

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ**

**GUILHERME SOUZA BERTON**



**ANÁLISE DE CRESCIMENTO E PRODUTIVIDADE DE SETE CLONES DE  
CANA-DE-AÇÚCAR, EM CANA-SOCA, CULTIVADOS NO MUNICÍPIO DE  
PARANAÍ-PR**

**CURITIBA**

**2014**

**GUILHERME SOUZA BERTON**

**ANÁLISE DE CRESCIMENTO E PRODUTIVIDADE DE SETE CLONES DE CANA-  
DE-AÇÚCAR, EM CANA-SOCA, CULTIVADOS NO MUNICÍPIO DE  
PARANAVAÍ-PR**

Dissertação apresentada ao Programa 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 obtenção do título de Mestre em Ciências.

Orientador: Prof. Dr. Edelclaiton Daros

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

**CURITIBA**

**2014**

B547 Berton, Guilherme Souza.

Análise de crescimento e produtividade de sete clones de cana-de-açúcar, em cana-soca, cultivados no Município de Paranavaí - PR. / Guilherme Souza Berton. – Curitiba : 2014.  
67 f. il.

Orientador: Edelclaiton Daros.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná.  
Setor de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em  
Agronomia – Produção Vegetal.

1. Cana-de-açúcar – Crescimento – Paranavaí (PR). 2. Cana-de-açúcar – Variedades. I. Daros, Edelclaiton. II. Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Produção Vegetal. III. Título.

CDU 633.61(816.2)



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

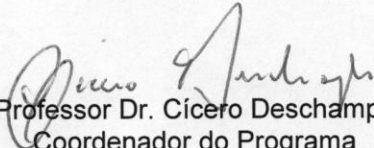



## PARECER

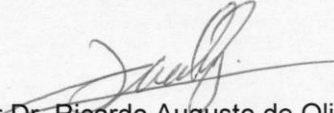
Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Produção Vegetal, reuniram-se para realizar a arguição da Dissertação de MESTRADO, apresentada pelo candidato **GUILHERME SOUZA BERTON**, sob o título "**ANÁLISE DE CRESCIMENTO E PRODUTIVIDADE DE SETE CLONES DE CANA-DE-AÇÚCAR RB, EM CANA-SOCA, CULTIVADOS NO MUNICÍPIO DE PARANAÍ-PR**", 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.

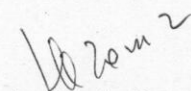
Após haver analisado o referido trabalho e argüido o candidato são de parecer pela "**APROVAÇÃO**" da Dissertação.

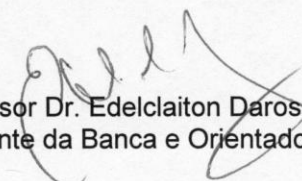
Curitiba, 09 de Dezembro de 2014.

  
Professor Dr. Cícero Deschamps  
Coordenador do Programa

  
Professor Dr. Geraldo Veríssimo de Souza Barbosa  
Primeiro Examinador

  
Professor Dr. Ricardo Augusto de Oliveira  
Segundo Examinador

  
Professor Dr. José Luis Camargo Zambon  
Terceiro Examinador

  
Professor Dr. Edelclaiton Daros  
Presidente da Banca e Orientador

*"Tudo posso naquele que me fortalece"*

*"Omnia possum in eo qui me confortat"*

Filipenses 4:13

Ao meu pai, Aroldo, exemplo de vida, fé, garra e superação.

## **OFEREÇO**

A minha mãe, Cida, sem você nada disso seria possível, obrigado pelos ensinamentos, apoio, carinho e compreensão. A minha esposa, Carolina, e minhas filhas Maria e Alícia, obrigado pela paciência, pelo incentivo, pela força e principalmente pelo carinho.

## **DEDICO**

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus por estar sempre presente na minha vida, tornando tudo isto possível.

A toda minha família, especialmente ao meu irmão Daniel e cunhada Mainara, tio Mário e tia Tereza, Adriana e Diogo, André e Rafael, Lourdes e Gabriela, Mário Eduardo e Ricardo, obrigado pelo apoio, caronas e hospedagens nos momentos que estive em Curitiba.

Ao Professor e orientador Dr. Edelclaiton Daros pela oportunidade, incentivo e ensinamentos.

Ao co-orientador Dr. Ricardo Augusto de Oliveira pelos esclarecimentos metodológicos, colaboração, apoio e amizade.

Ao Dr. Heroldo Weber pelo companheirismo, convivência, apoio, colaboração e sugestões.

Ao Engenheiro Agrônomo Paulo Afonso Graciano pela inspiração, amizade e incentivo para trabalhar com cana-de-açúcar.

Aos professores Dr. João Carlos Bessalhok Filho e Dr. José Luis Camargo Zambon e demais professores da pós-graduação pelos ensinamentos passados durante este período.

Aos técnicos do Programa de pós-graduação Maria Emilia Kudla, Francisco Gerber e a secretária Lucimara Antunes.

A todos os colegas de trabalho, pela colaboração e apoio na execução dos trabalhos de campo, em especial, aos engenheiros agrônômicos Hugo, Pedro, Reginaldo, João e Ana, ao biólogo Fabio, aos técnicos agrícolas Alessandro, Aílto, Luiz Carlos (Carlão) José Batista (Mineiro), Alexandre (Gordo), aos auxiliares de campo, Cláudio, Alexandre, Ismair, Vadimario, Maikon, João Monteiro, José Luiz, Cláudio e Vera pela grande ajuda, amizade e alegria.

Aos colegas do programa de pós-graduação.

A RIDESA e a FUNPAR pelo apoio financeiro necessário para o desenvolvimento do projeto.

A Usina Alto Alegre pelo apoio as análises tecnológicas realizadas.

E aos demais que, direta ou indiretamente contribuíram para a execução deste trabalho.

## **BIOGRAFIA DO AUTOR**

Guilherme Souza Berton, filho de Aroldo Ramos Berton e Aparecida Maria de Souza Berton, nasceu em Paranavaí, Paraná, em 31 de dezembro de 1984.

Em 1998 concluiu o ensino fundamental na escola Jean Piaget, e em 2001 concluiu o ensino médio no Colégio Paroquial, ambos em Paranavaí-PR.

Ingressou na Universidade Estadual de Maringá, no curso de Agronomia, no ano de 2002, na qual recebeu o grau de Engenheiro Agrônomo em março de 2007.

Em abril de 2007, iniciou-se o curso de Residência Agrônômica pela Fundação de Apoio à Pesquisa Científica e Tecnológica da UFRRJ em parceria com a Associação de Produtores de Bioenergia do Estado do Paraná – ALCOPAR. No qual permaneceu até maio de 2008 na Cooperativa Agroindustrial do Noroeste Paranaense – COPAGRA.

De maio de 2008 a outubro de 2009, trabalhou como Engenheiro Agrônomo na Cooperativa Agroindustrial do Noroeste Paranaense – COPAGRA.

Em 2009 iniciou-se o curso de Especialização em Gestão Ambiental pela Universidade Estadual do Paraná – UNESPAR. No qual recebeu o título de Especialista em Meio Ambiente no ano de 2010.

Em 20 de outubro de 2009, foi contratado pela Fundação de Apoio da Universidade Federal do Paraná-FUNPAR, onde passou a desenvolver atividades como pesquisador do Programa de Melhoramento Genético da Cana-de-Açúcar (PMGCA/UFPR), que integra a Rede Interuniversitária para ao Desenvolvimento do Setor Sucroenergético (RIDESA).

Em março de 2013 iniciou o curso de Mestrado em Agronomia, Área de concentração em Produção Vegetal, linha de pesquisa Manejo de Culturas, pelo Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo da Universidade Federal do Paraná.



## RESUMO

Os ganhos em produtividade na cultura da cana-de-açúcar podem ser obtidos pelo aumento de produção dos colmos por unidade de área, aumento do teor de açúcar nos colmos e maior longevidade do canavial. A obtenção de novos cultivares e o melhor conhecimento de seus componentes agrônômicos, morfológicos e fisiológicos pode contribuir para manejar lavouras visando maiores ganhos de produtividade. O conhecimento do desenvolvimento da cultura durante todo o ciclo é fundamental para que se possa modelar e quantificar o crescimento nos diferentes estádios de desenvolvimento. Assim sendo, a análise de crescimento é uma ferramenta importante que permite avaliar e quantificar estes dados, sob diferentes formas de manejo cultural. O presente trabalho teve como objetivo avaliar a produtividade e o desenvolvimento de clones promissores RB “República do Brasil”, em ciclo de cana soca, por meio dos componentes de rendimentos agrônômicos e da análise de crescimento, no município de Paranavaí-PR. O Delineamento experimental foi em blocos ao acaso com quatro repetições, sete tratamentos em arranjo de parcelas subdivididas no tempo. Os tratamentos principais foram sete clones RB de Cana-de-açúcar (RB016916, RB036059, RB036066, RB036085, RB036088, RB036091 e RB036152), desenvolvido pelo Programa de Melhoramento Genético da Cana-de-Açúcar da Universidade Federal do Paraná. Avaliou-se o número de perfilhos por metro quadrado, estatura média dos colmos, diâmetro médio na base do colmo, massa seca de colmos e folhas, tonelada de colmo por hectare (TCH) e as características tecnológicas (POL e Toneladas de Pol por hectare - TPH). As avaliações foram feitas aos 64, 122, 185, 248, 305 e 369 dias após o corte (DAC). A partir da massa seca total (MS) e da área foliar (AF) foram calculados o índice de área foliar (IAF), taxa de crescimento da cultura (TCC), taxa de crescimento absoluto (TCA), taxa de crescimento relativo (TCR), taxa de assimilação líquida (TAL) e taxa de alongação da cultura (TEC). A fase de maior perfilhamento foi no início do ciclo (122 DAC). A fase de grande crescimento foi de 122 a 305 DAC e a fase de maturação de 305 a 369 DAC. A RB036088 e RB036152 apresentaram a maior estatura no momento da colheita final. A RB036066 apresentou maior TCH e TPH. O clone RB036152 apresentou maior acúmulo de MS, maior TCA, maior TAL, maior TCC e maior TEC. O maior IAF foi encontrada na RB036066.

**Palavras-chave:** *Saccharum spp*, clones promissores, componentes de rendimento, crescimento e desenvolvimento, cana-soca.

## GROWTH ANALYSIS AND PRODUCTIVITY OF SEVEN CLONES OF SUGARCANE, IN RATOON CANE, GROWN IN THE CITY OF PARANAÍ-PR

### ABSTRACT

The productivity gains of the crop of the sugarcane can be obtained through from an increase in the stalks per unit of area, the increase in the sugar content in the stalks and a greater plantation longevity. The obtaining of new cultivars and the best knowledge of its agronomics components, morphological and physiological will give more productivity gains. Knowing the stages variations of the development of crop during all the cycle is essential so that one can modal and quantify the growth in different stages. Therefore, the analysis of growth is a very important tool to assess and quantify the data under different forms of cultural management. This present work had as objective evaluate/measuring the productivity and development of promising clones RB, in ratoon cane, through the components of agronomics gain and its growth analysis, in the city of Paranaí-PR. The experimental delineation was the block randomized with four repetitions, com seven treatment arrangements subdivided parcels no tempo. The main treatments were the seven clones in a sugarcane genetic improvement program of the Federal University of Paraná. (RB016916, RB036059, RB036066, RB036085, RB036088, RB036091 and RB036152). It was assessed the number of tillers per square meters, the medium stature of stalks, average diameter at the stalks base, dry mass of stalks and leaves, tons of culm for hectare (TCH) and technological characteristics (POL, fiber, AR, ATR and TPH). Assessments were made at 64,122, 185, 248, 305 and 369 days after cutting (DAC). From the total dry matter (DM) and leaf area (LA) were calculated of photosynthetic leaf area index (LAI), the crop growth rate (CGR), absolute growth rate (AGR), relative growth rate (RGR), net assimilation rate (NAR) and elongation rate of the culture (ERC). The era of greater tillering was early in the cycle (DAC 122). The RB036088 and RB036152 had the highest height for the final harvest. The RB036066 showed higher TCH and TPH. The RB036152 showed higher accumulation of dry matter, higher AGR, higher NAR, higher CGR and higher ERC. The highest LAI was found in RB036066.

**Key Words:** *Saccharum spp* , promising clones, yield componentes, growth and development, ratoon cane.

## LISTA DE TABELAS

### CAPITULO I

- Tabela 1. Resultado da análise química e granulométrica o solo da estação experimental de Paranaíba, SCA–UFPR, 2012.....27
- Tabela 2. Massa seca (g perfilho<sup>-1</sup>) do colmo, folha + bainha e do total, dos clones RB016916, RB036059, RB036066, RB036085, RB036088, RB036091 e RB036152, em seis épocas de avaliação. Estação Experimental de Paranaíba, SCA-UFPR, 2012/2013. .... 33

### CAPITULO II

- Tabela 1. Resultado da análise química e granulométrica do solo da estação experimental de Paranaíba, SCA–UFPR, 2012..... 50
- Tabela 2. Número de perfilhos por metro quadrado, nos clones RB016916, RB036059, RB036066, RB036085, RB036088, RB036091 e RB036152, em seis épocas de avaliação. Estação Experimental de Paranaíba, SCA-UFPR, 2012/2013. .... 54
- Tabela 3. Diâmetro médio da base do colmo (mm), nos clones RB016916, RB036059, RB036066, RB036085, RB036088, RB036091 e RB036152, em seis épocas de avaliação. Estação Experimental de Paranaíba, SCA-UFPR, 2012/2013. .... 56
- Tabela 4. Estatura média do colmo (cm), nos clones RB016916, RB036059, RB036066, RB036085, RB036088, RB036091 e RB036152, em seis épocas de avaliação. Estação Experimental de Paranaíba, SCA-UFPR, 2012/2013..... 57
- Tabela 5. Produtividade agrícola e produção de açúcares, nos clones RB016916, RB036059, RB036066, RB036085, RB036088, RB036091 e RB036152, aos 369 DAC, cana-soca. Estação Experimental de Paranaíba, SCA-UFPR, 2012/2013. .... 58

## LISTA DE FIGURAS

### INTRODUÇÃO

- Figura 1. Ciclo fenológico da cana-de-açúcar, (GASCHO & SHIH, 1983; MARAFON, 2012).  
..... 14

### CAPITULO I

- Figura 1. Precipitação média mensal (mm), precipitação média histórica (mm), temperatura média mensal (°C), temperatura média histórica (°C) nos meses de julho de 2012 a julho de 2013 e média histórica de 38 anos. Estação Meteorológica IAPAR/SIMEPAR, Paranavaí, PR. .... 28
- Figura 2. Balanço hídrico nos meses de julho de 2012 a julho de 2013. Estação Meteorológica IAPAR/SIMEPAR, Paranavaí, PR. .... 28
- Figura 3. Distribuição de massa seca de folha+bainha e de colmo, dos clones RB016916, RB036059, RB036066, RB036085, RB036088, RB036091 e RB036152, em seis épocas de avaliação. Estação Experimental de Paranavaí, SCA-UFPR, 2012/2013. .... 34
- Figura 4. Produção de massa seca total ( $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$ ), nos clones RB016916, RB036059, RB036066, RB036085, RB036088, RB036091 e RB036152, em seis épocas de avaliação. Estação Experimental de Paranavaí, SCA-UFPR, 2012/2013. .... 36
- Figura 5. Índice de área foliar – IAF ( $\text{m}^2\cdot\text{m}^{-2}$ ), nos clones RB016916, RB036059, RB036066, RB036085, RB036088, RB036091 e RB036152, em seis épocas de avaliação. Estação Experimental de Paranavaí, SCA-UFPR, 2012/2013. .... 36
- Figura 6. Taxa de crescimento absoluto – TCA ( $\text{g}\cdot\text{dia}^{-1}$ ), nos clones RB016916, RB036059, RB036066, RB036085, RB036088, RB036091 e RB036152, em seis épocas de avaliação. Estação Experimental de Paranavaí, SCA-UFPR, 2012/2013. .... 37
- Figura 7. Taxa de crescimento relativo – TCR ( $\text{g}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{dia}^{-1}$ ), nos clones RB016916, RB036059, RB036066, RB036085, RB036088, RB036091 e RB036152, em seis épocas de avaliação. Estação Experimental de Paranavaí, SCA-UFPR, 2012/2013. .... 38
- Figura 8. Taxa de assimilação líquida – TAL ( $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{dia}^{-1}$ ), nos clones RB016916, RB036059, RB036066, RB036085, RB036088, RB036091 e RB036152, em seis épocas de avaliação. Estação Experimental de Paranavaí, SCA-UFPR, 2012/2013. .... 39
- Figura 9. Taxa de crescimento da cultura – TCC ( $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{dia}^{-1}$ ), nos clones RB016916, RB036059, RB036066, RB036085, RB036088, RB036091 e RB036152, em seis épocas de avaliação. Estação Experimental de Paranavaí, SCA-UFPR, 2012/2013. .... 40
- Figura 10. Taxa de alongação do colmo – TEC ( $\text{cm}\cdot\text{dia}^{-1}$ ), nos clones RB016916, RB036059, RB036066, RB036085, RB036088, RB036091 e RB036152, em seis épocas de avaliação. Estação Experimental de Paranavaí, SCA-UFPR, 2012/2013. .... 41

## CAPITULO II

- Figura 1. Precipitação média mensal (mm), precipitação média histórica (mm), temperatura média mensal (°C), temperatura média histórica (°C) nos meses de julho de 2012 a julho de 2013 e média histórica de 38 anos. Estação Meteorológica IAPAR/SIMEPAR, Paranavaí, PR. .... 51
- Figura 2. Balanço hídrico nos meses de julho de 2012 a julho de 2013. Estação Meteorológica IAPAR/SIMEPAR, Paranavaí, PR. .... 51

## LISTA DE ANEXOS

- Anexo 1. Representação do croqui da parcela experimental e das avaliações realizadas nos intervalos de tempo..... 62
- Anexo 2. Resultados da análise de variância para o diâmetro médio da base do colmo (cm), número de perfilhos ( $m^2$ ) e estatura dos colmos (cm), massa seca dos colmos ( $g.perfilho^{-1}$ ), massa seca das folhas + bainhas ( $g.perfilho^{-1}$ ), massa seca total ( $g.perfilho^{-1}$ ), nos clones RB016916, RB036059, RB036066, RB036085, RB036088, RB036091 e RB036152, em seis épocas de avaliação. Análise não destrutiva. Estação Experimental de Paranavaí, SCA-UFPR, 2012/2013..... 63
- Anexo 3. Resultados da análise de variância para tonelada de colmo por hectare (TCH), Porcentagem de sacarose aparente (POL), pureza, fibra, tonelada de POL por hectare (TPH) e açúcar total recuperável (ATR), nos clones RB016916, RB036059, RB036066, RB036085, RB036088, RB036091 e RB036152, aos 369 DAC. Estação Experimental de Paranavaí, SCA-UFPR, 2012/2013. .... 64

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	11
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	13
2.1. Aspectos Gerais .....	13
2.2. Variedades .....	13
2.3. Fases fenológicas .....	14
2.3.1. Fase de brotação e perfilhamento.....	14
2.3.2. Fase de perfilhamento .....	15
2.3.3. Fase de crescimento dos colmos .....	16
2.3.4. Fase de maturação .....	16
2.4. Análise de crescimento na cana-de-açúcar .....	17
2.5. Referencias.....	21
3. CAPITULO I .....	24
ANÁLISE DE CRESCIMENTO DE SETE CLONES RB DE CANA-DE-AÇÚCAR, EM CANA-SOCA, CULTIVADOS NO MUNICÍPIO DE PARANAÍ-PR .....	24
RESUMO .....	24
ABSTRACT .....	25
INTRODUÇÃO.....	26
MATERIAL E MÉTODOS.....	27
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	32
CONCLUSÕES .....	42
LITERATURA CITADA.....	43
4. CAPITULO II .....	47
AVALIAÇÃO DE SETE CLONES RB DE CANA-DE-AÇÚCAR, EM CANA-SOCA, CULTIVADOS NO MUNICÍPIO DE PARANAÍ-PR.....	47
RESUMO .....	47
ABSTRACT .....	48
INTRODUÇÃO.....	49
MATERIAL E MÉTODOS.....	50
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	53
CONCLUSÕES .....	59
REFERÊNCIAS .....	60
5. ANEXOS.....	62

## 1. INTRODUÇÃO

A análise de crescimento representa a referência inicial na análise da produção das espécies vegetais, requerendo informações que podem ser obtidas sem uso de equipamentos sofisticados. Essas informações correspondem à quantidade de material contido na planta e o tamanho do aparelho fotossintetizante (área foliar), obtidas a intervalos de tempo regulares durante o desenvolvimento fenológico da planta.

O termo “análise de crescimento” se refere a uma série de métodos quantitativos que descrevem e interpretam o desempenho de uma planta, crescendo sob condições naturais, ou controladas, dando uma aproximação explicativa, holística e integral para interpretar as formas e funções da planta. Pode ser considerado um método padrão para se medir a produtividade biológica de uma cultura, permitindo o estudo de diferentes cultivares em seu ambiente de produção. Tais informações são a quantidade de material contido na planta toda e em suas partes (folhas, colmos, raízes e frutos), e o tamanho do aparelho fotossintetizante (área foliar), obtidas a intervalos de tempo regulares durante o desenvolvimento fenológico da planta.

A análise do crescimento em cana-de-açúcar, em termos de produção e partição de biomassa, pode ter grande importância para o melhor entendimento dos mecanismos que proporcionam aumento na eficiência produtiva da cultura em resposta às condições ambientais. Através do estudo das interações das variáveis de crescimento, dos estádios de desenvolvimento da planta e dos fatores ambientais (luminosidade, temperatura, concentração de CO<sub>2</sub>, disponibilidade de água e nutrientes), pode-se definir a habilidade de adaptação da planta ao ambiente em questão.

É realizada por meio da estimativa de índices morfofisiológicos, que necessitam de avaliações sequenciais, em intervalos regulares, do acúmulo de biomassa seca e da área foliar. Contudo, também é possível avaliar o crescimento da cana-de-açúcar por meio de análises dinâmicas de perfilhamento e de desenvolvimento das folhas, os quais condicionam a fração da irradiação solar fotossinteticamente ativa interceptada pela cultura e, conseqüentemente, a eficiência de seu uso para o acúmulo de biomassa e o incremento do rendimento industrial.

A análise de crescimento tem sido usada na tentativa de explicar diferenças no crescimento, de ordem genética ou resultante de modificações do ambiente. O conhecimento da variação das fases de desenvolvimento da cultura de cana-de-açúcar durante todo o ciclo é fundamental para que se possa modelar e quantificar o crescimento nos diferentes estádios de

desenvolvimento da cultura. Assim sendo, uma ferramenta muito importante é a análise de crescimento da cultura.

Vários fatores interferem na produção e maturação da cultura da cana-de-açúcar, sendo os principais a interação edafoclimática, o manejo da cultura e a cultivar escolhida. Estudar a cultura no seu ambiente de desenvolvimento pode gerar uma enorme quantidade de informações para adequar o melhor manejo e cultivar para os específicos ambientes. Assim sendo, o conhecimento dos componentes de rendimento agroindustriais, busca promover o melhor rendimento da cultura, através de seu manejo, e conseqüentemente maior produtividade para as agroindústrias da cana-de-açúcar.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a produtividade e o desenvolvimento de clones promissores RB (República do Brasil), em ciclo de cana-soca, por meio de seus componentes de rendimento agroindustriais e sua análise de crescimento, no município de Paranavaí-PR.



## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. Aspectos Gerais

A cana-de-açúcar é uma *Poaceae* semiperene com metabolismo fotossintético C<sub>4</sub>, teve sua origem na Nova Guiné, onde sua existência era tida como de planta silvestre e ornamental. Da Nova Guiné, disseminou-se em várias linhas do sul do Oceano Pacífico, na Indochina, no Arquipélago da Malásia e em Bengala, sendo certo o seu aparecimento como planta produtora de açúcar na Índia. Os persas parecem ter sido os primeiros a desenvolverem as técnicas de produção de açúcar na forma cristalizada, tal como atualmente se conhece (DELGADO & CÉSAR, 1977). O ciclo evolutivo da cultura pode ser de 12 (cana de ano) e 18 meses (cana de ano e meio) em cana-planta. Após o primeiro corte, o ciclo passa a ser de 12 meses, e a partir do primeiro corte passa a ser denominada de cana-soca. Os fatores ambientais que afetam de maneira significativa a produção da cana-de-açúcar são temperatura, luz, disponibilidade de água e nutrientes (ALFONSI, et al., 1987).

As características inerentes a cada clone definem o número de colmos por planta, assim como a altura e o diâmetro do colmo, o comprimento e a largura das folhas e a arquitetura da parte aérea, sendo a expressão destes caracteres muito influenciada pelo clima, pelo manejo e pelas práticas culturais utilizadas. As características das variedades influenciam a eficiência fotossintética da cana-de-açúcar, além das variações climáticas que prevalecem durante todo o desenvolvimento (RODRIGUES, 1995).

### 2.2. Variedades

As variedades de cana-de-açúcar podem ser consideradas como importantes componentes da produção agrícola. No Brasil, nas últimas três décadas foi marcante a contribuição desta tecnologia, pois permitiu, pelo emprego de variedades geneticamente melhoradas, obter acréscimos de mais de 30% em produtividade agrícola e marcante evolução da qualidade da matéria-prima (BARBOSA, 2014).

Atualmente o país conta com quatro programas de melhoramento genético da cana-de-açúcar: Canavialis (variedades CV); Centro de Tecnologia Canavieira (variedades CTC, sucessor da Coopersucar - variedades SP); Instituto Agrônomo de Campinas (variedades IAC); e Rede Interuniversitária para o Desenvolvimento do Setor Sucroalcooleiro – RIDESA (variedades RB). (BARBOSA et. al., 2012). Esses programas anualmente liberam novos clones promissores com potencial de produção agrícola e industrial.

### 2.3. Fases fenológicas

A fenologia estuda as mudanças exteriores (morfologia) e as transformações que estão relacionadas ao ciclo de uma cultura. Representa, portanto, o estudo de como a planta se desenvolve ao longo de suas diferentes fases: germinação, emergência, crescimento e desenvolvimento vegetativo, florescimento, frutificação, formação das sementes e maturação (BARBOSA, 2010). Na cultura da cana-de-açúcar há menos estádios fenológicos que em outras culturas devido principalmente ao teor de sacarose armazenado nos colmos.

O ciclo fenológico da cana-de-açúcar compreende quatro fases, conforme GASCHO & SHIH, 1983 (Figura 1): Brotação e estabelecimento, perfilhamento, crescimento dos colmos e maturação.

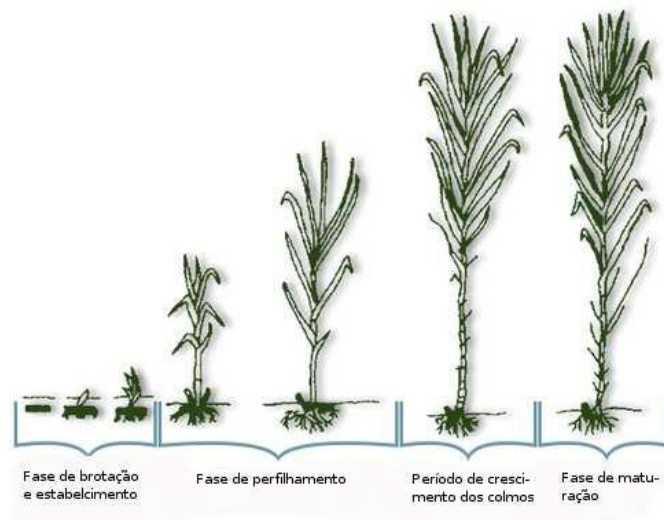


Figura 1. Ciclo fenológico da cana-de-açúcar, (GASCHO & SHIH, 1983; MARAFON, 2012).

#### 2.3.1. Fase de brotação e perfilhamento

A brotação é o primeiro estágio da cana-de-açúcar. O broto se desenvolve a partir do rompimento das folhas lignificadas da gema e sai pelos poros germinativos desenvolvendo-se em direção à superfície do solo, sendo que logo em seguida, começam a aparecer as primeiras raízes denominadas de raízes de fixação (RIPOLI et. al, 2007).

As reservas nos toletes são fundamentais para o processo de brotação, mas ao longo de seu desenvolvimento essa dependência vai diminuindo à medida que o sistema radicular se desenvolve aumentando a captação de água e nutrientes presentes no solo. (CASAGRANDE, 2008).

Na visão de SEGATO (2006) e RIPOLI et al. (2007), após 20 a 40 dias do plantio, dependendo das condições edafoclimáticas, o broto já começa a se desenvolver acima da superfície do solo, sendo chamado de perfilho primário. Neste ponto, a gema apical assume o crescimento resultando em sucessões de nós e entrenós. As raízes do colmo primário, juntamente com as raízes mais velhas, constituem o sistema primordial da futura touceira de cana-de-açúcar.

No caso da brotação, há vários fatores ambientais que podem trazer prejuízos a brotação como a temperatura e a umidade do solo. Em geral, a temperatura acaba interferindo principalmente nas relações bioquímicas e nas ações das enzimas que diferenciam no crescimento celular da planta. A temperatura ótima durante a brotação está entre 30° a 33°C, sendo que com temperaturas abaixo de 21°C a brotação começa a se tornar lenta (CASAGRANDE, 2008).

Conforme SEGATO (2006), além da temperatura, a falta ou o excesso de água pode trazer problemas para essa fase. Além disso, outros fatores como algumas doenças e o manejo empregado pelo homem podem reduzir a brotação. A umidade do solo ideal para uma boa brotação vai depender do tipo de solo e suas principais características físicas como densidade, aeração, e a condutividade hídrica (CASAGRANDE, 2008).

### 2.3.2. Fase de perfilhamento

De acordo com SILVA et al. (2004), após o período de brotação e desenvolvimento das gemas, inicia-se a fase de emissão de colmos na planta, denominadas de perfilhos. Esta fase é caracterizada pela formação dos perfilhos primários, secundários, etc., fazendo com que as raízes de fixação, emitidas pelos toletes, percam sua função e o colmo passe a depender das raízes dos perfilhos.

A variação da quantidade de perfilhos depende da intensidade luminosa. Se a cana-de-açúcar receber altas taxas de radiação, os colmos da planta poderão ser mais grossos, as folhas serão mais longas e verdes e o perfilhamento será mais intenso (RODRIGUES, 1995).

Segundo RIPOLI et al. (2007) cada perfilho tem um comportamento independente e autônomo devido aos seus órgãos próprios (raízes, colmos e folhas), mas todos os perfilhos que compõem a touceira continuam tendo ligações entre si e pode haver troca de nutrientes e água entre eles.

Para SEGATO (2006), a fase de intenso perfilhamento ocorre quando a planta atinge seu máximo de produção de perfilhos. A partir daí a competição entre os perfilhos pelos seus fatores

limitantes de crescimento (água, luz e espaço), aumenta podendo causar a morte dos perfilhos mais novos. Nesta fase, o sistema radicular da planta está bem desenvolvido, crescendo em direção às camadas mais profundas do solo, caso este apresente impedimentos por deficiência de atributos físicos, químicos ou biológicos.

A nutrição equilibrada e a umidade do solo são também fatores importantes a serem considerados no que diz respeito a interferências no perfilho da cana-de-açúcar (SILVA et. al, 2008).

O mesmo autor discorre ainda que um novo fator que interfere no perfilhamento da cana é a colheita mecanizada, pois a palha residual atua como uma barreira física, impedindo que a luminosidade e a temperatura cheguem aos perfilhos, reduzindo assim, o processo fotossintético inicial. Mas, por outro lado, se durante a colheita mecanizada, a altura de corte dos colmos da base for deixada mais alta, estes poderão servir como reservas energéticas para o rebroto da cana-de-açúcar, principalmente, em lugares onde o clima apresenta-se bastante desfavorável.

### 2.3.3. Fase de crescimento dos colmos

A cana-de-açúcar, uma *Poáceae* do tipo C4 apresenta maior taxa fotossintética na captação de CO<sub>2</sub> da atmosfera. Portanto, se adapta a grandes variações de temperatura, intensidade luminosa e escassez de água (SEGATO et. al, 2006).

Conforme SUGUITANI (2006), para o crescimento da cana-de-açúcar há vários componentes fenológicos como o número de perfilhos, a estatura dos colmos, densidade dos colmos que são características genéticas, mas que estão sujeitos a influências ambientais.

Conhecer os aspectos internos dos vegetais pode trazer benefícios no manejo em lavouras comerciais, como também no melhoramento genético e na biologia molecular, de forma a trazer sustentabilidade aos processos de produção vegetal (CASAGRANDE, 2008).

O crescimento da cana-de-açúcar pode ser dividido em três etapas, onde na primeira fase o crescimento da planta é lento, durando por volta de 200 dias após o plantio. Na segunda fase, o crescimento se torna rápido e a planta acumula 75% do total de sua massa, e na fase final, o crescimento se torna lento, nesse período o acúmulo chega a 11% de sua massa total (MACHADO et al., 1982; OLIVEIRA, 2004).

### 2.3.4. Fase de maturação

A fase de maturação inicia-se a partir do ponto em que a planta chega ao final do perfilhamento, iniciando o acúmulo de sacarose nos colmos. Desta forma, à medida que os

colmos vão amadurecendo, continuam se desenvolvendo e acumulando cada vez mais sacarose nos colmos da planta. Cada entrenó acumula seu próprio açúcar, mas a maior concentração de açúcares está na direção do centro do colmo (SEGATO, 2006).

A maturação é a fase final dos processos fisiológicos da planta. No início, ocorre a síntese de açúcares e posteriormente a sua translocação e termina quando ocorre a queda da folha. Já a segunda fase está relacionada com os açúcares presentes nos entrenós expandidos (RODRIGUES,1995).

Ainda do ponto de vista de RODRIGUES (1995), durante a fase de maturação, ocorre muita sacarose invertida principalmente nos primeiros meses de idade da cana. Nesta etapa, a atividade respiratória da cana é alta, a absorção e transpiração de água ocorrem rapidamente, como também a circulação de nutrientes. A sacarose é rapidamente sintetizada e estocada sendo utilizada também para o seu metabolismo na formação de novos tecidos para a planta.

Uma parte da sacarose produzida é transportada do cloroplasto para o citossol que é exportada para as folhas, principalmente nos vacúolos. Parte do carbono assimilado na fotossíntese é transformada em amido no cloroplasto. O amido e a sacarose armazenados são utilizados como sacarose exportável e também para o consumo na respiração (RODRIGUES, 1995).

Vários fatores interferem diretamente na maturação, de acordo com MARQUES & SILVA (2008), as interações edafoclimáticas e o manejo da cultura são alguns destes fatores. A maturação da cana-de-açúcar pode ser avaliada em laboratório, através da análise de colmos, dos conteúdos de sólidos solúveis totais (BRIX), teor de sacarose aparente (POL), Pureza (POL x 100/BRIX) e açúcares redutores – AR (glicose + frutose).

MARQUES et. al. (2007) ressaltam ainda que fisiologicamente, a maturação pode ser influenciada por fatores como clima, solo e tratos culturais, onde requerem uma deficiência hídrica ou térmica para que ocorra a maturação, pois se não houver essa deficiência a cana permanecerá vegetando, sem acumular sacarose. Quanto aos solos argilosos, que retêm grandes quantidades hídricas, a maturação pode retardar, mas com solos mais permeáveis a maturação pode ser antecipada.

#### **2.4. Análise de crescimento na cana-de-açúcar**

A análise de crescimento é considerada sob o ponto de vista agrônômico, como um instrumento importante para conhecer as diferenças funcionais e estruturais entre cultivares de uma mesma espécie. Pode ser usada para investigar a adaptação ecológica de cultivares a novos

ambientes e o potencial produtivo destes, de forma a selecioná-los para melhor atender aos seus objetivos (PEREIRA & MACHADO, 1987; DUARTE, 2009).

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; DUARTE, 2009). É um método que descreve as condições morfofisiológicas 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 genótípicas da capacidade produtiva e a influência de práticas agronômicas sobre o crescimento (MAGALHÃES, 1979; PEREIRA & MACHADO, 1987; BENINCASA, 2003; DUARTE, 2009).

Como o crescimento é avaliado através de variações em tamanho de algum aspecto da planta, geralmente morfológico, isso evidencia que a análise de crescimento está baseada no fato que 90%, em média, da massa seca acumulada pelas plantas ao longo do seu crescimento, resultam da atividade fotossintética, sendo que esta passa a ser o componente fisiológico de maior importância neste tipo de estudo (BENINCASA, 2003; DUARTE, 2009).

BENINCASA (2003) relata que estes índices podem ser obtidos em diferentes tipos de análise de crescimento: (a) linear, que compreende a análise da altura da planta, comprimento do caule, comprimento e largura das folhas e diâmetro do colmo; (b) superficial, relacionada à determinação da superfície fotossintética; (c) massa e número de unidades estruturais, que são as determinações do número de colmos ou perfilhos, e a produção que é resultado da pesagem dos mesmos.

Segundo CIVIERO (2014), apesar do alto investimento na cultura da cana-de-açúcar, em busca da aplicação de novas tecnologias visando o aumento da produtividade, ainda são poucos os trabalhos com as variedades mais modernas, que sofreram significativa interferência genética através do melhoramento vegetal tradicional. Assim, a análise de crescimento tem permitido identificar as fases de desenvolvimento da cultura, através de avaliações morfológicas, como altura, diâmetro de colmo, perfilhamento, área foliar e produtividade, tornando possível identificar a capacidade produtiva de diferentes cultivares (COSTA et al., 2011).

A análise de crescimento se apresenta como uma metodologia válida para estudar as bases fisiológicas da produção, e evidencia a influência exercida pelas variáveis ambientais, genéticas e agronômicas. Descrevendo condições morfo-fisiológicas da planta em diferentes intervalos de tempo, entre duas amostragens sucessivas, pode-se acompanhar a dinâmica da produção fotossintética avaliando-se a acumulação de fitomassa seca em intervalos de tempos

iguais entre si, de modo que, pelo menos seis a sete medidas sejam tomadas (SILVA et al., 2000; CIVIERO, 2014).

A análise de crescimento tem permitido avaliar os efeitos de diferentes formas de adubação, tratos culturais, sistemas de produção (GAVA et al., 2001), utilização de espaçamento e/ou arranjo espacial eficientes (CARDOSO et al., 2006; CIVIERO, 2014), identificação da capacidade produtiva de diferentes cultivares (ALMEIDA et al., 2008), populações de plantas, irrigação, ambientes com variação de precipitação pluvial e temperatura.

Permite ainda avaliar os efeitos de sistemas de manejo sobre as plantas, descrevendo as mudanças na produção vegetal em função do tempo, o que não é possível com o simples registro do rendimento (URCHEI et al., 2000; CIVIERO, 2014).

Para que ocorra o crescimento das plantas é necessária a conversão da energia luminosa em energia química, cuja intensidade é proporcional a interceptação capturada da luz pelo dossel da cultura. Devido à cana-de-açúcar ser uma planta C4, logo possui alta eficiência fotossintética. Desta forma, observa-se a importância das estimativas dos índices de crescimento, como a taxa de assimilação líquida (TAL), taxa de crescimento relativo (TCR), área foliar específica (AFE), razão de área foliar (RAF) para a melhor compreensão do desenvolvimento da parte aérea (SILVA et al., 2005; CIVIERO, 2014).

A análise de crescimento torna-se uma ferramenta importante, pois possibilita realizar o ajuste do período de plantio, coincidindo as melhores condições ambientais com as fases de maiores exigências da cultura (CIVIERO, 2014).

O conhecimento do desenvolvimento temporal das variáveis agrônomicas da cana-de-açúcar é um aspecto preponderante para o desenvolvimento de modelos de entendimento e predição da produção da cultura, os quais podem minimizar riscos ambientais, reduzir custos de produção e proporcionar maior sustentabilidade ao setor. Os modelos de simulação do crescimento são simplificações dos processos de crescimento das plantas e consistem numa descrição quantitativa dos mecanismos e processos que desencadeiam respostas da planta em função das suas interações com o meio ambiente, bem com as práticas de manejo adotadas (MARAFON, 2012).

Assim, os dados provenientes da análise de crescimento podem contribuir na construção de modelos de simulação que possibilitem economia de tempo, trabalho e quantidade de recursos para a tomada de decisões de manejo no setor agrícola, para a análise dos fatores que podem aumentar a produção de culturas e a transferência de tecnologia para o sistema de produção (MARAFON, 2012).

Concluindo, a análise de crescimento permite identificar as prováveis variações no desenvolvimento que ocorrem durante o ciclo da cultura, sendo importante para que se possa modelar e quantificar o crescimento nos diferentes ambientes de produção (TERUEL et al., 1997; CIVIERO, 2014).



## 2.5. Referencias

- ALFONSI, R. R. et al. **Condições climáticas para a cana-de-açúcar**. Campinas: Fundação Cargill, 1987.
- ALMEIDA, A. C. S.; SOUZA, J. L.; TEODORO, I.; BARBOSA, G. V. S.; MOURA FILHO, G.; FERREIRA JÚNIOR, R. A. Desenvolvimento vegetativo e produção de variedades de cana-de-açúcar em relação a disponibilidade hídrica e unidades térmicas. *Ciência Agrotecnica, Lavras*, v. 32, n. 5, p. 1441-1448, 2008.
- ARALDI, R.; SILVA, F.M.L.; ONO, E.O.; RODRIGUES, J.D. Florescimento em cana-de-açúcar. *Ciência Rural*, v.40, n.3, 2010.
- BARBOSA, F. S. **Resistência á seca em cana-de-açúcar para diferentes níveis de disponibilidade hídrica no solo**. 2010. 81 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz Queiroz, ESALQ, Piracicaba, 2010.
- BARBOSA, G.V.S. **Contribuição do melhoramento genético da cana-de-açúcar para a agroindústria canavieira de Alagoas**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2014. 116p. Tese de Doutorado.
- BARBOSA, M.H.P.; RESENDE, M.D.V.; DIAS, L.A.S.; BARBOSA, G.V.S.; OLIVEIRA, R.A.; PETERNELLI, L.A.; DAROS, E. Genetic improvement of sugar cane for bioenergy: the Brazilian experience in network research with RIDESA. *Crop Breeding and Applied Biotechnology* S2: p.87-98, 2012.
- BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas: noções básicas**. Jaboticabal: FUNEP, 2003, 41p.
- CÂMARA, G. M. S. Ecofisiologia da cultura da cana-de-açúcar. In: CÂMARA, G. M. S. **Produção de cana-de-açúcar**. Piracicaba: FEALQ, 1993. p. 31-64.
- CARDOSO, G. D.; ALVES, P.L.C.A.; BELTRÃO, N. E. M.; BARRETO, A. F. Uso da análise de crescimento não destrutiva como ferramenta para avaliação de cultivares. *Revista de Biologia e Ciências da Terra*, v. 6, n. 2, 2006.
- CASAGRANDE, A.A; VASCONCELOS, A.C.M. Fisiologia da parte aérea. In: DINARDO-MIRANDA, L. L.; VASCONCELOS, A.C.M.; LANDELL, M.G.de A. **Cana-de-açúcar**. Campinas: Instituto Agrônômico, 2008. p. 57-78.
- CASTRO, P.R.C. **Fisiologia vegetal aplicada à cana-de-açúcar**. Maceió, 2001. 7p.
- CIVIERO, J.C. **Arranjo de plantas em cana-de-açúcar: comportamento do sistema radicular, análise de crescimento, componentes morfológicos e de produção**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2014. 192p. Tese Doutorado.
- COSTA, C.T.S.; FERREIRA, V.M.; ENDRES, L; FERREIRA, D.T.R.G.; GONÇALVES, E.R. Crescimento e produtividade de quatro variedades de cana-de-açúcar no quarto ciclo de cultivo. *Revista Caatinga*, Mossoró, v. 24, n. 3, p. 56-63, 2011.
- DELGADO, A. A.; CÉSAR, M. A. A. **Elementos de tecnologia e engenharia do açúcar de cana**. Piracicaba: ESALQ, 1977.

DUARTE, Ana Maria Alves. **Crescimento e maturação da cana-de-açúcar, sob condições de cultivo irrigado, em Janaúba-MG.** 2009. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal no Semiárido) – Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, MG.

GASCHO, G. J.; SHIH, S. F. Sugarcane. **Cropwater relations**, New York, p. 445-479, 1983.

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.

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.

MAGALHÃES, A. C. N. Análise quantitativa do crescimento. In: FERRI, M.G. (Coord.). **Fisiologia vegetal 1**. São Paulo: EPU/Ed. da Universidade de São Paulo, 1979. p. 331-350.

MARAFON, A. C.; **Análise Quantitativa de Crescimento em Cana-de-Açúcar: uma Introdução ao Procedimento Prático**. Aracaju, EMBRAPA, 2012. 29 p. (Documentos, 168).

MARQUES, T. A.; SILVA, W. H. Crescimento vegetativo e maturação em três cultivares de cana-de-açúcar. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 8, n.1, p. 54-60, 2008.

MARQUES, T.A.; GODINHO, A.M.M.; TIRITAN, C.S.; CRESTE, J.E.; MARQUES, M.O. Parâmetros biométricos e tecnológicos de cultivares de cana-de-açúcar para o oeste paulista. **STAB. Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, v. 26, n. 2, p. 46-51, nov./dez.2007.

OLIVEIRA, R. A. De. **Análise de crescimento da cana-de-açúcar, na região noroeste do Paraná**. Curitiba. 2004. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Paraná.

PEREIRA, A. R., MACHADO, E. C. Análise quantitativa do crescimento de comunidades vegetais. Campinas, Instituto Agrônomo, n.114, 1987, 33p.

RIPOLI, T.C.C; RIPOLI, M.L.C; CASAGRANDE, D.V.; IDE, B.Y. **Plantio de cana-de-açúcar: estado da arte**. 2.ed. Piracicaba: Edição dos autores, 2007. 198 p.

RODRIGUES, J. D. **Fisiologia da cana-de-açúcar**. Botucatu: Unesp, 1995. 75p.

SCARPARI, M.S. **PREDPOL: um modelo de previsão da maturação da cana-de-açúcar visando planejamento otimizado**. Piracicaba: ESALQ/USP, 2007.120p. Tese (Doutorado).

SEGATO, S. V.; PINTO, A. S.; JENDIROBA, E.; NÓBREGA, J. C. M. **Atualização em produção de Cana-de-açúcar**. Piracicaba, 2006.

SILVA, D.K.T.; DAROS, E.; ZAMBOM, J.L.C.; WEBER, H.; IDO, O.T.; ZUFFELLATO-RIBAS, K.C.; KOEHLER, H. S.; OLIVEIRA, R. A. Análise de crescimento em cultivares de cana-de-açúcar em cana-soca no noroeste do Paraná na safra de 2002/2003. **Scientia Agraria**, v. 6, n. 1-2, p. 47-53, 2005.

SILVA, L.C.; BELTERÃO, N. E.M.; AMORIM NETO, M. S. **Análise do Crescimento de Comunidades Vegetais**. Campina Grande, PB. Circular Técnica, 34. Maio, 2000.

SILVA, M.A.; CARLIN, S.D.; PERECIN, D. Fatores que afetam a brotação inicial da cana-de-açúcar. **Revista Ceres**, v.51, n.296, p.457-466, 2004.

SILVA, M.A.; JERONIMO, E.M.; LÚCIO, A.D. Perfilhamento e produtividade de cana-de-açúcar com diferentes alturas de corte e épocas de colheita. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, n.8, p.979-986, 2008.

SUGUITANI, C. **Entendendo e a produção de cana-de-açúcar**: avaliação do modelo Mosicas. 2006. 60 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

TERUEL, D. A.; BARBIERE, V.; FERRARO JÚNIOR, L. A. Sugarcane leaf area index modeling under different soil water condintios. **Scientia Agrícola**, v.54, p.93-44, 1997.

URCHEI, M.A.; RODRIGUES, J.D.; STONE, L.F. Análise de crescimento de duas cultivares de feijoeiro sob irrigação, em plantio direto e preparo convencional. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 3, p. 497-506, 2000.

### 3. CAPITULO I <sup>1</sup>

## ANÁLISE DE CRESCIMENTO DE SETE CLONES RB DE CANA-DE-AÇÚCAR, EM CANA-SOCA, CULTIVADOS NO MUNICÍPIO DE PARANAÍ-PR

### RESUMO

A análise de crescimento é uma ferramenta importante que permite avaliar e quantificar o desenvolvimento da cultura da cana-de-açúcar durante todo o seu ciclo. O presente trabalho teve como objetivo, estudar o crescimento e desenvolvimento, através da análise de crescimento, de sete clones RB “República do Brasil” de cana-de-açúcar, em ciclo de cana-soca, no Município de Paranaí-PR. O Delineamento experimental foi em blocos ao acaso com quatro repetições, sete tratamentos em arranjo de parcelas subdivididas no tempo. Os tratamentos foram sete clones RB de Cana-de-açúcar (RB016916, RB036059, RB036066, RB036085, RB036088, RB036091 e RB036152), desenvolvido pelo Programa de Melhoramento Genético da Cana-de-Açúcar da Universidade Federal do Paraná. As avaliações foram feitas aos 64, 122, 185, 248, 305 e 369 dias após o corte (DAC). A partir da massa seca total (MS) e da área foliar (AF) foram calculados o índice de área foliar (IAF), taxa de crescimento da cultura (TCC), taxa de crescimento absoluto (TCA), taxa de crescimento relativo (TCR), taxa de assimilação líquida (TAL) e taxa de alongação da cultura (TEC). O clone RB036152 apresentou maior acúmulo de MS, maior TCA, maior TAL, maior TCC e maior TEC. O maior IAF foi encontrada na RB036066.

**Palavras-chave:** *Saccharum spp*, clones promissores, desenvolvimento, cana-soca

---

<sup>1</sup> Capítulo redigido em forma de artigo científico, de acordo com as normas da revista Agrária - Revista Brasileira de Ciências Agrárias, Recife, ISSN (on line) 1981-0997.

## **GROWTH ANALYSIS OF SEVEN RB CLONES OF SUGARCANE, IN RATOON CANE, IN THE CITY OF PARANAVAÍ-PR.**

### **ABSTRACT**

Knowing the stages variations of the development of crop during all the cycle is essential so that one can modal and quantify the growth in different stages. Therefore, the analysis of growth is an important tool to assess and quantify the data under different forms of cultural management. This present work had as objective, study the growth and development through the growth analysis, of seven clones RB “Republic of Brazil” of sugarcane in the ratoon cane cycle, in the city of Paranavaí-PR. The experimental design was a randomized block with four replications, seven treatments in a split plot arrangement in time. The main treatments were seven clones of RB sugarcane (RB016916, RB036059, RB036066, RB036085, RB036088, RB036091 and RB036152), developed by the Sugarcane at Universidade Federal do Paraná Breeding Program. Assessments were made at 64,122, 185, 248, 305 and 369 days after cutting (DAC). From the total dry matter (DM) and leaf area (LA) were calculated of photosynthetic leaf area index (LAI), the crop growth rate (CGR), absolute growth rate (AGR), relative growth rate (RGR), net assimilation rate (NAR) and elongation rate of the culture (ERC). The RB036152 showed higher accumulation of dry matter, higher AGR, higher NAR, higher CGR and higher ERC. The highest LAI was found in RB036066.

**Key words:** *Saccharum spp.*, promising clones, development, ratoon cane

## INTRODUÇÃO

O conhecimento da variação das fases de desenvolvimento da cultura da cana-de-açúcar durante todo o ciclo é fundamental para que se possa modelar e quantificar o crescimento nos diferentes estádios de desenvolvimento da cultura (Teruel et al., 1997). Assim sendo, a análise de crescimento da cultura é uma ferramenta que permite avaliar e quantificar estes dados, sob diferentes formas de manejo cultural (Gava et al., 2001). Em um contexto mais geral, seria o estudo da produtividade sob diferentes práticas culturais, formas de manejo e todos os fatores que influenciam o crescimento da cana-de-açúcar.

A avaliação de algumas características morfológicas das plantas, como estatura, diâmetro, plantas.m<sup>-2</sup>, área foliar, torna possível a identificação da capacidade produtiva de diferentes variedades e a investigação dos efeitos do manejo da cultura. Adicionalmente, a análise de crescimento pode ser realizada por meio de avaliações sequenciais do acúmulo de massa seca e/ou fresca ou, ainda, dos índices fisiológicos dela obtidos (Gava et al., 2001).

A partir dos dados de crescimento pode-se inferir atividade fisiológica, estimando-se de forma precisa, as causas de variação de crescimento entre as plantas geneticamente diferentes ou entre plantas crescendo em ambientes diferentes. Do ponto de vista agrônomo, permite conhecer diferenças funcionais e estruturais entre cultivares de uma mesma espécie, de forma a poder selecioná-las para melhor atender aos seus objetivos ou mesmo aplicá-las em programas de melhoramento genético. Da mesma forma, a análise de crescimento pode ser muito útil no estudo do comportamento vegetal sob diferentes condições ambientais, incluindo condições de cultivo, de forma a também selecionar cultivares ou espécie que apresente características funcionais mais apropriadas. (Cardoso et al., 2006).

Do ponto de vista biológico, a análise de crescimento é uma ferramenta indispensável para o melhor conhecimento das plantas como entidades biológicas que são, independentes de exploração agrícola.

O presente trabalho teve como objetivo, avaliar o crescimento e desenvolvimento, por meio da análise de crescimento, de sete clones de cana-de-açúcar, em ciclo de cana-soca, no Município de Paranavaí-PR.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi implantado na Estação Experimental da Universidade Federal do Paraná localizada no município de Paranavaí - PR, região noroeste do Estado, no terceiro planalto paranaense, numa latitude de 23° 05' S, longitude 52° 26' W e altitude de 480 m. O experimento foi conduzido em ciclo de cana-soca.

A classe de solo do experimento é o LATOSSOLO VERMELHO Distrófico, sendo o de maior representatividade regional, com ocorrência superior a 50%. São solos muito profundos, constituídos por material mineral, de origem do Arenito Caiuá, apresentando horizonte B latossólico. Possuem saturação por bases baixa ( $V < 50\%$ ) na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B (inclusive BA) (Embrapa, 2006). As características químicas do solo, na época do plantio, estão descritas na tabela 1.

Tabela 1. Resultado da análise química e granulométrica o solo da estação experimental de Paranavaí, SCA–UFPR, 2012

Profundidade	pH	pH	Al <sup>3+</sup>	H <sup>+</sup> Al <sup>3+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	SB	T	P	C	V	Areia grossa	Areia Fina	Silte	Argila
cm	CaCl <sub>2</sub>	SMP	-----cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----							mg.dm <sup>3</sup>	g.dm <sup>3</sup>	%	g/kg			
0-20	5,60	7,3	0,0	1,90	1,30	0,90	0,12	2,32	4,22	14,60	13,3	55	548,0	118,5	8,5	125,0
20-40	5,70	7,3	0,0	1,90	1,40	1,1	0,07	2,57	4,47	7,70	15,3	57	515,5	337,5	22,0	125,0

Fonte: Laboratório de Análise de Solos do Departamento de Solos – UFPR

Foi realizada calagem no preparo do solo, com aplicação de 1,8 t.ha<sup>-1</sup> de calcário dolomítico, com adubação de base no sulco de plantio da fórmula 10-20-20 (N, P, K) com 800 kg.ha<sup>-1</sup> e na soca 20-00-20 (N, P, K) com 600 kg.ha<sup>-1</sup>.

O clima da região é o Cfa, segundo a classificação de Köppen, apresenta clima subtropical, 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.

A precipitação média anual dos últimos 36 anos foi de 1500 mm. (IAPAR, 2012). Os dados climatológicos, durante o período experimental, estão apresentados na figura 1. O balanço hídrico mensal, de julho de 2012 a julho de 2013, está apresentado na Figura 2.

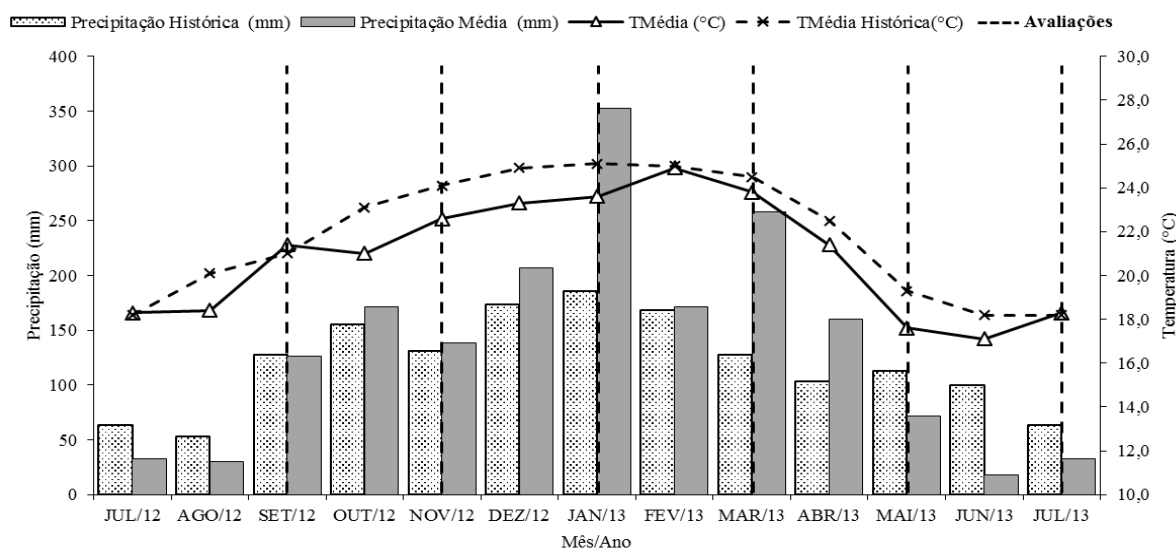


Figura 1. Precipitação média mensal (mm), precipitação média histórica (mm), temperatura média mensal (°C), temperatura média histórica (°C) nos meses de julho de 2012 a julho de 2013 e indicação das épocas de avaliações dos dados de análise de crescimento. Estação Meteorológica IAPAR/SIMEPAR, Paranavaí, PR.

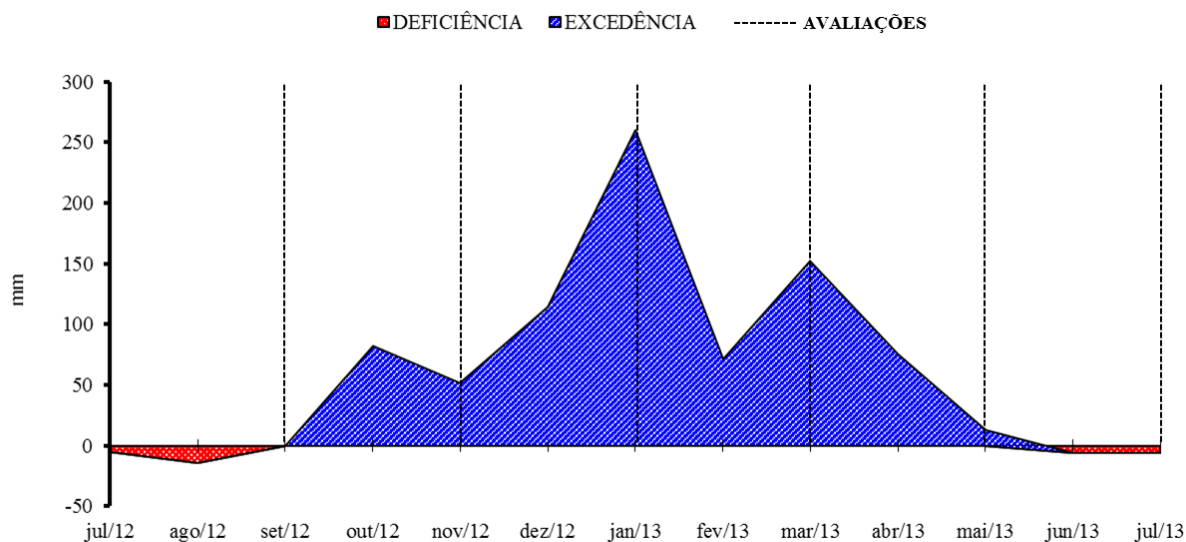


Figura 2. Balanço hídrico nos meses de julho de 2012 a julho de 2013 e indicação das épocas de avaliações dos dados de análise de crescimento. Estação Meteorológica IAPAR/SIMEPAR, Paranavaí, PR

O experimento foi conduzido e avaliado em ciclo de cana-soca, sendo que o plantio foi realizado em maio de 2011 e cortado em julho de 2012. O sistema de plantio foi manual, onde utilizou-se 18 gemas por metro. O corte do experimento foi o convencional (corte manual).

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com quatro repetições, com sete tratamentos em arranjo de parcelas subdivididas no tempo.



Cada parcela experimental foi composta por 8 linhas de 5 m de comprimento, repetida 4 vezes, com espaçamento entre linhas de 1,40 m, sendo duas linhas de bordadura, com área útil de 42 m<sup>2</sup> (Anexo 1).

Os sete tratamentos principais foram os clones de cana-de-açúcar (RB016916, RB036059, RB036066, RB036085, RB036088, RB036091 e RB036152).

Os clones da sigla “RB” (Republica do Brasil) são clones promissores que estão em fase de validação na região canavieira do Paraná.

Foram utilizados dois clones de ciclo de maturação precoce (RB016916 e RB036085), três de ciclo de maturação média (RB036059, RB036066 e RB036091) e dois de ciclo de maturação tardia (RB036088 e RB036152). (Daros et al., 2014).

As subparcelas foram as seis épocas de avaliação (64, 122, 185, 248, 305 e 369 dias após o corte - DAC).

Os resultados das avaliações foram submetidos à análise de variância, utilizando para isso o programa estatístico Assistat® (Silva & Azevedo, 2009). 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% de probabilidade, as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade (Koehler, 1998).

O ciclo da cultura foi de 369 dias, correspondente à data do corte da cana planta (15/07/2012), até o dia da última amostragem de dados (19/07/2013).

Em cada época de avaliação delimitou-se um metro da linha útil de cultivo para medições e coletas. Determinou-se assim, a estatura média dos colmos, o número de folhas verdes, a área foliar, o índice de área foliar e a massa seca de colmos e folhas.

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 absoluto (TCA), taxa de crescimento relativo (TCR), taxa de assimilação líquida (TAL), taxa de alongação da cultura (TEC); ajustadas pela equação de regressão quadrática, por meio do programa de análise de crescimento ANACRES (Portes e Castro, 1991).

A área foliar (AF), foi realizada por medições na folha +3, como comprimento e largura, e usada a fórmula proposta por Hermann & Câmara (1999).

$$A_{fc} = C \times L \times 0,75 \times (N + 2)$$

Onde:  $A_{fc}$  - 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).

Depois de coletadas as plantas das parcelas no campo, e acondicionadas em embalagens devidamente identificadas, estas foram levadas ao laboratório, pesadas ainda verdes e colocadas em estufa à 80°C com ar forçado, onde foi realizada a secagem das plantas, até a obtenção de peso constante das mesmas, e assim todas as plantas amostradas foram pesadas para a obtenção da massa seca de cada amostra.

Para a estimativa da quantificação da massa seca para os diferentes clones utilizou-se a equação logística, descrita por Zullo, Arruda (1987):

$$\hat{Y} = \frac{Y_{\max}}{1 + (x/b)^2}$$

$Y_{\max}$ . - é o parâmetro que indica o crescimento máximo da cultura;

x - é a variável desejável (dias após o plantio (DAP) ou dias após o corte (DAC));

b - é o ponto de inflexão da curva;

c - é o parâmetro que define o seu crescimento.

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 e a superfície do solo sombreada pelas folhas, segundo metodologia de Larcher (2000):

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

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

n° P – número de perfilhos.m<sup>-1</sup>

S – superfície do solo (1 m<sup>2</sup>)

A taxa de assimilação líquida (TAL), representa a taxa de incremento da massa seca por unidade de área foliar existente na planta, expressa em  $g.m^{-2}.dia^{-1}$ , sendo aplicado para MS e AF (Benincasa, 2003):

$$TAL = \frac{MS_2 - MS_1}{t_2 - t_1} \times \frac{\ln AF_2 - \ln AF_1}{AF_2 - AF_1}$$

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

MS<sub>1</sub> – Massa seca;

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

t - tempo em dias; 1 e 2 = duas amostragens sucessivas;

Ln - logaritmo neperiano.

A taxa de crescimento da cultura (TCC) representa a quantidade total de masa seca acumulada por unidade de área de solo, em um determinado tempo, expressa em  $g.m^{-2}.dia^{-1}$ , Segundo metodologia citada por Marafon (2012):

$$TCC = TAL \times IAF$$

Onde: TAL: Taxa de assimilação líquida;

IAF: Índice de área foliar.

A taxa de crescimento absoluto (TCA), representa o ganho de massa seca (MS) de uma planta sem levar em consideração o material inicial existente que deu origem a esse ganho, ou seja, é a variação ou incremento entre duas amostragens que indica a velocidade de crescimento da planta (Marafon, 2012). Ao longo do ciclo da cultura determinou-se a TCA pela expressão:

$$TCA = \frac{MS_2 - MS_1}{t_2 - t_1}$$

Onde:  $MS_1$  – Massa seca

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

t = tempo em dias; 1 e 2 = duas amostragens sucessivas

A taxa de crescimento relativo (TCR) representa o incremento na massa seca, por unidade de massa inicial em um intervalo de tempo, expressa em  $g.g^{-1}.dia^{-1}$  (Marafon, 2012):

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

A taxa de alongação da cultura (TEC), em  $cm.dia^{-1}$ , 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

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados de massa seca da planta e distribuição de massa seca, de folha + bainha, colmo e a total estão representados na Tabela 2 e Figura 3.

O acúmulo de massa seca no colmo foi não possível quantificar até os 64 DAC, para todos os clones avaliados. De acordo com Silva (2005) este é o período no qual a planta transloca seus fotoassimilados para a produção de folhas e intenso perfilhamento. Dos 64 até 122 DAC, ocorreu um grande aumento da massa seca dos colmos, ultrapassando a massa seca de folhas + bainhas. Os valores de massa seca dos colmos foram crescentes até a última avaliação (369 DAC).

Os clones RB016916, RB036059, RB036085 e RB036152, foram os que apresentaram os maiores valores de massa seca por perfilho, sendo que a RB036152 apresentou um acúmulo lento até os 185 DAC, tornando expressivo dos 185 DAC até 248 DAC. Já a RB016916 apresentou um acúmulo constante durante todas as épocas amostradas ao longo do ciclo.

Até os 185 DAC, os clones avaliados não apresentaram diferenças estatísticas entre si, para a característica massa seca perfilhos<sup>-1</sup> esta diferença começa a aparecer aos 248 DAC. Os clones RB036059 e RB036091 acumularam massa de colmo até os 248 DAC, após este período os dados não apresentaram diferenças estatísticas. Já para a RB016916, RB036066, RB036085, RB036088 e RB036152, o acúmulo ocorreu até os 369 DAC.

O aumento da massa seca de folha mais bainha, foi crescente durante o ciclo, sendo que dos 248 DAC até a última época de avaliação, para cinco dos sete clones, a massa ficou constante, sofrendo poucas alterações. Na primeira avaliação, aos 64 DAC, as folhas mais bainhas, representava 100% da massa seca dos perfilhos coletados, reduzindo gradativamente até chegar a 18,64% na participação da massa seca total. Na última época de avaliação, apenas dois clones diferiram estatisticamente dos outros, foram a RB036085 e RB036088, elas apresentaram a menor massa seca de folhas mais bainhas.

Tabela 2. Massa seca (g perfilho<sup>-1</sup>) do colmo, folha + bainha e do total, dos clones RB016916, RB036059, RB036066, RB036085, RB036088, RB036091 e RB036152, em seis épocas de avaliação. Estação Experimental de Paranavaí, SCA-UFPR, 2012/2013.

CLONES	MASSA SECA POR PERFILHO (g perfilho <sup>-1</sup> )											
	Dias após o corte (DAC)											
	COLMO						FOLHA + BAINHA					
	64		122		185		248		305		369	
RB016916	0,00	aD	21,20	aD	80,22	aC	173,58	aB	182,54	aB	229,98	aA
RB036059	0,00	aC	19,93	aC	96,65	aB	170,42	aA	174,29	aA	199,95	aA
RB036066	0,00	aD	10,40	aD	61,27	aC	122,09	bB	123,24	bB	152,07	bA
RB036085	0,00	aD	25,15	aD	70,32	aC	159,67	aB	163,48	aB	216,93	aA
RB036088	0,00	aE	33,17	aD	61,76	aC	107,24	bB	127,93	bB	178,83	bA
RB036091	0,00	aC	10,01	aC	77,36	aB	142,23	bA	150,90	bA	169,04	bA
RB036152	0,00	aD	9,77	aD	75,63	aC	180,03	aB	185,17	aB	230,75	aA
MÉDIA	0,00		18,52		74,74		150,75		158,22		196,79	
CLONES	64		122		185		248		305		369	
RB016916	8,80	aC	9,05	aC	37,86	aB	55,63	aA	47,69	bA	47,57	aA
RB036059	6,78	aB	6,88	aB	40,12	aA	48,81	bA	48,86	bA	51,91	aA
RB036066	9,61	aC	9,04	aC	30,91	aB	43,71	bA	42,58	bA	47,44	aA
RB036085	7,25	aB	7,67	aB	14,18	bB	35,69	cA	33,97	cA	37,64	bA
RB036088	6,21	aB	11,63	aB	31,83	aA	33,30	cA	31,73	cA	40,70	bA
RB036091	8,82	aD	12,56	aD	32,96	aC	42,85	bB	44,21	bB	54,40	aA
RB036152	4,70	aC	8,08	aC	31,16	aB	32,64	cB	61,08	aA	54,57	aA
MÉDIA	7,45		9,27		31,29		41,80		44,30		47,75	
CLONES	64		122		185		248		305		369	
RB016916	8,80	aD	30,25	aD	118,08	aC	229,21	aB	230,23	aB	277,55	aA
RB036059	6,78	aC	26,82	aC	136,77	aB	219,23	aA	223,15	aA	251,86	aA
RB036066	9,61	aD	19,44	aD	92,18	aC	165,81	cB	165,83	cB	199,51	bA
RB036085	7,25	aD	32,82	aD	84,50	aC	195,36	bB	197,45	bB	254,58	aA
RB036088	6,21	aE	44,80	aD	93,59	aC	140,54	cB	159,66	cB	219,54	bA
RB036091	8,82	aD	22,57	aD	110,33	aC	185,08	bB	195,10	bB	223,44	bA
RB036152	4,70	aE	17,85	aE	106,78	aD	212,68	aC	246,24	aB	285,32	aA
MÉDIA	7,45		27,79		106,03		192,56		202,53		244,54	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na vertical e maiúscula na horizontal não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Quando é avaliada a massa seca total por perfilho, observou-se que até os 122 DAC, os setes clones não apresentaram diferenças estatisticamente entre si. Isto pode ser explicado pelo acúmulo lento de massa seca dos colmos nas épocas iniciais. Esta constatação difere de Silva (2005), que observou diferença aos 200 DAC para as variedades RB845210, RB845197, RB928064, RB855113 e RB855536. Na última época de avaliação, os clones RB016916,

RB036059, RB036085 e RB036152, foram que apresentaram a maior massa seca total por perfilho.

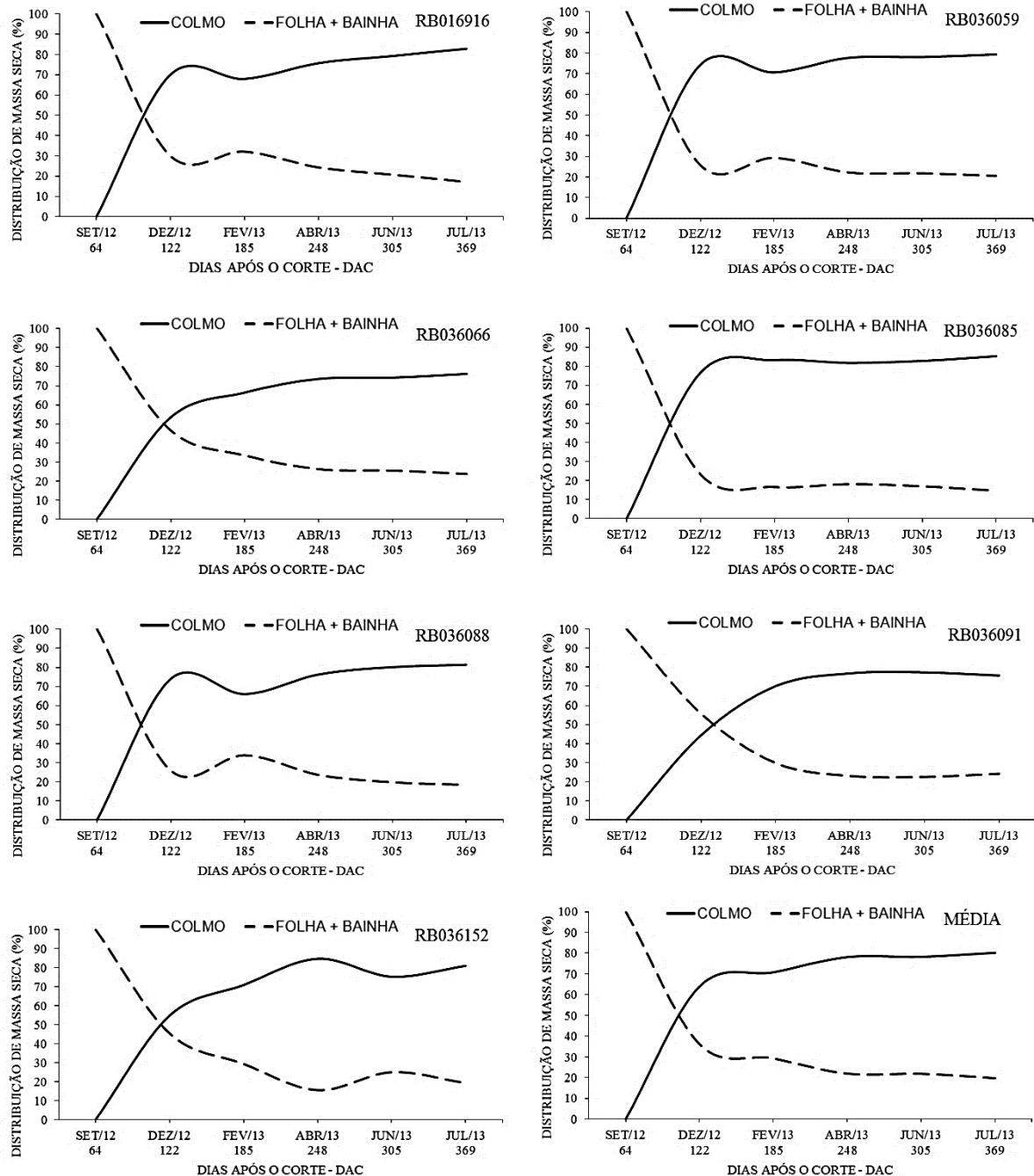


Figura 3. Distribuição de massa seca de folha+bainha e de colmo, dos clones RB016916, RB036059, RB036066, RB036085, RB036088, RB036091, RB036152 e Média, em seis épocas de avaliação. Estação Experimental de Paranavaí, SCA-UFPR, 2012/2013.

Na Figura 3, pode-se visualizar a distribuição de massa seca, em porcentagem, de folha+bainha e de colmo, nos sete clones estudados e a média dos clones. Nota-se que as

cultivares apresentaram a mesma tendência e acúmulo de massa seca, do início do ciclo até aproximadamente 122 DAC. O maior acúmulo de massa seca estava sendo destinado para produção de folhas+bainhas e a partir daí, a cultura passou a apresentar maior acúmulo de massa seca nos colmos. Os resultados estão próximos aos encontrados por Silva (2005), que verificou em cana-soca que, esta conversão de produção de massa seca, ocorreu próximo aos 120 DAC.

Na cana-planta, Oliveira (2004) observou esta conversão ao redor dos 280 dias após o plantio, isto porque a cana-soca se desenvolve mais rápido que a cana-planta, uma vez que o sistema radicular formado no ciclo de cana-planta permanece ativo pelos próximos 60 dias, quando o novo sistema radicular da cana-soca começa a ser ativo, não tendo, portanto, que gastar energia da fase inicial para a formação de raízes e rizomas.

Entre janeiro e fevereiro de 2013, aos 185 DAC os clones RB016916, RB036059, RB036088, apresentaram aumento no acúmulo de folhas + bainhas. Isto pode ser explicado pela precipitação elevada durante este período, fazendo com que estes clones voltassem a emitir uma maior quantidade de folhas.

A evolução da massa seca total ( $\text{g.m}^{-2}$ ) para os setes clone nas sete épocas de amostragem pode ser observada na Figura 4. De acordo com os resultados, observou-se que os setes clones avaliados apresentam a mesma tendência de evolução da massa seca total durante o ciclo. A RB036088 destacou-se do início até os 122 DAC, e a RB036152 dos 185 aos 369 DAC. Este resultado pode ser observado na Tabela 2, onde o clone RB036152 se destacou com maior massa seca total por perfilho ( $285,32 \text{ g.perfilho}^{-1}$ ).

Comparando-se as curvas de crescimento da massa seca (Figura 4), observa-se que ocorreu um crescimento contínuo a partir do fim do déficit hídrico, em setembro, até a última data de amostragem (369 DAC). Verifica-se ainda que entre os clones o crescimento foi mais acentuado para a RB036152.

Os clones RB036088 e RB036152 foram os que apresentaram o maior potencial de produção de massa seca, aos 369 DAC, com 2160,55 e 2138,57  $\text{g.m}^{-2}$  respectivamente. O clone com a menor massa seca foi a RB016916, com 1977,25  $\text{g.m}^{-2}$ .

Aos 166,33 DAC, o clone RB036059 passou de um acúmulo crescente de massa seca para um crescimento mais lento e constante, foi o que apresentou o menor tempo para esta mudança. Já a RB036085, foi o clone que apresentou o maior tempo para esta mudança de comportamento, somente aos 186,98 DAC.

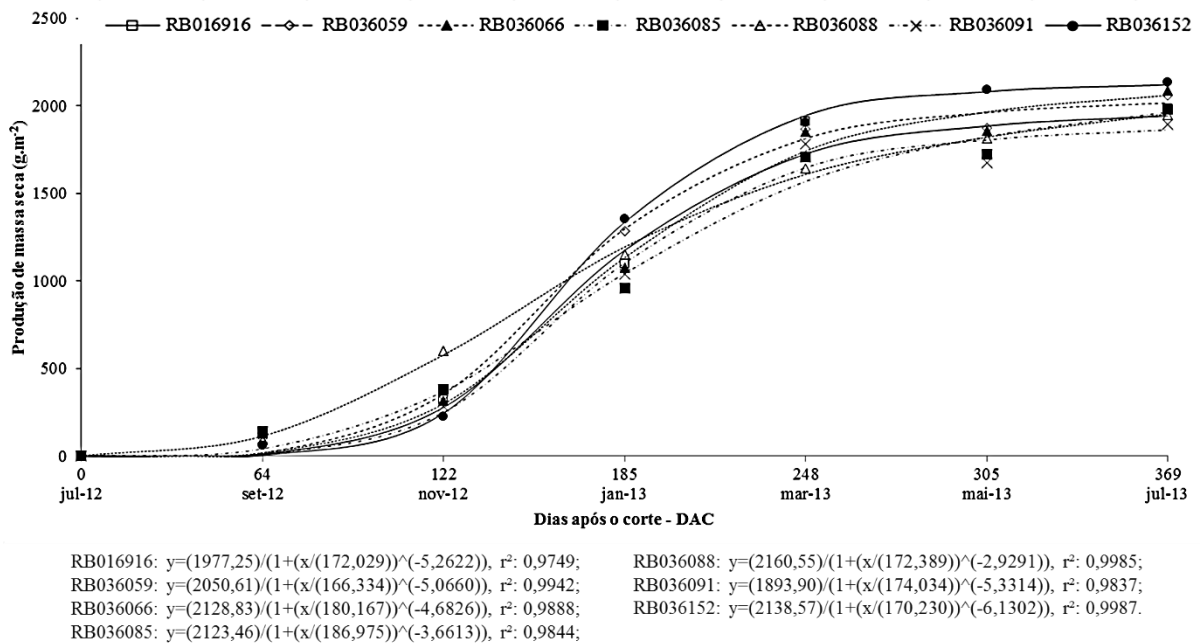


Figura 4. Produção de massa seca total ( $\text{g.m}^{-2}$ ), nos clones RB016916, RB036059, RB036066, RB036085, RB036088, RB036091 e RB036152, em seis épocas de avaliação. Estação Experimental de Paranavaí, SCA-UFPR, 2012/2013.

O índice de área foliar (IAF) é um importante parâmetro biométrico para avaliar respostas de plantas a diferentes condições de ambiente. Estes, estão apresentados na Figura 5.

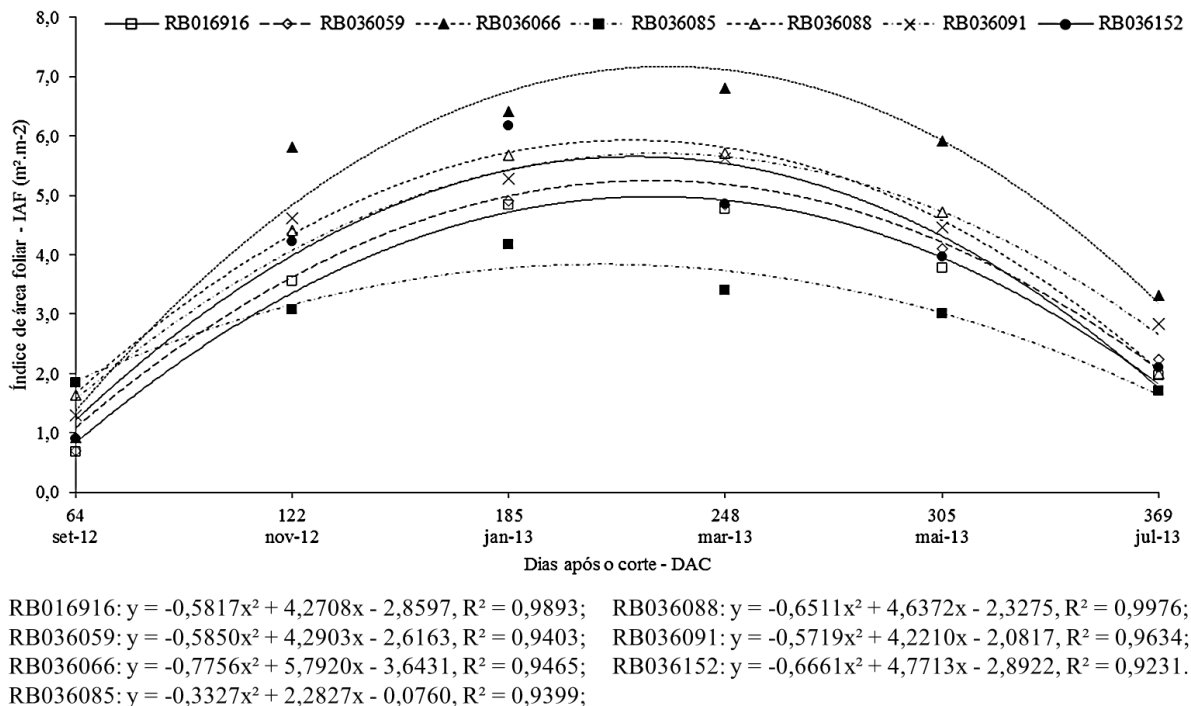


Figura 5. Índice de área foliar – IAF ( $\text{m}^2.\text{m}^{-2}$ ), nos clones RB016916, RB036059, RB036066, RB036085, RB036088, RB036091 e RB036152, em seis épocas de avaliação. Estação Experimental de Paranavaí, SCA-UFPR, 2012/2013.



Observou-se uma mesma tendência de evolução do IAF para os setes clones estudados. Verificou-se um período de crescimento lento até os 64 DAC, seguindo de crescimento rápido dos 64 até 185 DAC, estabilização a partir dos 185 até 305 DAC, e declínio contínuo até os 369 DAC em consequência da maturação e concentração de sacarose. Oliveira et al. (2007), Farias (2008) e Aquino & Medina (2014) observaram este mesmo tipo de comportamento. Passada a fase de intenso crescimento, a cultura diminui o gasto de energia na produção de folhas verdes, Aquino & Medina (2014).

Durante todo o ciclo da cana-soca, a RB036066 se destacou dos demais clones, com os maiores índices de área foliar, chegando a  $7,17 \text{ m}^2.\text{m}^{-2}$  aos 227 DAC. Isto porque apresentou a maior área foliar entre os setes clones avaliados.

Os valores encontrados nesta pesquisa estão próximos aos valores encontrados por Farias (2001), que indica um IAF máximo de  $6,48 \text{ m}^2.\text{m}^{-2}$  para a cultivar SP79-1011, Silva (2005) com IAF máximo de  $6,80 \text{ m}^2.\text{m}^{-2}$  aos 200 DAC para a cultivar RB928064 em ciclo de cana-soca e Ferreira Júnior et al. (2014), com IAF máximo de aproximadamente  $6,50 \text{ m}^2.\text{m}^{-2}$  para a cultivar RB98710.

De acordo com a Figura 6, observou-se que para todos os clones estudados, a maior taxa de crescimento absoluto (TCA) ocorreu aos 185 DAC. O clone RB036152 apresentou a maior TCA, entre todos os clones estudados, com  $17,31 \text{ g}.\text{dia}^{-1}$  aos 185 DAC. A RB036088 apresentou uma maior TCA no começo do ciclo, até os 122 DAC, esse crescimento tornou-se lento dos 185 até 305 DAC.

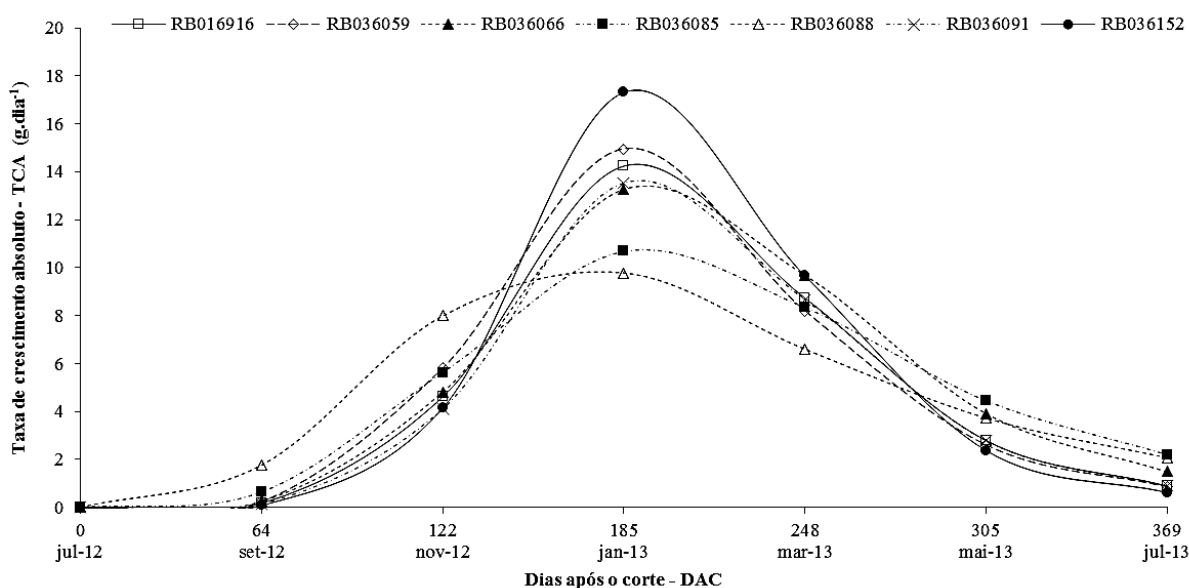


Figura 6. Taxa de crescimento absoluto – TCA ( $\text{g}.\text{dia}^{-1}$ ), nos clones RB016916, RB036059, RB036066, RB036085, RB036088, RB036091 e RB036152, em seis épocas de avaliação. Estação Experimental de Paranavaí, SCA-UFPR, 2012/2013.

A TCA pode ser usada para se ter ideia da velocidade média de crescimento ao longo do período de observação, (Benincasa (2003) e Barreiro et al. (2006). A taxa de crescimento de plantas é geneticamente controlada e os fatores que determinam diferentes taxas iniciais de crescimento terão efeito apenas durante a fase de crescimento exponencial das plantas, diminuindo de intensidade à medida em que as plantas se desenvolvem (Silva et al. 2011).

A taxa de crescimento relativo ( $\text{g}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{dia}^{-1}$ ), apresentada na Figura 7, revela que na fase inicial de desenvolvimento (64 DAC), a TCR foi elevada para os setes clones. Posteriormente, houve um decréscimo até os 369 DAC, isto ocorreu devido o autossombreamento ocorrido com o aumento do IAF.

Este mesmo comportamento foi obtido por Oliveira (2004) em cana-planta, por Silva et al. (2005) em cana-soca, por Barreiros et al. (2006) em plantas de manjeriçao e finalmente por Alvarez et al. (2012) em cultivares de arroz.

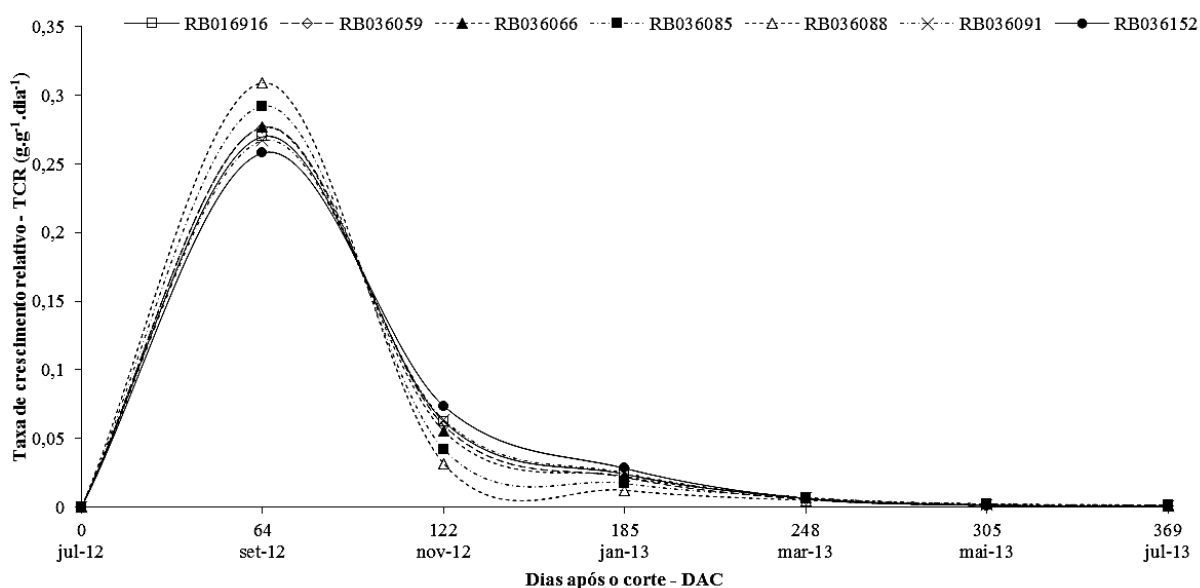


Figura 7. Taxa de crescimento relativo – TCR ( $\text{g}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{dia}^{-1}$ ), nos clones RB016916, RB036059, RB036066, RB036085, RB036088, RB036091 e RB036152, em seis épocas de avaliação. Estação Experimental de Paranavaí, SCA-UFPR, 2012/2013.

O máximo valor de TCR encontrado foi de  $0,3309 \text{ g}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{dia}^{-1}$ , alcançado pelo clone RB036088, aos 64 DAC, decrescendo acentuadamente até 122 DAC e estabilizando-se aos 248 DAC. O comportamento da curva foi semelhante ao encontrado por Gava et al. (2001) e Silva et al. (2005) em cana – soca. Verifica-se que o comportamento entre os clones foi muito semelhante, não sendo possível a separação dos clones estudados em grupos de comportamento.

A TCR reflete o aumento da massa seca da planta, ou qualquer órgão desta, num intervalo de tempo, sendo função do tamanho inicial, ou seja, do material pré-existente, havendo tendência de diminuição da TCR, com a idade da planta (Falqueto et al. 2009 e Alvarez et al. 2012). Assim, verificou-se que houve redução da TCR, com o avanço de DAC, até a planta se encontrar em fase de senescência, com queda e morte de folhas. Esta redução, geralmente, está associada ao acúmulo de massa seca, durante o desenvolvimento, e à queda na habilidade relativa de as plantas produzirem nova biomassa (Falqueto et al. 2009 e Alvarez et al. 2012).

Os resultados de taxa de assimilação líquida - TAL ( $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{dia}^{-1}$ ) podem ser observados na Figura 8. Observou-se que o maior período de TAL ocorreu entre os 122 a 185 DAC. A maior TAL foi observada no clone RB036152, com  $43,87 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{dia}^{-1}$ , aos 185 DAC.

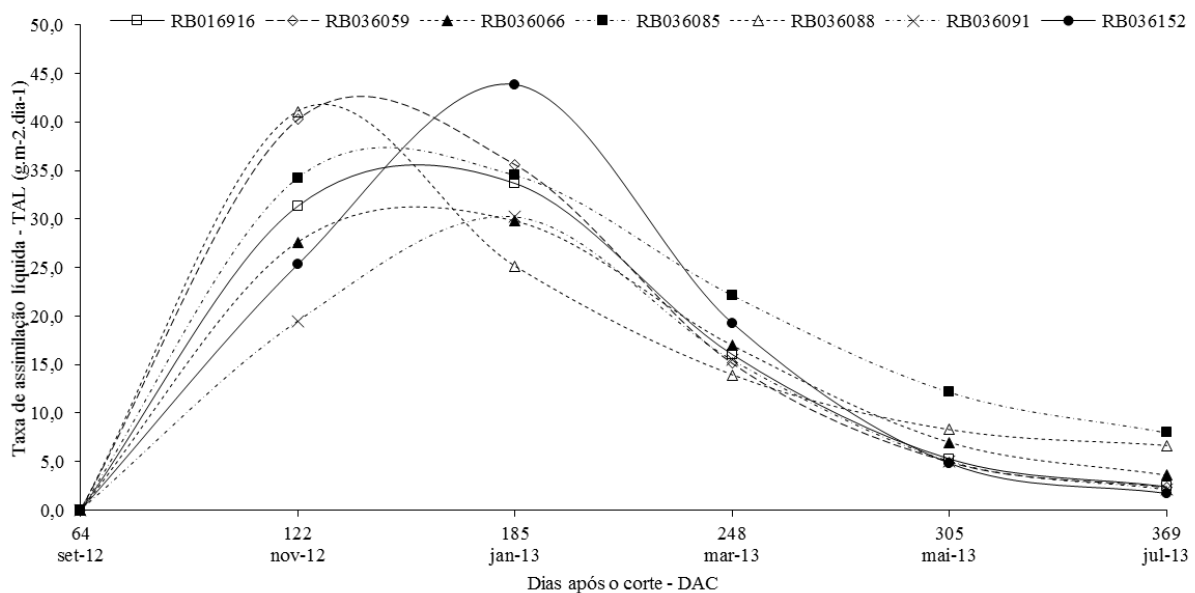


Figura 8. Taxa de assimilação líquida – TAL ( $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{dia}^{-1}$ ), nos clones RB016916, RB036059, RB036066, RB036085, RB036088, RB036091 e RB036152, em seis épocas de avaliação. Estação Experimental de Paranaíba, SCA-UFPR, 2012/2013.

A TAL reflete a eficiência do sistema assimilador envolvido na produção de massa seca, estimando a fotossíntese líquida (Falqueto et al., 2009). No início, os valores da TAL foram altos, conforme descrito por Alvarez et al. (2012). Posteriormente, os valores diminuem, com o avanço dos DAC, como observado para TCC e TCR, em função das plantas encontrarem-se em fase de maturação e senescência, conforme observado por Oliveira (2004) e Silva et al. (2005) em cana-de-açúcar, Falqueto et al. (2009) e Alvarez et al. (2012).

Com o avanço da maturidade da planta, ocorre maior aporte de assimilados para o desenvolvimento do colmo e sacarose, aumentando ainda mais as perdas respiratórias da planta e, conseqüentemente, reduzindo a TAL. Assim, a TAL representa a diferença entre a massa

seca produzida pela fotossíntese e a consumida pela respiração e fotorrespiração (praticamente inexistente em plantas C4).

No entanto, a redução na TAL ocorre, principalmente, devido à redução na taxa fotossintética do que ao aumento das perdas respiratórias da planta. Assim como a TCR, variações na TAL também podem ser decorrentes das diferenças genéticas entre espécies e variedades, do estágio de desenvolvimento da planta e, também, das condições climáticas.

A taxa de crescimento da cultura (TCC) representa a quantidade total de massa seca acumulada por unidade de área do solo, em um determinado tempo e está representada na Figura 9.

Houve comportamento semelhante entre os clones, com o aumento da TCC, à medida em que a cultura se desenvolveu, alcançando valores máximos, para, depois, decrescer, à semelhança do observado para índice de área foliar, e ainda reflexo deste, Taiz & Zeiger (2009) e Alvarez et al. (2012).

O clone RB036152 obteve o maior TCC, com  $270 \text{ g.m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$  aos 185 DAC, apresentando um crescimento rápido, superior aos demais clones avaliados.

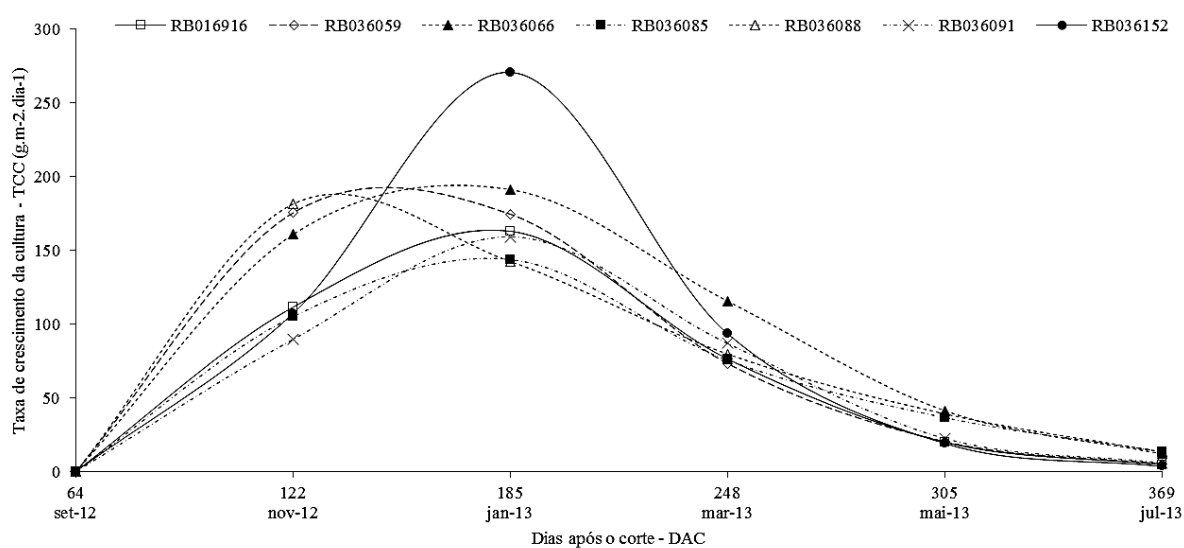


Figura 9. Taxa de crescimento da cultura – TCC ( $\text{g.m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$ ), nos clones RB016916, RB036059, RB036066, RB036085, RB036088, RB036091 e RB036152, em seis épocas de avaliação. Estação Experimental de Paranavaí, SCA-UFPR, 2012/2013.

Os resultados da taxa de alongação dos colmos (TEC), para os sete clones avaliados nas seis épocas de amostragens, são apresentadas na Figura 10. Verificou-se a ocorrência de três fases distintas de crescimento.

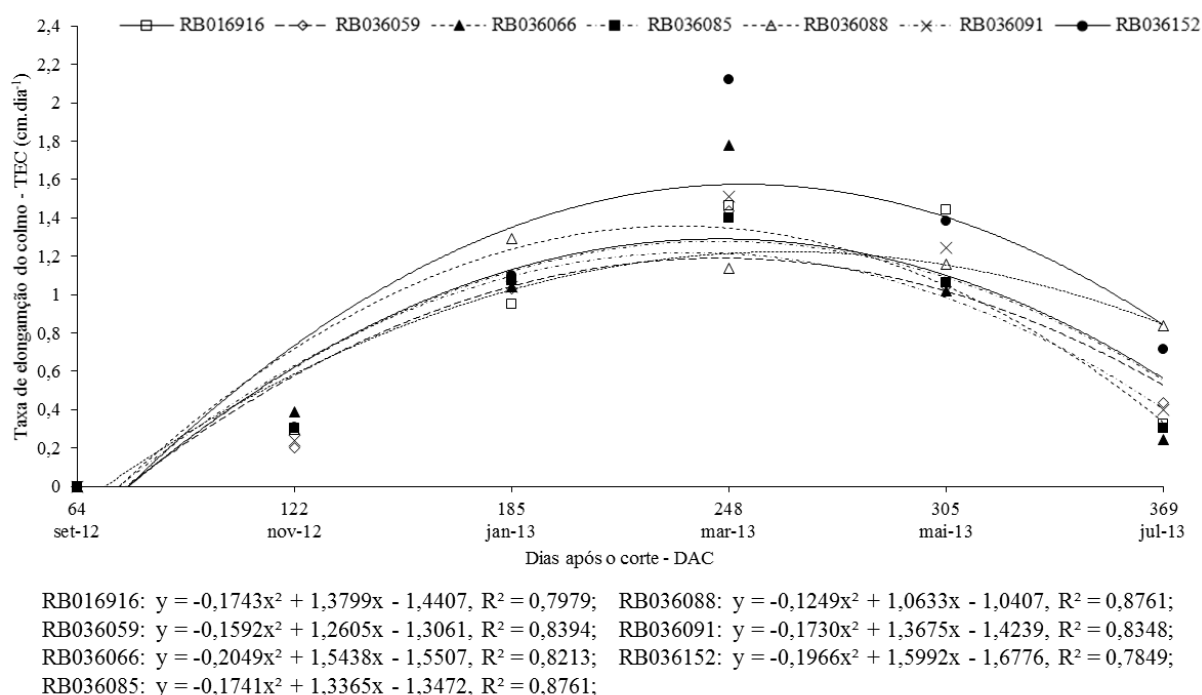


Figura 10. Taxa de alongamento do colmo – TEC ( $\text{cm.dia}^{-1}$ ), nos clones RB016916, RB036059, RB036066, RB036085, RB036088, RB036091 e RB036152, em seis épocas de avaliação. Estação Experimental de Paranavaí, SCA-UFPR, 2012/2013.

Na primeira fase, onde os clones estão investindo na produção de perfilhos, a alongamento dos colmos observada nestes períodos apresentou os menores acréscimos como pode ser observado por meio da taxa de alongamento da cultura dos clones avaliados.

Na fase seguinte de intenso crescimento, houve um aumento na taxa de alongamento dos colmos. Esta fase, 185 a 305 DAC, coincide com o período de elevada temperatura e precipitação, de janeiro a maio.

A partir dos 305 DAC até a última época de amostragem, aos 369 DAC, observou-se uma diminuição na alongamento dos colmos, indicando a fase de maturação dos clones. As maiores TEC, entre os clones, foram encontrados aos 248 DAC. Sendo que a RB036152, apresentou a maior taxa, com  $2,12 \text{ cm.dia}^{-1}$ .

Segundo Ramesh (2000) e Oliveira (2004), em condições de alta temperatura e disponibilidade de água o crescimento da cultura é favorecido. Portanto, as altas taxas na fase de alongamento da cultura podem ser explicadas devido à temperatura média estar em torno de  $22,3 \text{ }^\circ\text{C}$  com precipitação acumulada de 1013,1 mm nesse período. Segundo Ramesh (2000) e Tavares et al. (2010) a redução da TEC é ocasionada pelo período de maturação. Sendo realmente o período de estímulo à maturação nesta região, devido aos menores índices pluviométricos e de temperaturas.

## CONCLUSÕES

Através do estudo da análise de crescimento, observa diferenças entre os clones estudados e as épocas.

Através dos componentes avaliados, são observadas três fases importantes de crescimento em ciclo de cana-soca: primeira fase, crescimento lento até 122 dias após o corte (DAC); segunda fase, de crescimento rápido até os 248 DAC e a terceira fase, lento, dos 248 aos 369 DAC.

O clone RB036152, apresenta a maior taxa de massa seca, taxa crescimento absoluto (TCA), taxa de assimilação líquida (TAL), taxa de crescimento da cultura (TCC) e taxa de alongação do colmo (TEC).

O clone RB036066 apresenta o maior IAF.

As maiores taxas de crescimento absoluto (TCA), taxa de assimilação líquida (TAL), taxa de crescimento da cultura (TCC) e índice de área foliar (IAF) são encontrados em janeiro de 2013, onde registrou-se as maiores temperaturas e precipitações.

## LITERATURA CITADA

- Almeida, A. C. S.; Souza, J. L.; Teodoro, I.; Barbosa, G. V. S.; Moura Filho, G.; Ferreira Júnior, R. A. Desenvolvimento vegetativo e produção de variedades de cana-de-açúcar em relação a disponibilidade hídrica e unidades térmicas. *Ciência Agrotecnica*, Lavras, v. 32, n. 5, p. 1441-1448, 2008.
- Alvarez, R. C. F.; Crusciol, C. A. C.; Nascente, A. S.; Análise de crescimento e produtividade de cultivares de arroz de terras altas dos tipos tradicional, intermediário e moderno. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v.42, n.4, p. 397-406, 2012.
- Alvarez, R. de C. F. et al. Análise de crescimento de duas cultivares de amendoim (*Arachis hypogaea* L.). *Acta Scientiarum Agronomy*, Maringá, v. 27, n. 4, p. 611-616, 2005.
- Antoniazzi, N.; Deschamps, C. Análise de crescimento de duas cultivares de cevada após tratamentos com elicitores e fungicidas. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 36, n. 4, p. 1065-1071, 2006.
- Aquino, G. S. de; Medina, C. de C. Produtividade e índices biométricos e fisiológicos de cana-de-açúcar cultivada sob diferentes quantidades de palhada. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.49, n.3, p.173-180, 2014. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2014000300003>
- Autores et al. Org. Daros, E. Ridesa – Rede Interuniversitária para o Desenvolvimento do Setor Sucroalcooleiro. Clones “RB” de cana-de-açúcar. Curitiba, p. 112, 2014.
- Barreiro, A. P.; Zucareli, V.; Ono, E. O.; Rodrigues, J. D.; Análise de crescimento de plantas de manjerição tratadas com reguladores vegetais. *Bragantia*, v.65, n.4, p.563-567, 2006.
- Benincasa, M.M.P. Análise de crescimento de plantas: noções básicas. Jaboticabal: FUNEP, 2003. 41p.
- Bortolini, C. G. et al. Sistemas de aplicação de nitrogênio e seus efeitos sobre o acúmulo de N na planta de milho. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 26, n. 2, p. 373-380, 2002.
- Campos, M. F. de et al. Análise de crescimento em plantas de soja tratadas com substâncias reguladoras. *Revista Biotemas*, Botucatu, v. 21, n. 3, p. 53-63, 2008.
- Cardoso, G.D.; Alves, P.L.C.A.; Beltrão, N. E. M.; Barreto, A. F. Uso da análise de crescimento não destrutiva como ferramenta para avaliação de cultivares. *Revista de Biologia e Ciências da Terra*, v. 6, n. 2, 2006.
- Carvalho, N.M.; Nakagawa, J. Sementes: ciência, tecnologia e produção. 4ª ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588p.
- Embrapa, E. B. D. P. A. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Brasília: Embrapa Produções de Informações; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 306p., 2006.
- Falqueto, A. R. et al. Partição de assimilados em cultivares de arroz diferindo no potencial de produtividade de grãos. *Bragantia*, Campinas, v. 68, n. 3, p. 453-461, 2009.

Farias, C.H. de A. Desempenho morfofisiológico da cana-de-açúcar em regime irrigado e de sequeiro na Zona da Mata paraibana. UFPB/PB, 2001, 78p. (Dissertação de Mestrado).

Farias, C.H. de A.; Fernandes, P.D.; Azevedo, H.M.; Dantas Neto, J. Índices de crescimento da cana-de-açúcar irrigada e de sequeiro no Estado da Paraíba. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.12, p.356-362, 2008. DOI: 10.1590/S1415-43662008000400004.

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.

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.

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.

Hermann, E.R.; Câmara, G.M.S. Um método simples para estimar a área foliar de cana-de-açúcar. *Revista STAB – Açúcar, Álcool e Subprodutos*, Piracicaba, v.17, n.5, p.32-34, 1999.

Iapar. Instituto Ambiental do Paraná. 2012. Disponível em: <[http://www.iapar.br/arquivos/Image/monitoramento/Medias\\_Historicas/Paranavai.htm](http://www.iapar.br/arquivos/Image/monitoramento/Medias_Historicas/Paranavai.htm)>. Acesso em: 16 setembro 2012.

Júnior, R. A. F; Souza, J. L. de; Teodoro, E. I.; Lyra, G. B.; Neto, R. A. A. Cana-de-açúcar com irrigação por gotejamento em dois espaçamentos entrelinhas de plantio. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.18, n.8, p.798-804, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v18n08p798-804>.

Koehler, H. S. Estatística experimental. Curitiba. Universidade Federal do Paraná, 1998, 124 p. (Apostila).

Larcher, W. *Ecofisiologia Vegetal*. Tradução: Prado, C. H. B. A. São Paulo: Editora Rima, p. 531, 2000.

Ludlow, M.M., Wilson, G.L. 1970. Studies on the productivity of tropical pasture plants. II. Growth analysis, photosynthesis, and respiration of 20 species of grasses and legumes in a controlled environment. *Austr. J. Agric. Res.*, 21(2):183-194.

Marafon, A. C.; *Análise Quantitativa de Crescimento em Cana-de-Açúcar: uma Introdução ao Procedimento Prático*. Aracaju, EMBRAPA, 2012. 29 p. (Documentos, 168).

Ntanos, D. A.; Koutroubas, S. D. Dry matter and N accumulation and translocation for Indica and Japonica rice under Mediterranean conditions. *Field Crops Research*, New York, v. 74, n. 1, p. 93-101, 2002.

Oliveira, M. A. de; Pereira, O. G.; Gomide, J. A.; Huaman, C. A. M. y; Garcia, R.; Cecon, P. R. *Análise de Crescimento do Capim-Bermuda ‘Tifton 85’ (Cynodon spp.)*. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.29, n.6, p.1930-1938, 2000.



Oliveira, R. A. De. Análise de crescimento da cana-de-açúcar, na região noroeste do Paraná. Curitiba. 2004. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Paraná.

Oliveira, R.A. de; Daros, E.; Zambon, J.L.C.; Weber, H.; Ido, O.T.; Bessalho-Filho, J.C.; Zuffellato-Ribas, K.C.; Silva, D.K.T. da. Área foliar em três cultivares de cana-de-açúcar e sua correlação com a produção de biomassa. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v.37, p.71-76, 2007.

Pereira, A. R., Machado, E. C. Análise quantitativa do crescimento de comunidades vegetais. Campinas, Instituto Agrônomo, n.114, 1987, 33p.

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*. Berlin, v.185, p.83-89, 2000.

Ridesa – Rede Interuniversitária para o Desenvolvimento do Setor Sucroalcooleiro. Clones “RB” de cana-de-açúcar. Curitiba, p. 112, 2014.

Santos, A. B. dos; Costa, J. D. Crescimento de arroz de sequeiro em diferentes populações e irrigação suplementar. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, DF, v. 32, n. 10, p. 591-599, 1997.

Santos, A. B. dos; Costa, J. D. Crescimento de arroz de sequeiro em diferentes populações e irrigação suplementar. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, DF, v. 32, n. 10, p. 591-599, 1997.

Silva, A. C. da; Leonel, S.; Souza, A. P. de; Souza, M. E. de; Tanaka, A. A.; Crescimento de figueira sob diferentes condições de cultivo. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v.41, n.4, p. 539-551, 2011.

Silva, D.K.T.; Daros, E.; Zambom, J.L.C.; Weber, H.; Ido, O.T.; Zuffellato-Ribas, K.C.; Koehler, H. S.; Oliveira, R. A. Análise de crescimento em cultivares de cana-de-açúcar em cana-soca no noroeste do Paraná na safra de 2002/2003. *Scientia Agraria*, v. 6, n. 1-2, p. 47-53, 2005.

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

Taiz, L.; Zeiger, E. *Fisiologia vegetal*. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

Tavares, O.C.H.; Lima, E.; Zonta, E. Crescimento e produtividade da cana-planta cultivada em diferentes sistemas de preparo do solo e de colheita. *Acta Scientiarum. Agronomy*, v.32, p.61-68, 2010. DOI: 10.4025/actasciagron.v32i1.2051

Teruel, D. A.; Barbieri, V.; Ferraro Júnior, L. A. Sugarcane leaf area index modeling under different soil water condintios. *Scientia Agrícola*, v.54, p.93-44, 1997.

Tes, T. A.; Castro JR., L. G. Análise de crescimento de plantas: um programa computacional auxiliar. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, Campinas, v. 3, n. 1, p. 53-56, 1991.

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.

Watson, D.J., Wilson, J.H., Ford, M.A., French, S.A.W. 1966. Changes with age in the photosynthetic and respiratory components of the net assimilation rates of sugar beet and wheat. *New Phytol.*, 65(4):500-508.

Zullo, J. J.; Arruda, F. B. Programa computacional para ajuste de equações com dados experimentais. Campinas: Instituto Agronômico, 1987, 31 p. (Boletim Técnico).

#### 4. CAPITULO II <sup>2</sup>

### **AVALIAÇÃO DE SETE CLONES RB DE CANA-DE-AÇÚCAR, EM CANA-SOCA, CULTIVADOS NO MUNICÍPIO DE PARANAÍ-PR**

#### **RESUMO**

Os ganhos de produtividade da cultura da cana-de-açúcar podem ser obtidos através do aumento de produção dos colmos por unidade de área, aumento do teor de açúcar nos colmos e maior longevidade do canavial. A obtenção de novos cultivares, assim como, um melhor conhecimento morfológico destas, objetiva ganhos em produtividade. O presente trabalho tem como objetivo avaliar a produção agrícola e industrial de sete clones RB “República do Brasil” de cana-de-açúcar. O experimento foi conduzido em ciclo de cana-soca, na Estação Experimental da Universidade Federal do Paraná, localizada no município de Paranaíba-PR. O Delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com quatro repetições, sete tratamentos em arranjo de parcelas subdivididas no tempo. Os tratamentos principais foram sete clones RB de cana-de-açúcar (RB016916, RB036059, RB036066, RB036085, RB036088, RB036091 e RB036152) desenvolvido pelo Programa de Melhoramento Genético da Cana-de-açúcar da Universidade Federal do Paraná. Avaliou-se o número de perfilhos por metro quadrado, estatura média dos colmos, diâmetro médio na base do colmo, tonelada de colmo por hectare TCH) e as características tecnológicas. As avaliações foram feitas aos 64, 122, 185, 248, 305 e 369 dias após o corte (DAC). A época de maior perfilhamento foi no início do ciclo, até 122 DAC e ao final do ciclo os clones avaliados não diferiram entre si. A RB036088 e RB036152 apresentaram a maior estatura no momento da colheita final, aos 369 DAC. A RB036066 apresentou maior TCH e TPH.

**PALAVRAS-CHAVES:** *Saccharum spp*, clones promissores, componentes de rendimento.

---

<sup>2</sup> Capítulo redigido em forma de artigo científico, de acordo com as normas da Revista PAT – Pesquisa Agropecuária Tropical, Goiânia, e-ISSN 1983-4063.

## EVALUATION OF SEVEN RB CLONES OF SUGARCANE, IN RATOON CANE, IN THE CITY OF PARANAVAÍ-PR.

### ABSTRACT

The productivity gains of the crop of the sugarcane can be obtained through from an increase in the stalks per unit of area, the increase in the sugar content in the stalks and a greater plantation longevity. The obtaining of new cultivars and the best knowledge of its agronomics components, morphological and physiological will give more productivity gains. This present work had as objective Evaluate the agricultural and industrial production of seven RB “Republic of Brazil” clones of sugarcane. The experiment was conducted in ratoon cane cycle, the Experimental Station of the Federal University of Paraná, located in the city of Paranavaí-PR. The experimental design was a randomized block with four replications, seven treatments in a split plot arrangement in time. The main treatments were seven clones of RB sugarcane (RB016916, RB036059, RB036066, RB036085, RB036088, RB036091 and RB036152), developed by the Sugarcane at Universidade Federal do Paraná Breeding Program. It was assessed the number of tillers per square meters, the medium stature of stalks, average diameter at the stalks base, tons of culm for hectare (TCH) and technological characteristics (POL, fiber, AR, ATR and TPH). Assessments were made at 64,122, 185, 248, 305 and 369 days after cutting (DAC). The era of greater tillering was early in the cycle (DAC 122) and the end of the cycle the clones did not differ. The RB036088 and RB036152 had the highest height for the final harvest. The RB036066 showed higher TCH and TPH.

KEY-WORDS: *Saccharum spp.*, promising clones, yield components.

## INTRODUÇÃO

O setor sucroalcooleiro tem grande importância no cenário sócio-econômico brasileiro. Ele é responsável por uma fatia expressiva do PIB (Produto Interno Bruto). Gera divisas com a exportação de etanol e açúcar, possibilita o uso de fontes de energia renovável, além da intensa geração de empregos. Para a continuação da competitividade do setor, é de grande importância que as áreas agrícolas e industrial apresentem ganhos de produtividade.

Na área agrícola, os ganhos de produtividade podem ser obtidos através do aumento de produção dos colmos por unidade de área, aumento do teor de açúcar nos colmos e maior longevidade do canavial. A obtenção de novos cultivares, assim como, um melhor conhecimento morfológico destas, busca obter estes ganhos de produtividade.

De acordo com Pinazza (1985) e Scarpari (2002), a elevação dos índices de produtividade agrícola pode ser beneficiada ou prejudicada pela ação de quatro fatores básicos: físicos, institucionais, desenvolvimento e estruturais. Os fatores físicos representam as condições edafo-climáticas de uma determinada região e a aptidão para a exploração deste ou daquele produto agrícola, enquanto os institucionais envolvem a ação governamental através das políticas agrícolas implantadas (preço, crédito, comercialização, incentivos, etc.). Já o fator de desenvolvimento manifesta-se através do sistema de pesquisa, e a sua capacidade em gerar conhecimentos que possibilitem incrementos na produtividade. E por último o fator estrutural, que é o sistema gerencial adotado, que influi decisivamente no desempenho operacional e estratégico de uma empresa.

Vários fatores interferem na produção e maturação da cultura da cana-de-açúcar, sendo os principais a interação edafoclimática, o manejo da cultura e a cultivar escolhida (Duarte 2009). Esses fatores que interferem na produção e qualidade da cana-de-açúcar, estão sendo constantemente estudados sob diferentes aspectos. Estudar a cultura no seu ambiente de desenvolvimento pode gerar uma enorme quantidade de informações para adequar o melhor manejo e cultivar para os ambientes específicos (solo e clima). Assim, é possível explorar ao máximo o local de produção para promover o melhor rendimento da cultura e conseqüentemente maior lucratividade ou competitividade para as agroindústrias da cana-de-açúcar (Maule et al. 2001).

De acordo com Suguitani (2006), no crescimento da cana-de-açúcar, os componentes de rendimento, como o número de perfilhos, a altura e densidade dos colmos são as características genéticas que mais influem na produtividade final.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar os componentes agrônômicos e de rendimento de sete clones RB de cana-de-açúcar, em ciclo de cana-soca, no Município de Paranaíba-PR.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi implantado na Estação Experimental da Universidade Federal do Paraná localizada no município de Paranaíba - PR, região noroeste do Estado, no terceiro planalto paranaense, numa latitude de 23° 05' S, longitude 52° 26' W e altitude de 480 m. O experimento foi conduzido em ciclo de cana-soca.

A classe de solo do experimento é o LATOSSOLO VERMELHO Distrófico, sendo o de maior representatividade regional, com ocorrência superior a 50%. São solos muito profundos, constituídos por material mineral, de origem do Arenito Caiuá, apresentando horizonte B latossólico. Possuem saturação por bases baixa ( $V < 50\%$ ) na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B (inclusive BA) (Embrapa, 2006). As características químicas do solo, na época do plantio, estão descritas na tabela 1.

Tabela 1. Resultado da análise química e granulométrica do solo da estação experimental de Paranaíba, SCA–UFPR, 2012.

Profundidade	pH	pH	Al <sup>3+</sup>	H <sup>+</sup> Al <sup>3+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	SB	T	P	C	V	Areia grossa	Areia Fina	Silte	Argila
cm	CaCl <sub>2</sub>	SMP	-----cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----						mg.dm <sup>3</sup>	g.dm <sup>3</sup>	%	g/kg				
0-20	5,60	7,3	0,0	1,90	1,30	0,90	0,12	2,32	4,22	14,60	13,3	55	548,0	118,5	8,5	125,0
20-40	5,70	7,3	0,0	1,90	1,40	1,1	0,07	2,57	4,47	7,70	15,3	57	515,5	337,5	22,0	125,0

Fonte: Laboratório de Análise de Solos do Departamento de Solos – UFPR.

Foi realizada calagem no preparo do solo, com aplicação de 1,8 t.ha<sup>-1</sup> de calcário dolomítico, com adubação de base no sulco de plantio da fórmula 10-20-20 (N, P, K) com 800 kg.ha<sup>-1</sup> e na soca 20-00-20 (N, P, K) com 600 kg.ha<sup>-1</sup>.

O clima da região é o Cfa, segundo a classificação de Köppen, apresenta clima subtropical, 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.

A precipitação média anual dos últimos 36 anos foi de 1500 mm. (IAPAR, 2012). Os dados climatológicos, durante o período experimental, estão apresentados na figura 1. O balanço hídrico mensal, de julho de 2012 a julho de 2013, está apresentado na Figura 2.

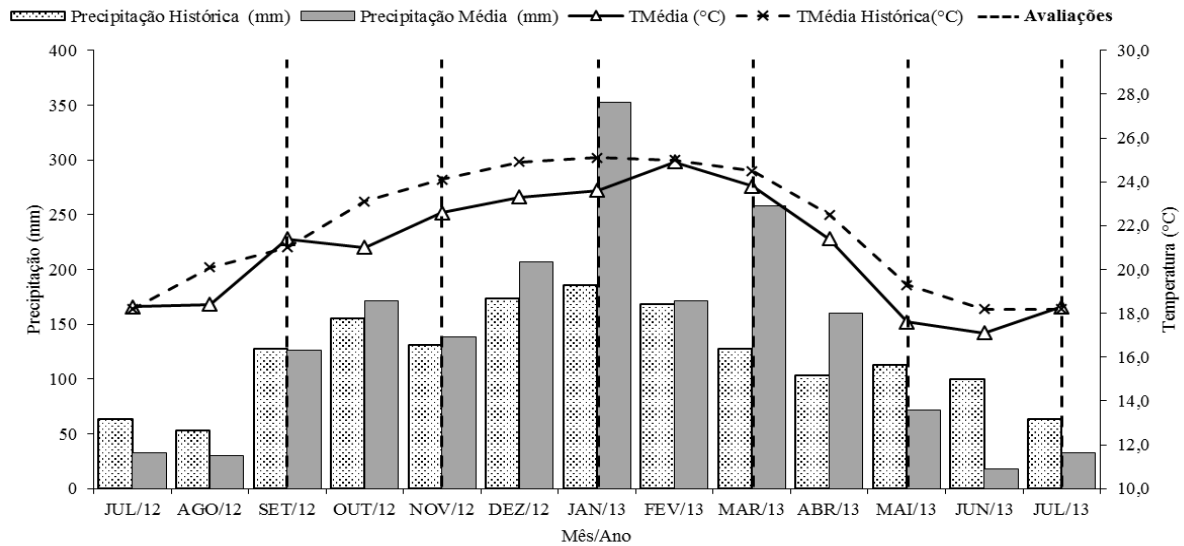


Figura 1. Precipitação média mensal (mm), precipitação média histórica (mm), temperatura média mensal (°C), temperatura média histórica (°C) nos meses de julho de 2012 a julho de 2013 e indicação das épocas de avaliações dos dados de análise de crescimento. Estação Meteorológica IAPAR/SIMEPAR, Paranavaí, PR.

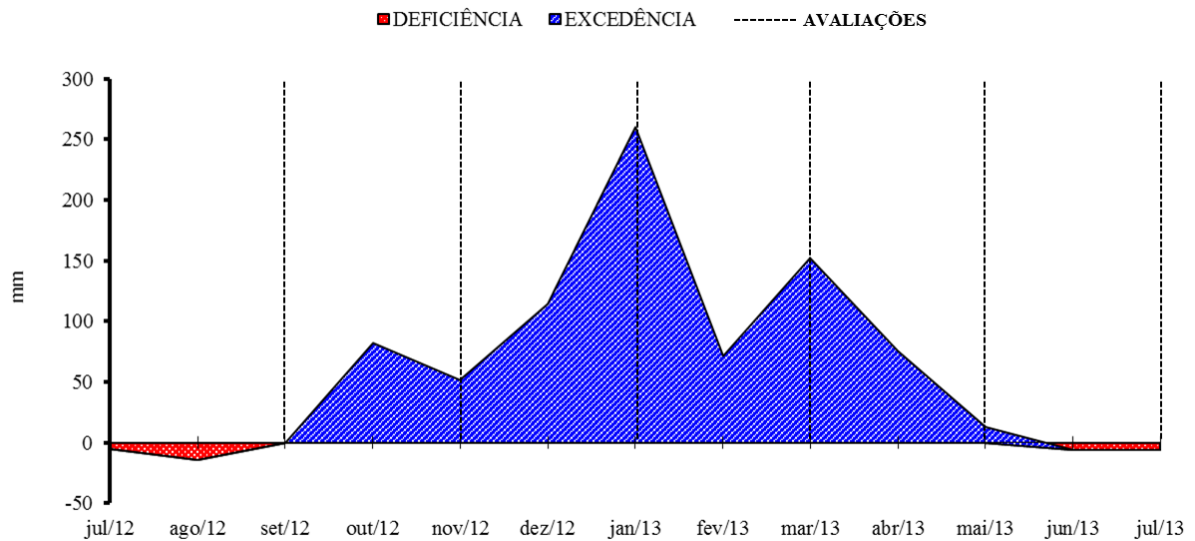


Figura 2. Balanço hídrico nos meses de julho de 2012 a julho de 2013 e indicação das épocas de avaliações dos dados de análise de crescimento. Estação Meteorológica IAPAR/SIMEPAR, Paranavaí, PR.

O experimento foi conduzido e avaliado em ciclo de cana-soca, sendo que o plantio foi realizado em maio de 2011 e cortado em julho de 2012. O sistema de plantio foi manual, onde utilizou-se 18 gemas por metro. O corte do experimento foi o convencional (corte manual).

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com quatro repetições, com sete tratamentos em arranjo de parcelas subdivididas no tempo.

Cada parcela experimental foi composta por 8 linhas de 5 m de comprimento, repetida 4 vezes, com espaçamento entre linhas de 1,40 m, sendo duas linhas de bordadura, com área útil de 42 m<sup>2</sup> (Anexo 1).

Os sete tratamentos principais foram os clones de cana-de-açúcar (RB016916, RB036059, RB036066, RB036085, RB036088, RB036091 e RB036152).

Os clones da sigla “RB” (Republica do Brasil) são clones promissores que estão em fase de validação na região canavieira do Paraná.

Foram utilizados dois clones de ciclo de maturação precoce (RB016916 e RB036085), três de ciclo de maturação média (RB036059, RB036066 e RB036091) e dois de ciclo de maturação tardia (RB036088 e RB036152). (Daros et al., 2014).

As subparcelas foram as seis épocas de avaliação (64, 122, 185, 248, 305 e 369 dias após o corte - DAC).

Os resultados das avaliações foram submetidos à análise de variância, utilizando para isso o programa estatístico Assistat® (Silva & Azevedo, 2009). 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% de probabilidade, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey e Scott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade (Koehler, 1998).

O ciclo da cultura foi de 369 dias, correspondente à data do corte da cana planta (15/07/2012), até o dia da última amostragem de dados (19/07/2013).

Em cada época de avaliação delimitou-se um metro da linha útil de cultivo para medições e coletas. Determinou-se assim o número de perfilhos por metro quadrado, a estatura média dos colmos e o diâmetro da base do colmo.

O número de colmos por metro quadrado foi determinado através da contagem do total de perfilhos ou colmos nas linhas das parcelas experimentais, para cada época de avaliação.

A estatura da planta foi mensurada com o auxílio de uma trena, medindo a planta desde sua base, rente ao solo, até a inserção da folha +1 (primeira aurícula visível).

Para obtenção do diâmetro, mediu-se na base do colmo, na altura do 2º entrenó, com o auxílio de um paquímetro, sem a presença da bainha da folha.



Para determinação da estatura e do diâmetro do colmo, mediu-se todas as plantas dentro de um metro de amostragem para cada linha de avaliação, com quatro repetições.

Para o cálculo de tonelada de colmo por hectare (TCH), foi utilizada a medição da massa fresca de um colmo, multiplicada pelo número médio de plantas por metro existente na parcela.

$$TCH = (NC \times M1C \times 7.142,9)/1000$$

Onde: NC: Número de colmo por metro;

M1C: Massa de um colmo (kg);

7142,9: metros por hectare

Na última época de avaliação foram coletados 10 colmos por repetição e enviados ao laboratório da Usina Alto Alegre no município de Santo Inácio-PR para mensurar o Pol % cana. Que é a porcentagem aparente de sacarose, contida na cana-de-açúcar. É a mais importante característica da qualidade da cana-de-açúcar para a indústria de açúcar e álcool.

Toneladas de Pol por hectare (TPH) foi calculado através do TCH e do resultado do Pol % cana, da análise tecnológica.

$$TPH = (TCH \times POL)/100$$

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os resultados de número de perfilhos por metro quadrado (m<sup>2</sup>) dos setes clones avaliados em seis épocas, estão apresentados na Tabela 2. Observa-se que houve diferenças no número de perfilhos de cada clone (RB016916, RB036059, RB036066, RB036085, RB036088, RB036091 e RB036152) e em cada época (64, 122, 185, 248, 305 e 369 DAC).

O clone com o maior número de perfilhos foi a RB036085, com 19,29 perfilhos por metro quadrado aos 64 dias após o corte (DAC) e só 7,86 perfilhos na colheita aos 369 DAC, uma redução de 59,25%.

O clone RB036091 foi o que apresentou a menor redução no número de perfilhos por m<sup>2</sup>. Houve uma diminuição de 12,5 para 8,58 perfilhos por metro quadrado (redução de 32,32%) desde o auge de perfilhamento, aos 122 DAC, até a população final de plantas, aos 369 DAC. Na média do experimento, a redução foi de 43,69% no número de perfilhos. Segundo Jadoski et al. (2010), pelo menos 50% dos perfilhos morrem e uma população estável é estabelecida.

Quando comparamos a morte de perfilhos com o ciclo da cultura, notamos que os clones de ciclo precoce (RB016916 e RB036085) perderam mais perfilhos, 55,79%. Isto devido a serem mais exigentes em ambientes, o que não ocorre no local de avaliação. Os clones de ciclo médio (RB036059, RB036066 e RB036091), tiveram uma redução de 38,02%, e os clones de ciclo tardio (RB036088 e RB036152) reduziram 43,19%.

Tabela 2. Número de perfilhos por metro quadrado, nos clones RB016916, RB036059, RB036066, RB036085, RB036088, RB036091 e RB036152, em seis épocas de avaliação. Estação Experimental de Paranavaí, SCA-UFPR, 2012/2013.

CLONES	NÚMERO DE PERFILHOS (m <sup>2</sup> )											
	Dias após o corte (DAC)											
	64		122		185		248		305		369	
RB016916	14,64	bA	10,54	bB	9,29	bB	8,39	bC	7,68	bC	7,14	aC
RB036059	15,72	bA	13,04	bB	9,47	bC	8,57	bC	8,39	bC	8,22	aC
RB036066	13,61	cB	16,25	aA	11,79	aC	11,43	aC	11,25	aC	10,54	aC
RB036085	19,29	aA	11,79	bB	11,43	aB	8,75	bC	8,75	bC	7,86	aC
RB036088	15,71	bA	13,57	bA	12,32	aB	11,79	aB	11,43	aB	8,93	aC
RB036091	12,14	cA	12,50	bA	9,82	bB	9,65	bB	8,57	bB	8,58	aB
RB036152	13,21	cA	13,22	bA	12,86	aA	9,29	bB	8,57	bB	7,50	aC
MÉDIA	14,90		12,99		10,99		9,69		9,23		8,39	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na vertical e maiúscula na horizontal não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

O clone RB036066 obteve o pico de perfilhamento aos 122 DAC, diferentemente dos demais clones, no qual este pico ocorreu aos 64 DAC. O que permite verificar que este clone apresenta uma maior capacidade de formar perfilhos em um menor espaço de tempo.

O perfilhamento é fortemente influenciado por variações de temperatura. A formação e crescimento dos perfilhos e número de entrenó são favorecidos pelo aumento da temperatura até o máximo de 30°C (Liu et al., 1998), temperaturas abaixo de 20°C podem promover a paralisação do crescimento dos perfilhos (Câmara, 1993). Efeito similar foi observado por Almeida et al. (2008) que verificaram temperaturas ótimas de 25,5°C e 27°C para o desenvolvimento do perfilho, combinados com o suprimento hídrico adequado.

O estresse hídrico também pode causar redução na emissão de novos perfilhos, pois a falta de água cessa a divisão e o alongamento celular impedindo a diferenciação e o crescimento dos tecidos que darão origem as novas estruturas dos perfilhos. Durante o período de perfilhamento, a cultura exige uma grande quantidade de água para que ocorra o seu pleno desenvolvimento vegetativo (Bezuidenhout et al., 2003).

As temperaturas médias ocorridas na fase de intenso perfilhamento situaram entre 14,6 a 31,2 C° (Figura 1), não sendo, portanto, limitante. O que pode ter prejudicado a formação de novos perfilhos foi o déficit hídrico ocorrido durante esta fase (Figura 2).

Os clones RB016916, RB036059 e RB036088 começaram o decréscimo de perfilhamento aos 122 DAC. Na RB036066, RB036088 e RB036091 este decréscimo ocorreu aos 185 DAC. Somente na RB036152 a redução teve início aos 248 DAC.

Na média dos setes clones estudados, foi observado o máximo de perfilhamento aos 64 DAC. Resultado semelhante ao encontrado por Silva (2005), onde em seu experimento, também em ciclo de cana-soca, obteve-se esse índice entre 50 a 100 dias DAC. Diferentemente da cana-planta, onde Oliveira et al. (2004) encontrou que, em média, o auge de perfilhamento ocorreu aos 182 dias após o plantio (DAP).

Uma possível explicação para esse desempenho de perfilhamento intenso, no início do ciclo, se deve a alta luminosidade disponível e espaço aéreo para exploração das plantas. Conforme os primeiros perfilhos vão se desenvolvendo e ocupando maior espaço no solo e no ar, as suas folhas vão sombreando aqueles que brotaram depois, e que são menores, sendo estes primeiros mais eficientes na competição por água e luz (Duarte 2009).

De acordo com Silva (2007), a partir do ponto de máximo perfilhamento, a competição entre perfilhos pelos fatores de crescimento (luz, espaço, água e nutrientes) torna-se elevada de maneira que se constata a redução do perfilhamento, através da diminuição e paralisação desse processo, além da morte dos perfilhos mais jovens.

Os colmos que sobreviveram à forte competição da fase de perfilhamento intenso continuam seus processos de crescimento e desenvolvimento, acumulando cada vez mais sacarose em seus internódios, à medida que estes vão amadurecendo (Câmara 1993).

No momento da colheita, aos 369 DAC, os clones avaliados não diferiram estatisticamente entre si em relação ao perfilhamento.

Os resultados de diâmetro médio na base do colmo, estão apresentados na Tabela 3. Na primeira época, 64 DAC, não houve diferença estatística entre os clones estudados. As diferenças começaram a ocorrer somente aos 122 DAC. A partir dos 122 DAC, em média, o diâmetro na base do colmo se estabilizou, não sofrendo grandes alterações.

Ramesh e Mahadevaswamy (2000) e Oliveira (2004) obtiveram resultados similares, 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 3. Diâmetro médio da base do colmo (mm), nos clones RB016916, RB036059, RB036066, RB036085, RB036088, RB036091 e RB036152, em seis épocas de avaliação. Estação Experimental de Paranavaí, SCA-UFPR, 2012/2013.

CLONES	DIÂMETRO MÉDIO DA BASE DO COLMO (mm)											
	Dias após o corte (DAC)											
	64		122		185		248		305		369	
RB016916	11,81	aB	27,34	bA	28,84	bA	30,10	bA	28,74	bA	30,32	aA
RB036059	11,13	aC	32,63	aA	32,52	aA	33,95	aA	33,28	aA	28,72	aB
RB036066	12,32	aC	28,83	bA	27,67	bA	26,44	cB	26,08	cB	28,49	aA
RB036085	10,14	aB	30,67	aA	29,84	bA	30,69	bA	29,13	bA	28,56	aA
RB036088	12,04	aC	31,12	aA	29,01	bA	29,51	bA	29,15	bA	26,70	aB
RB036091	12,53	aB	30,32	aA	28,50	bA	28,36	cA	29,75	bA	28,17	aA
RB036152	12,22	aC	25,31	cB	25,80	cB	28,09	cA	25,55	cB	27,51	aA
MÉDIA	11,74		29,46		28,89		29,59		28,81		28,35	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na vertical e maiúscula na horizontal não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

O clone RB036059 se destacou durante todas as épocas de avaliação, apresentando o maior diâmetro de colmo. Na última época, não houve diferença estatística entre os clones estudados.

Os clones RB036088 e RB036059 apresentaram diminuição no diâmetro do colmo a partir dos 305 DAC. Esta tendência também foi observada por Oliveira (2004), avaliando as variedades RB72454, RB855113 e RB855536.

Na tabela 4, observar-se a estatura média dos colmos dos setes clones estudados. Observa-se a mesma tendência de crescimento nos clones avaliados. O período de maior crescimento foi entre 122 DAC e 185 DAC, neste intervalo de 63 dias, obteve-se um crescimento médio de 97,62 cm, aproximadamente 1,55 cm.dia<sup>-1</sup>. O que representa 33,28% da estatura final. Durante este período, foram encontradas as maiores temperaturas e precipitações (Figura 1 e 2).

Sabe-se que as relações hídricas desempenham papel importante na alongação dos perfilhos e no crescimento final dos colmos da cana-de-açúcar. A alongação celular e o crescimento da cultura são intimamente ligados aos níveis de umidade do solo, quanto maior a disponibilidade hídrica do solo maior o crescimento da cultura (Silva et al. 2010).

Na primeira e segunda épocas de avaliações, 64 e 122 DAC, os setes clones avaliados não apresentaram diferenças estatísticas entre si. As diferenças começaram a aparecer após os 185 DAC.

Tabela 4. Estatura média do colmo (cm), nos clones RB016916, RB036059, RB036066, RB036085, RB036088, RB036091 e RB036152, em seis épocas de avaliação. Estação Experimental de Paranavaí, SCA-UFPR, 2012/2013.

CLONES	ESTATURA DO COLMO (cm)											
	Dias após o corte (DAC)											
	64		122		185		248		305		369	
RB016916	16,86	aE	76,80	aD	168,83	bC	251,08	bB	271,81	bA	274,39	bA
RB036059	11,75	aE	76,60	aD	167,07	bC	226,50	cB	254,57	cA	267,83	bA
RB036066	22,64	aE	88,18	aD	200,20	aC	258,28	bB	273,75	bA	287,45	bA
RB036085	17,46	aE	85,13	aD	173,40	bC	234,00	cB	253,43	cA	259,51	bA
RB036088	17,17	aF	98,48	aE	170,23	bD	236,38	cC	289,91	bB	333,53	aA
RB036091	13,89	aE	79,30	aD	174,54	bC	245,38	bB	270,90	bA	282,02	bA
RB036152	17,94	aE	87,35	aD	220,96	aC	299,70	aB	345,43	aA	348,69	aA
MÉDIA	16,81		84,55		182,17		250,19		279,97		293,34	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na vertical e maiúscula na horizontal não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Os clones com as maiores estaturas foram o RB036152 e o RB036088, chegando no momento do corte a 348,69 e 333,53 cm respectivamente, com estatura significativamente superior aos demais clones. Dividindo a estatura do colmo pelo número de dias entre os intervalos de avaliação, temos o crescimento médio diário. O RB036152 apresentou um crescimento médio durante o ciclo de  $0,95 \text{ cm.dia}^{-1}$ , sendo que seu pico de crescimento foi de  $2,12 \text{ cm.dia}^{-1}$ , entre 122 a 185 DAC. Enquanto a RB036088, que apresentou um crescimento médio de  $0,90 \text{ cm.dia}^{-1}$ , e seu ápice de crescimento ocorreu entre 64 a 122 DAC, com  $1,39 \text{ cm.dia}^{-1}$ .

A RB016916, RB036059, RB036066, RB036085, RB036091 e RB036152 foram os primeiros clones a estabilizarem o seu crescimento, chegando ao máximo de crescimento aos 305 DAC.

Na última época de avaliação, 369 DAC, os clones RB036152 e RB036088 apresentaram indução ao florescimento. Apenas 20% da parcela experimental apresentaram está indução. Com intuito de avaliação, só foram coletados os colmos que não estavam induzidos.

Na Tabela 5, são apresentados os dados de produtividade agrícola (TCH), PC % e toneladas de PC por hectare (TPH) para os setes clones estudados, em cana-soca. O clone mais produtivo, foi a RB036066, com  $110,91 \text{ t.ha}^{-1}$ , os clones RB016916, RB036059, RB036088, RB036091 e RB036152 apresentaram, estatisticamente o mesmo desempenho agrícola, sendo que o clone RB036085 foi o que apresentou o menor valor de produtividade ( $90,44 \text{ t.ha}^{-1}$ ).

Tabela 5. Produtividade agrícola e produção de açúcares, nos clones RB016916, RB036059, RB036066, RB036085, RB036088, RB036091 e RB036152, aos 369 DAC, cana-soca. Estação Experimental de Paranaíba, SCA-UFPR, 2012/2013.

CLONES	TCH (t.ha <sup>-1</sup> )		PC %		TPH (t.pol.ha <sup>-1</sup> )	
RB016916	101,39	ab	17,32	ab	17,54	a
RB036059	104,72	ab	16,25	bc	17,00	ab
RB036066	110,91	a	16,14	c	17,90	a
RB036085	90,44	b	18,11	a	16,37	ab
RB036088	94,24	ab	15,63	c	14,73	b
RB036091	99,01	ab	16,68	bc	16,52	ab
RB036152	100,91	ab	16,11	c	16,26	ab
MÉDIA	100,23		16,60		16,62	
CV %	6,51		2,45		5,78	

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

Na última época de amostragem, aos 369 DAC, o experimento passou por um déficit hídrico e baixas temperaturas (Figuras 1 e 2), retardando o crescimento e favorecendo os altos níveis de acúmulo de sacarose. A cana-de-açúcar sofre influência das variações climáticas durante todo ano. Para atingir alta produção de sacarose a planta precisa de temperatura e umidade adequadas para permitir o máximo crescimento na fase vegetativa, seguida de restrição hídrica ou térmica para favorecer o acúmulo da sacarose no colmo na época do corte (Inman-Bamber; Smith, 2005).

RB036085 foi clone que apresentou a maior PC % (18,11). Logo em seguida aparece a RB016916 com 17,32 de PC%. O clone com o pior desempenho foi o RB036088, com PC % de 15,63. Estes dados se demonstraram coerentes, pois de acordo com o Relatório Clones RB de Cana-de-Açúcar, 2014, os clones RB036085 e RB016916 são precoces, para colheita no início de safra, com alto teor e sacarose, já a RB036088 é indicada para a colheita no final de safra e com médio teor de sacarose.

Quando relacionamos a produtividade agrícola com o rendimento industrial, temos o TPH, que é toneladas de PC por hectare. A RB016916 e RB036066 apresentaram os maiores índices de TPH, 17,54 e 17,90 t.pol.ha<sup>-1</sup> respectivamente. Para o clone RB036088, os resultados de TPH foram os menores, entre os clones avaliados, com 14,73 t.pol.ha<sup>-1</sup>, e rendimento de 17,71% abaixo do melhor clone e 11,37% abaixo da média experimental.

## CONCLUSÕES

1. Na última época de avaliação (369 DAC), não houve diferença estatística no número de perfilhos entre os clones avaliados.
2. Os setes clones estudados apresentarão a mesma tendência de aumento do diâmetro e de estatura.
3. O déficit hídrico e as baixas temperaturas, favorecerão o grande aumento de Pol% cana.
4. O clone RB036066 apresentará o maior TCH e TPH.
5. Os clones de ciclo médio possuirão o maior TCH e os de ciclo precoce o menor.
6. Os clones de ciclo precoce perderão mais perfilhos durante o ciclo.
7. O perfilhamento é o componente que mais influirá no TCH final.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, A.C.S.; SOUZA, J.L.; TEODORO, I.; BARBOSA, G.V.S.; MOURA FILHO, G.; FERREIRA JÚNIOR, R.A.; *Desenvolvimento vegetativo e produção de variedades de cana-de-açúcar em relação a disponibilidade hídrica e unidades térmicas*. Ciência Agrotécnica, Lavras, v.32, n.5, p.1441-1448, 2008.
- AUTORES ET AL. Org. DAROS, E. RIDESA – Rede Interuniversitária para o Desenvolvimento do Setor Sucroalcooleiro. *Clones “RB” de cana-de-açúcar*. Curitiba, p. 112, 2014.
- BEZUIDENHOUT, C.N.; OLEARY, G.J.; SINGELS, A.; BAJIC, V.B. *A process-based model to simulate changes in tiller density and light interception of sugarcane*. Crops and Agricultural Systems, v.76, p.589-599, 2003.
- CÂMARA, G.M.S. Ecofisiologia da cultura da cana-de-açúcar. In: CÂMARA, G.M.S.; OLIVEIRA, E.A.M (eds.). *Produção de cana-de-açúcar*. Piracicaba: FEALQ, 1993. p.31-64.
- DUARTE, A.M.A. *Crescimento e maturação da cana-de-açúcar, sob condições de cultivo irrigado, em Janaúba-MG*. 2009. p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal no Semiárido) – Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, MG.
- EMBRAPA, E. B. D. P. A. *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. Brasília: Embrapa Produções de Informações; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 306p., 2006.
- IAPAR. Instituto Ambiental do Paraná. 2012. Disponível em: <[http://www.iapar.br/arquivos/Image/monitoramento/Medias\\_Historicas/Paranavai.htm](http://www.iapar.br/arquivos/Image/monitoramento/Medias_Historicas/Paranavai.htm)>. Acesso em: 16 setembro 2012.
- KOEHLER, H. S. *Estatística experimental*. Curitiba. Universidade Federal do Paraná, 1998, 124 p. (Apostila)
- 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*, v.58, n.2, p.295-301, 2001.
- OLIVEIRA, R. A. De. *Análise de crescimento da cana-de-açúcar, na região noroeste do Paraná*. Curitiba. 2004. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Paraná.
- PINAZZA, A.H. Implicações da gerência agrícola nas usinas e destilarias. *Brasil Açúcareiro*, v. 103, p.26-27, jul./dez. 1985.
- 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. *Journal Agronomy Crop Science*, Berlim, v.185, p.249-258, 2000.
- RIDESA – Rede Interuniversitária para o Desenvolvimento do Setor Sucroalcooleiro. *Clones “RB” de cana-de-açúcar*. Curitiba, p. 112, 2014.



SCARPARI, M.S. *Modelos para a previsão da produtividade da cana-de-açúcar (Saccharum spp.) através de parâmetros climáticos*. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2002. 94. Dissertação mestrado.

SILVA, D.K.T.; DAROS, E.; ZAMBOM, J.L.C.; WEBER, H.; IDO, O.T.; ZUFFELLATO-RIBAS, K.C.; KOEHLER, H. S.; OLIVEIRA, R. A. *Análise de crescimento em cultivares de cana-de-açúcar em cana-soca no noroeste do Paraná na safra de 2002/2003*. Scientia Agraria, v. 6, n. 1-2, p. 47-53, 2005.

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

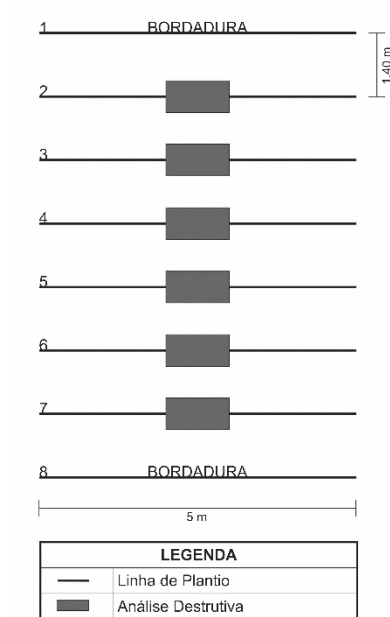
SILVA, L.C.; *Crescimento e acúmulo de nutrientes em sete cultivares de cana-de-açúcar (Saccharum spp.) na região de Coruripe-AL*. 2007, 104p. Dissertação Mestrado – Universidade Federal de Alagoas. Rio Largo.

SILVA, M.A.; CATO, S.C.; COSTA, A.G.F. *Produtividade e qualidade tecnológica da soqueira de cana-de-açúcar submetida à aplicação de biorregulador e fertilizantes líquidos*. Ciência Rural, v.40, n.4, p.774-780, 2010.

SUGUITANI, C. *Entendendo e a produção de cana-de-açúcar: avaliação do modelo Mosaic*. 2006. 60 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

## 5. ANEXOS

Anexo 1. Representação do croqui da parcela experimental e das avaliações realizadas nos intervalos de tempo



Anexo 2. Resultados da análise de variância para as características diâmetro médio da base do colmo (cm), número de perfilhos (m<sup>2</sup>) e estatura dos colmos (cm), massa seca dos colmos (g.perfilho<sup>-1</sup>), massa seca das folhas + bainhas (g.perfilho<sup>-1</sup>), massa seca total (g.perfilho<sup>-1</sup>), nos clones RB016916, RB036059, RB036066, RB036085, RB036088, RB036091 e RB036152, em seis épocas de avaliação. Análise não destrutiva. Estação Experimental de Paranaíba, SCA-UFPR, 2012/2013.

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	QUADRADOS MÉDIOS					
		Diâmetro de colmos (cm)	Número de perfilhos (m <sup>2</sup> )	Estatura dos colmos (cm)	Massa seca dos colmos (g.perfilho <sup>-1</sup> )	Massa seca dos folhas + bainhas (g.perfilho <sup>-1</sup> )	Massa seca total (g.perfilho <sup>-1</sup> )
Bloco	3	1,594 <sup>ns</sup>	2,313 <sup>ns</sup>	41,497 <sup>ns</sup>	568,200 <sup>ns</sup>	22,184 <sup>ns</sup>	495,162 <sup>ns</sup>
Clones	6	49,419**	26,907**	7662,916**	5251,471**	460,429**	6651,155**
Erro Experimental (a)	18	2,793	3,158	270,079	482,189	50,249	708,051
Parcela	27						
Épocas	5	1398,740**	172,418**	354990,178**	182625,744**	8948,736**	270659,377**
Clones x Épocas	30	9,786**	7,454**	1056,830**	1024,588**	140,056**	1439,479**
Erro Experimental (b)	105	2,384	2,865	217,21	389,175	48,616	551,045
Total	167						
Coeficiente de Variação (CV% clones)		6,39%	16,10%	8,91%	21,99%	23,39%	20,45%
Coeficiente de Variação (CV% épocas)		5,91%	15,34%	7,99%	19,76%	23,00%	18,04%

<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 3. Resultados da análise de variância para tonelada as características de colmo por hectare (TCH), Porcentagem de sacarose aparente (POL), tonelada de POL por hectare (TPH), nos clones RB016916, RB036059, RB036066, RB036085, RB036088, RB036091 e RB036152, aos 369 DAC. Estação Experimental de Paranaíba, SCA-UFPR, 2012/2013.

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	QUADRADOS MÉDIOS		
		TCH	POL (%)	TPH (t.pol.ha <sup>-1</sup> )
Bloco	2	19,688 <sup>ns</sup>	0,017 <sup>ns</sup>	0,767 <sup>ns</sup>
Clones	6	134,554*	2,156**	3,199*
Erro Experimental	12	42,572	0,165	0,923
Total	20			
Coeficiente de Variação (CV%)		6,51%	2,45%	0,78%

<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