



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
PRODUÇÃO VEGETAL E PROTEÇÃO DE PLANTAS**



**CRESCIMENTO, PIGMENTOS FOTOSSINTÉTICOS E PRODUTIVIDADE
DE CANA-DE-AÇÚCAR (*Saccharum* sp.), NO QUARTO CICLO DE CULTIVO**

CICERO TEIXEIRA SILVA COSTA

**RIO LARGO - ALAGOAS
2009**

CICERO TEIXEIRA SILVA COSTA

**CRESCIMENTO, PIGMENTOS FOTOSSINTÉTICOS E PRODUTIVIDADE
DE CANA-DE-AÇÚCAR (*Saccharum* sp.), NO QUARTO CICLO DE CULTIVO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Alagoas, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, para obtenção do título de Mestre em Agronomia, Área de Concentração produção Vegetal e proteção de Plantas.

Orientadora: Prof^a Vilma Marques Ferreira

Co-Orientador: Prof. Laurício Endres

**RIO LARGO - ALAGOAS - BRASIL
JULHO DE 2009**

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Central
Divisão de Tratamento Técnico

Bibliotecária Responsável: Helena Cristina Pimentel do Vale

- C837c Costa, Cícero Teixeira Silva.
Crescimento, pigmentos fotossintéticos e produtividade de cana-de-açúcar
(*Saccharum* sp.), no quarto ciclo de cultivo / Cícero Teixeira Silva Costa, 2009.
xiii, 51 f. : il. tabs., grafs.
- Orientadora: Vilma Marques Ferreira
Co-Orientador: Laurício Endres
Dissertação (mestrado em Agronomia : Produção Vegetal) – Universidade
Federal de Alagoas. Centro de Ciências Agrárias. Rio Largo, 2009.
- Bibliografia: f. 44-51.
Inclui anexos.
1. Cana-de-açúcar – Análise de crescimento. 2. Pigmentos fotossintéticos
foliares. 3. Cana-de-açúcar – Produção. I. Título.

CDU: 633.61

TERMOS DE APROVAÇÃO

CRESCIMENTO, PIGMENTOS FOTOSSINTÉTICOS E PRODUTIVIDADE DE CANA-DE-AÇÚCAR (*Saccharum* sp.), NO QUARTO CICLO DE CULTIVO

Esta dissertação foi submetida a julgamento como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em agronomia, Área de Concentração em Produção Vegetal e Proteção de Plantas, outorgado pela Universidade Federal de Alagoas, sendo aprovada pela seguinte Banca Examinadora:



Vilma Marques Ferreira
Professora - CECA/UFAL
Orientadora



Paulo de Albuquerque Silva
Pesquisador - EMBRAPA - Tabuleiros Costeiros



José Vieira Silva.
Professor - UFAL/Arapiraca



José Leonaldo de Souza
Professor - CECA/UFAL

Data da defesa: 09/02/2009

A Deus
Ao Futuro Comum
Aos meus Pais José Cicero Costa e Maria Teixeira Silva Costa
A minha irmã e grande amiga, Suely Teixeira
A minha segunda mãe, Simone Teixeira Silva Costa.

DEDICO

Aos que me viram partir e voltar, aos que confiam e me olham com amor e carinho,
Ao tempo, à felicidade, à sabedoria, à vida e a paz desejável.

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

A Deus, supremo Arquiteto do Universo por toda graça alcançada;

A Professora Vilma Marques Ferreira, pela orientação, incentivo, confiança, dedicação, companheirismo e conhecimentos repassados;

Aos Professores Laurício Endres e José Leonaldo de Souza pelas dicas e sugestões apresentadas na condução do trabalho;

Ao Professor José Viera Silva e ao pesquisador Paulo de Albuquerque Silva, por terem aceitado o convite para fazer parte da banca examinadora;

Ao coordenador da pós-graduação e amigo, Professor Gaus Silvestre de Andrade Lima, pela amizade e ensinamentos durante o período de graduação e pós-graduação;

Ao corpo docente do curso de Mestrado em Agronomia - Produção Vegetal da UFAL pela dedicação ao ensino;

Aos colegas dos laboratórios de fisiologia vegetal e agrometeorologia; Eduardo Rebelo, Valtair, Renan Cantalice, Débora Teresa, Tadeu Patêlo, Weverton Góes, Evelânia Lira, Antônio, Polyana da Silva, Sihélio Júlio, Humberto Cristiano, Hermeson Vitorino e Ricardo Ferreira pela convivência, ajuda na condução do experimento e nas análises laboratoriais, além dos bons momentos de alegria proporcionados;

A Fundação de Amparo a Pesquisa no Estado de Alagoas (FAPEAL), pela bolsa concedida;

Ao Programa de Melhoramento Genético da Cana-de-açúcar (PMGCA-CECA);

Ao programa de Mestrado em Agronomia;

Aos funcionários da secretaria de pós-graduação Geraldo Lima e Marcos Lopes;

Aos Senhores Agnésio Severo dos Santos e Heleno Cicero dos Santos, pela ajuda na condução do experimento;

Aos colegas de turma de Mestrado pelos conselhos, incentivos e convívio;

À UFAL, “casarão do sofrimento” e do conhecimento.

A todos, meus sinceros agradecimentos

BIOGRAFIA DO AUTOR

CICERO TEIXEIRA SILVA COSTA, filho de José Cicero Costa e Maria Teixeira Silva Costa, nascido em Maceió - Alagoas, em 04 de novembro de 1981.

Cursou o primeiro Grau na Escola Municipal Nossa Senhora Mãe do povo, no município de Tanque D'Arca - AL e em seguida ingressou na Escola Agrotécnica Federal de Satuba - AL, em 1998, onde despertou interesse pelas ciências agrárias.

Ao concluir o curso técnico em 2000, ingressou na iniciativa privada assumindo o posto em sua área de formação, durante dezoito meses.

Em seguida ingressou na Universidade Federal de Alagoas, para cursar Agronomia, no dia dez de junho de 2002, recebendo o título de Engenheiro Agrônomo em março de 2007.

Durante sua vida acadêmica, desenvolveu atividades de monitoria na disciplina de Irrigação e Drenagem por dois anos consecutivos.

Participou do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica - PIBIC/CNPq da Universidade Federal de Alagoas, onde despertou forte interesse pela pesquisa científica.

Fez estágio no Departamento de Solos e Irrigação da Universidade Federal de Alagoas, nos anos de 2003 e 2006.

Em março de 2007, iniciou o Curso de Mestrado em Agronomia, Concentração em Produção vegetal e Proteção de Plantas, no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas.

Participou da seleção de Doutorado da Universidade Estadual Paulista "UNESP", sendo aprovado na área de Irrigação e Drenagem em 28 de novembro de 2008.

SUMÁRIO

	Página
Agradecimentos	vi
Bibliografia do autor	vii
Sumário	viii
Lista de Figuras	x
Lista de Tabelas	xi
Resumo	xii
Abstract	xiii
1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1 Cana-de-açúcar	3
2.2 Aspectos ecofisiológicos da cana-de-açúcar	4
2.2.1 Área foliar e índice de área foliar	8
2.3 Teores de pigmentos fotossintéticos foliares	9
3 MATERIAL E MÉTODOS	12
3.1 Localização, características da área e condições experimentais	12
3.2 Características varietais	13
3.2.1 RB92579 (RB75126 x RB72199)	13
3.2.2 SP79-1011 (NA56-79 X Co775)	14
3.2.3 RB931530 (Q107 x ?)	14
3.2.4 RB93509 (RB72454 x ?)	14
3.3 Análises fisiológicas	15
3.4 Determinação da umidade do solo	16
3.5 Obtenção da matéria seca, produtividade agrícola e dos atributos de qualidade da matéria prima	17
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	18
4.1 Perfilhamento	18
4.2 Altura de colmos	19
4.3 Área foliar	21
4.4 Índice de área foliar	22

4.5	Diâmetro de colmo	23
4.6	Teores de pigmentos fotossintéticos foliares	25
4.6.1	Leitura SPAD	26
4.6.2	Teor de clorofila <i>a</i> (chl <i>a</i>)	28
4.6.3	Teor de clorofila <i>b</i> (chl <i>b</i>)	29
4.6.4	Teor de clorofila total	30
4.6.5	Teor de carotenóides	32
4.6.6	Correlação entre a leitura SPAD e os pigmentos fotossintéticos foliares	33
4.7	Rendimento agrícola, matéria seca (MS), produção de açúcar (TPH) e atributos de qualidade da matéria prima	38
5	CONCLUSÕES	43
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	44

LISTA DE FIGURAS

	Página
FIGURA 1	Número de plantas por metro linear, de quatro variedades de cana-de-açúcar, na região de Rio Largo - AL. 18
FIGURA 2	Altura média de colmo (cm), de quatro variedades de cana-de-açúcar, na região de Rio Largo - AL. 20
FIGURA 3	Área foliar média (cm ² planta ⁻¹), de quatro variedades de cana-de-açúcar, na região de Rio Largo - AL. 21
FIGURA 4	Índice de área foliar (IAF), de quatro variedades de cana-de-açúcar, na região de Rio Largo - AL. 23
FIGURA 5	Diâmetro médio do colmo (mm), a 1/3 a partir da base de quatro variedades de cana-de-açúcar, na região de Rio Largo - AL. 24
FIGURA 6	Comportamento do teor de clorofila medido com o clorofilômetro (SPAD-502), de quatro variedades de cana-de-açúcar, na região de Rio Largo - AL. 27
FIGURA 7	Comportamento do teor de clorofila <i>a</i> (chl <i>a</i>), de quatro variedades de cana-de-açúcar, na região de Rio Largo - AL. 29
FIGURA 8	Comportamento do teor de clorofila <i>b</i> (chl <i>b</i>), de quatro variedades de cana-de-açúcar na região de Rio Largo - AL. 30
FIGURA 9	Comportamento do teor de clorofila Total (chl Total), de quatro variedades de cana-de-açúcar, na região de Rio Largo - AL. 31
FIGURA 10	Comportamento do teor de carotenóides, de quatro variedades de cana-de-açúcar, na região de Rio Largo - AL. 32
FIGURA 11	Correlação entre as leituras do clorofilômetro (SPAD-502) e o teor de clorofila <i>a</i> , de quatro variedades de cana-de-açúcar na região de Rio Largo - AL. 35
FIGURA 12	Correlação entre as leituras do clorofilômetro (SPAD-502) e o teor de clorofila <i>b</i> , de quatro variedades de cana-de-açúcar, na região de Rio Largo - AL. 36
FIGURA 13	Correlação entre as leituras do clorofilômetro (SPAD-502) e o teor de clorofila total, de quatro variedades de cana-de-açúcar, na região de Rio Largo - AL. 37

LISTA DE TABELAS

	Página
TABELA 01 Leitura SPAD, teores de clorofila <i>a</i> (Chl <i>a</i>), clorofila <i>b</i> (Chl <i>b</i>), clorofila total (Chl total), relação clorofila <i>a/b</i> (Chl <i>a</i> /Chl <i>b</i>) e carotenóides ($\mu\text{mol g}^{-1}$ MF) em quatro variedades de cana-de-açúcar, na região de Rio Largo - AL. (Médias de 50 avaliações).	25
TABELA 02 Resultados da produtividade agrícola, matéria seca (MS), açúcar (TPH) e dos atributos de qualidade da matéria prima, de quatro variedades de cana-de-açúcar, na região de Rio Largo - AL.	38

RESUMO

COSTA, C. T. S. **Crescimento, pigmentos fotossintéticos e produtividade de cana-de-açúcar (*saccharum sp.*), no quarto ciclo de cultivo.** 2009. 51 p. Dissertação de Mestrado (Agronomia - Produção Vegetal e Proteção de Plantas) - Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, Estado de Alagoas, 2009.

A cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) é uma espécie amplamente adaptada às condições climáticas tropicais e tem apresentado papel fundamental no desenvolvimento econômico das regiões Sudeste e Nordeste do país. A capacidade de adaptação da cultura aos diferentes ambientes de cultivo pode ser avaliada através da análise de crescimento, das respostas fisiológicas e da produção biológica e econômica. Desta forma, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o crescimento, os pigmentos fotossintéticos foliares e a produtividade de quatro variedades de cana-de-açúcar (RB92579, SP79-1011, RB931530 e RB93509), na região dos Tabuleiros Costeiros de Alagoas. O experimento foi conduzido no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas, município de Rio Largo - AL (09°28'02''S; 35°49'43''W e altitude de 127m). O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com quatro tratamentos e cinco repetições. Foram avaliados: número de plantas por metro linear, diâmetro do colmo, altura das plantas, área foliar e índice de área foliar (IAF), cujas medidas iniciaram-se aos 30 dias após o corte (DAC), exceto o número de plantas que foi aos 90 DAC. Os pigmentos fotossintéticos foliares foram avaliados no período entre 213 e 284 DAC. As demais avaliações como: qualidade da matéria prima, matéria seca e produtividade final, foram avaliadas no período da colheita, aos 360 DAC, e os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas entre si pelo teste de Tukey, com $P \leq 0,05$. Os resultados obtidos mostraram que o máximo perfilhamento ocorreu aos 90 DAC para todas as variedades estudadas, sendo que a variedade RB92579 apresentou o maior perfilhamento e a maior altura de colmo no período da colheita. A variedade RB931530 apresentou diâmetro de colmo superior às demais, e os menores teores de clorofila *a*, *b* e total e maior correlação (*r*) entre a leitura do SPAD-502 e os teores de clorofilas. As variedades RB92579 e RB93509 foram superiores às demais quanto à produção de açúcar, de matéria seca e a produtividade, porém, diferiram entre si apenas quanto ao teor de matéria seca. As variedades RB92579 e RB931530 foram semelhantes quanto ao teor de sólidos solúveis (BRIX), percentagem de açúcar bruto (PCC) e açúcar total recuperável (ATR).

Palavras chave: análise de crescimento, pigmentos fotossintéticos foliares, produção.

ABSTRACT

COSTA, C. T. S. **Growth, pigments photosynthetic and yield of sugar-cane (*saccharum* sp.) in the forth growing stages.** 2009. 51 p. Dissertation Masters degree (Agronomy Production Vegetable & Protection of Plants) - Federal University of Alagoas, Rio Largo, State of Alagoas, 2009.

The sugarcane (*Saccharum officinarum* L.) is a species adapted to the tropical climatic conditions and has been presenting fundamental function in the economical development in the Southeast and Northeast regions of the Brasil. The adaptation capacity of the culture to the different cultivation environment can be evaluated through the growth analysis, from the physiologic answers and of the biological and economical production. Thus, the objective of the present work was to evaluate the growth, leaf pigment photosynthetic and yield of four sugarcane varieties (RB92579, SP79-1011, RB931530 and RB93509), in the Tabuleiros Costeiros region, in the State of Alagoas. The work was developed in the experimental area of Centro de Ciências Agrárias, of the Ferderal University of Alagoas in Rio Largo city (09°28'02 "S; 35°49'43 "W and altitude de 127m). The statistical design was in random blocks, with four treatments and five replications. They number of plants per meter, stem diameter, plants height, leaf area and leaves area rate (IAF) were evaluated, the measurements began 30 days after the harvest (DAC), except the number of plants that went measured 90 DAC. The leaf pigments photosynthetic were appraised in the period between 213 and 284 DAC. Other evaluations such as: raw material quality, dry mass and yield were evaluated in the harvest period 360 DAC, and the data was submitted to the variance analysis and the averages compared by the Tukey test, with $P \leq 0,05$. The results showed that the maximum sprouting happened 90 DAC for all the studied varieties, and the variety RB92579 presented the largest sprouting and the largest stem height in the harvest period. The stem diameter of the RB931530 variety was better than the others, however, it obtained the smallest contents chlorophyll a, b and total and larger correlation (r) between the reading of SPAD-502 and the chlorophylls contents. The RB92579 and BR93509 varieties were better than the others in relation to the sugar production of dry matter and yield, however they differed to each other just to the dry matter. The RB92579 and RB931530 varieties were similar to the soluble solids content (BRIX), percentage of rude sugar (PCC) and recoverable total sugar (ATR).

Key-words: growth analysis, leaf pigments photosynthetic, production.

1 INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) é uma cultura de grande importância social, econômica e ambiental para o Brasil, que é o maior produtor mundial, seguido da Índia e Austrália. O país obteve uma produção de 501,4 milhões de toneladas de cana-de-açúcar na safra 2007-2008 e estima-se aproximadamente 558,7 milhões de toneladas para a safra 2008-2009, em uma área plantada de aproximadamente sete milhões de hectares. Este volume estimado representa um aumento de 11% na produção (CONAB, 2008).

O Brasil desponta como líder mundial na exportação de açúcar, e na utilização da cana como fonte de energia renovável. Nos últimos anos, houve um incremento na área plantada e na produção, estimulados pelo aumento das exportações e principalmente pela crescente participação dos veículos bicomustíveis na frota automotiva brasileira (CONAB, 2008).

Apesar do alto investimento na cultura, em busca da aplicação de novas tecnologias e do aumento na produtividade, ainda são poucos os trabalhos desenvolvidos com as variedades mais modernas, as quais sofreram significativa interferência genética através do melhoramento vegetal tradicional, sendo necessário conhecer as particularidades das mesmas em relação a sua resposta aos fatores ambientais.

O conhecimento da variação das fases de desenvolvimento é fundamental para que se possa modelar e quantificar o crescimento nos diferentes estádios de desenvolvimento (TERUEL et al., 1997). A análise de crescimento é um método padrão para se medir a produtividade biológica de uma cultura, sendo uma ferramenta muito importante, que permite avaliar o crescimento sob diferentes condições de cultivo (BENINCASA, 1988 e GAVA et al., 2001). Em adição, a determinação do teor de clorofila nas folhas pode ser utilizada para diagnosticar a integridade do aparato fotossintético em plantas submetidas a adversidades ambientais (TORRES NETTO et al., 2005).

Assim como as demais culturas, a cana-de-açúcar tem seu desenvolvimento controlado principalmente pelos fatores ambientais. Por ser de origem tropical, desenvolve-se melhor em locais quentes, com alta insolação e boa distribuição de umidade durante o ciclo vegetativo.

Embora a “cana planta” e “primeira soca” representem em torno de 40% da área plantada (comunicação pessoal¹), são nestes ciclos onde geralmente concentram-se as pesquisas científicas, necessitando que sejam intensificados os estudos em ciclos posteriores.

¹Antônio José Rosário de Sousa, Engenheiro Agrônomo do programa de melhoramento genético da cana-de-açúcar da Ufal.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o crescimento, os pigmentos fotossintéticos foliares e a produtividade de quatro variedades de cana-de-açúcar, em quarto ciclo de cultivo, na região dos Tabuleiros Costeiros de Alagoas.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Cana-de-açúcar

A cana-de-açúcar (*Saccharum sp.*) é uma planta alógama, pertence à divisão Magnoliophyta, classe Liliopsida, sub-classe Commelinidae, ordem Cyperales, família Poaceae, tribo Andropogonae e sub tribo Saccharininae (CASTRO; KLUGE, 2001), sendo considerada originária do Sudeste Asiático, na grande região da Nova Guiné e Indonésia (MOZAMBANI et al., 2006).

Inicialmente, cultivava-se a espécie *Saccharum officinarum*, entretanto, as variedades desta espécie passaram a sofrer dificuldades de adaptação ecológica e severos danos provocados por doenças. Daí surgiram os programas de melhoramento genético para obtenção de híbridos interespecíficos resistentes e mais bem adaptados às diversas condições em que a cultura se expandiu pelo mundo (MATSUOKA et al., 1999).

Do gênero *Saccharum* as atuais variedades são híbridos, de cujas constituições genéticas participam as espécies *S. officinarum*, *S. spontaneum*, *S. sinense*, *S. barberi* e *S. robustum* (MATSUOKA et al., 1999).

A cana-de-açúcar é cultivada predominantemente em áreas subtropicais entre 15° e 30° de latitude, podendo se estender até 35° de latitude tanto norte quanto sul, sendo produzida comercialmente em mais de 70 países. No Brasil, esta cultura foi introduzida como planta ornamental e, posteriormente, em função do seu teor de açúcar, foi utilizada como alimento e na produção de aguardente. Atualmente é utilizada para produção de álcool anidro (aditivo para gasolina), álcool hidratado, açúcar, energia elétrica, bem como na alimentação animal.

No final do século XX, o Brasil tornou-se o maior produtor mundial de cana-de-açúcar e dos produtos derivados, açúcar e álcool (BASALDI et al., 1996). Essa liderança foi atingida principalmente em função da criação do Proálcool, em 1975, um programa governamental de incentivo à produção de álcool combustível (LEITE, 1987).

A cana-de-açúcar é uma das principais culturas agrícolas do país. Neste cenário produtivo, o estado de Alagoas encontra-se em quarto lugar, superado por São Paulo, Paraná e Minas Gerais, com produção de 29,4; 322,1; 46,1 e 40,8 milhões de toneladas de cana, com

rendimentos médios de 65,9 t ha⁻¹, 86,7 t ha⁻¹, 83,6 t ha⁻¹ e 80,4 t ha⁻¹, respectivamente (CONAB, 2008), em uma área cultivada de 450 mil hectares, o que representa 19,4% da utilização das terras do estado (IBGE, 2006).

Nos últimos anos, houve um aumento crescente na área plantada e na produção. Neste sentido, Barbosa et al. (2000), destacam que nas três últimas décadas, foi marcante a contribuição do melhoramento genético no desenvolvimento do setor canavieiro no Brasil, com ganhos acima de 30% na produtividade.

A cana-de-açúcar, em função do longo período de cultivo, é influenciada pelas variações climáticas durante todo ano. Para atingir alta produção de sacarose, a planta precisa de condições adequadas que permitam o máximo crescimento na fase vegetativa, seguidas de restrição hídrica ou térmica para favorecer o acúmulo de sacarose na época da colheita. No Brasil, em função da sua extensão territorial, existem as mais variadas condições climáticas, sendo possivelmente, o único país com duas épocas de colheita anuais: de setembro a abril no Norte e Nordeste e de maio a dezembro no Centro-Sul, correspondendo às épocas secas nessas regiões (ALFONSI, 1987).

2.2 Aspectos ecofisiológicos da cana-de-açúcar

A interação da planta com o ambiente determina a produção das culturas, e a produção da matéria seca está diretamente relacionada com a interceptação da radiação solar, em que ocorre a transformação em energia química através da fotossíntese (TERUEL et al., 1997). Sendo assim, a cana-de-açúcar é bastante influenciada pelas condições edafoclimáticas, sofrendo influência da precipitação pluviométrica, temperatura, umidade relativa do ar e da insolação, os quais são importantes na determinação da disponibilidade hídrica e térmica para a cultura. Essas variáveis climatológicas têm efeito sobre o comportamento fisiológico da cultura em relação ao metabolismo de crescimento, desenvolvimento, florescimento, maturação e produtividade agrícola (ALFONSI, 1987).

O crescimento e o desenvolvimento das plantas estão relacionados com os fatores climáticos ocorridos durante o estágio de desenvolvimento, sendo a temperatura do ar um dos fatores mais importantes (SINCLAIR et al., 2004). A temperatura do ar basal para a cana-de-açúcar está em torno de 20°C, porém, a temperatura ótima é de 32°C, pois nestas condições a cultura apresenta seu máximo crescimento (BARBIERI et al., 1979). De acordo com

Casagrande (1991), a faixa ideal para o desenvolvimento da cultura situa-se entre 20°C a 35°C. Magalhães (1987) relata que em temperaturas acima de 38°C ocorre a paralisação do crescimento vegetativo dessa espécie.

Maule et al. (2001) observaram que algumas variedades de cana-de-açúcar apresentaram comportamento diferenciado em função das condições climáticas do ambiente de desenvolvimento. Bonnett (1998) relata que em temperaturas inferiores a 8°C, o desenvolvimento das folhas de algumas variedades pode ser prejudicado. Sinclair et al. (2004), observaram temperaturas mínimas para o desenvolvimento das folhas, encontrando limites diferentes para cada variedade, verificando que a temperatura base para o desenvolvimento dos aparatos foliares estaria em torno de 10°C.

A disponibilidade hídrica para a cana-de-açúcar é o principal fator climático causador da variabilidade na produtividade (TERAMOTO, 2003). Segundo Scardua; Rosenfeld (1987) o consumo varia em função do estágio fisiológico e do ciclo de cultivo (cana-planta ou cana-soca), das condições climáticas e da água disponível no solo.

Dependendo das condições climáticas, a quantidade de água exigida pela cultura durante o ciclo varia entre 1500 mm a 2500 mm (OMETTO, 1980). A cana-de-açúcar apresenta elevado consumo de água, necessitando, em média de 250 partes de água para formar uma parte de matéria seca durante todo período de crescimento (LARCHER, 2006). De acordo com Inman-Bamber (2004), se ocorrer estresse hídrico durante o desenvolvimento da cultura, haverá restrição dos processos fisiológicos, tais como: divisão e alongamento celular, diminuindo o acúmulo de massa seca, a taxa de crescimento da cultura e o índice de área foliar. O grau de injúria causado pelo déficit hídrico depende do estágio fenológico da planta e do tempo de duração do estresse.

Apesar da ocorrência de altas precipitações na região canavieira de Alagoas, o estresse hídrico continua sendo o principal fator limitante devido à distribuição que não é uniforme, ocorrendo um excedente no outono-inverno onde a precipitação equivale a 70% do total anual e uma deficiência na primavera-verão (SOUZA et al., 2004), afetando negativamente os processos fisiológicos e a produtividade da cultura.

Além da influência das variações climáticas durante o desenvolvimento da cultura, as características varietais também influenciam a eficiência fotossintética da cana-de-açúcar. Neste sentido, a fotossíntese correlaciona-se negativamente com a largura das folhas e positivamente com a sua espessura. Além disso, uma maior inclinação da folha no colmo

conduz a uma maior eficiência fotossintética, principalmente em populações de alta densidade, devido à maior eficiência da penetração da luz no dossel (RODRIGUES, 1995).

A cana-de-açúcar é considerada uma planta C_4 , com elevadas taxas fotossintéticas e alta eficiência na conversão de energia radiante em energia química, sob condições tropicais. Estas plantas, em temperaturas entre 30°C - 40°C possuem alto desempenho fotossintético, quando comparadas com plantas C_3 , pois necessitam de menores concentrações de CO_2 , devido aos mecanismos da planta que têm a função de concentração de CO_2 (TAIZ; ZEIGER, 2006), apresentando intenso perfilhamento inicial, após o momento da colheita.

O perfilhamento corresponde ao processo de emissão de colmos por uma mesma planta, que são denominados perfilhos (MATSUOKA, 1996), variando entre espécies, variedades e manejo cultural. Segundo Machado et al. (1982), na fase inicial de desenvolvimento da cana-de-açúcar ocorre um intenso perfilhamento, seguido de uma diminuição no número de colmos, decrescendo lentamente até a colheita.

O perfilhamento é regulado pela auxina, que é formada no topo do dossel e que desce em fluxo contínuo em direção à base. Nesse caso, o hormônio exerce um duplo efeito: alongamento do colmo e o impedimento do desenvolvimento das gemas laterais (dominância apical). Com a alta intensidade luminosa, o fluxo de auxina diminui e observa-se então um decréscimo no grau de inibição das gemas laterais, resultando no aumento do número de perfilhos (CASAGRANDE, 1991).

A densidade de plantas é influenciada pela luminosidade, pois quando a mesma é alta, geralmente a cultura tende a perfilhar mais (BEZUIDENHOUT et al., 2003). Esta característica também foi observada por Christoffoleti (1986), que avaliando plantas cultivadas em casa-de-vegetação, sob baixa intensidade luminosa, verificou maior número de perfilhos mortos. Entretanto, o mesmo não ocorreu quando o experimento foi conduzido em ambiente com maior incidência solar. De acordo com Casagrande (1991), o perfilhamento aumenta em ambientes com temperaturas elevadas até no máximo 30°C.

Ramesh; Mahadevaswamy (2000), estudando o efeito do estresse hídrico nas diferentes fases de desenvolvimento da cana-de-açúcar, observaram que as variedades que perfilham menos, além de apresentarem menores porcentagens de mortalidade, tinham perfilhos com maior altura, maior diâmetro de colmo e maior massa seca, indicando correlação positiva com as variedades mais produtivas.

Tokeshi (1986), observou que o perfilhamento em cana-de-açúcar tem seu ponto máximo entre 120 e 180 dias após o plantio (DAP) e quando os perfilhos maiores atingem em torno de 50cm de altura do colo até a lígula da folha +1, inicia-se a concorrência por luz, água e nutrientes. A tendência é estabilizar o número de perfilhos, e mais tarde, com o crescimento dos colmos dominantes, o seu número decresce com a eliminação dos mais novos, fracos, doentes e mal posicionados (SEGATO et al., 2006).

Silva (2007), trabalhando com sete variedades de cana em primeiro ciclo de cultivo na região de Coruripe - AL, verificou o máximo perfilhamento em duas épocas, de acordo com a variedade: aos 60 DAP para as variedades RB92579, RB867515, RB93509, SP79-1011 e RB72454 e aos 90 DAP para as variedades RB855113 e Co997.

Santos (2006), trabalhando com a variedade RB75126 sob condição de sequeiro, na região de Coruripe - AL, em primeiro ciclo de cultivo, verificou que o máximo perfilhamento ocorreu aos 120 DAP.

Oliveira et al. (2004), estudando o crescimento e o desenvolvimento de três variedades de cana-de-açúcar, observaram o máximo perfilhamento entre 180 e 240 DAP. Por outro lado, Alvarez; Castro (1999), estudando o comportamento da variedade de SP70-1143 em terceiro ciclo de cultivo na região de Morro Agudo - SP, observaram o máximo perfilhamento aos 101 e 131 DAC para a cana colhida queimada e crua, respectivamente. Os mesmos autores observaram que o diâmetro do colmo sofreu pequena influência do método de colheita.

Maule et al. (2001), relataram que o diâmetro do colmo seria mais uma característica genética inerente às variedades e que pode ser influenciado pelo ambiente de produção.

Barbosa (2005), estudando o efeito da irrigação sobre o comportamento de cinco variedades de cana-de-açúcar, em primeiro ciclo de cultivo, na região de Salinas - MG, observou valores no diâmetro do colmo variando entre 31,0 mm e 37,3 mm em plantas irrigadas. Quando as mesmas foram cultivadas em condições de sequeiro o diâmetro observado foi inferior a 30 mm.

A maturação da cana-de-açúcar começa pelos internódios inferiores do colmo e pode ser influenciada pelos seguintes fatores: clima, solo, tratos culturais e variedade. É necessário que haja uma deficiência térmica ou hídrica para que a cana-de-açúcar entre em maturação, caso contrário ela permanece vegetando sem acumular sacarose (ALONSO, 2006).

Quanto à produção de matéria seca em condições de alta temperatura e estresse hídrico moderado, as plantas C_4 são favorecidas em relação às plantas C_3 , pela ausência de

fotorrespiração no mesófilo e pela capacidade de explorar baixas concentrações de CO₂ no interior da folha durante a fotossíntese (LARCHER, 2006).

O crescimento da planta, em relação ao acúmulo de massa seca da parte aérea, pode ser dividido em três etapas: fase inicial, em que o crescimento é lento, indo até 200 DAP; fase de crescimento rápido, dos 200 aos 400 DAP, período que a planta acumula cerca de 75% da massa total, e fase final, ou de crescimento lento, de 400 aos 500 DAP, nesse período o acúmulo corresponde apenas 11% da massa total, quando se avalia o ciclo de cana-planta (MACHADO et al., 1982). Sinclair et al. (2004), também observaram três etapas de crescimento: na primeira o crescimento é lento e vai até 100 DAP; na segunda o crescimento é rápido, acumulando 75% da massa seca das folhas, indo dos 100 até os 250 DAP; e na terceira o crescimento volta a ser lento começando aos 250 e se estabilizando aos 300 DAP.

2.2.1 Área foliar e índice de área foliar

A folha é a estrutura responsável pela produção da maior parte dos carboidratos essenciais ao crescimento e desenvolvimento dos vegetais (HERMANN; CÂMARA, 1999), e também é responsável por 90% da massa seca acumulada nas plantas, resultante da atividade fotossintética (BENINCASA, 1988).

A determinação da área foliar é de extrema importância para trabalhos de ecofisiologia, pois associando-a com outras variáveis, pode-se observar o comportamento da cana-de-açúcar em diversos ambientes, e assim relacionar a variedade com seu potencial produtivo, produção de massa seca e de açúcar, em condições ambientais específicas (PEREIRA; MACHADO, 1987).

Inman-Bamber (2004) relatou que temperaturas elevadas aliadas ao estresse hídrico causam diminuição da área foliar, acelerando o processo de senescência das folhas. De acordo com Maule et al. (2001), a disponibilidade hídrica governa a produção vegetal, e sua falta ou excesso afeta de maneira significativa o desenvolvimento do índice de área foliar (IAF) em cana-de-açúcar.

A capacidade de ocupação da área, pelas partes aéreas das plantas pode ser estimada com a utilização do IAF, que representa a área foliar sobre a área do terreno. No caso de culturas agrônomicas como a cana-de-açúcar, a área de solo disponível é definida pelo espaçamento estabelecido, sendo que à medida que a área foliar cresce o IAF também cresce,

até atingir um valor ótimo, a partir do qual o auto-sombreamento começa ser prejudicial, diminuindo bastante a taxa fotossintética das partes sombreadas (BENINCASA, 1988).

O conhecimento da variação do IAF durante o ciclo vegetativo é essencial para que se possa modelar o crescimento e o desenvolvimento da planta, sendo considerado como o principal fator que irá determinar o potencial produtivo de uma cultura (MAGALHÃES, 1985).

O aumento do IAF ocorre em função tanto do aumento do número de folhas por colmo como do aumento da área foliar individual, existindo uma significativa associação entre a produtividade da cultura e a superfície total fotossinteticamente ativa, representada pelo IAF (FARIAS et al., 2007), proporcionando alta produção de fotoassimilados e de açúcares, sendo este considerado um dos parâmetros mais importantes do estudo de análise de crescimento em comunidades vegetais.

No início do ciclo da cultura, o IAF é pequeno e apresenta crescimento lento, em seguida aumenta rapidamente até o máximo, permanecendo praticamente constante ou diminuindo em condições climáticas desfavoráveis (MACHADO et al., 1982). O padrão geral de desenvolvimento do IAF em cana é aumentar ao máximo entre 120 e 240 DAP, e em seguida declinar lentamente (COCK, 2001). Valores acima de 8 tem sido observados, sendo que os mais comuns variam entre 4 e 5.

Silva (2005), trabalhando com a variedade RB855113 na região do Noroeste do Paraná, em primeira soca, observou que o IAF atingiu valor máximo aos 200 DAC, diminuindo significativamente no período da colheita, aos 350 DAC. A duração da folha ativa varia de 1 a 5 meses, conforme a idade da planta e as condições ambientais. Para compensar a redução da taxa fotossintética, por unidade de área foliar, a cultura aumenta o IAF até atingir o máximo. Após esse ponto, há uma contínua renovação de folhas, sendo as mais velhas substituídas por novas, mais eficientes (MACHADO et al., 1982).

2.3 Teores de pigmentos fotossintéticos foliares

As clorofilas são os principais pigmentos cloroplastídicos que dão às plantas a sua cor verde característica e são responsáveis pela captação de radiação solar, que durante o processo fotossintético é convertida em energia química na forma de ATP e NADPH (MARENCO, 2005), a sua deficiência pode ser reconhecida pela coloração pálida ou clorótica da folha,

ocasionando uma considerável redução na taxa fotossintética (LARCHER, 2006). A condição elementar para ocorrência da fotossíntese é a absorção da energia radiante pelos cloroplastos, localizados nas células do mesofilo foliar, onde se encontram os receptores da radiação solar (as clorofilas), bem como os pigmentos acessórios, especializados na absorção de luz (LARCHER, 2006).

Todos os organismos fotossintéticos contêm um ou mais pigmentos orgânicos capazes de absorver a radiação visível que iniciará as reações fotoquímicas da fotossíntese. Em plantas superiores, os principais pigmentos fotossintéticos são as clorofilas *a*, *b* e os carotenóides (TAIZ; ZEIGER, 2006).

A clorofila *a* ocorre em todos os organismos fotossintéticos que liberam O₂. A maioria das plantas contém duas ou três vezes mais clorofila *a* do que clorofila *b*, que estão presentes nas folhas de plantas superiores e nas algas verdes. Os carotenóides têm espectros de absorção de luz na região entre 400 nm a 550 nm e situam-se nas membranas tilacoidais em íntima associação com as clorofilas (TAIZ; ZEIGER, 2006). A energia absorvida por esses pigmentos pode ser transferida para a clorofila *a* durante a fotossíntese. Além disso, os carotenóides protegem as moléculas de clorofilas e proteínas contra a foto-oxidação sob luz excessiva (DUARTE, 2003).

A relação entre clorofila *a* e *b* em plantas terrestres pode ser usada como indicativo de resposta ao sombreamento e a senescência prematura, e a relação entre clorofila e carotenóides é usada em menor proporção para diagnosticar a taxa de senescência sob estresse hídrico (HENDRY; GRIME, 1993).

A relação entre o teor de clorofila *a/b* é de aproximadamente 3:1. Em plantas expostas a altos níveis de fótons fotossintéticos, apresentam uma relação *a/b* em torno de 3,2 a 4,0, já em ambientes com baixa concentração de luz esta relação cai para 2,5 a 2,9 (Lichtenthaler; Wellburn, 1983¹ apud TORRES NETTO et al. 2005), e em plantas C₄, esta relação é próximo de 4 (LARCHER, 2006).

Normalmente os teores de clorofila são determinados pela extração dos pigmentos cloroplastídicos utilizando métodos laboratoriais, os quais são demorados e dispendiosos (SALLA et al., 2007), além de implicar na destruição da folha, tornando necessário o

¹ Lichtenthaler, H. K.; Wellburn, A. R. Determinations of total carotenoids and chlorophylls *a* and *b* of leaf extracts in different solvents. Biochem. Soc. Trans., n. 11, p. 591-592, 1983.

desenvolvimento de procedimentos práticos, de baixo custo que permitam a estimativa dos teores de clorofila da folha de forma rápida, precisa e não destrutiva.

Neste sentido, a determinação do teor relativo de clorofila por meio do clorofilômetro ou simplesmente SPAD (*soil and plant analysis development*) surgiu como um método alternativo aos procedimentos convencionais. Pois, trata-se de um instrumento portátil que mede a intensidade de verde da planta “leitura SPAD” (SALLA et al., 2007), e estes valores são calculados com base na quantidade de luz transmitida pela folha em duas regiões de comprimento de onda (650 e 940nm), nas quais a absorção pela clorofila é diferente.

Diversos trabalhos têm sido desenvolvidos para estabelecer a existência de correlação entre as leituras do clorofilômetro e o teor de clorofila na folha de cereais (ARGENTA et al., 2001), em algodoeiro herbáceo (NEVES et al., 2005), em feijoeiro (CARVALHO, 2003) e entre as leituras do clorofilômetro e o teor de N nas folhas de tomate (GUIMARÃES et al., 1999). Alguns trabalhos têm evidenciado que as leituras realizadas com o clorofilômetro têm potencial para diagnosticar o status de N na planta.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização, características da área e condições experimentais

O experimento foi instalado no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas, Campus Delza Gitaí, em Rio Largo, região dos Tabuleiros Costeiros de Alagoas, com as coordenadas geodésicas (09°28'02"S; 35°49'43"W e 127m de altitude), conduzido em quarto ciclo de cultivo de cana-de-açúcar, no período de abril de 2007 a abril de 2008, em plantio realizado em outubro de 2003, com espaçamento de 1 metro entre linhas (ALMEIDA, 2006).

O solo foi classificado como Latossolo Amarelo coeso argissólico de textura médio-argilosa, cujas características físicas estão apresentadas no anexo 1. A topografia do terreno é plana com declividade inferior a 2%. O clima da região, de acordo com a classificação de Koeppen é do tipo As tropical chuvoso, com verões secos.

Os dados meteorológicos de precipitação pluvial mensal (P), temperatura máxima (Tx), média (Tm) e mínima (Tn), em °C e evapotranspiração de referência (ET_o) do período experimental, foram cedidos pelo laboratório de Agrometeorologia e Radiometria Solar da Universidade Federal de Alagoas - UFAL, e estão apresentados no anexo 2, sendo a ET_o determinada pelo método de Penman-Monteith - FAO conforme descrito por Allen et al. (1998), utilizando a seguinte fórmula:

$$ET_o = \frac{0,408 \Delta (R_n - G) + \left(\gamma \frac{900}{T + 273} \right) u_2 (e_s - e)}{\Delta + \left[\gamma (1 + 0,34 u_2) \right]} \quad (1)$$

em que:

ET_o = evapotranspiração de referência (mm dia⁻¹);

R_n = saldo de radiação (MJ m⁻² dia⁻¹);

G = fluxo de calor no solo (MJ m⁻² dia⁻¹);

γ = coeficiente psicrométrico (kpa °C⁻¹);

T = temperatura do ar em C°;

U₂ = velocidade do vento a 2m de altura (m s⁻¹);

e_s = pressão de saturação do vapor d'água do ar (kPa);

e = pressão do vapor d'água do ar (kPa);

Δ = inclinação da curva da pressão de vapor saturado versus temperatura (kPa °C⁻¹).

A adubação de restituição foi feita com base na análise química de solo (Anexo 3). Utilizou-se a fórmula 09-05-12, num total de 101 kg ha⁻¹ de N, 60 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 140 kg ha⁻¹ de K₂O, aplicados a 10 cm de profundidade e ao lado da linha de cultivo, utilizando como fonte a uréia, o superfosfato simples e o cloreto de potássio, respectivamente. Como micronutrientes foram aplicados 6,0 kg ha⁻¹ de zinco, 4,5 kg ha⁻¹ de cobre e 4,5 kg ha⁻¹ de manganês, em que se utilizou como fonte destes nutrientes os sulfatos de zinco, de cobre e de manganês, respectivamente.

As variedades de cana-de-açúcar utilizadas foram: RB92579, SP79-1011, RB931530 e RB93509, em quarto ciclo de cultivo (Anexo 4). A cultura foi mantida livre de ervas daninhas durante todo o ciclo de cultivo, tendo-se utilizado o herbicida sistêmico glifosato (Agritec), aplicando-se 4 l ha⁻¹ com pulverizador costal com vazão de 200 L ha⁻¹. Foram realizadas duas aplicações: aos 60 e 130 dias após o corte (DAC).

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com quatro tratamentos e cinco repetições. Os tratamentos foram representados pelas variedades de cana-de-açúcar. A área do experimento foi de 560m², subdividida em parcelas de cinco linhas de cultivo com quatro metros lineares, o que representa 20m². Os dados obtidos em campo foram submetidos à análise de variância e a comparação das médias, através do teste de Tukey, com $P \leq 0,05$. Para os dados de crescimento, aplicou-se regressão linear, exponencial e logística e para os dados de pigmentos fotossintéticos utilizou-se regressão polinomial e correlação de "Pearson".

3.2 Características varietais

3.2.1 RB92579 (RB75126 x RB72199)

É uma variedade que apresenta alta produtividade agrícola, ótimo perfilhamento, diâmetro de colmo médio, baixa velocidade inicial de crescimento, bom fechamento na entrelinha, ótima brotação das soqueiras, garantindo a longevidade dos canaviais. De porte

semi-ereto, com boa recuperação após períodos de seca, ótimo teor de sacarose, maturação média com PUI (período útil de industrialização) longo, baixo florescimento, recomendada para colheita do meio para o final de safra, tolerante ao ataque da broca comum, resistente à ferrugem marrom e escaldadura das folhas e moderadamente resistente ao carvão (SOUSA et al., 2008).

3.2.2 SP79-1011 (NA56-79 X Co775)

Essa variedade possui hábito de crescimento ereto, apresentando arquitetura foliar com pontas espetadas e copa de volume regular com tonalidade intermediária. Suas folhas apresentam limbo de largura média e presença de pêlos. O palmito apresenta comprimento e diâmetro médios, com aspecto estriado. Com bom perfilhamento na planta e na soca e regular fechamento das entrelinhas. Apresenta fechamento estomático na presença do sol evitando a perda de água por transpiração. É uma variedade resistente à ferrugem e à escaldadura das folhas.

3.2.3 RB931530 (Q107 x ?)

É uma variedade que possui hábito de crescimento ereto e copa de volume regular, com tonalidade clara média. De fácil despalha e de curto palmito, com seção circular de cor verde. Os entrenós são cilíndricos de comprimento médio e diâmetro de aspecto manchado, amarelo-verde ao sol e roxo-verde sob a palha, com alto perfilhamento na planta e na soca e ótimo fechamento das entrelinhas (BARBOSA et al., 2003).

3.2.4 RB93509 (RB72454 x ?)

É uma variedade que apresenta alta produtividade agrícola, bom perfilhamento, bom diâmetro de colmo, boa brotação das soqueiras, com longevidade dos canaviais. Porte semi-ereto, responde bem a irrigação, médio teor de sacarose, maturação de médio a tardia, recomenda-se o seu cultivo no plantio de verão e colheita no meio e fim da safra, para evitar o florescimento. Com elevado ataque de broca comum em áreas de infestação, resistente à

ferrugem marrom e escaldadura das folhas e moderadamente resistente ao carvão (SOUSA et al., 2008).

3.3 Variáveis avaliadas

As avaliações da altura de colmo, área foliar, índice de área foliar e diâmetro de colmo foram realizadas mensalmente, iniciando-se aos 30 dias após o corte (DAC), exceto o número de plantas por metro linear cuja contagem iniciou-se aos 90 DAC.

Para a determinação da altura das plantas, mediu-se a distância do solo até a última região auricular visível da folha +1, segundo a numeração sugerida por Kuijper (Anexo 5), com auxílio de trena, em todas as plantas existentes na área de avaliação da parcela (1 metro linear), e em seguida realizou-se a contagem do número de plantas.

A área foliar por planta foi determinada pela medida do comprimento e da largura, na porção mediana da folha +3, e contando-se o número de folhas verdes (folha totalmente expandida com no mínimo 20% de área verde, contada a partir da folha +1), aplicando-se a fórmula $AF = C \times L \times 0,75 \times (N + 2)$, em que: C é o comprimento da folha, L é a largura da folha e 0,75 é o fator de correção para área foliar da cultura, e N é o número de folhas abertas com pelo menos 20% de área verde, segundo metodologia descrita por Hermann; Câmara (1999). O índice de área foliar (IAF) foi obtido dividindo-se a área foliar total das plantas pela área do terreno ocupada pelas mesmas.

Para a determinação do diâmetro de colmo foram realizadas medições na altura correspondente a 1/3, a partir da base, com auxílio de paquímetro. A medida indireta da clorofila (leitura SPAD) foi realizada pelo método não destrutivo, utilizando-se o Clorofilômetro, SPAD-502 (Minolta Corporation, Ramsey, Japan), sendo as médias obtidas de cinco leituras por folha, utilizando-se duas folhas por parcela, e as leituras foram realizadas na folha +2. A mesma folha foi utilizada para determinação dos teores de clorofilas *a*, *b*, total e carotenóides através do método de extração com acetona (HENDRY; GRIME, 1993). Coletou-se 50mg de tecido foliar fresco, sem a nervura principal, retirados da parte mediana da folha, onde o material foi cortado em pequenos pedaços e colocados em tubos de ensaio com tampa rosqueável, contendo 10 ml de acetona a 80% (v/v) cobertos com papel alumínio para evitar a incidência da luz.

Para extração, os tubos foram colocados em refrigerador a 4°C por 72h, e em seguida submetidos à agitação por 20 segundos. Após este período, foram determinadas as absorvâncias, em espectrofotômetro, a 480, 645 e 663 nm. Os teores de pigmentos fotossintéticos foram calculados pelas seguintes fórmulas:

$$\text{Clorofila (a)} = \frac{(12,7 \times A_{663} - 2,69 \times A_{645}) \times 1,119}{\text{PF} \times 100} \left(\mu\text{mol g}^{-1} \text{MF} \right) \quad (2)$$

$$\text{Clorofila (b)} = \frac{(22,9 \times A_{645} - 4,68 \times A_{663}) \times 1,102}{\text{PF} \times 100} \left(\mu\text{mol g}^{-1} \text{MF} \right) \quad (3)$$

$$\text{Carotenóides} = \frac{(A_{480} + 0,114 \times A_{663} - 0,638 \times A_{645}) \times V \times 10^3}{112,5 \times \text{PF}} \left(\mu\text{mol g}^{-1} \text{MF} \right) \quad (4)$$

onde:

A_{480} , A_{645} e A_{663} = representam as absorvâncias em 480, 645 e 663 nm;

V = volume de acetona a 80% usado na extração (L); e

MF = peso da matéria fresca da qual foi extraída a clorofila (g).

3.4 Determinação da umidade do solo

Foram realizadas determinações da umidade do solo todas as vezes que se determinavam os pigmentos fotossintéticos foliares. A umidade do solo foi determinada pelo método-padrão da estufa, retirando-se aleatoriamente cinco amostras de solo na profundidade de 0-40 cm, as quais foram colocadas em recipientes fechados e levados para o laboratório de física do solo da Universidade Federal de Alagoas. No laboratório, o material foi pesado e identificado individualmente obtendo-se o peso úmido (M_1) e colocado em recipiente aberto, em estufa com temperatura entre 105-110°C por 72h, obtendo-se então o peso seco do material (M_2). A percentagem de umidade em peso foi obtida pela seguinte fórmula:

$$U\% = \frac{M_1 - M_2}{M_2} \times 100 \quad (5)$$

Onde:

U% = percentagem de umidade no solo;

M₁ = massa do solo úmido (g);

M₂ = massa do solo seco (g).

3.5 Obtenção da matéria seca, produtividade agrícola e dos atributos de qualidade da matéria prima

Para a determinação da matéria seca foram coletadas todas as plantas de uma linha de 2m lineares, as quais foram pesadas e em seguida passadas em picadeira de forragem, obtendo-se uma sub-amostra de 500g, a qual foi colocada em estufa de ventilação forçada a 65°C até peso constante, e em seguida pesada em balança analítica. A produtividade agrícola foi determinada em 4m lineares, em duas linhas centrais da parcela, aos 360 DAC, e em seguida o material foi pesado em balança.

Para se determinar os atributos de qualidade da matéria prima, após a queima da cana, foram retirados aleatoriamente 10 colmos por parcela, os quais foram enviados para o laboratório da unidade sucroalcoleira Santa Clotilde, localizada no município de Rio Largo - AL, para obtenção das seguintes variáveis: teor de sólidos solúveis (BRIX), percentagem de açúcar bruto (PCC), pureza do caldo (PZA), fibra industrial na cana-de-açúcar, todos em (%) e açúcares totais recuperáveis (ATR em kg t⁻¹ de cana-de-açúcar).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Perfilhamento

A capacidade de perfilhamento das variedades de cana-de-açúcar é um dos fatores determinantes da produção agrícola da cultura. Observou-se intenso perfilhamento após o corte, onde as variedades atingiram o número máximo de perfilhos aos 90 dias após o corte (DAC), reduzindo até o momento da colheita (Figura 1).

Dentre as variedades estudadas, a RB92579, foi a que apresentou maior perfilhamento: 27 perfilhos metro linear aos 90 DAC, entretanto, observou-se na mesma redução de 63% até o momento da colheita. Foram observadas reduções de 49,4% para a RB93509, de 46% para a SP79-1011 e de 41,6% para a RB931530. Essa redução no perfilhamento tem sido atribuída ao aumento da competição pelos fatores de crescimento como: água, luz, nutriente e espaço, levando à morte daqueles perfilhos mais jovens, fracos e mal posicionados.

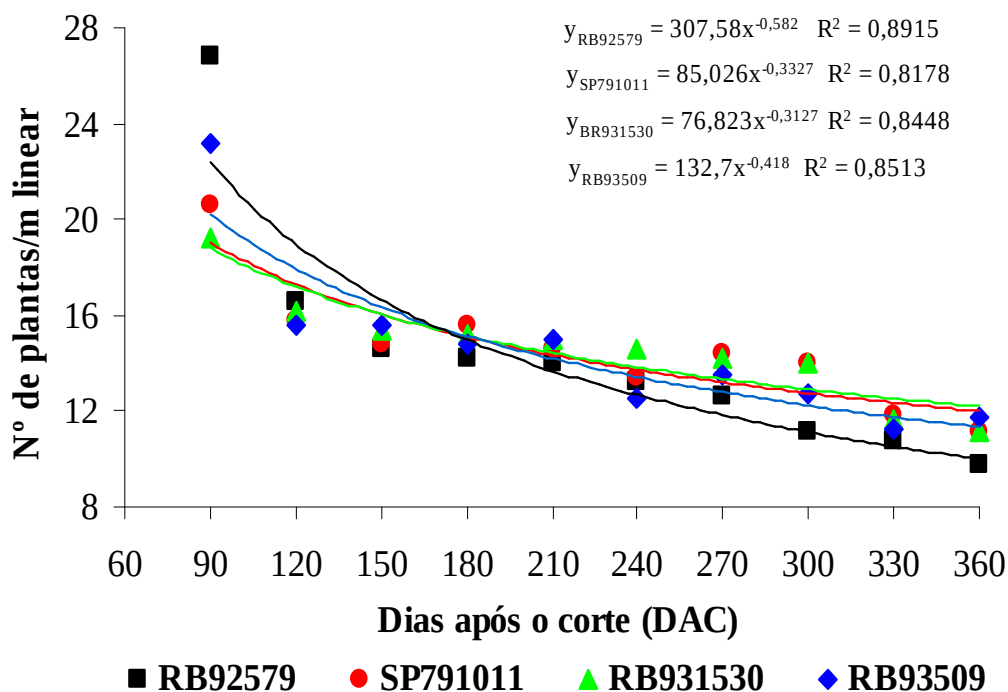


Figura 1 - Número de plantas por metro linear, de quatro variedades de cana-de-açúcar, na região de Rio Largo - AL.

Resultados semelhantes para o perfilhamento foram encontrados por Silva (2007), o qual observou que o máximo perfilhamento ocorreu aos 60 dias após o plantio (DAP) para as variedades RB92579, RB867515, RB93509, SP79-1011 e RB72454, enquanto para as variedades RB855113 e Co997 foi aos 90 DAP.

Ramesh; Mahadevaswamy (2000), estudando a variedade de cana-de-açúcar Co8208 em primeiro ciclo de cultivo, observaram que o número máximo de perfilhos ocorreu em diferentes épocas após o plantio. Quando houve estresse hídrico severo e moderado ocorreu aos 120 DAP, mas quando não houve estresse, esse pico máximo ocorreu aos 90 DAP, com valores de 31, 28 e 34 plantas por metro linear, respectivamente.

A redução no perfilhamento encontrada no presente trabalho, corrobora com os resultados encontrados por Oliveira et al. (2004), onde os autores observaram redução de 57,0% para a variedade RB855536, 52,0% para a variedade RB855113 e 27,0% para a RB72454 entre o máximo perfilhamento e a colheita. Silva et al. (2008) trabalhando com quatro variedades de cana-de-açúcar em primeiro ciclo de cultivo, na região de Coruripe encontraram redução de 63,3%, 57,6%, 56,6% e 44,0% para as variedades RB867515, RB92579, RB93509 e Co997, respectivamente.

4.2 Altura de colmos

As características varietais e os fatores ambientais determinam o crescimento das culturas agrícolas. Em decorrência do intenso perfilhamento na fase inicial de desenvolvimento da cultura, observou-se um crescimento lento em altura até os 90 DAC, em seguida, houve um crescimento rápido até os 180 DAC, com destaque para a variedade RB92579, que obteve um crescimento diário de 1,21 cm, e um incremento de 109,5 cm, chegando à altura de 275,1 cm no período da colheita (Figura 2).

Para as variedades RB93509, SP79-1011 e RB931530 os incrementos foram de 91,1 cm; 81,6 cm e 76,6 cm, chegando aos 360 DAC com altura de 271,0 cm; 238,1 cm e 215,9 cm, o que corresponde um crescimento diário de 1,01 cm; 0,9 cm e 0,8 cm respectivamente. Resultados semelhantes foram encontrados por Alvarez; Castro (1999) estudando a variedade SP70-1143, os quais observaram que entre 90 e 180 DAC houve incremento de aproximadamente 100 cm na altura dos colmos.

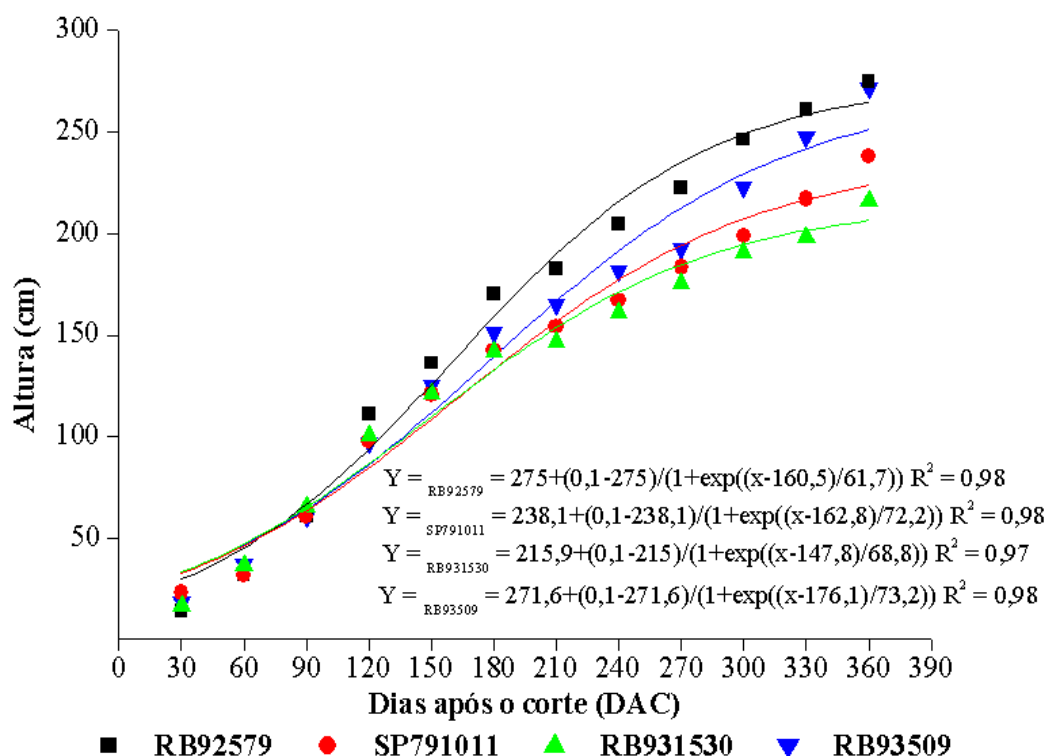


Figura 2 - Altura média de colmos (cm), de quatro variedades de cana-de-açúcar, na região de Rio Largo - AL.

Dentre as variedades estudadas, a RB92579 foi a que apresentou maior crescimento, apesar da possível ocorrência de deficiência hídrica a partir dos 120 DAC (Anexo 2). A variedade RB931530 apresentou crescimento inferior às demais no mesmo período de avaliação.

Oliveira et al. (2004) observaram que o período de maior crescimento ocorreu em duas fases: entre 279 e 323 DAP a variedade RB855536 apresentou um incremento de 99,2 cm, correspondendo a um acréscimo de $2,25 \text{ cm dia}^{-1}$, e a variedade RB72454 apresentou o maior crescimento entre os 323 e 377 DAP que foi de 97,5 cm, correspondendo a um acréscimo de $1,83 \text{ cm dia}^{-1}$. No entanto, o presente trabalho foi conduzido em condições climáticas e ciclo de cultivo diferentes do trabalho de Oliveira et al. (2004).

Farias et al. (2008), estudando a variedade SP79-1011 em primeiro ciclo de cultivo, no estado da Paraíba, observaram que o máximo incremento ocorreu entre 60 e 166 DAP, verificando um acréscimo de 115 cm, correspondendo a $1,08 \text{ cm dia}^{-1}$. Esse incremento foi superior ao encontrado no presente trabalho para a mesma variedade, possivelmente essa diferença seja devido às condições ambientais ou ciclo de cultivo em que cada experimento foi conduzido.

4.3 Área foliar

A folha é responsável pela absorção da radiação que impulsiona o processo fotossintético, e quanto maior a sua área maior será a interceptação de radiação. Observou-se crescimento da área foliar aproximadamente linear até os 120 DAC, sendo que nesta época as variedades formaram dois grupos distintos: a SP79-1011 e a RB931530 foram as que obtiveram maior área foliar, seguida do grupo formado pelas variedades RB92579 e RB93509 com menor área foliar (Figura 3), no entanto apenas a variedade RB93509 continuou aumentando sua área foliar até o momento da colheita. Possivelmente, o estresse hídrico ocorrido a partir dos 120 DAC (Anexo 2), influenciou no processo de emissão e/ou senescência foliar das variedades estudadas, sendo de pouca relevância para a variedade RB93509.

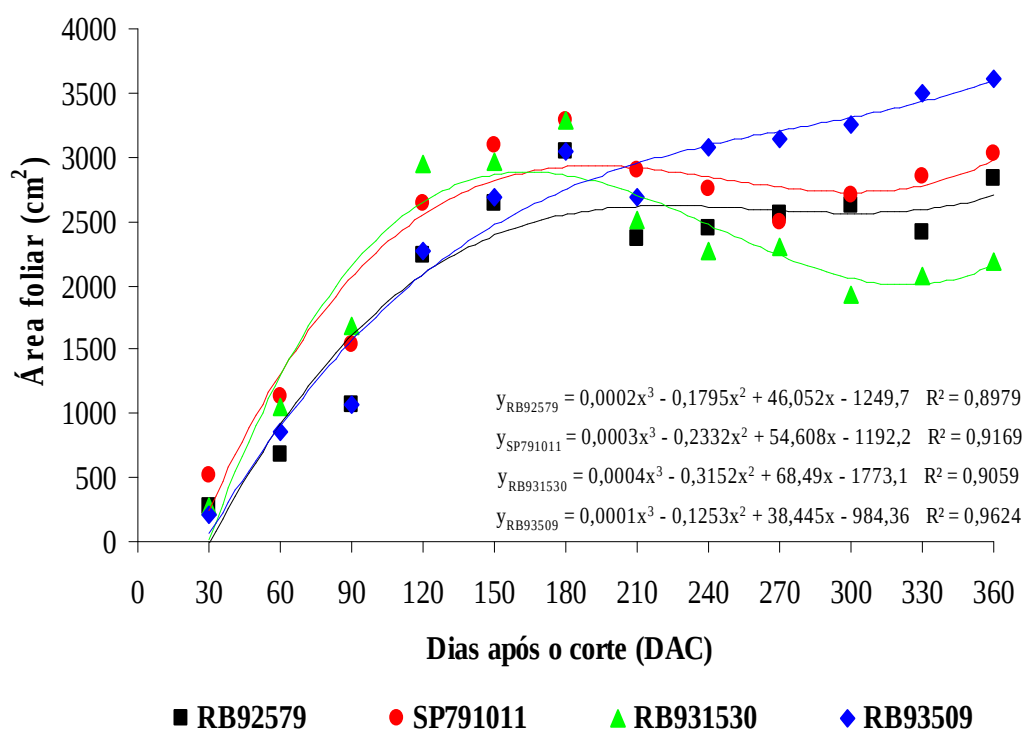


Figura 3 - Área foliar média (cm² planta⁻¹), de quatro variedades de cana-de-açúcar, na região de Rio Largo - AL.

Farias et al. (2008), encontraram crescimento linear até aos 166 DAP, ocorrendo declínio até o momento de colheita, e Santos (2006) observou que o crescimento da área foliar da variedade RB75126 ocorreu até aos 240 DAP, em seguida, houve decréscimo até a

colheita. Oliveira (2004) observou que o crescimento máximo da área foliar ocorreu aos 337 DAP para as variedades RB72454 e RB855113 e aos 428 DAP para a variedade RB855536, decrescendo até a colheita. O autor relata que o crescimento da área foliar pode ser influenciado por características intrínsecas de cada variedade, como largura e comprimento das folhas, bem como pela senescência foliar, e que cada variedade apresenta comportamento diferente ao longo do ciclo vegetativo.

4.4 Índice de área foliar (IAF)

O IAF é responsável pela interceptação da radiação solar nas culturas agrícolas, e é representado pela área foliar das plantas, sobre a área de cobertura do terreno. Os resultados mostram que às variedades apresentaram crescimento do IAF semelhante ao da área foliar, ou seja, aproximadamente linear até aos 120 DAC, verificando-se nesta época de avaliação valores de 5,7 para a variedade RB931530, 4,1 para a SP79-1011, 3,7 para a RB92579 e 3,6 para a RB93509 (Figura 4), em seguida, cada variedade apresentou um perfil de comportamento. Essa variação possivelmente ocorreu devido às constantes deficiências hídricas ocorridas a partir dos 150 DAC (Anexo 2), verificando-se que em alguns momentos a ETo foi superior a precipitação pluvial, o qual podem ter acelerado o processo de senescência foliar nos períodos mais secos.

Entretanto no período da colheita, a variedade RB93509 apresentou maior valor (4,2), seguido da SP79-1011 com 3,4, da RB92579 com 2,7 e da RB931530 com 2,5. Essa tendência de estabilidade no IAF apresentada pela variedade RB93509 a partir dos 270 DAC possivelmente proporcionou maior taxa de interceptação de radiação o que pode ter influenciado de forma positiva na produção de matéria seca. As reduções entre o máximo IAF e o período da colheita foram de 49,0% para a variedade RB931530, 41,0% para a RB92579, 34,0% para a SP79-1011 e 8,0% para a RB93509.

Os resultados mostram que no período da colheita a variedade RB931530 apresentou IAF inferior as demais, e que apesar dessa variedade apresentar um número de plantas semelhante às outras, ela apresentou menor área foliar a partir dos 240 DAC, e que possivelmente ocorreu devido ao estresse hídrico.

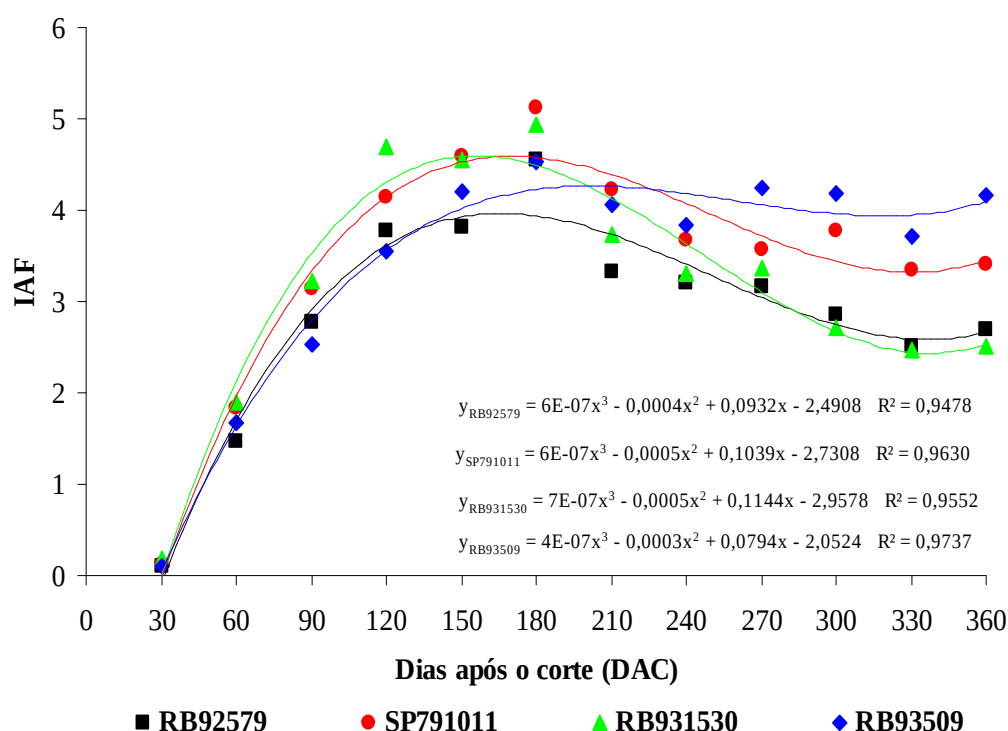


Figura 4 - Índice de área foliar (IAF), de quatro variedades de cana-de-açúcar, na região de Rio Largo - AL.

O índice de área foliar observado por Oliveira et al. (2004), em três variedades de cana-de-açúcar mostrou que as variedades RB72454 e RB855113 apresentaram o máximo IAF aos 377 DAP com resultados de 4,8 e 5,8, respectivamente e a variedade RB855536 apresentou o IAF máximo aos 323 DAP, com 4,5. Farias et al. (2007), observaram que a variedade SP79-1011 apresentou o máximo IAF aos 150 DAP, quando não houve déficit hídrico.

Farias et al. (2008) também observaram que o máximo IAF no cultivo irrigado ocorreu aos 151 DAP e em condição de sequeiro aos 146 DAP, com valores de 6,8 em ambas as épocas. Outros autores encontraram IAF máximo para a cultura da cana-de-açúcar de 4,9 aos 120 DAP (Santos, 2006) e de 4,3 aos 170 DAP (Leme et al., 1984).

4.5 Diâmetro do colmo

Dentre as variáveis estudadas em análise de crescimento, o diâmetro do colmo é a que apresenta menor variação, pois essa variável depende das características genéticas da variedade, do número de perfilhos, do espaçamento utilizado, da área foliar e das condições

ambientais. Observou-se valores semelhantes no diâmetro médio do colmo para as variedades RB92579 (23,3 mm), SP79-1011 (23,6 mm) e RB93509 (22,7 mm), apenas a variedade RB931530 apresentou-se superior às demais (26,7 mm), diferindo estatisticamente destas (Figura 5).

Possivelmente, o maior diâmetro observado na variedade RB931530, ocorreu devido à menor altura apresentada pela mesma a partir dos 210 DAC (Figura 2), daí em diante ela pode ter investido suas reservas no aumento em espessura, enquanto às demais continuaram com maiores taxas de incremento em altura até o momento da colheita.

Os resultados obtidos no presente trabalho corroboram com aqueles encontrados por Oliveira et al. (2004), em cultura de primeiro ciclo, onde os autores observaram valores médios de 26 mm para a variedade RB72454, 23,4 mm para a RB855113 e 22,5 mm para a RB855536, e por Santos (2006) que obteve diâmetro médio de 23,3 mm.

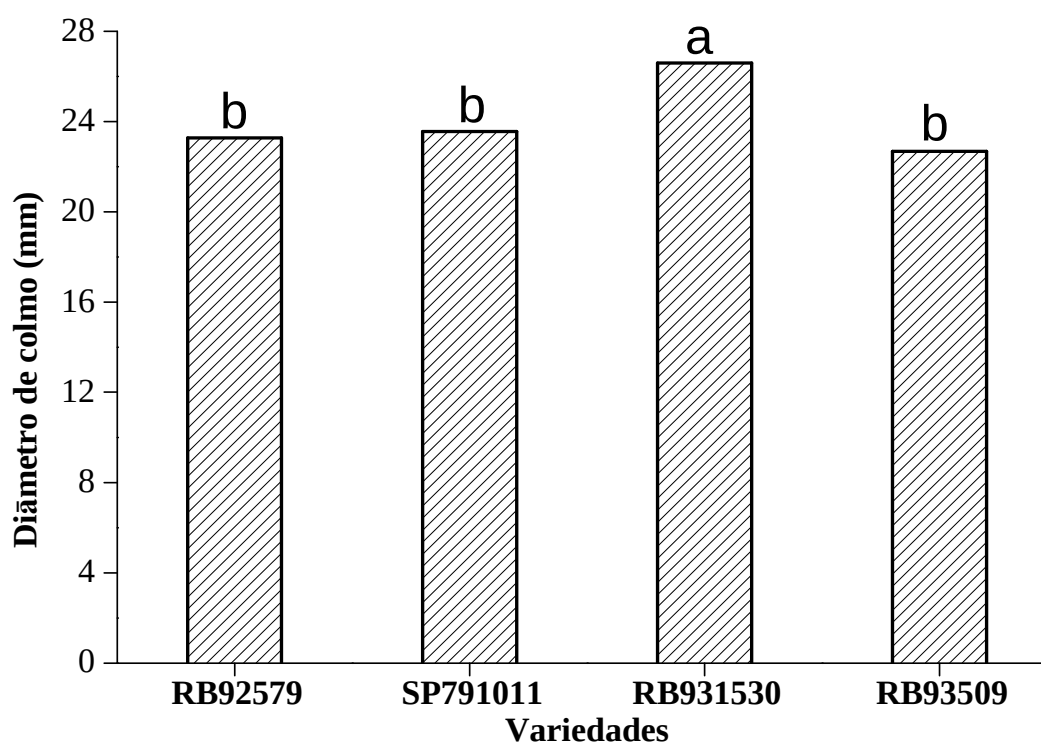


Figura 5 - Diâmetro médio do colmo (mm), a 1/3 a partir da base de quatro variedades de cana-de-açúcar, na região de Rio Largo - AL.

Silva (2005) obteve valores médios no diâmetro do colmo, de 28,4 mm para a variedade RB845197; 27,6 mm para a RB845210; 27,2 mm para a RB855536 e 26,4 mm para as variedades RB928064 e RBRB85511, e Barbosa (2005), em cultivo irrigado observou

diâmetro de 37,3 mm para a variedade Java, 32,6 mm para a SP80-1842, 32,4 mm para a SP79-1011, 32,2 mm para a RB72454 e 31,0 mm para a RB765418, e quando as mesmas foram cultivadas em sequeiro, o diâmetro médio observado foi inferior a 30 mm.

4.6 Teores de pigmentos fotossintéticos foliares

As clorofilas são pigmentos cloroplastídicos especializados na absorção da radiação solar que impulsiona o processo fotossintético. Observou-se que a variedade RB931530 apresentou os menores valores da leitura SPAD e dos teores de clorofila *a*, *b* e total (Tabela 1). As demais variedades não diferiram entre si quanto ao teor de clorofila medido pelo SPAD-502, e as variedades RB92579 e RB93509 apresentaram os maiores teores de clorofila *a*, *b* e total. Nogueira et al. (2008b), observaram semelhança quanto ao teor de clorofila *a*, *b* e total, entre as variedades RB72454 e RB92579 em fase inicial de desenvolvimento.

Tabela 1 - Leitura SPAD, teores de clorofila *a* (Chl *a*), clorofila *b* (Chl *b*), clorofila total (Chl total), relação clorofila *a/b* (Chl *a*/Chl *b*) e carotenóides ($\mu\text{mol g}^{-1}$ MF) em quatro variedades de cana-de-açúcar, na região de Rio Largo - AL. (Médias de 50 avaliações).

Variedades	SPAD	Chl <i>a</i>	Chl <i>b</i>	Chl Total	Chl <i>a</i> /Chl <i>b</i>	Carotenóides
RB92579	30,43 a	1,21 a	0,39 a	1,61 a	3,10 b	0,32 a
SP79-1011	31,09 a	1,04 b	0,31 b	1,35 b	3,31 ab	0,24 b
RB931530	24,89 b	0,83 c	0,24 c	1,07 c	3,54 a	0,24 b
RB93509	31,54 a	1,29 a	0,37 a	1,67 a	3,57 a	0,33 a
Médias	29,48	1,09	0,33	1,43	3,38	0,28
CV%	11,34	10,65	12,97	10,79	9,97	13,41

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não difere entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Estudando o comportamento de quatro variedades de cana-de-açúcar no estágio inicial de desenvolvimento, em casa de vegetação, Gonçalves et al. (2008) observaram diferenças significativas quanto ao teor de clorofila *a* para as variedades RB98710 e RB92579 quando submetida a estresse hídrico moderado e, quanto ao teor de clorofila *b* e total para as variedades RB72454 e SP79-1011 no tratamento controle (sem restrição hídrica).

As variedades RB931530 e RB93509 foram semelhantes, e apresentaram maior relação chl *a*/chl *b*, e a variedade SP79-1011 apresentou uma relação intermediária, não diferindo da RB92579 que obteve menor relação e nem das que apresentaram maior relação (Tabela 1). Esta baixa relação ocorreu devido ao maior valor da clorofila *b* observado na

variedade RB92579. Gonçalves et al. (2008), encontraram diferenças significativas entre as variedades RB72454 e SP79-1011 quando não houve estresse hídrico, sendo que a variedade SP79-1011 apresentou relação chl *a*/chl *b* semelhante às observadas no presente trabalho. Argenta et al. (2001), trabalhando com a cultura do milho também encontraram relação chl *a*/chl *b* próxima de 3,7. Os resultados encontrados demonstram que todas as variedades apresentaram uma relação chl *a*/chl *b* acima de 3, o que caracteriza as plantas C₄ (LARCHER, 2006).

As variedades RB92579 e RB93509 foram semelhantes e apresentaram os maiores teores de carotenóides, sendo superior às demais (Tabela 1). Gonçalves et al. (2008) também encontraram diferenças significativas quanto aos carotenóides, entre as variedades SP79-1011 e RB72454 e entre as variedades RB98710 e RB92579 quando as plantas foram mantidas sob ótimas condições hídricas (controle).

Os maiores teores de carotenóides encontrados nas variedades RB92579 e RB93509 podem ter influenciado na proteção das clorofilas, e verificou-se que as mesmas apresentaram os maiores teores de clorofilas *a*, *b* e total (Tabela 1).

4.6.1 Leitura SPAD

O aumento na disponibilidade hídrica do solo de 15,5% para 18,7% provocou uma certa variação nos pigmentos fotossintéticos foliares da cana-de-açúcar medido pelo clorofilômetro SPAD-502 (Figura 6). Observou-se na mesma um aumento de 19,8%, 11,0%, 10,2% e 4,6% para as variedades RB931530, SP79-1011, RB92579 e RB92509, respectivamente.

Analisando as respostas das variedades SP79-1011 e RB931530 em função de suas curvas de regressão, é possível observar um comportamento diferenciado das demais, pois apresentaram pequena redução nos valores da leitura SPAD-502 quando a umidade do solo aumenta de 16,2% para 18%, entretanto o mesmo comportamento não foi observado quando a umidade do solo era de 18,7%, e que possivelmente houve influência de outros fatores ambientais.

Para a variedade RB92579 o aumento na umidade do solo influenciou de forma positiva nos valores da leitura SPAD-502, onde observou-se um coeficiente de determinação ($R^2 = 0,98$), e a variedade RB93509 apresentou redução na leitura SPAD-502 quando houve

incremento de 0,7% na umidade do solo (Figura 6). Apesar de apresentar comportamento semelhante ao da variedade SP79-1011 quanto à variação na leitura SPAD em função da umidade do solo a variedade RB931530 foi a que apresentou os menores resultados.

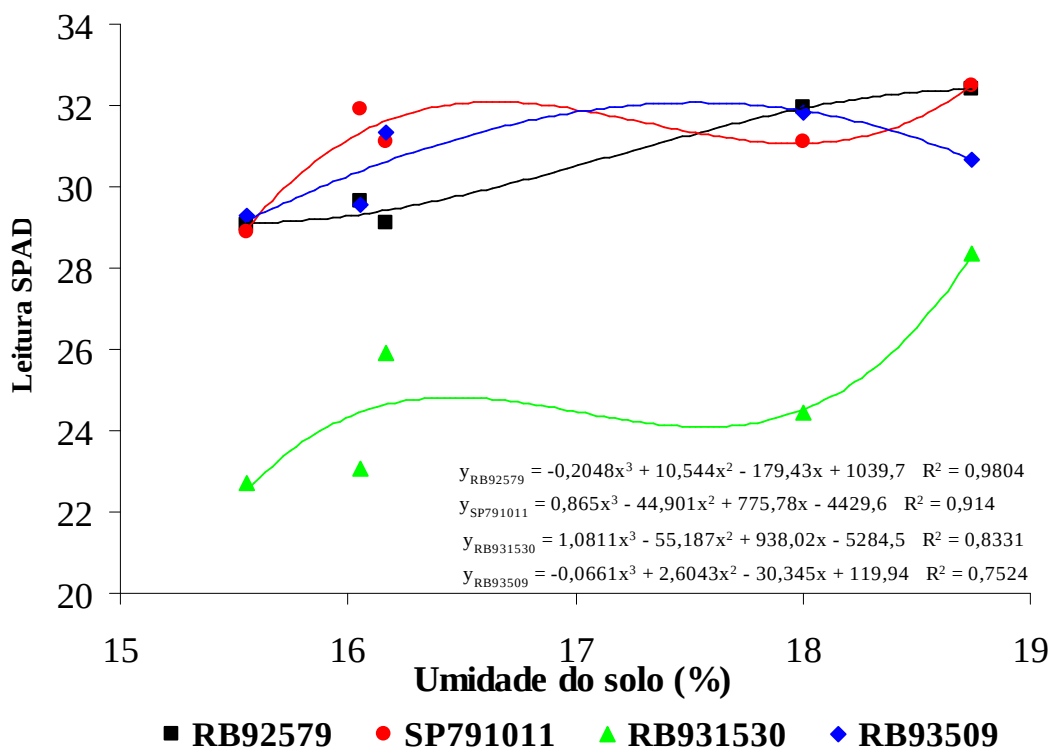


Figura 6 - Comportamento do teor de clorofila medido com o clorofilômetro (SPAD- 502), de quatro variedades de cana-de-açúcar, na região de Rio Largo - AL.

Estudando o efeito de diferentes condições de umidade do solo sobre o comportamento de variedades de cana-de-açúcar em casa de vegetação, na região de Rio Largo - AL, Gonçalves (2008) encontrou incremento médio nas leituras SPAD de 19,6%, entre o estresse severo o tratamento controle (solo em capacidade de campo), enquanto Nogueira et al. (2008a) encontraram aumento de 21,3% para a variedade RB92579 e 21,1% para a variedade RB72454, entre os tratamentos com 40% da capacidade de campo e o controle.

Nos Estados Unidos, Silva et al. (2007), estudando o comportamento de oito genótipos de cana-de-açúcar, sendo quatro tolerantes e quatro suscetíveis ao estresse hídrico em condições de campo, observaram redução média nos valores da leitura SPAD-502 aos 45 dias após o início dos tratamentos com irrigação plena. No tratamento com estresse hídrico houve redução de 4,4% para os genótipos tolerantes e 14,1% para os suscetíveis, e aos 90 dias após o

início dos tratamentos, a redução foi de 7,1% para os genótipos tolerantes e 19,4% para os suscetíveis. Os autores relatam que os resultados são consistentes para os genótipos estudados, indicando que essa ferramenta pode ser confiável na seleção para tolerância à seca.

O'Neil et al. (2006) relataram que a redução nas leituras do SPAD-502 dependem principalmente das características genéticas da planta. Em seus trabalhos com dois híbridos de milho tolerante ao estresse hídrico, observaram redução média de apenas 2,1% na leitura SPAD-502, e quando os híbridos eram suscetíveis essa redução aumentou para 7,8%, quando a umidade do solo foi reduzida em 50% da evapotranspiração da cultura.

4.6.2 Teor de clorofila *a* (chl *a*)

O teor de clorofilas *a* das quatro variedades de cana-de-açúcar apresentou incremento em função da umidade do solo (Figura 7), aí se verificou valores de 47,6% para a variedade RB92579, 44,4% para a RB931530, 35,2% para a RB93509 e 31,9% para a SP79-1011.

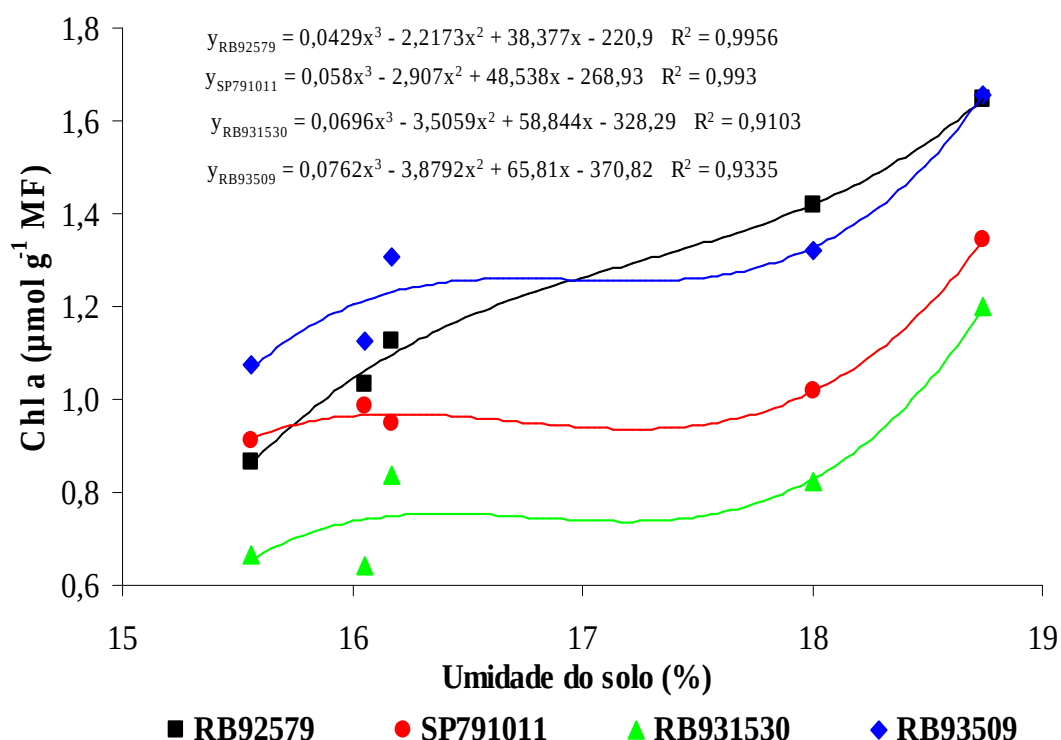


Figura 7 - Comportamento do teor de clorofila *a* (chl *a*), de quatro variedades de cana-de-açúcar, na região de Rio Largo - AL.

As variedades SP79-1011, RB931530 e RB93509 apresentaram baixa recuperação no teor de clorofila *a* até a umidade do solo atingir 18%, em seguida houve um aumento considerável para as três variedades citadas, e a variedade RB92579 foi a que apresentou uma melhor resposta quanto ao teor de clorofila *a* quando houve incremento na umidade do solo. Os resultados indicam que as variedades estudadas apresentam diferentes comportamentos quando submetidas às mesmas condições de solo, clima e manejo.

Resultados semelhantes foram encontrados por Gonçalves et al. (2008), onde os autores observaram aumento superior a 40% entre a planta submetida ao estresse severo com outra mantida em condição de capacidade de campo. Nogueira et al (2008b) também observaram, em casa de vegetação, incrementos na ordem de 41,0% e 36,0% no teor de clorofila *a* para as variedades RB92579 e RB72454, respectivamente em diferentes condições de umidade do solo.

Nogueira et al. (2008c) observaram que diferentes níveis de salinidade no solo não influenciaram no teor de clorofila *a*, para as variedades RB92579 e RB72454. Por outro lado, Donato et al. (2004) verificaram que sob diferentes níveis de nitrogênio, as variedades RB75126, RB882980 e Co997 apresentaram aumento no teor de clorofila *a*, na ordem de 53,5%, 39,0%, e 31,4%, respectivamente.

4.6.3 Teor de clorofila *b* (chl *b*)

Com o aumento da umidade do solo, houve acréscimo no teor de clorofila *b*, nas quatro variedades de cana-de-açúcar (Figura 8). No entanto, a variedade RB92579 foi a que apresentou o maior incremento (50,0%), quando houve aumento na umidade do solo de 15,5% para 18,7%, seguido das variedades RB931530 (44,8%), RB93509 (38,2%) e SP79-1011 (35,4%).

É possível observar que a variedade RB92579 apresentou crescimento no teor de clorofila *b*, com o aumento da umidade do solo, com um coeficiente de determinação ($R^2 = 0,99$), enquanto que as demais variedades apresentaram o maior crescimento entre 18,0% e 18,7% de umidade do solo.

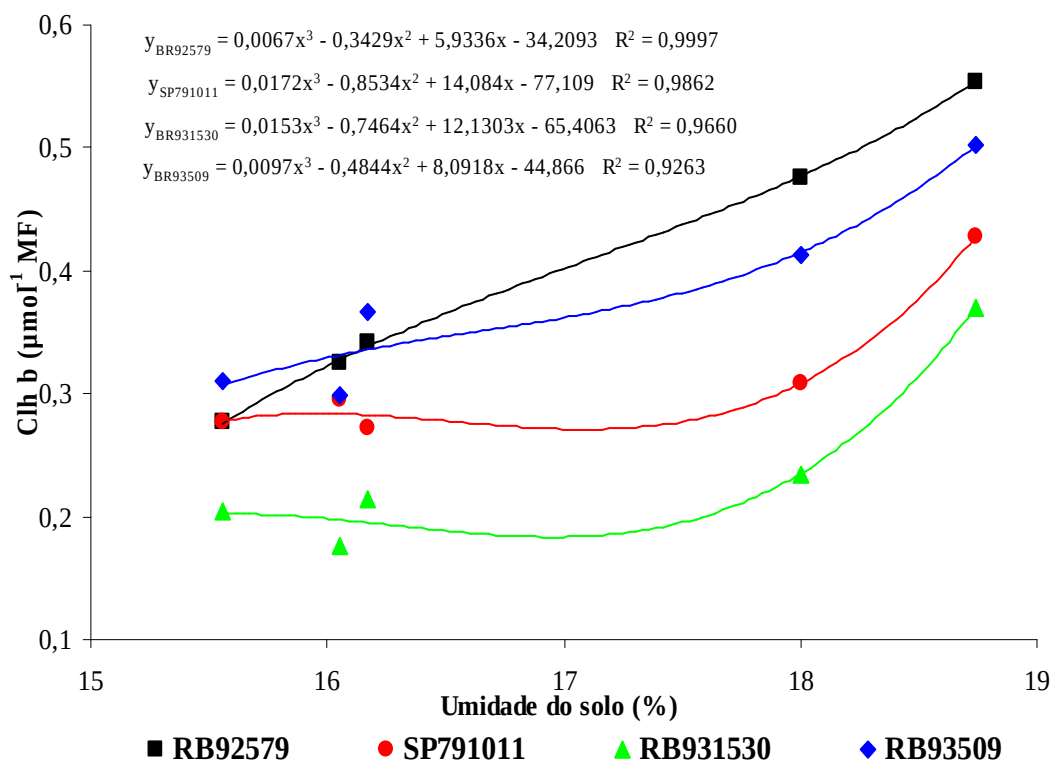


Figura 8 - Comportamento do teor de clorofila *b* (chl *b*), de quatro variedades de cana-de-açúcar, na região de Rio Largo - AL.

Estes resultados corroboram com aqueles encontrados por Nogueira et al. (2008b), que observaram aumento de 45,6% e 40,2% no teor de clorofila *b* para as variedades RB92579 e RB72454, respectivamente e Gonçalves et al. (2008), que verificaram aumento superior a 40%, comparando o estresse hídrico severo com o tratamento controle em quatro variedades de cana-de-açúcar.

4.6.4 Teor de clorofila total

Diante dos resultados observados nas Figuras 7 e 8, verifica-se a mesma tendência para o teor de clorofila total (Figura 9). O aumento da umidade do solo proporcionou incremento no teor de clorofila total em todas as variedades estudadas. No entanto, a variedade RB92579 apresentou aumento de 48,2%, seguida das variedades RB931530, RB93509 e SP79-1011 que apresentaram aumento de 44,5%; 35,8% e 32,7%, respectivamente, entre 15,5% e 18,7% de umidade do solo.

De maneira geral, pode-se verificar que houve um comportamento semelhante das variedades RB93509, SP79-1011 e RB931530, quanto ao teor de clorofila total em função da

umidade do solo (Figura 9). Apenas a variedade RB92579 apresentou crescimento no teor de clorofila total superior as demais, quando houve aumento na umidade do solo. A variedade RB931530 apresentou os menores teores de clorofilas *a*, *b* e total (Figuras 7, 8 e 9).

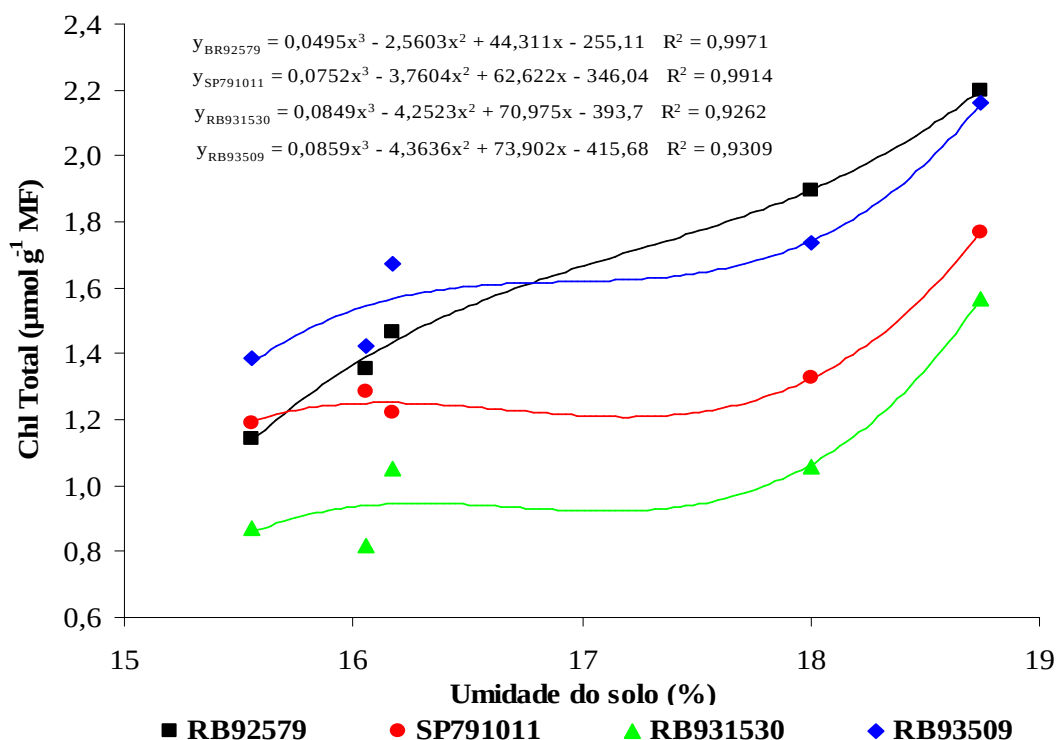


Figura 9 - Comportamento do teor de clorofila Total (chl Total), de quatro variedades de cana-de-açúcar, na região de Rio Largo - AL.

Resultados semelhantes foram obtidos por Nogueira et al. (2008b) para as variedades RB92579 e RB72454, que observaram aumento de 42,8% e 37,6% na clorofila total respectivamente, quando houve aumento no teor de umidade do solo e Gonçalves et al. (2008), verificaram aumento superior a 40% comparando plantas de cana-de-açúcar sob déficit hídrico com o controle. Para outras culturas também observou-se variação no teor de clorofila em função do regime hídrico. Por exemplo: Zhang; Kirkham (1996) observaram redução de 47,0% para a cultura do girassol e 50,0% para o sorgo, no teor de clorofila total em plantas submetidas a deficiência hídrica entre 22 e 28 dias após o plantio. Hendry; Price (1996) na cultura do trigo, verificaram redução de 50,0% no teor de clorofila total após 7 dias de deficiência hídrica.

Parida et al. (2007), encontraram redução média de 22,0% no teor de clorofila total em dois genótipos de algodão submetido à deficiência hídrica por 7 dias, e Cruz (2006) encontrou redução acima de 30,0% para a cultura do milho.

4.6.5 Teor de carotenóides

Quanto ao teor de carotenóides, é possível verificar que todos os tratamentos apresentaram incremento em função da umidade do solo, porém dividiram-se em dois grupos. As variedades RB92579 e RB93509 foram as que apresentaram os maiores valores, pois as mesmas também apresentaram os maiores teores dos demais pigmentos fotossintéticos foliares, uma vez que os carotenóides são agentes fotoprotetores das clorofilas. Entretanto, o aumento no teor de carotenóides apresentado pelas variedades quando a umidade do solo passa de 15,5% para 18,7% foram de 69,5% para a variedade BR931530, 67,5% para a RB92579, 57,5% para a SP79-1011 e 56,6% para a RB93509 (Figura 10).

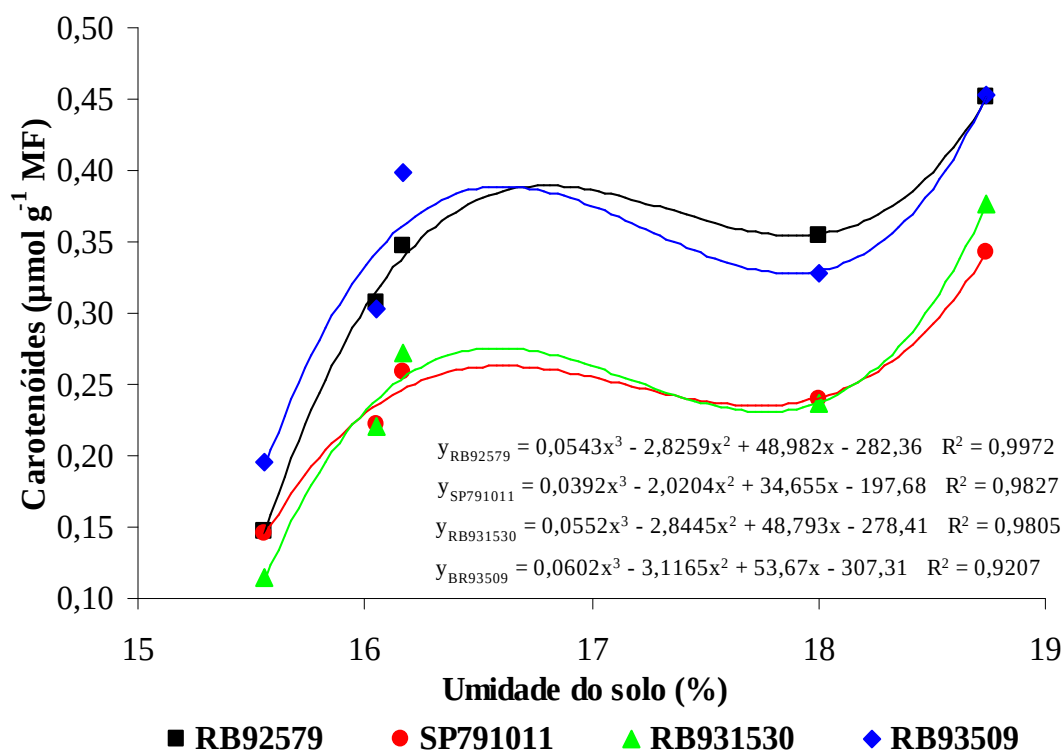


Figura 10 - Comportamento do teor de carotenóides, de quatro variedades de cana-de-açúcar, na região de Rio Largo - AL.

Nogueira et al. (2008b) encontraram incremento no teor de carotenóides de 22,0% e 15,0% para as variedades RB92579 e RB72454 entre a condição de déficit hídrico severo e o tratamento controle (solo em capacidade de campo). Essas diferenças observadas entre os resultados encontrados no presente trabalho e os encontrados por Nogueira et al. (2008b), possivelmente ocorreram devido à idade da planta e/ou o ambiente onde foram conduzidos os experimentos.

Gonçalves et al. (2008) também encontraram aumento no teor de carotenóides na ordem 35,4% e 33,3% para as variedades RB72454 e RB92579, respectivamente. Zhang; Kirkham (1996) encontraram reduções no teor de carotenóides sob déficit hídrico entre 22 e 28 DAP na ordem de 32,2% para a cultura do sorgo e 16,6% para o girassol. Os mesmos relataram que os altos teores de carotenóides no sorgo e no girassol podem ser suficientes para proteger as plantas contra a foto-oxidação. Parida et al. (2007), observaram redução média de 32% no teor de carotenóides para a cultura do algodão submetida a 7 dias de deficiência hídrica.

4.6.6 Correlação entre a leitura do SPAD-502 e os pigmentos fotossintéticos foliares

Ao correlacionar os resultados obtidos pelo clorofilômetro SPAD-502 com o teor de clorofila *a* extraído em laboratório, observa-se que a variedade RB931530 apresentou a maior correlação ($r = 0,81$), seguido das variedades RB92579 ($r = 0,57$), SP79-1011 ($r = 0,54$) e RB93509 ($r = 0,48$) (Figura 11). Estes resultados corroboram com aqueles encontrados por Argenta et al. (2001), para a cultura do milho ($r = 0,64$), e por Neves et al. (2005) para a cultura do algodão herbáceo ($r = 0,66$).

Resultados superiores foram encontrados por outros autores trabalhando com diversas culturas. Torres Netto et al. (2005) verificaram correlação para a cultura do café de 0,98, e Torres Netto et al. (2002) verificaram correlação de 0,97 entre a leitura SPAD e o teor de clorofila *a*, concluindo que o clorofilômetro SPAD-502 pode ser utilizado na quantificação dos pigmentos fotossintéticos foliares (clorofilas e carotenóides) e indiretamente auxiliar nas interpretações do processo fotoquímico em plantas da espécie *Carica papaya* L.

O teor de clorofila *b* correlacionou-se positivamente com os resultados obtidos com o clorofilômetro SPAD-502, sendo possível observar na Figura 12 que a maior correlação ($r = 0,78$) foi verificada na variedade RB931530, e para as demais a correlação foi de 0,64 para a

variedade RB92579, 0,52 para a SP79-1011 e 0,46 para a RB93509. Resultados semelhantes foram encontrados por Neves et al. (2005) para a cultura do algodão ($r = 0,81$) e por Argenta et al. (2001) para a cultura do milho ($r = 0,65$). Outros autores encontraram correlação na ordem de 0,97 para a cultura do café (Torres Netto et al., 2005), e de 0,99 para a cultura para a cultura do mamão (Torres Netto et al., 2002), entre os valores obtidos com o clorofilômetro (SPAD-502) e o teor de clorofila *b* extraído em laboratório.

O teor de clorofila total apresentou correlação positiva com os resultados obtidos pelo clorofilômetro SPAD-502, no entanto a variedade RB931530 apresentou maior correlação ($r = 0,80$), e as variedades RB92579, SP79-1011 e RB93509 apresentaram correlação igual a 0,60; 0,53 e 0,51 respectivamente (Figura 13). Resultados semelhantes foram encontrados por Guimarães et al. (1999) para a cultura do tomate ($r = 0,80$), Neves et al. (2005), para a cultura do algodão herbáceo ($r = 0,50$), Argenta et al. (2001) para a cultura do milho ($r = 0,66$) e por Van Den Berg; Perkins (2004) em plantas arbóreas ($r = 0,80$), ao correlacionar a leitura SPAD com o teor de clorofila total.

Outros resultados foram verificados por Torres Netto et al. (2002), onde obtiveram correlação de 0,96. Os autores relatam que a clorofila *a* é mais intensamente degradada do que a clorofila *b*, o que pode explicar a diminuição acentuada da relação chl *a*/chl *b*, quando o clorofilômetro SPAD-502 apresenta leitura inferior a 40. Torres Netto et al. (2005) também encontraram correlação de 0,98 para a cultura do café, entre os resultados medidos com o SPAD-502 e o teor de clorofila total extraído em laboratório.

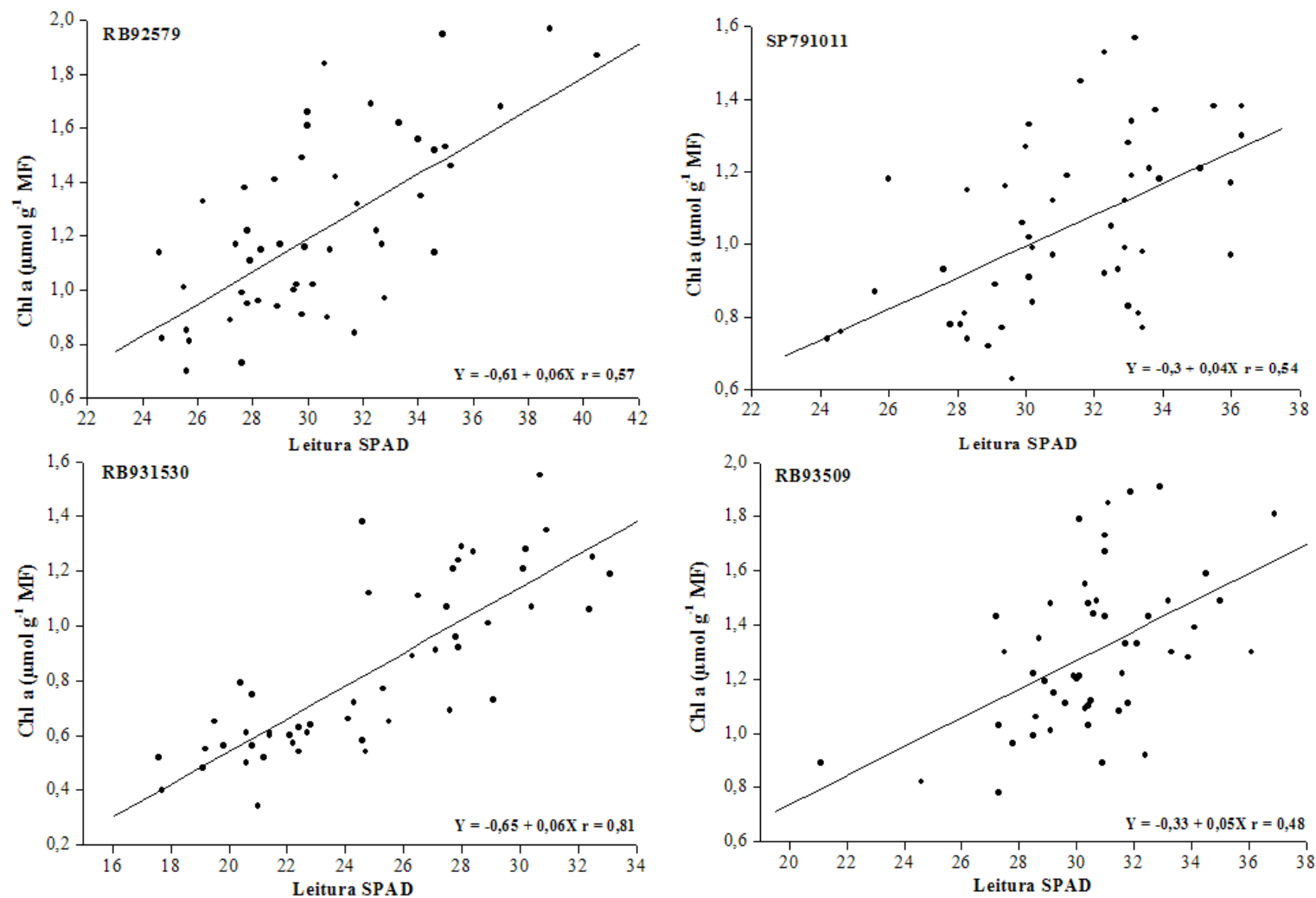


Figura 11 - Correlação entre as leituras do clorofilômetro (SPAD-502), e o teor de clorofila *a*, de quatro variedades de cana-de-açúcar, na região de Rio Largo - AL.

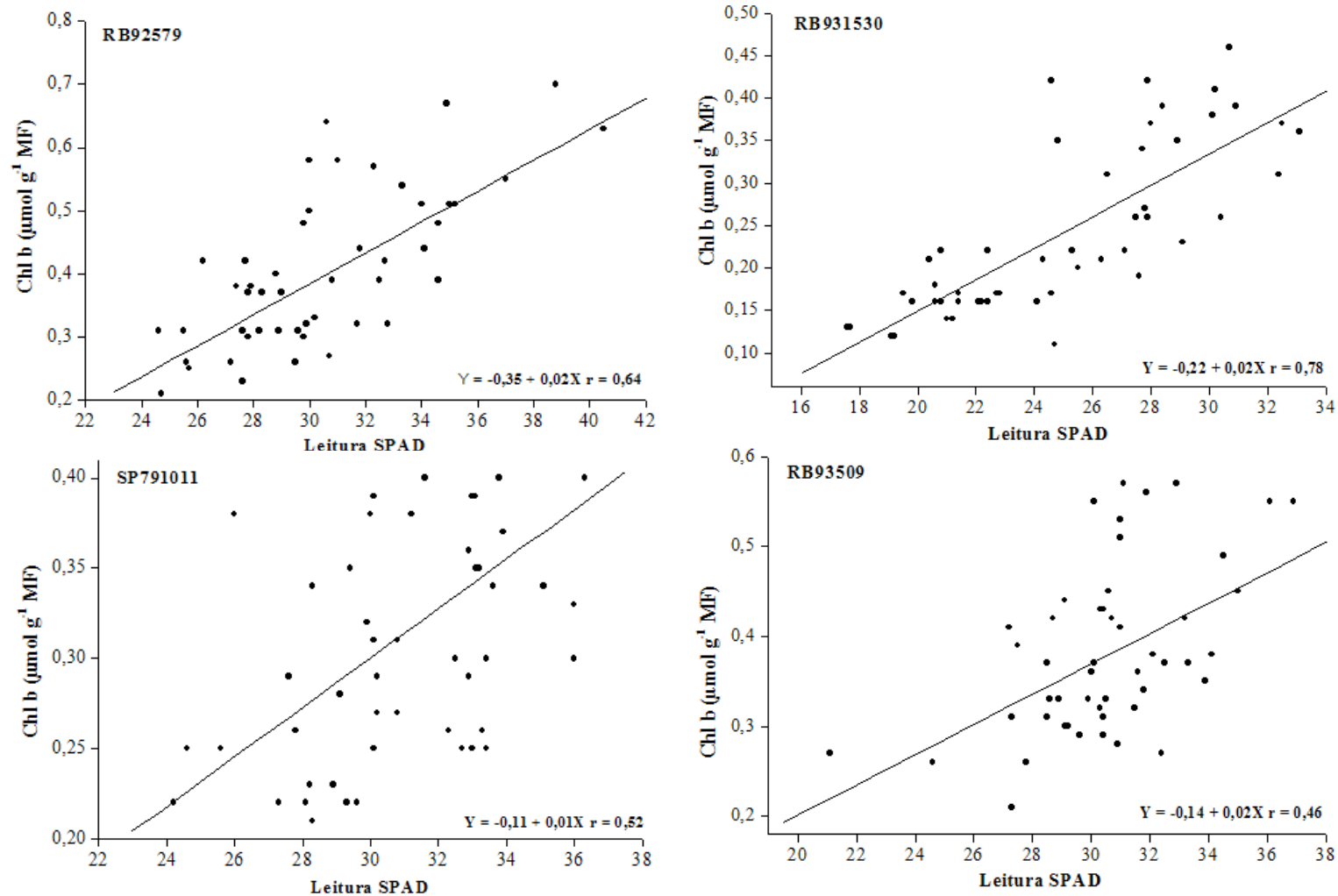


Figura 12 - Correlação entre as leituras do clorofilômetro (SPAD-502), e o teor de clorofila *b*, de quatro variedades de cana-de-açúcar, na região de Rio Largo - AL.

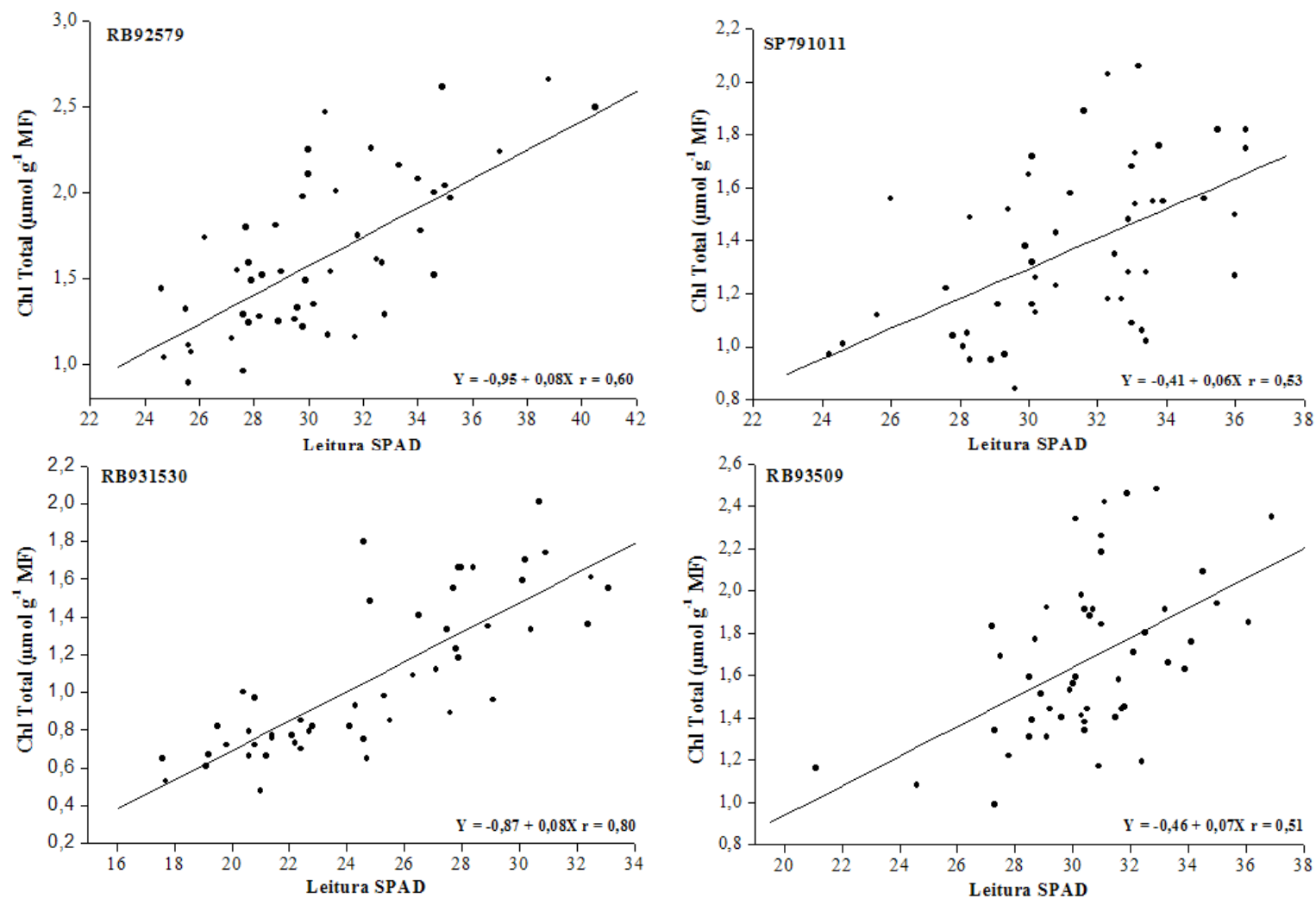


Figura 13 - Correlação entre as leituras do clorofilômetro (SPAD-502) e o teor de clorofila Total de quatro variedades de cana-de-açúcar, na região de Rio Largo - AL

4.7 Rendimento agrícola, matéria seca (MS), produção de açúcar (TPH) e atributos de qualidade da matéria prima

As variedades de cana-de-açúcar estudadas diferiram entre si para todas as variáveis observadas na Tabela 2. Com relação à produtividade, os tratamentos dividiram-se em dois grupos: as variedades RB93509 e a RB92579 apresentaram rendimentos superiores às demais que foram de 109,79 t ha⁻¹ e 89,07 t ha⁻¹ respectivamente, sendo essa produtividade superior à média nacional da safra 2007-2008 (79,07 t ha⁻¹), o que para um cultivo de quarto ciclo, em sistema de sequeiro, representa uma boa produtividade. Já o grupo formado pelas demais variedades mostrou-se semelhante entre si, com rendimentos de 70,34 t ha⁻¹ para a variedade SP79-1011 e 68,46 t ha⁻¹ para a RB931530.

Comparando-se os resultados das produtividades obtidas neste experimento com aqueles encontrados por Almeida et al. (2008), para o primeiro e segundo ciclos, observou-se que a variedade RB92579 apresentou redução na produtividade de 41,62%, entre o primeiro e o quarto ciclo, e de 28,0% entre o segundo e quarto ciclo de cultivo. Para a variedade SP79-1011 a redução foi de 30% entre o primeiro e o quarto ciclo e de 15,5% entre o segundo e quarto ciclo, e para a variedade RB931530 a redução foi de 18,42% entre o primeiro e o quarto e 10,0% entre o segundo e o quarto ciclo. A variedade RB93509 apresentou baixa redução entre o segundo e quarto ciclo, na ordem 5,0% (ALMEIDA et al., 2008). Isso demonstra a rusticidade apresentada por esta variedade, indicando alta longevidade.

Tabela 2 - Resultados da produtividade agrícola, matéria seca (MS), açúcar (TPH) e dos atributos de qualidade da matéria prima, de quatro variedades de cana-de-açúcar, na região de Rio Largo - AL.

Variedades	t ha ⁻¹			%				t ha ⁻¹
	TCH	MS	TPH	BRIX	PCC	Pureza	Fibra	ATR
RB92579	98,07 a	30,40 b	13,40 a	19,54 a	14,30 a	90,16 a	14,43 b	139,44 a
SP79-1011	70,34 b	22,12 c	8,80 b	17,96 b	12,76 bc	88,70 a	15,15 a	125,28 bc
RB931530	68,46 b	20,60 c	9,00 b	18,22 ab	13,38 ab	89,70 a	13,89 b	130,98 ab
RB93509	109,79 a	36,70 a	12,80 a	17,62 b	11,91 c	84,72 b	15,34 a	118,21 c
Médias	86,14	27,46	11,00	18,33	13,09	88,32	14,17	128,48
CV%	7,33	7,18	6,32	4,23	2,24	1,34	2,26	3,96

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não difere entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. BRIX = teor de sólidos solúveis, PCC = percentagem de sacarose bruta e ATR = açúcar total recuperável.

Santiago et al. (2008), trabalhando com a variedade de cana-de-açúcar RB83594 em cultivo de sequeiro na região de Boca da Mata - AL, também encontraram redução de 22,5%

na produtividade, entre o segundo e o terceiro ciclo de cultivo. Por outro lado, Melo Ivo et al. (2008), trabalhando com a mesma variedade, observaram aumento de 20,3% no rendimento agrícola entre o terceiro e o quarto ciclo de cultivo, os mesmos relataram que esse acréscimo foi devido ao aumento na precipitação pluvial entre os ciclos de cultivo.

Resultados semelhantes foram encontrados por Gava et al. (2008), estudando três variedades de cana-de-açúcar em primeiro ciclo de cultivo na região de Jaú - SP, onde observaram rendimentos de 115,8 t ha⁻¹, 112,1 t ha⁻¹ e 91,9 t ha⁻¹ para as variedades RB867515, RB855536 e SP80-3280, respectivamente e por Oliveira et al. (2008), estudando o comportamento de variedades de cana-de-açúcar em primeiro ciclo de cultivo na região de Carpina - PE, onde observaram rendimentos de 90,1 t ha⁻¹ para a variedade RB92579, 87,6 t ha⁻¹ para a RB867515 e 71,3 t ha⁻¹ para a SP79-1011.

Silva (2007) obteve resultados variando entre 44,4 t ha⁻¹ e 84,1 t ha⁻¹, onde as variedades RB92579, BR93509 e SP79-1011 produziram 84,1 t ha⁻¹, 68,6 t ha⁻¹ e 60,3 t ha⁻¹, respectivamente. Para Santos (2006) a produtividade obtida com a variedade RB75126 em primeiro ciclo de cultivo foi de 82,8 t ha⁻¹.

Estudando três variedades de cana-de-açúcar em primeiro ciclo de cultivo na região de Paranaíba - PR, Oliveira et al. (2007) obtiveram resultados superiores aos encontrados neste trabalho, onde foram observados rendimentos de 197,7 t ha⁻¹ para a variedade RB72454, 140,3 t ha⁻¹ para a RB855113 e 133,1 t ha⁻¹ para a RB855536. Esta alta produtividade possivelmente ocorreu devido ao ciclo de cultivo em que o experimento foi conduzido e das diferenças entre os fatores edafoclimáticos.

As variedades RB92579, SP79-1011 e RB931530 acumularam 82,8%, 60,3% e 56,1% da MS da variedade RB93509, que diferiu das demais (Tabela 2). Sendo a RB92579 a intermediária com 30,4 t ha⁻¹ de MS, a qual também diferiu das variedades SP79-1011 e RB931530 que foram menos produtivas, não diferindo estatisticamente entre si (Tabela 2). Esse acúmulo da MS observado na variedade RB93509 pode ter ocorrido devido à combinação entre o número de plantas e a altura no período da colheita.

Diferenças no acúmulo de MS entre variedades, também foram observadas por Oliveira et al. (2004), em cana de primeiro ciclo. Em seus trabalhos os autores encontraram uma produção de 63,0 t ha⁻¹ para a variedade RB72454, 51,0 t ha⁻¹ para a RB855113 e 48,0 t ha⁻¹, para a RB855536.

Resultados semelhantes foram observados por Gava et al. (2001), ao estudar o comportamento da variedade SP80-1842, em quarto ciclo de cultivo na região de Piracicaba - SP, em seus resultados obtiveram uma produção de 33,0 t ha⁻¹ de MS e Alvarez; Castro (1999) estudando o comportamento da variedade SP70-1143 em terceiro ciclo de cultivo observaram uma produção de 25,0 t ha⁻¹ de MS.

Silva (2007) observou que as variedades RB92579, RB93509 e SP79-1011 apresentaram produção de MS variando de 29,9 t ha⁻¹, 24,9 t ha⁻¹ e 21,5 t ha⁻¹, respectivamente e Machado et al. (1982) observaram uma produção de MS de 55,0 t ha⁻¹ para a variedade Na56-79.

Quanto à produção de açúcar (TPH), observou-se que as variedades RB92579 e RB93509 apresentaram resultados semelhantes, porém superior às demais, que também não diferiram estatisticamente (Tabela 2). Resultados semelhantes foram encontrados por Santos (2006), que obteve valor médio de 11,1 t ha⁻¹ de TPH para a variedade RB75126. Por outro lado, Silva (2007) encontrou semelhança apenas para a variedade SP79-1011, que apresentou rendimento de 8,1 t ha⁻¹, e as demais variedades apresentaram rendimentos inferiores que foram de 10,8 t ha⁻¹ para a variedade RB92579 e 8,1 t ha⁻¹ para a RB93509.

Gava et al. (2008), encontraram rendimentos de 15,8 t ha⁻¹, 15,1 t ha⁻¹ e 13,6 t ha⁻¹ para as variedades RB867515, RB855536 e SP80-3280, respectivamente e Oliveira et al. (2008) encontraram rendimentos de 13,7 t ha⁻¹ para a variedade RB867515, 13,6 t ha⁻¹ para a RB92579 e 10,7 t ha⁻¹ para a SP79-1011.

Os atributos de qualidade da matéria prima são os mais importantes para a indústria canavieira, visto que vão definir os rendimentos em açúcar e álcool. Quanto ao teor de sólidos solúveis (BRIX), observou-se que a variedade RB92579 foi semelhante à variedade RB931530, diferindo das variedades SP79-1011 e RB93509 que não apresentaram diferenças significativas, com os menores teores de brix (Tabela 2). Os teores de brix abaixo de 18% observados nas variedades SP79-1011 e RB93509, possivelmente ocorreram devido às altas precipitações pluviais ocorridas no mês anterior à colheita (Anexo 2), indicando que tais variedades estariam com brix abaixo do ponto ótimo de colheita. Resultados semelhantes foram encontrados por outros autores em outras regiões do país: Dantas Neto et al. (2006), Duarte Júnior; Coelho (2008), Dalri et al. (2008), Figueiredo et al. (2008), Oliveira et al. (2008) e Prado; Pancelli (2006) onde verificaram valores de 19,3%, 17,6%, 18,9%, 21,0%, 21,0% e 18,5% respectivamente.

A percentagem de sacarose bruta (PCC) representa o quanto de sacarose está presente nos sólidos solúveis do caldo. Observou-se que a variedade BR92579 diferiu estatisticamente das variedades SP79-1011 e RB93509, e estas foram semelhantes (Tabela 2). Prado; Pancelli (2006), Dantas Neto et al. (2006), Duarte Júnior; Coelho (2008), Dalri et al. (2008), Gava et al. (2008), Oliveira et al. (2008) e Silva et al. (2008) também verificaram valores semelhantes, que foram de 15,0%; 13,8%; 13,4%; 15,7%; 14,0%; 15,2% e 12,4%, respectivamente.

A pureza do caldo da cana-de-açúcar está diretamente relacionada com a qualidade da matéria prima, e que sofre influência das impurezas minerais e vegetais que são adicionadas a cana no momento da colheita. Observa-se na Tabela 2, que a variedade RB93509 foi a que apresentou menor teor de pureza no caldo, diferindo estatisticamente das demais, que foram semelhantes. Esse baixo teor de pureza observado na variedade RB93509 pode ser o fator condicionante dos baixos valores dos demais atributos, apesar de alguns não apresentarem diferenças estatísticas em relação às outras variedades. Estes resultados corroboram com os de Duarte Júnior; Coelho (2008) (90,1%), Dalri et al. (2008) (92,0%), Silva et al. (2008) (84,4%), Prado; Pancelli (2006) (83,8) e Figueiredo et al. (2008) (86,6%).

A fibra da cana-de-açúcar tem papel de destaque na indústria, pela geração de energia para movimentar a mesma, além de repassar o excedente para alguns municípios vizinhos gerando emprego e renda e contribuindo com a melhoria da qualidade de serviços prestados pelas companhias energéticas. A Tabela 2 mostra que as variedades comportaram-se em dois grupos: a variedade RB92579 e a RB931530 pertencentes ao grupo das que apresentaram menor teor de fibra, não diferindo entre si, e diferindo das demais. Já as variedades RB92579 e RB93509 pertencentes ao grupo das que apresentaram maior teor de fibra, não diferindo entre si. Resultados semelhantes foram encontrados por Oliveira et al. (2008), Prado; Pancelli (2006), Duarte Júnior; Coelho (2008), Dalri et al. (2008), Silva et al. (2008) e Gava et al. (2008), onde verificaram valores de 15,5%; 11,9%; 12,1%; 10,1%; 13,3% e 13,6%, respectivamente.

Dos atributos analisados, o açúcar total recuperável (ATR) é o mais importante tanto para indústria quanto para os produtores. Pois em função dele é que as unidades industriais elaboram o preço pago aos produtores, seguindo uma metodologia descrita pela CONSECANA (2003). Observou-se que a variedade RB92579 não diferiu estatisticamente da variedade RB931530, sendo superior às demais, e a variedade SP79-1011 foi semelhante a RB931530 e RB93509 (Tabela 2). A variedade RB92579 foi a que apresentou maior

quantidade de ATR (139,4 kg de açúcar t^{-1} de cana), possivelmente essa característica possa ser utilizada como uma das justificativas para que essa variedade ocupe grandes áreas de cultivo. Estes valores estão próximos dos encontrados por Silva et al. (2008), Prado; Pancelli (2006), Duarte Júnior; Coelho (2008), Dalri et al. (2008) e Figueiredo et al. (2008) os quais foram de 123,6; 135,8; 129,0; 138,8 e 134,0 (kg de açúcar t^{-1} de cana), respectivamente.

5 CONCLUSÕES

Diante dos resultados obtidos para as variedades RB92579, SP79-1011, RB931530 e RB93509, em quarto ciclo de cultivo, conclui-se que:

A variedade RB92579 apresenta alto perfilhamento inicial, porém na época do corte as variedades apresentam semelhança quanto à densidade de plantas;

O índice de área foliar (IAF) apresenta crescimento linear até os 120 DAC, decrescendo em seguida;

A variedade RB931530 apresenta diâmetro de colmo superior às demais, porém apresenta os menores teores de clorofila *a*, *b* e total, e as maiores correlações (*r*), entre os resultados da clorofila extraída em laboratório, com os resultados obtidos pelo clorofilômetro (SPAD-502);

As variedades RB92579 e RB93509 apresentam produtividade agrícola e produção de açúcar superior às demais;

A variedade RB93509 apresenta alta estabilidade de produção entre o primeiro e o quarto ciclos de cultivo.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALFONSI, R. R. Condições climáticas para cana-de-açúcar. In: PARANHOS, S. B. **Cana-de-açúcar: cultivo e utilização**. Campinas: Fundação Cargil, 1987. v. 1. p. 42-55.
- ALONSO, O. Estratégias para melhorar a qualidade da cana-de-açúcar para a indústria, In: SEGATO, S. V.; PINTO, A. de S.; JENDIROBA, E.; NÓBREGA, J. C. M. de. **Atualização em produção de cana-de-açúcar**. Piracicaba - SP, 415 p. 2006.
- ALLEN, R. A.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop requirements. Roma: FAO, 1998. 328 p. (Irrigation and drainage paper, 56).
- ALMEIDA, A. C. dos 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 à disponibilidade hídrica e unidades térmicas. **Ciência Agrotécnologica**, Lavras, v. 32, n. 5, p. 1441-1448, 2008.
- ALMEIDA, A. C. dos S.; Desenvolvimento vegetativo e produção de cana-de-açúcar versus graus-dia e disponibilidade hídrica, 2006. Trabalho de conclusão de curso. Universidade Federal de Alagoas, 22 p.
- ALVAREZ, A. A.; CASTRO, P. R. C. Crescimento da parte aérea de cana crua e queimada. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 56, n. 4, p. 1069-1079, 1999.
- ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F. da.; BORTOLINI, C. G.; FORSTHOFER, E. L.; STRIEDER, M. L. Relação da leitura do clorofilômetro com os teores de clorofila extraível e de nitrogênio na folha de milho. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 13, n. 2, p. 158-167, 2001.
- BARBIERI, V.; BACCHI, O. O. S.; VILLA NOVA, N. A. Análise do fator temperatura média do ar no desenvolvimento vegetativo da cana-de-açúcar (*Saccharium* sp.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 1979, Mossoró. **Anais...** Mossoró - 1979.
- BARBOSA, A. B. **Avaliação fitotécnica de cinco variedades de cana-de-açúcar para o município de Salinas - MG**. 2005. 70 p. Dissertação de mestrado, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, 2005.
- BARBOSA, G. V. S.; SOUZA, A. J. R.; ROCHA, A. M. C.; RIBEIRO, G. A. G.; FERREIRA, J. L. C.; SOARES, L.; CRUZ, M. M.; SILVA, W. C. M. **Novas variedades RB de cana-de-açúcar para Alagoas**. Maceió: UFAL, Programa de Melhoramento Genético de Cana-de-Açúcar, 2000. 16 p. (Boletim Técnico - Programa de Melhoramento Genético de Cana-de-Açúcar, 1).

BARBOSA, G. V. S. coordenador, et al. **Três novas variedades de cana-de-açúcar: RB92579, RB931530 e RB93509**. Universidade Federal de Alagoas, Programa de Melhoramento Genético de Cana-de-Açúcar, 2003, 18 p. Boletim técnico.

BASALDI, O. V.; FARIAS, C. A. C.; NOVAES FILHO, R. Considerações sobre a dinâmica recente do complexo sucroalcooleiro no Estado de São Paulo. **Informações Econômicas**, v. 26, n. 4, p. 21-29, 1996.

BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas: noções básicas**. Jaboticabal: FUNEP, 42 p. 1988.

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. **Agricultural Systems**. v. 76, n. 2, p. 589-599, 2003.

BONNETT, G. D. Rate of leaf appearance in sugarcane, including a comparison of a range of varieties. **Journal Plant Physiology**. Austrália, n. 25, p. 829-839, 1998.

CARLIN, S. D. **Impacto de tombamento na produtividade de diferentes variedades de cana-de-açúcar**. 2005, 52 p. Dissertação de mestrado, Instituto agrônomo de Campinas, Campinas - IAC, 2005.

CARVALHO, M. A. C. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio e teores foliares deste nutriente e de clorofila em feijoeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, p. 445-450, 2003.

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

CASTRO, P. R. C.; KLUGE, R. A. **Ecofisiologia de culturas extrativas**. Cana-de-açúcar, seringueira, coqueiro, dendezeiro e oliveira. Cosmópolis, 138 p. 2001.

CHRISTOFFOLETI, P. J. **Aspectos fisiológicos da brotação, perfilhamento e florescimento da cana-de-açúcar**. Piracicaba, ESALQ, 80 p. 1986.

COCK, J. H. Sugarcane growth and development. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE FISILOGIA DA CANA-DE-AÇÚCAR, 2000, PIRACICABA. **Anais...**Piracicaba, STAB, p.1-14, 2001.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. Acesso em:<http://www.conab.gov.br>; em: 20 de setembro de 2008.

CRUZ, R. F. D. da. **Indução e recuperação do estresse hídrico em variedades portuguesas de milho**. 2006. 182 p. Dissertação de Mestrado - Universidade do Minho, Portugal, 2006.

DANTAS NETO, J.; FIGUEREDO, J. L. da C.; FARIAS, C. H. de A.; AZEVEDO, H. M. de.; AZEVEDO, C. A. V. de. Resposta de cana-de-açúcar, primeira soca, a níveis de irrigação

e adubação de cobertura. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 10, n. 2, p. 283-288, 2006.

DALRI, A. B.; CRUZ, R. L.; GARCIA, C. J. B.; DUENHAS, L. H. Irrigação por gotejamento subsuperficial na produtividade e qualidade de cana-de-açúcar. **Revista Irriga**, Botucatu, v. 13, n. 1, p. 1-11, 2008.

DONATO, V. M. T. S.; ANDRADE, A. G. de; SOUZA, E. S. de; FRANÇA, J. G. E. de; MACIEL, G. A. Atividade enzimática em variedades de cana-de-açúcar cultivadas in vitro sob diferentes níveis de nitrogênio. **Pesquisa agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 11, p. 1087-1093, 2004.

DUARTE JÚNIOR, J.; COELHO, F. C. A cana-de-açúcar em sistema de plantio direto comparado ao sistema convencional com e sem adubação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 12, n. 6, p. 576-583, 2008.

DUARTE, C. C. Detecção óptica da eficiência quântica da fotossíntese. 2003. 109 p. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Pernambuco, 2003.

FARIAS, C. H. de A.; DANTAS NETO, P.; FERNANDES, P. D.; GHEYI, H. R. Índice de área foliar em cana-de-açúcar sob diferentes níveis de irrigação e zinco na Paraíba. **Revista Caatinga**, Brasil, v. 20, n. 4, p. 45-55, 2007.

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**. Campina Grande, v. 12, n. 4, p. 356-362, 2008.

FIGUEIREDO, P. A. M.; HEINRICHS, R.; FRUCHI, V. M.; PIMENTEL, F. P.; FAGUNDES, J. L.; MOREIRA, A.; CONSOLO, N. R. B.; SARTORI, D. L. Potencial produtivo de variedades de cana-de-açúcar destinadas para a forragem, In: CONGRESSO NACIONAL DA STAB, 2008, Maceió. **Anais... STAB**, p. 527-531, 2008.

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. 11, p. 1347-1354, 2001.

GAVA, G. J. C.; SILVA, M. A.; CRUZ, J. C. S.; JERÔNIMO, E. M.; OLIVEIRA, M. W.; KRONTAL, Y.; VERED, E.; AGUIAR, F. L.; PEDROSO, D. B. Produtividade e atributos tecnológicos de três cultivares de cana-de-açúcar irrigadas por gotejamento subsuperficial, In: CONGRESSO NACIONAL DA STAB, 2008, Maceió. **Anais... STAB**, p. 751-755, 2008.

GONÇALVES, E. R. **Fotossíntese, osmorregulação e crescimento inicial de quatro variedades de cana-de-açúcar submetida à deficiência hídrica**. 2008. 66 p. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2008.

GONÇALVES, E. R.; FERREIRA, V. M.; SILVA, J. V.; ENDRES, L.; BARBOSA, T. P.; FERREIRA, D. T. da R. G.; CAVALCANTE, P. G. da S. Osmorregulação e teores de

pigmentos fotossintéticos em quatro variedades de cana-de-açúcar submetidas ao estresse hídrico, In: CONGRESSO NACIONAL DA STAB, 2008, Maceió. **Anais...** STAB, p. 659-664, 2008.

GUIMARÃES, T. G.; FONTES, P. C. R.; PEREIRA, P. R. G.; MONNERAT, P. H. Teores de clorofila determinados por medidor portátil e sua relação com formas de nitrogênio em folhas de tomateiro cultivados em dois tipos de solo. **Bragantia**, Campinas, v. 58, n. 1, p. 209-216, 1999.

HENDRY, G. A. F.; GRIME, J. P. **Methods in comparative plant ecology - a laboratory manual**. 1 ed. London: Chapman e Hall, 1993, 252 p.

HENDRY, G. A. F.; PRICE, A. H. Stress indicators: chlorophylls and carotenoids. In: HENDRY, G. A. F.; GRIME, J. P. **Methods in comparative plant ecology - a laboratory manual**. 1 ed. London: Chapman e Hall, 1993, 252 p.

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.

INMAN-BAMBER, N. G. Sugarcane water stress criteria for irrigation and drying off. **Field Crops Research**, v. 89, p. 107-122, 2004.

INSTITUTO BRASILEIRO DA GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. 2006. Acesso em: <http://www.ibge.gov.br>; em: 20 de setembro de 2008.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**, São Carlos, SP: Rima artes, 2006. 531 p.

LEITE, R. C. C. **Pró-álcool**: a única alternativa para o futuro. Campinas: UNICAMP, 86 p. 1987.

LEME, E. J. A.; MANIERO, M. A.; GUIDOLIN, J. C. Estimativa da área foliar da cana-de-açúcar e sua relação com a produtividade. **Caderno PLANALSUCAR**. Piracicaba, v. 2, p. 3-22, 1984.

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. Ecofisiologia da cana-de-açúcar: aspecto do metabolismo do carbono na planta. In: CASTRO, P. R. C.; FERREIRA, S. O.; YMADA, T. **Ecofisiologia da produção**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato (POTAFOS), p. 113-118, 1987.

MAGALHÃES, N. C. A. Análise quantitativa do crescimento. In: FERRI, G. M. **Fisiologia Vegetal**, 2 ed. São Paulo. v. 1, p. 251-279, 1985.

MATSUOKA, S. **Botânica e ecofisiologia da cana-de-açúcar**: In: Curso de qualificação em plantas industriais - Cana-de-açúcar. Maringá: UFPR/SENAR, 1996. 34 p.

MARENCO, R. A.; LOPES, N. F. Fisiologia vegetal: fotossíntese, respiração, relações hídricas e nutrição mineral. Viçosa - MG, Editora UFV, 451 p. 2005.

MATSUOKA, S.; GARCIA A. A. F.; ARIZONO, H. Melhoramento da cana-de-açúcar. In: BOREN, A. **Melhoramento de espécies cultivadas**. 2 ed. Viçosa: UFV, 1999. p. 205-251.

MAULE, R.; MAZZA, J. A.; MARTHA JÚNIOR, G. B. Produtividade agrícola de cultivares de cana-de-açúcar em diferentes solos e épocas de colheita. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 58, n. 2, p. 295-301, 2001.

MELO IVO, W. P. de; SILVA, W. C. da; SANTIAGO, A. D.; SILVA, P. A. Produção de raízes de cana-de-açúcar, variedade, RB83594, submetida à colheita crua e queimada, In: CONGRESSO NACIONAL DA STAB, 2008, Maceió. **Anais...** STAB, p. 675-680, 2008.

MOZAMBANI, A. E.; PINTO, A. de S.; SEGATO, S. V.; MATTIUZ, F. M. História e morfologia da cana-de-açúcar, In: SEGATO, S. V.; PINTO, A. de S.; JENDIROBA, E.; NÓBREGA, J. C. M. de. **Atualização em produção de cana-de-açúcar**. Piracicaba - SP, 415 p. 2006.

NEVES, O. S. C.; CARVALHO, J. G. de; MARTINS, F. A. D.; PÁDUA, T. R. P. de; PINHO, P. J. de. Uso do SPAD-502 na avaliação dos teores foliares de clorofila, nitrogênio, enxofre, ferro e manganês do algodoeiro herbáceo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, n. 5, p. 517-521, 2005.

NOGUEIRA, R. J. C.; SILVA, E. C. da; SILVA, M. A. da; SANTOS, H. R. B.; PACHECO, C. M.; TEIXEIRA, M. M.; SIMÕES NETO, D. E. Uso de indicadores fisiológicos para avaliar a tolerância à seca em cana-de-açúcar no estágio inicial do desenvolvimento: Relações hídricas e comportamento estomático. In: CONGRESSO NACIONAL DA STAB, 2008, Maceió. **Anais...** STAB, p. 692-698, 2008a.

NOGUEIRA, R. J. C.; SILVA, E. C. da; SILVA, M. A. da; RIBEIRO, M. S.; SILVA, N. V.; TEIXEIRA, M. M.; SIMÕES NETO, D. E. Produção de biomassa seca e teor de pigmentos fotossintéticos, em duas variedades de cana-de-açúcar sob déficit hídrico. In: CONGRESSO NACIONAL DA STAB, 2008, Maceió. **Anais...** STAB, p. 670-674, 2008b.

NOGUEIRA, R. J. C.; GRACIANO, E. S. A.; PACHECO, C. M.; LIMA, D. R. M.; ALBUQUERQUE, M. B. de; SIMÕES NETO, D. E. Uso de ferramentas fisiológicas e bioquímicas para o estudo da tolerância à salinidade em cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) na fase inicial de crescimento. In: CONGRESSO NACIONAL DA STAB, 2008, Maceió. **Anais...** STAB, p. 687-691, 2008c.

OLIVEIRA, R. A. **Análise de Crescimento da Cana-de-Açúcar, na Região Noroeste do Paraná**. 2004. 65 p. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2004.

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

OLIVEIRA, R. A. de; DAROS, E.; ZAMBON, J. L. C.; WEBER, H.; IDO, O. T.; BESPALHOK-FILHO, J. C.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; SILVA, D. K. T. da. Área foliar de três cultivares de cana-de-açúcar e sua correlação com a produção de biomassa. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 37, n. 2, p. 71-76, 2007.

OLIVEIRA, E. C. A. de; OLIVEIRA, A. C. de; OLIVEIRA, R. I. de; COSTA, S. A. da; SIMÕES NETO, D. E.; FREIRE, F. J. Rendimento de colmo e atributos tecnológicos de cultivares de cana-de-açúcar, plantadas no Nordeste, sob dois sistemas de irrigação, In: CONGRESSO NACIONAL DA STAB, 2008, Maceió. **Anais... STAB**, p. 756-761, 2008.

OMETTO, J. C. **Parâmetros meteorológicos e a cultura da cana-de-açúcar**. Piracicaba: ESALQ, 1980. 19 p.

O'NEIL, P. M.; SHANAHAN, J. F.; SCHEPERS, J. S. Use of chlorophyll fluorescence assessments to differentiate corn hybrid response to variable water conditions. **Crop Science**, v. 46, p. 681-687, 2006.

PARIDA, A. K.; DAGAONKAR, V. S.; PHALAK, M. S.; UMALKAR, G. V.; AURANGABAGKAR, L. P. Alterations in photosynthetic pigments, protein and osmotic components in cotton genotypes subjected to short-term drought stress followed by recovery. **Plant Biotechnology Reports**, v. 1, p. 37-48, 2007.

PRADO, R. de M.; PANCELLI, M. A. Nutrição nitrogenada em soqueiras e a qualidade tecnológica da Cana-de-Açúcar, **STAB**, v. 25, n. 2, p. 60-63, 2006.

PEREIRA, A. R.; MACHADO, E. C. **Análise quantitativa do crescimento de comunidade de vegetais**. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas - IAC, 1987. 33 p. (Boletim técnico).

RAMESH, P.; MAHADEVASWANY, M. Effect of formative phase drought on different classes of shoots, shoot mortality, cane attributes, yield and quality of four sugarcane cultivars. **Jornal Agronomy e Crop Science**. Berlim, v. 185, p. 249-258, 2000.

RODRIGUES, J. D. **Fisiologia da cana-de-açúcar**. Botucatu: Universidade Estadual Paulista - Unesp, 1995. 69p.

SANTOS, V. R. **Fontes de fósforo e parcelamento da adubação fosfatada na cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*)**. 2006. 66 p. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, 2006.

SANTIAGO, A. D.; MELO IVO, W. M. P.; LIMA, C. L. D. de; SILVA, P. A.; VALENTIN, J.; SILVA, W. J. R. da. Comportamento da cultivar RB83594 submetida à dois manejos de

colheita, In: CONGRESSO NACIONAL DA STAB, 2008, Maceió. **Anais...** STAB, p. 603-69, 2008.

SCARDUA, R.; ROSENFELD, U. Irrigação da cana-de-açúcar In: PARANHOS, S. B. **Cana-de-açúcar: cultivo e utilização**. Campinas: Fundação Cargill, v. 1, p. 373-431, 1987.

SALLA, L.; RODRIGUES, J. C.; MARENOS, R. A. Teores de clorofila em árvores tropicais determinados com o SPAD-502. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, supl. 2, p. 59-161, 2007.

SEGATO, S. V.; MATTIUZ, C. F. M.; MOZAMBANI, A. E. Aspectos fenológicos da cana-de-açúcar, IN: Atualizações em produção de cana-de-açúcar, SEGATO, S. V.; PINTO, A. de S.; JENDIROBA, E.; NÓBREGA, J. C. M. Piracicaba - SP, 2006, 415 p.

SILVA, D. K. T. Crescimento de cultivares de cana-de-açúcar em primeira soca na região Noroeste do Paraná na safra de 2002/2003. 2005. 60 p. Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

SILVA, L. C. da. Crescimento e acúmulo de nutrientes em sete cultivares de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) na região de Coruripe - AL. 2007. 88 p. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, 2007.

SILVA, M. de A.; JIFON, J. L.; SILVA, J. A. G. da; SHARMA. D. Use of physiological parameters as fast tools to screen for drought tolerance in sugarcane. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v. 19, n. 3, p. 193-201, 2007.

SILVA, L. C.; MOURA FILHO, G.; SILVA, V. T.; MOURA, A. B.; FERREIRA, L. C. R.; CARNAÚBA, P. J. P.; ALMEIDA, C. A. B.; SOUZA, J. L.; COSTA, J. V. T.; SANTOS, V. R. Análise de crescimento e produtividade de quatro variedades de cana-de-açúcar, em cana-planta, na região de Coruripe - AL. In: CONGRESSO NACIONAL DA STAB, 2008, Maceió. **Anais...** STAB, p. 574-579, 2008.

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

SOUZA, J. L.; MOURA FILHO, G.; LYRA, R. F. F.; TEODORO, I.; SANTOS, E. A.; SILVA, J. L.; SILVA, P. R. T.; CARDIM, A. H.; AMORIN, E. C. Análise da precipitação pluvial e temperatura do ar na região do Tabuleiro Costeiro de Maceió, AL, período de 1972-2001. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 12, n. 1, p. 131-141, 2004.

SOUZA, A. J. R.; BARBOSA, G. V. S.; CRUZ, M. M.; RIBEIRO, C. A. G.; FERREIRA, J. L. C.; SILVA, P. P.; SANTOS, J. M.; SAMPAIO FILHO, F.; VIVEIROS, A. J. A.; SANTOS, T. W. T.; NASCIMENTO, B. F. C. Variedades e clones RB (República do Brasil) de cana-de-açúcar, obtidos em Alagoas. In: CONGRESSO NACIONAL DA STAB, 2008, Maceió. **Anais...** STAB, p. 552-556, 2008.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3 ed. Porto Alegre, 2006. 719 p.

TERAMOTO, E. R. **Avaliação e aplicação de modelos de estimativa de produção de cana-de-açúcar (*Saccharum spp*), baseados em parâmetros do solo e clima.** 2003. 86 p. Tese de Doutorado, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

TERUEL, D. A.; BARBIERI, V.; FERRADO JÚNIOR, L. A. Sugarcane leaf area index modeling under different soil water conditions. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.54, n.especial, 1997.

TOKESHI, H. Perfilhamento e perdas pelo carvão da cana-de-açúcar. **STAB**, Piracicaba, v. 4, n. 5, p. 34-44, 1986.

TORRES NETTO, A. T.; CAMPOSTRINI, E.; OLIVEIRA, J. G. de; YAMANISHI, O. K. Portable chlorophyll meter for the quantification of photosynthetic pigments, nitrogen and the possible use for assessment of the photochemical process in *Carica papaya* L. **Brazilian Joranal of Plant Physiology**, v.14, n. 3, p. 203-210, 2002.

TORRES NETTO, A.; CAMPOSTRINI, E.; OLIVEIRA, J. G. de; BRASSAN-SMITH, R. E. Photosynthetic pigments, nitrogen, chlorophyll a fluorescence and SPAD-502 readings in coffee leaves. **Scientia Horticulturae**, p. 199-209, 2005.

VAN DEN BERG, A. K. e PERKINS, T. D. Evaluation of a portable chlorophyll meter to estimate chlorophyll and nitrogen contents in sugar maple (*Acer saccharum* Marsh.) leaves. **Forest Ecology and Management**, p.113–117, 2004.

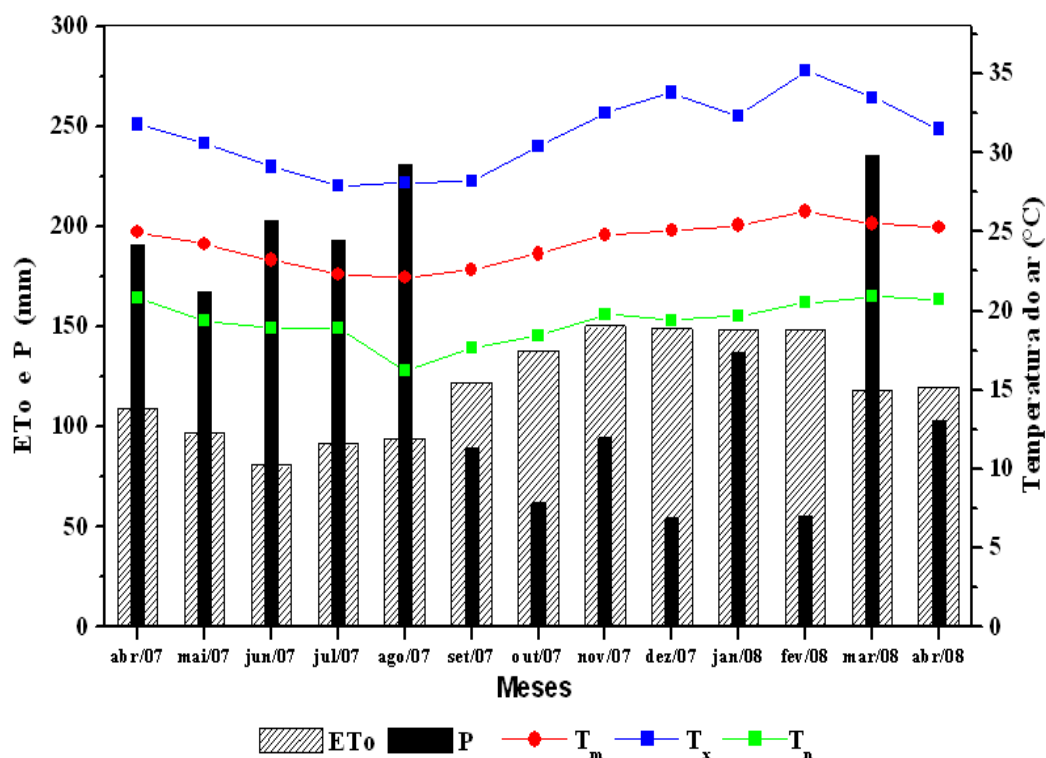
ZHANG, J.; KIRKHAM, M. B. Lipid peroxidation in sorghum and sunflower seedlings as affected by ascorbic acid, benzoic acid, and propyl gallate. **Journal of Plant Physiology**, v. 149, p. 489-493, 1996.

**Bibliografia elaborada segundo orientações da
Associação Brasileira de Normas Técnicas
(ABNT - NBR 10520 - AGOSTO 2002).**

ANEXOS

Anexo 1. Atributos físicos do solo na área experimental, nas profundidades de 0-20cm, 20-40cm e 40-60cm, na região de Rio largo - AL.

Atributos	Unidades	Profundidades (cm)		
		0 - 20	20 - 40	40 - 60
Areia total	g kg ⁻¹	616,00	577,60	509,40
Areia grossa	g kg ⁻¹	442,40	422,20	633,60
Areia fina	g kg ⁻¹	173,60	155,40	142,40
Silte	g kg ⁻¹	179,64	108,04	96,24
Argila total	g kg ⁻¹	204,36	314,36	394,36
Densidade do solo	g cm ⁻³	1,33	1,33	1,30
Dens. das partículas	g cm ⁻³	2,66	2,65	2,67
Porosidade	%	49,98	49,72	51,38
Silte argila	-	0,88	0,34	0,24



Anexo 2 - Médias mensais de Precipitação (P), evapotranspiração de referência (ETo), ambas em (mm), temperaturas máximas (Tx), média (Tm) e mínimas (Tn), em (C°) durante o período experimental, na região de Rio Largo - AL.

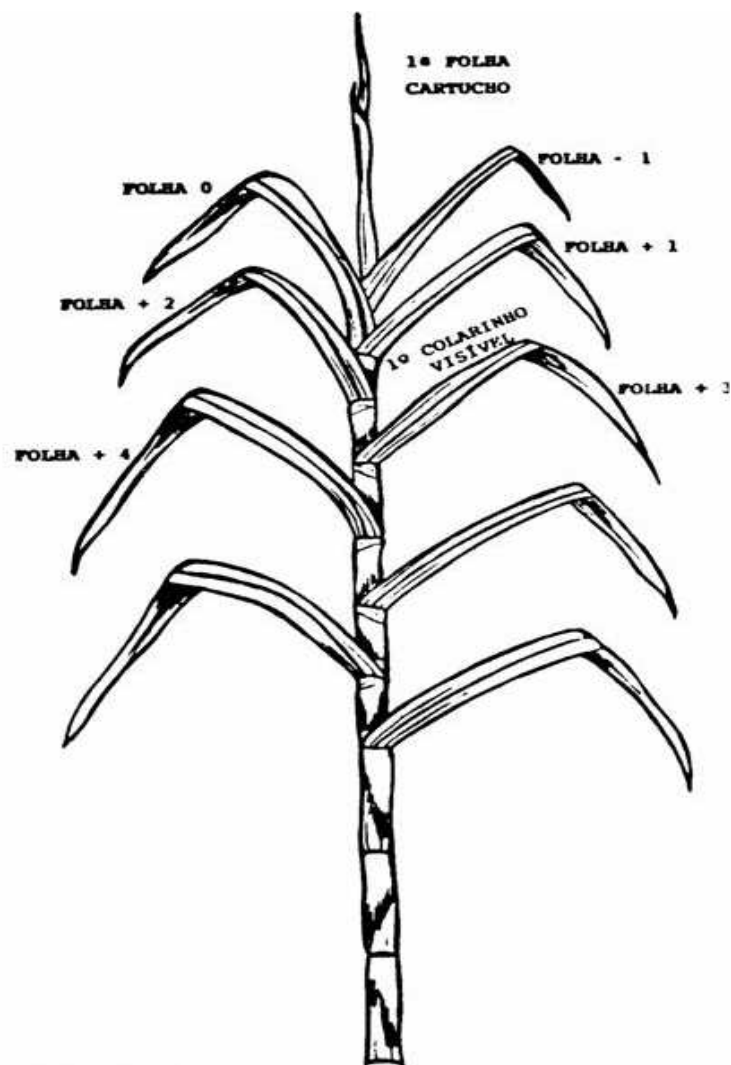
Anexo 3 - Resultados da análise química do solo da área experimental, nas profundidades de 0 - 20cm e 20 - 40cm.

Atributos	Profundidades (cm)	
	0 - 20	20 - 40
pH em H ₂ O	6,00	5,50
P (mg dm ⁻³)	10,00	4,00
K (mg dm ⁻³)	27,00	44,00
Na (mg dm ⁻³)	22,00	7,00
Al ³⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,01	0,16
H ⁺ + Al ³⁺ (cmol _c dm ⁻³)	2,80	3,20
Ca ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	3,10	2,00
Mg ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	3,30	2,00
CTC (T) (cmol _c dm ⁻³)	9,36	7,34
V (%)	70,00	56,00
m (%)	0,20	3,70
Fe (mg dm ⁻³)	98,00	151,00
Cu (mg dm ⁻³)	0,74	0,24
Zn (mg dm ⁻³)	0,74	0,57
Mn (mg dm ⁻³)	6,20	2,22

Extratores químicos utilizados: Embrapa; extração: Água: (pH); Mehlich: (P, K, Na, Fe, Cu, Zn, Mn); KCl 1,0 N: (Ca, Mg e Al); Acetato de cálcio pH 7,0: (H⁺ + Al³⁺); Água quente (Boro).



Anexo 4. Características morfológicas de quatro variedades de cana-de-açúcar: (A) RB92579, (B) SP79-1011, (C) RB931530 e (D) RB93509.



Anexo 5 - Numeração de folhas em cana-de-açúcar no sistema estabelecido por Kuijper, retirado de Rodrigues (1995).