, 2002/2003.

Fonte de Variação	Graus de liberdade	QUADRADOS MÉDIOS								
		Área foliar média (cm <sup>2</sup> perfilho <sup>-1</sup> )								
		84 DAP	135 DAP	182 DAP	231 DAP	279 DAP	323 DAP	377 DAP	428 DAP	497 DAP
Bloco	4	77,68 <sup>ns</sup>	13416,33 <sup>ns</sup>	21656,67 <sup>ns</sup>	13210,54 <sup>ns</sup>	10205,70 <sup>ns</sup>	123736,1 <sup>ns</sup>	376155,19 <sup>ns</sup>	186420,68 <sup>ns</sup>	7522,33 <sup>ns</sup>
Cultivares	2	25647,3 <sup>**</sup>	5106,5 <sup>ns</sup>	107621,3 <sup>ns</sup>	766410,2 <sup>**</sup>	540226,1 <sup>**</sup>	438335,8 <sup>*</sup>	9058499,9 <sup>**</sup>	424333,5 <sup>ns</sup>	1777002,9 <sup>**</sup>
Erro	8	414,51	11819,75	31129,52	20728,57	46840,10	86719,41	106770,44	147099,01	10002,17
Total	14									
Teste de Bartlett - $\chi^2$		3,472 <sup>ns</sup>	1,545 <sup>ns</sup>	3,599 <sup>ns</sup>	1,220 <sup>ns</sup>	0,182 <sup>ns</sup>	3,504 <sup>ns</sup>	1,588 <sup>ns</sup>	1,730 <sup>ns</sup>	1,259 <sup>ns</sup>
Coeficiente de Variação		7,50%	12,50%	13,85%	7,53%	4,83%	4,84%	4,39%	6,01%	2,43%

<sup>ns</sup> - não significativo ao nível de 5% de probabilidade

\* - significativo ao nível de 5% de probabilidade

\*\* - significativo ao nível de 1% de probabilidade

DAP - dias após o plantio

ANEXO 06 - Resultados da análise de variância para a massa seca do colmo (g perfilho<sup>-1</sup>), nos três cultivares de cana-de-açúcar, RB72454, RB855113 e RB855536, em nove épocas de desenvolvimento. Análise destrutiva. Estação Experimental de Paranavaí, SCA-UFPR, 2002/2003.

Fonte de Variação	Graus de liberdade	QUADRADOS MÉDIOS								
		Massa seca do colmo (g perfilho <sup>-1</sup> )								
		84 DAP	135 DAP	182 DAP	231 DAP	279 DAP	323 DAP	377 DAP	428 DAP	497 DAP
Bloco	4	-	0,044 <sup>ns</sup>	0,980 <sup>ns</sup>	2,059 <sup>ns</sup>	65,581 <sup>ns</sup>	973,31 <sup>ns</sup>	2204,120 <sup>ns</sup>	1887,581 <sup>ns</sup>	5821,981 <sup>ns</sup>
Cultivares	2	-	2,58 <sup>**</sup>	7,27 <sup>**</sup>	442,27 <sup>**</sup>	622,98 <sup>*</sup>	9315,45 <sup>*</sup>	6825,18 <sup>**</sup>	17742,79 <sup>**</sup>	37354,41 <sup>**</sup>
Erro	8	-	0,167	0,625	20,869	134,100	1114,200	701,254	1446,091	1621,507
Total	14									
Teste de Bartlett - $\chi^2$		-	5,677 <sup>ns</sup>	2,143 <sup>ns</sup>	5,326 <sup>ns</sup>	2,715 <sup>ns</sup>	5,879 <sup>ns</sup>	0,319 <sup>ns</sup>	0,270 <sup>ns</sup>	0,922 <sup>ns</sup>
Coeficiente de Variação		-	36,38%	22,42%	27,41%	17,93%	15,27%	7,13%	7,58%	6,82%

<sup>ns</sup> - não significativo ao nível de 5% de probabilidade

\* - significativo ao nível de 5% de probabilidade

\*\* - significativo ao nível de 1% de probabilidade

DAP - dias após o plantio

ANEXO 07 - Resultados da análise de variância para a massa seca de folhas + bainha (g perfilho<sup>-1</sup>), nos três cultivares de cana-de-açúcar, RB72454, RB855113 e RB855536, em nove épocas de desenvolvimento. Análise destrutiva. Estação Experimental de Paranavaí, SCA-UFPR, 2002/2003.

Fonte de Variação	Graus de liberdade	QUADRADOS MÉDIOS								
		Massa seca de folhas + bainha (g perfilho <sup>-1</sup> )								
		84 DAP	135 DAP	182 DAP	231 DAP	279 DAP	323 DAP	377 DAP	428 DAP	497 DAP
Bloco	4	0,792 <sup>ns</sup>	3,126 <sup>ns</sup>	5,999 <sup>ns</sup>	9,883 <sup>ns</sup>	18,111 <sup>ns</sup>	1502,93 <sup>ns</sup>	503,618 <sup>ns</sup>	570,276 <sup>ns</sup>	495,205 <sup>ns</sup>
Cultivares	2	4,258 <sup>**</sup>	4,929 <sup>ns</sup>	52,856 <sup>*</sup>	270,002 <sup>*</sup>	585,005 <sup>*</sup>	3836,559 <sup>*</sup>	3820,740 <sup>**</sup>	3482,82 <sup>*</sup>	7924,559 <sup>**</sup>
Erro	8	0,337	5,872	10,638	37,046	128,673	554,189	357,095	583,579	454,866
Total	14									
Teste de Bartlett - $\chi^2$		1,253 <sup>ns</sup>	0,150 <sup>ns</sup>	2,199 <sup>ns</sup>	0,151 <sup>ns</sup>	0,042 <sup>ns</sup>	1,969 <sup>ns</sup>	2,943 <sup>ns</sup>	1,975 <sup>ns</sup>	2,658 <sup>ns</sup>
Coefficiente de Variação		13,28%	14,85%	15,05%	13,47%	12,73%	13,60%	10,97%	13,21%	13,48%

<sup>ns</sup> - não significativo ao nível de 5% de probabilidade

\* - significativo ao nível de 5% de probabilidade

\*\* - significativo ao nível de 1% de probabilidade

DAP - dias após o plantio

ANEXO 08 - Resultados da análise de variância para a massa seca total (g perfilho<sup>-1</sup>), nos três cultivares de cana-de-açúcar, RB72454, RB855113 e RB855536, em nove épocas de desenvolvimento. Análise destrutiva. Estação Experimental de Paranavaí, SCA-UFPR, 2002/2003.

Fonte de Variação	Graus de liberdade	QUADRADOS MÉDIOS								
		Massa seca total (g perfilho <sup>-1</sup> )								
		84 DAP	135 DAP	182 DAP	231 DAP	279 DAP	323 DAP	377 DAP	428 DAP	497 DAP
Bloco	4	0,792 <sup>ns</sup>	3,515 <sup>ns</sup>	8,470 <sup>ns</sup>	4,938 <sup>ns</sup>	115,554 <sup>ns</sup>	669,637 <sup>ns</sup>	2534,544 <sup>ns</sup>	3392,065 <sup>ns</sup>	3928,67*
Cultivares	2	4,258**	2,009 <sup>ns</sup>	82,835*	1255,501**	1356,459*	10263,369*	16972,019**	34331,38**	67320,733*
Erro	8	0,337	6,755	14,43	73,482	215,905	1836,972	1939,501	2176,727	986,782
Total	14									
Teste de Bartlett - $\chi^2$		1,253 <sup>ns</sup>	0,586 <sup>ns</sup>	3,032 <sup>ns</sup>	1,435 <sup>ns</sup>	0,540 <sup>ns</sup>	0,742 <sup>ns</sup>	4,127 <sup>ns</sup>	3,140 <sup>ns</sup>	4,754 <sup>ns</sup>
Coefficiente de Variação		13,28%	14,90%	15,08%	13,86%	9,56%	10,76%	8,01%	6,82%	4,23%

<sup>ns</sup> - não significativo ao nível de 5% de probabilidade

\* - significativo ao nível de 5% de probabilidade

\*\* - significativo ao nível de 1% de probabilidade

DAP - dias após o plantio

ANEXO 09 - Resultados da análise de variância para o diâmetro médio da base do colmo (cm), alongação do colmo (cm) e estatura dos perfilhos (cm), nos três cultivares de cana-de-açúcar, RB72454, RB855113 e RB855536, em nove épocas de desenvolvimento. Análise não destrutiva. Estação Experimental de Paranaíba, SCA-UFPR, 2002/2003.

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	QUADRADOS MÉDIOS		
		Diâmetro da base do colmo (cm)	Elongação do colmo (cm)	Estatura dos perfilhos (cm)
Bloco	4	0,018 <sup>ns</sup>	0,280*	0,002 <sup>ns</sup>
Época	8	6,266**	84,370**	4,239**
Erro Experimental	32	0,014	0,089	0,0003
Cultivares	2	1,000**	1,860**	0,124**
Época x Cultivares	16	0,078**	0,767**	0,005**
Erro Experimental	72	0,010	0,094	0,001
Total	134			
Teste de Bartlett - $\chi^2$		30,903 <sup>ns</sup>	37,911 <sup>ns</sup>	33,642 <sup>ns</sup>
Coeficiente de Variação		3,05%	4,15%	1,29%

<sup>ns</sup> - não significativo ao nível de 5% de probabilidade

\* - significativo ao nível de 5% de probabilidade

\*\* - significativo ao nível de 1% de probabilidade

ANEXO 10 - Resultados da análise de variância para o TCH ( $t\ ha^{-1}$ ) e Brix, nos três cultivares de cana-de-açúcar (RB72454, RB855113 e RB855536), em nove épocas de desenvolvimento. Análise destrutiva. Estação Experimental de Paranavaí, SCA-UFPR, 2002/2003.

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	QUADRADOS MÉDIOS	
		TCH	BRIX
Bloco	4	115,209 <sup>ns</sup>	0,403 <sup>ns</sup>
Época	2	6821,247**	94,606**
Erro Experimental	8	67,891	0,178
Cultivares	2	3693,419**	0,673*
Época x Cultivares	4	1007,01**	2,239**
Erro Experimental	24	99,020	0,179
Total	44		
Teste de Bartlett - $\chi^2$		12,428 <sup>ns</sup>	4,341 <sup>ns</sup>
Coeficiente de Variação		7,16%	2,14%

<sup>ns</sup> - não significativo ao nível de 5% de probabilidade

\* - significativo ao nível de 5% de probabilidade

\*\* - significativo ao nível de 1% de probabilidade