

EDSON TENORIO DA SILVA

**ANÁLISE DE CRESCIMENTO E PRODUTIVIDADE DE DUAS VARIEDADES
DE CANA-DE-AÇÚCAR (*Saccharum* spp) INFLUENCIADAS POR DOSES
DE FÓSFORO**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
RIO LARGO, ESTADO DE ALAGOAS.
ABRIL DE 2007**



EDSON TENORIO DA SILVA

**ANÁLISE DE CRESCIMENTO E PRODUTIVIDADE DE DUAS VARIEDADES
DE CANA-DE-AÇÚCAR (*Saccharum* spp) INFLUENCIADAS POR DOSES
DE FÓSFORO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Alagoas, como parte das exigências do Programa de Pós – Graduação em Agronomia, para obtenção do título de Magister Scientiae.

Orientador: Prof. Dr. Mauro Wagner de Oliveira

Co – Orientadora

Prof. Dr^a Vilma Marques Ferreira

**RIO LARGO, ESTADO DE ALAGOAS.
ABRIL DE 2007**

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Central
Divisão de Tratamento Técnico
Bibliotecária Responsável: Helena Cristina Pimentel do Vale

S586a Silva, Edson Tenorio da.

Análise de crescimento e produtividade de duas variedades de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp) influenciadas por doses de fósforo / Edson Tenorio da Silva.

– Rio Largo, 2007.

xii, 40 f. : tabs., grafs.

Orientador: Mauro Wagner de Oliveira.

Co-Orientadora: Vilma Marques Ferreira.

Dissertação (mestrado em Agronomia : Produção Vegetal) –Universidade Federal de Alagoas. Centro de Ciências Agrárias. Rio Largo, 2007.

Inclui bibliografia.

1. Cana-de-açúcar – Cultivo. 2. Cana-de-açúcar – Produtividade. 3. Adubação fosfatada. I. Título.

CDU: 633.61

TERMO DE APROVAÇÃO

EDSON TENORIO DA SILVA

2006M21D007S-7

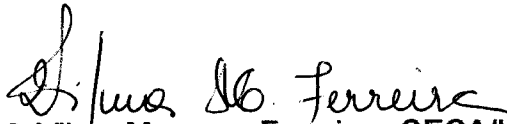
**ANÁLISE DE CRESCIMENTO E PRODUTIVIDADE DE DUAS VARIEDADES
DE CANA-DE-AÇÚCAR (*Saccharum spp*) INFLUENCIADAS POR DOSES
DE FÓSFORO**

Dissertação aprovada como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre do Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração Produção Vegetal da Universidade Federal de Alagoas, pela seguinte banca examinadora:



Prof. Dr. Mauro Wagner de Oliveira - CECA/UFAL

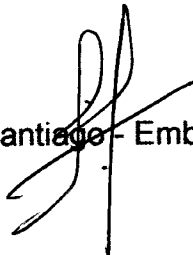
Orientador



Prof^a. Dr^a. Vilma Marques Ferreira - CECA/UFAL



Prof. Dr. José Vieira Silva - UFAL/Arapiraca



Dr. Antônio Dias Santiago - Embrapa Tabuleiros Costeiro

Aprovada em 12 de abril de 2007

A Deus
Ao Futuro Comum
Aos meus Pais Joaquim Tenório e Maria Josefa
Aos Meus Irmãos e grandes amigos, Israel Tenório, Wéliton Tenório
A minha estimada esposa, Márcia Regina e pequena filhinha, Moana Tenório.

DEDICO

Aos que me viram partir e voltar, aos que confiam e me olham com 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;

Ao. Professor Dr. e grande amigo, Mauro Wagner de Oliveira por compartilhar suas idéias, seus pensamentos, sendo um orientador disposto a oferecer estímulos e, principalmente, por expandir meus conhecimentos, ouvir com interesse e ânimo todas as questões, dúvidas e problemas que surgiam durante a pesquisa, e pela coragem de ousar trabalhar com novas idéias e conceitos, obrigado pela orientação, incentivo, apoio e em especial pela grande e inesquecível amizade;

Aos meus pais Joaquim Tenório da Silva e Maria Josefa dos Santos Silva, eternos investidores de confiança, amor e carinho;

Aos meus irmãos Israel Tenório da Silva e Wéliton Tenório da Silva, cunhada Maria Isabel da Silva Nunes Tenório, por toda ajuda e incentivo;

A minha estimada esposa Márcia Regina Vieira da Silva e minha pequena filhinha Moana da Silva Tenório, por toda compreensão, colaboração, confiança e amor;

A minha Co-orientadora, Professora Dr^a. Vilma Marques Ferreira, por toda atenção e amizade;

Ao Professor Dr. José Vieira Silva, por todo conhecimento transmitido, estímulo, força e compreensão;

Ao Programa de Melhoramento Genético da Cana-de-açúcar - PMGCA - UFAL, pelo financiamento deste trabalho;

Ao coordenador do PMGCA, professor Geraldo Veríssimo de S. Barbosa, por todo apoio e incentivo;

A Universidade Federal de Alagoas, pela oportunidade da realização deste curso;

Ao Centro de Ciências Agrárias - CECA;

A coordenação e colegiado do curso de Pós-graduação em Agronomia, por todo apoio concedido;

A CAPES, pela concessão da bolsa de Mestrado;

A todos meus familiares, que acreditaram em meu crescimento pessoal;

Aos amigos Altanys da Silva Calheiros, Djair Felix da Silva, Emília Maria Fortes Feitosa, Jorge Luiz Xavier, Josenildo Verçosa e José Harlisson Ferro por todo estímulo e apoio prestado nesses anos de convivência;

A todos os professores e funcionários do Centro de Ciências Agrárias;

A todos aqueles que não foram citados, mas que contribuíram com meu crescimento pessoal, Meu muito obrigado.

BIOGRAFIA DO AUTOR

EDSON TENORIO DA SILVA, filho de Joaquim Tenório da Silva e Maria Josefa dos Santos Silva, nasceu na cidade de Penedo, Estado de Alagoas, em 31 de outubro de 1979.

Ingressou na Escola Agrotécnica Federal de Satuba – Alagoas, no ano de 1997, onde despertou significativamente seu interesse pelas ciências agrárias.

Ingressou na Universidade Federal de Alagoas, para cursar Agronomia, no ano de 2001, na qual recebeu o grau de Engenheiro Agrônomo no ano de 2005.

Durante sua vida acadêmica desenvolveu atividades de monitoria nas disciplinas de solos I (física do solo) por dois anos consecutivos e na disciplina de agricultura II (culturas anuais).

Participou durante dois anos, do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica – PIBIC/CNPq, da Universidade Federal de Alagoas onde despertou seu interesse pela pesquisa.

Fez estágio no Departamento de Fitotecnia e Fitossanidade da Universidade Federal da Alagoas, no ano de 2003 e no Programa de Melhoramento Genético da Cana-de-açúcar no período de 2005 a 2007.

Em março de 2006 iniciou o Curso de Mestrado em Agronomia, concentração em Produção Vegetal, na Unidade Acadêmica Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas.

SUMÁRIO

	Pág.
AGRADECIMENTOS	III
BIOGRAFIA DO AUTOR	V
SUMÁRIO	VI
LISTA DE FIGURAS	VII
LISTA DE TABELAS	VIII
RESUMO GERAL	IX
GENERAL ABSTRACT	XI
INTRODUÇÃO GERAL	1
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	4
 CAPÍTULO 1:	
 ÁREA FOLIAR E DENSIDADE POPULACIONAL DE DUAS VARIEDADES DE CANA-DE-AÇÚCAR INFLUENCIADA POR DOSES DE FÓSFORO	
	6
Resumo	6
Abstract	7
Introdução	8
Material e Métodos	9
Resultados e Discussão	12
Conclusões	17
Referências Bibliográficas	17
 CAPÍTULO 2:	
 CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DE SACAROSE POR DUAS CULTIVARES DE CANA-DE-AÇÚCAR SOB DIFERENTES DOSES DE ADUBAÇÃO FOSFATADA	
	19
Resumo	19
Abstract	20
Introdução	21
Material e Métodos	22
Resultados e Discussão	25
Conclusões	35
Referências Bibliográficas	36
CONSIDERAÇÕES FINAIS	40

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
FIGURA 1. Precipitação pluvial mensal (mm) e média das temperaturas máximas, médias e mínimas (°C), durante o período experimental. -----	10
FIGURA 2. Índices de área foliar - IAF ($m\ m^{-2}$) e população (plantas m^{-1}) das variedades de cana RB867515 (V1) e RB92579 (V2) (média de todas as doses de P), estimado pelo método de Francis et al., (1969), M1 e método de Hemann & Câmara (1999), M2. Amostragens realizadas de janeiro a setembro de 2006, (120 a 370 DAP). -----	15
FIGURA 3. Precipitação mensal (mm) e média das temperaturas máximas, médias e mínimas (°C), durante o período experimental. -----	23
FIGURA 4. Índices médios de área foliar e densidade populacional de duas variedades nas amostragens realizadas de janeiro a setembro de 2006, 120 a 370 dias após o plantio. -----	29
FIGURA 5. Taxa de crescimento da cultura para as variedades RB867515 (a), RB92579 (b), taxa de crescimento relativo para as variedades RB867515 (c), RB92579 (d) e taxa de assimilação líquida para as variedades RB867515 (e), RB92579 (f) sob diferentes doses de fósforo. -----	32
FIGURA 6. Toneladas de colmos por hectare (a) e Tonelada de sacarose aparente por hectare (b), de duas variedades de Cana-de-açúcar sob diferentes doses de adubação fosfatada. -----	34

LISTA DE TABELAS

		Pág.
TABELA 1.	Resultados da análise química do solo da área experimental, nas profundidades de 0-20 cm e 20-40 cm. -	10
TABELA 2.	Quadrados médios da análise de variância para índice de área foliar (I.A.F) e população de plantas (plantas m ⁻¹) de duas variedades de cana adubadas com seis doses de fósforo. -----	13
TABELA 3.	Médias comparativas de índice de área foliar estimada por dois métodos em dois cultivares de Cana-de-açúcar, influenciada por seis doses de adubação fosfatada, em nove épocas de amostragem. -----	14
TABELA 4.	Resultados da análise química do solo da área experimental, nas profundidades de 0-20 cm e 20-40 cm. -	24
TABELA 5.	Quadrados médios da análise de variância para índice de área foliar (I.A.F), acúmulo e alocação de matéria seca (MS) em toda planta (Ac.MS Td Pl.), e folhas fotossinteticamente ativas (F.F.A.), taxa de crescimento da cultura (TCC), taxa de crescimento relativo (TCR), taxa de assimilação líquida (TAL), produção de colmos industrializáveis (Prod. Colmos) e produção de sacarose aparente Mg ha ⁻¹ , por duas variedades de cana adubadas com seis doses de fósforo. -----	27
TABELA 6.	Médias do índice de área foliar (I.A.F), acúmulo e alocação de matéria seca (MS) em toda planta (Ac.MS Td Pl.), e folhas fotossinteticamente ativas (F.F.A.), taxa de crescimento da cultura (TCC), taxa de crescimento relativo (TCR), taxa de assimilação líquida (TAL), produção de colmos industrializáveis (Prod. Colmos) e produção de sacarose aparente, por duas variedades de cana adubadas com seis doses de fósforo. -----	28

RESUMO GERAL

O conhecimento da área foliar se faz necessário toda vez em que a cana-de-açúcar é submetida a avaliações, onde se comparam variedades diferentes, ou submete-as a condições ambientais, manejo ou de adubação diferentes, que possam manifestar notadamente alterações nas dimensões das folhas das plantas influenciando no processo fotossintético. Maior balanço fotossíntese-respiração, aumenta a quantidade de assimilados disponíveis para o crescimento vegetal (Taxa de assimilação líquida), entretanto, a alocação preferencial de carbono pelas diferentes frações da planta-folha, colmos e sistema radicular, condicionada pelo meio e/ou manejo, pode alterar os índices de crescimento. Desta forma, as estimativas desses índices podem fornecer subsídios para o entendimento das adaptações experimentadas pelas plantas sob diferentes condições de meio: luz, temperatura, umidade e fertilidade do solo. A análise do crescimento é considerada um método padrão pois se baseia fundamentalmente no fato de que cerca de 95%, em média, da matéria seca acumulada pelas plantas, ao longo do seu crescimento, resultam da atividade fotossintética (Benincasa, 2003). O restante provém da absorção de nutrientes minerais. Embora em quantidades de menor expressão, os nutrientes minerais são indispensáveis ao crescimento desenvolvimento vegetal, visto que os mesmos são absorvidos e incorporados em toda biomassa vegetal. Estes participam direta ou indiretamente na produção de compostos orgânicos, bem como de sacarose, que é produzida a partir de trioses-fosfatos transportadas do cloroplasto para o citossol é exportada principalmente para os vacúolos. O presente trabalho teve como objetivo estudar métodos de estimativa de área foliar, densidade populacional, crescimento e a produção de duas variedades de cana-de-açúcar de alto potencial produtivo adubadas com diferentes doses de fósforo, em ciclo de cana planta. O delineamento foi em blocos casualizados com cinco repetições em esquema fatorial 2 x 6, sendo os tratamentos compostos pelas variedades RB867515 e RB92579 sob seis doses de P (0, 30, 60, 90, 120 e 150 kg ha⁻¹). Por ocasião do plantio, todas as parcelas receberam quantidades equivalentes a 33 e 200 kg ha⁻¹ de N e K, respectivamente. No início do período chuvoso, aos 210 DAP, realizou-se a

adubação de cobertura e adubação com micronutrientes nas doses de 67; 6; 6; e 7 kg ha⁻¹ de N, Cu, Mn e Zn, respectivamente, ao longo da linha da cultura. Foram realizadas nove avaliações com coletas de plantas em 2,4 m², em intervalos médios de 30 dias, para estimativas da área foliar, por dois métodos, da população de plantas e do acúmulo de matéria seca nas ativas folhas fotossinteticamente e em toda planta. A décima amostragem foi realizada aos 458 DAP para determinar a produção de sacarose aparente. De posse dos dados realizou-se a análise estatística por meio do programa SISVAR. A estimativa de área foliar apenas com utilização da folha +3, constitui-se em uma alternativa ao método convencional de estimativa, na determinação da área foliar para a cultura da cana-de-açúcar. O aumento da adubação fosfatada contribui com o incremento de área foliar na cultura da cana-de-açúcar, sobretudo para a variedade RB92579. A adubação fosfatada influenciou grandemente no índice de área foliar (IAF), acúmulo de matéria seca na planta, taxa de crescimento da cultura (TCC), taxa de crescimento relativo (TCR), taxa de assimilação líquida (TAL), e produção de colmos e de sacarose. Os maiores IAF e TCC, ocorreram no período de 280 a 310 DAP, tendo a variedade RB92579 apresentada valores maiores. A variedade RB92579, apresentou maiores produções de matéria seca, colmos industrializáveis e sacarose aparente.

GENERAL ABSTRACT

The knowledge of the leaf area is required every time the sugarcane is subjected to evaluation in which different varieties are compared or submitted to different environmental conditions, managements or fertilizations, therefore evidently showing alteration in dimensions of the plant leaves, so affecting the photosynthetic process. Although the higher breathing-photosynthesis balance increases the amount of the assimilates available to vegetative growth (Net assimilation rate), the preferential carbon allocation for the different fractions of the leaf-plant, stalks, and root system, that is conditioned by the medium and/or management, can change the growth indexes. Thus, the estimates of those indexes can supply subsidies for understanding the adaptations of the plants under different medium conditions: light, temperature, moisture and soil fertility. The growth analysis is considered as standard method, since it is fundamentally based on the fact that about 95% on average of the dry matter accumulated by plants during growth rather result from the photosynthetic activity (Benincasa, 2003). The remaining comes from the absorption of mineral nutrients. Although at lower amounts, the mineral nutrients are indispensable to the vegetal growth and development, since they are absorbed and incorporated into every vegetative biomass. On direct or indirect way, they participate into production of the organic compounds as well as in sucrose, that is produced from the phosphates-trioses transported from the chloroplast to cytosol and is mainly exported to the vacuoles. The present study was carried out to evaluate the methods for estimation of the leaf area, population density, growth and yield of two sugarcane cultivars provided with high productive potential and fertilized with different phosphorus doses in the cane plant cycle. The randomized block experimental design was used with five replicates under a factorial scheme 2 x 6, and the treatments were composed by the cultivars RB867515 and RB92579 under six P doses (0, 30, 60, 90, 120 and 150 kg ha⁻¹). At planting time, all plots were given amounts corresponding to 33 and 200 kg ha⁻¹ N and K, respectively. When beginning the rainy season at 210 DAP, either side-dressing fertilization and the micronutrient fertilization at the doses 67; 6; 6; and 7 kg ha⁻¹ N, Cu, Mn and Zn, respectively were accomplished along the cropping line. Nine evaluations were performed with plants collected within 2.4 m² at 30-days

average intervals for estimation of the leaf area by two methods, plant population and dry matter accumulation in either photosynthetically active leaves and the whole plant. The tenth sampling was accomplished at 458 DAP in order to determine the yield of the apparent sucrose. After obtaining the data, the statistical analysis was accomplished, by using the program SISVAR. The estimate of the leaf area by using just the leaf +3 is an alternative to the conventional estimate method, when determining the foliar area for sugarcane crop. The increased phosphate fertilization contributes to increment the leaf area in the sugarcane crop, specially for the RB92579 cv. The phosphate fertilization widely affected the leaf area index (IAF), dry matter accumulation in plant, crop growth rate (TCC), relative growth rate (TCR), net assimilation rate (TAL), and both stalk and sucrose yields. During the period from 280 to 310 DAP, the highest IAF and TCC occurred, whereas the RB92579 cv. showed higher values. The RB92579 cv., showed higher yield of dry matter, industrializable stalks and apparent sucrose.

INTRODUÇÃO GERAL

A cadeia produtiva da cana-de-açúcar tem grande importância no cenário sócio-econômico Brasileiro. Ela é responsável por uma fatia expressiva do produto interno bruto, possibilita o uso de uma fonte de energia renovável, gera divisas com a exportação de açúcar e álcool, além de ser uma atividade com grande participação na geração de empregos. Para a manutenção da competitividade da cadeia, é imperativo que as áreas agrícola, industrial e administrativa apresentem ganhos de produtividade.

Na atualidade, o Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar, colocando-o em uma posição privilegiada para atender às necessidades de maiores exportações tanto de açúcar quanto de álcool anidro para fins combustíveis. O país apresenta duas regiões produtoras, com safras alternadas, podendo manter sua presença no mercado mundial ao longo de todo o ano. Conta com uma avançada tecnologia de produção de álcool anidro a partir da cana-de-açúcar.

Portanto, torna-se primordial a adequação e desenvolvimento de variedades responsivas, que mesmo cultivados em áreas de baixa fertilidade natural, como nas áreas que já são exploradas tradicionalmente com a cultura em Alagoas e em todo país, possam verticalizar ainda mais a produção. Sabe-se que os ganhos em produtividade da cana-de-açúcar podem ser obtidas de três formas distintas: aumento da produção de colmos por unidade de área, aumento do teor de açúcar nos colmos e maior longevidade do canavial. Para se atingir esses objetivos, devem-se adequar os fatores relativos ao sistema solo-planta-atmosfera às práticas culturais, bem como incrementar o entendimento da interação entre esses fatores (Gomes, 2003).

Em Alagoas a cana-de-açúcar concentra-se, principalmente em Latossolos e Argissolos Amarelo, distribuídos na Zona da Mata e nos Tabuleiros Costeiros, caracterizados por serem ácidos e apresentarem baixa capacidade de troca de cátions e soma de bases, baixo teor de ferro e presença de caulinita e goethita na fração argila (Jacomine, 2001), com alta capacidade de adsorção de fosfato, deixando baixos teores disponíveis para as plantas, portanto, grandes quantidades de nutrientes em adubações para a

obtenção e manutenção de altas produtividades. Devido a isso, é comum à aplicação de altas doses de fosfato podendo chegar a 77 kg ha⁻¹ de P. Esta recomendação é a mais utilizada nas regiões canavieiras, onde se aplica todo o fósforo recomendado no fundo do sulco de plantio, visando atender as necessidades da cana-planta e das soqueiras subseqüentes (Orlando Filho et al., 1994).

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

O fósforo fornecido às plantas está presente nos fertilizantes sob diferentes formas químicas, as quais apresentam diferentes comportamentos agrônômicos, exercendo influência no crescimento e desenvolvimento da cana-de-açúcar. Pesquisas de campo mostraram que a cultura apresentou melhor reação com os fosfatos solúveis, com retornos econômicos bem superiores aos fosfatos de baixa solubilidade (Albuquerque et al., 1980; Lima et al., 1982; Albuquerque e Marinho, 1983; Weber et al., 1993; Korndorfer, 2004). Ao contrário das fontes solúveis, as de baixa solubilidade não conseguem manter níveis adequados de fósforo para as plantas em virtude de sua baixa velocidade inicial de dissolução (Goedert, 1983; Goedert e Lobato, 1984), o que acarretaria prejuízo no rendimento da cultura.

Por outro lado, fontes orgânicas como o composto de usina (mistura de bagaço, torta de filtro e cinzas) poderá substituir todo fósforo requerido pela cana-de-açúcar com dosagem da ordem de 20 t ha⁻¹ (massa fresca), podendo proporcionar alterações significativas nos atributos químicos do solo, aumentando a disponibilidade de cálcio, nitrogênio e fósforo e os teores de carbono orgânico do mesmo, bem como na melhoria das propriedades físicas do solo, aumentando a sua capacidade máxima de retenção de água (Korndorfer, 2004). O volume desse material produzido por safra, em uma única unidade industrial, pode ser suficiente para se plantar de 1000 a 1500

hectare. Admitindo-se um nível de adubação de 52 kg ha⁻¹ de P, isso equivaleria a uma redução em torno de 52 a 77 t de P ano⁻¹; além da economia com o nitrogênio da cana-planta, pois a dosagem de 20 t de composto por hectare fornece uma quantidade superior a 60 kg ha⁻¹ desse nutriente.

Nos trabalhos realizados com cana-de-açúcar pela Seção de Fertilidade de Solos do IAA/Planalsucar, nas décadas de 70 e 80, eram considerados apenas dados de produtividades finais sem nenhum detalhamento do crescimento e desenvolvimento da cultura. Nesse sentido, a análise de crescimento de planta torna-se uma ferramenta importante porque se fundamenta na medição seqüencial do acúmulo de matéria orgânica nas diferentes fases da cultura. Desta forma, considerando-se a importância da adubação fosfatada para a cana-de-açúcar e a escassez de informações sobre seu crescimento, faz-se necessário o uso da análise de crescimento para avaliar os efeitos do fósforo durante o ciclo da planta, a fim de fornecer informações necessárias para o manejo mais eficiente dessa adubação.

O presente estudo teve como objetivo geral, estudar métodos de estimativa de área foliar, densidade populacional, crescimento e a produção de duas variedades promissoras de cana-de-açúcar adubadas com diferentes doses de fósforo, em ciclo de cana planta.

Para facilitar a discussão dos resultados o presente trabalho foi dividido em capítulos, sendo o primeiro capítulo intitulado: Área foliar e densidade populacional de duas variedades de cana-de-açúcar influenciada por doses de fósforo, e o segundo capítulo como: Crescimento e produção de sacarose de duas variedades de cana-de-açúcar influenciadas por doses de fósforo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, G.A.C., MARINHO, M.L., ARAÚJO FILHO, J.T. Competição de fontes de fósforo em cana-de-açúcar. In: CONGRESSO NACIONAL DA SOCIEDADE DOS TÉCNICOS AÇUCAREIROS E ALCOOLEIROS DO BRASIL. 1979, Maceió. **Anais...** Maceió-AL: STAB, 1980. v.2, p.319-322.

ALBUQUERQUE, G.A.C., MARINHO, M.L. Adubação na Região Norte-Nordeste. In: ORLANDO FILHO, J. (Coord.). **Nutrição e adubação da cana-de-açúcar no Brasil**. Piracicaba: IAA/PLANALSUCAR, 1983, p.265-286.

BONNET, G. D.; SALTER, B.; ALBERTSON, P. L. Biology of suckers: late-formed shoots in sugarcane. **Annals of Applied Biology**. England, v.138, n.1, p.17-26, 2001.

GOEDERT, W.J. Efeito residual de fosfatos naturais em solos de cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.18, n.5, p.499-506, 1983.

GOEDERT, W.J., LOBATO, E. Avaliação agrônômica de fosfatos em solo de cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.8, n.1, p.97-102, 1984.

GOMES, J. F. F. Produção de colmos e exportações de macronutrientes primários por cultivares de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.). **Dissertação** (Mestrado) -Piracicaba, 2003. 65 p.

JACOMINE, P.K.T. Evolução do conhecimento sobre solos coesos no Brasil. In: WORKSHOP COESÃO EM SOLOS DOS TABULEIROS COSTEIROS. 2001, Aracaju. **Anais...** Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2001.

KORNDÖRFER, G.H. Fósforo na cultura da cana-de-açúcar. In: YAMADA, T., ABDALLA, S.R.S (ed.). SIMPÓSIO SOBRE FÓSFORO NA AGRICULTURA BRASILEIRA, 2004, São Pedro-SP. **Anais...** 2004. p.291-305.

LIMA FILHO, S.A., ZAMBELLO JÚNIOR, E., ORLANDO FILHO, J. Doses e fontes de fósforo em cana-planta no Estado de São Paulo. **Saccharum**, São Paulo, v.5, n.21, p.37-43, 1982.

SILVA, E.T. 2007. Análise de crescimento e produtividade de duas variedades de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) influenciadas por doses de fósforo. 5

MAGALHÃES, A. C. N. Análise quantitativa do crescimento. In: FERRI, M. G. (Ed). **Fisiologia vegetal**. São Paulo : Edusp, 1979. v.1, p.331-349.

ORLANDO FILHO, J. Calagem e adubação da cana-de-açúcar. In: CÂMARA, G.M.S., OLIVEIRA, E.A.M (eds.). **Produção de cana-de-açúcar**. Piracicaba: FEALQ, 1994. p.133-146.

WEBER, H., BOLSANELLO, J., AZEREDO, D.F. Doses e fontes de fósforo em cana-de-açúcar. In: CONGRESSO NACIONAL DA SOCIEDADE DOS TÉCNICOS AÇUCAREIROS E ALCOOLEIROS DO BRASIL, 5., 1993, Águas de São Pedro. **Anais...** Piracicaba-SP: STAB, 1993. p. 70-75.

CAPÍTULO 1

ÁREA FOLIAR E DENSIDADE POPULACIONAL DE DUAS VARIETADES DE CANA-DE-AÇÚCAR INFLUENCIADAS POR DOSES DE FÓSFORO¹

Edson Tenório da Silva², Mauro Wagner de Oliveira³, Vilma Marques Ferreira³, Geraldo Veríssimo de Sousa Barbosa³, José Vieira Silva⁴, Wéliton Tenório da Silva⁵.

RESUMO

A síntese primária de compostos orgânicos é realizada nas folhas verdes e por este motivo torna-se necessário conhecer o tamanho do aparato fotossintético em estudos de avaliação de potencial produtivo, manejo e adubação. Há vários métodos para se avaliar a área foliar, entretanto, em estudos de campo, os métodos que utilizam as dimensões foliares e o número de folhas por área tem sido os preferidos, dado à sua praticidade e boa precisão. O objetivo deste trabalho foi comparar dois métodos de estimativas de área foliar e a densidade populacional de duas variedades de cana-de-açúcar sob diferentes doses de fósforo. O delineamento foi em blocos casualizados em esquema fatorial 2 x 6, sendo os tratamentos compostos pelas variedades RB867515 e RB92579 e pelas doses de P: 0, 30, 60, 90, 120 e 150 kg ha⁻¹. Por ocasião do plantio, todas as parcelas receberam quantidades equivalentes a 33 e 200 kg ha⁻¹ de N e K, respectivamente. No início do período chuvoso, aos 210 DAP, realizou-se, ao longo da linha da cultura, a adubação de cobertura e adubação com

¹ Trabalho apresentado como parte da dissertação do primeiro autor junto ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Produção Vegetal da UFAL. Trabalho financiado por bolsa de Mestrado CAPES e auxílio de custo pelo Programa de Melhoramento Genético da Cana-de-açúcar PMGCA/UFAL;

² Engenheiro Agrônomo, MSc em Agronomia – Produção Vegetal. edsonets@gmail.com;

³ Professores Adjunto CECA / UFAL. mwagner@ceca.ufal.br, vilmaferreira@ceca.ufal.br, gvsb@fapeal.br,

⁴ Professor Adjunto. UFAL – Arapiraca. jovisi@yahoo.com.br

⁵ Agronomando, CECA / UFAL. welitontenorio@gmail.com.

micronutrientes nas doses de 67; 6; 6 e 7 kg ha⁻¹ de N, Cu, Mn e Zn, respectivamente. Foram realizadas nove avaliações com coletas de plantas em 2,4 m², em intervalos médios de 30 dias para estimativas da área foliar por dois métodos: o primeiro proposto por Francis *et al.* (1969), e o segundo, mais simplificado proposto por Hermann e Câmara (1999). Os dados obtidos foram submetidos à análise estatística por meio do programa SISVAR. A estimativa da área foliar (AF), apenas com utilização da folha +3, constitui-se em uma alternativa ao método convencional, na determinação da AF para a cultura da cana. Verificou-se também que a área foliar determinada pelos dois métodos apresentou relação superior a 95%. A adubação fosfatada não influenciou a determinação da população de plantas, havendo apenas diferença entre as variedades.

Palavras chave: Índices biométricos, fitomassa, nutrição mineral, variedades.

LEAF AREA AND POPULATION DENSITY IN TWO SUGARCANE CULTIVARS AFFECTED BY PHOSPHORUS DOSES

ABSTRACT

The primary synthesis of the organic compounds occurs in the green leaves, so there is a need for knowing the size of the photosynthetic apparatus in evaluating studies of the productive potential, management and fertilization. Despite the availability of several methods to evaluate the leaf area, those methods using the leaf dimensions and leaf numbers per area have been preferred in field studies, because their feasibility and satisfactory accuracy. The objective of this work was to compare two methods for estimating the leaf area and populational density in two sugarcane cultivars under different phosphorus doses. The randomized block experimental design was used under a factorial scheme 2 x 6, and the treatments were composed by either cultivars RB867515 and RB92579 and the P doses: 0, 30, 60, 90, 120 and 150 kg ha⁻¹. At planting time, all plots were given N and K at amounts equivalent to 33 and 200 kg ha⁻¹, respectively. In the beginning of the rainy season at 210 DAP, the

side-dressing fertilization and that with micronutrients at the doses 67; 6; 6 and 7 kg ha⁻¹ of N, Cu, Mn and Zn, respectively, were accomplished along the drop line. Nine evaluations were accomplished for the plants collected in 2.4 m² at 30-day average intervals, in order to estimate the leaf area by two methods: the first one, proposed by Francis et al. (1969), and the second one that was more simplified and proposed by Hermann and Camera (1999). The data were subjected to the statistical analysis, by using the program SISVAR. The leaf area (AF) estimate by using only the leaf +3 is an alternative to the conventional method, when determining the AF for the sugarcane crop. It was also observed that the leaf area determined by both methods showed relationship higher than 95%. The increased phosphate fertilization rather contributes to increase the leaf area in the sugarcane crop, mainly for the cultivar RB92579.

Keywords: Biometric indexes, phytomass, mineral nutrition, cultivars

INTRODUÇÃO

As plantas captam energia luminosa para seu crescimento pelas folhas, por intermédio do processo fotossintético, reduzem o CO₂ atmosférico a compostos orgânicos essenciais à manutenção de sua biomassa, bem como à formação de novos tecidos. Devido a isso, a área foliar (AF) de uma planta pode ser diretamente relacionada com diversos parâmetros morfológicos e fisiológicos de interesse agrônômico.

Sabe-se que após a germinação, as plantas iniciam o desenvolvimento de suas folhas, que são responsáveis diretas pela transformação da energia solar em energia química através do processo fotossintético. Cada planta de cana-de-açúcar produz uma nova folha a cada 10 dias aproximadamente (Glasziou *et al.* 1965), e devido à senescência e queda das folhas mais velhas observa-se o número praticamente constante, de 8 a 10 folhas por colmo, após o fechamento do dossel (Machado, 1981).

Atualmente, os métodos estimativos de área foliar são geralmente complexos, demorados e destrutivos. O mais rotineiramente utilizado é o desenvolvido por Francis *et al.* (1969), que consiste em fazer a medição de todas as folhas da planta e determinar a área foliar (AF) através de uma

fórmula que leva em consideração o comprimento (C) e a largura (L) da folha, e um fator de forma. Porém, Hermann e Câmara (1999) propuseram uma fórmula para a determinação da AF, já que o anterior era destrutivo e trabalhoso. O novo método apresentou boa correlação com aquele de Francis *et al.* (1969).

A grande vantagem deste método é a facilidade e rapidez de obtenção dos dados quando comparado ao de Francis *et al.* (1969). Quando se dispõe de mais recursos, modernos equipamentos permitem medidas diretas, dispensando tais medidas indiretas.

Ante ao exposto o objetivo deste trabalho foi estudar dois métodos de estimativas de área foliar e a densidade populacional em duas variedades de cana-de-açúcar submetida a doses crescente de fósforo, em Rio Largo - Alagoas.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal de Alagoas (CECA / UFAL), situado em Rio Largo – AL, no período de Setembro de 2005 a Dezembro de 2006. As coordenadas geográficas de referência são: latitude Sul 9° 29' 45", longitude Oeste 35° 49' 54" e altitude de 165 metros.

O clima, de acordo com a classificação de Koeppen é do tipo As, tropical chuvoso, com verões secos. Os dados climatológicos de precipitação pluvial mensal (mm), temperatura máxima (°C), temperatura média (°C) e temperatura mínima (°C), durante o período experimental, foram coletados na estação meteorológica localizada na área experimental do CECA e, estão apresentados na Figura 1.

A precipitação pluvial acumulada no período foi de 1.847 mm, sendo as médias das temperaturas mínima, média e máxima de 19, 26 e 32 °C, respectivamente (Figura 1).

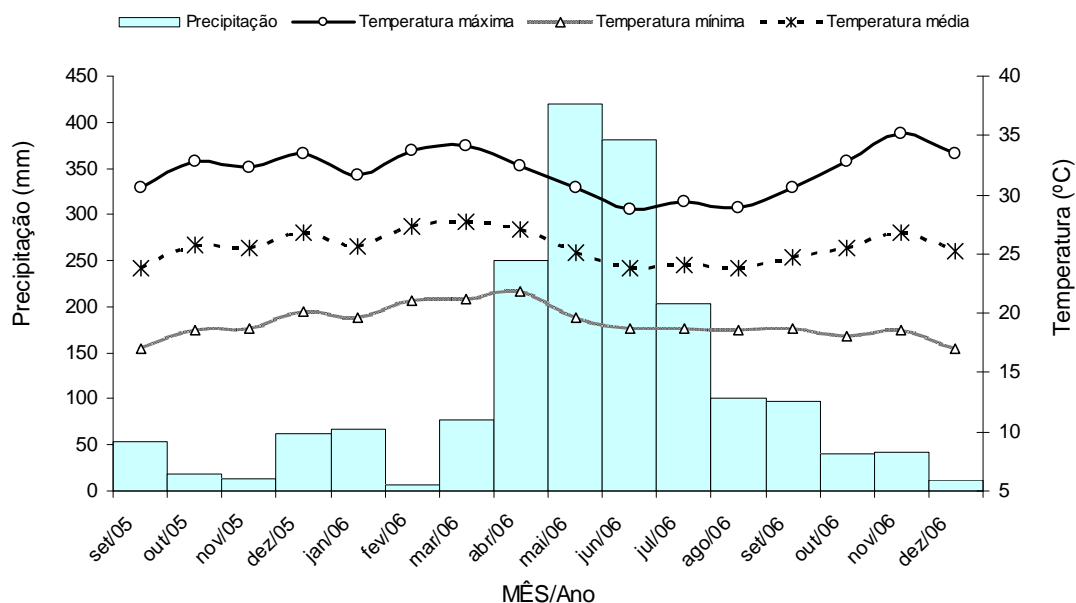


Figura 1. Precipitação pluvial mensal (mm) e média das temperaturas máximas, médias e mínimas (°C), durante o período experimental.

As características químicas do solo da área experimental, um Latossolo Amarelo coeso distrófico, com relevo plano, estão citadas na Tabela 1.

Tabela 1. Resultados da análise química do solo da área experimental, nas profundidades de 0-20 cm e 20-40 cm.

Profundidades	pH	P	K	Na	Al ³⁺	H ⁺ + Al ³⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	CTC (T)	V	m
	H ₂ O	----- mg dm ⁻³ -----	-----	-----	-----	-----	cmol _c dm ⁻³ -----	-----	-----	----- % -----	-----
0 – 20 cm	5,6	6	38	0	0,41	4,5	1,50	1,10	7,20	37,4	13,2
20 – 40 cm	5,4	3	11	0	0,64	4,5	1,20	0,80	6,53	31,0	23,9

Extratores químicos utilizados: 1) Para P e K: Mehlich; 2) Para Ca, Mg e Al: KCl 1,0 M, 3) Para H⁺ + Al³⁺: acetato de cálcio 0,5 M a pH 7,0 - 7,2.

O solo recebeu calagem em dose uma e meia vez maior que a predita analiticamente pelo critério de saturação por bases, seguindo sugestões de Oliveira (1993) e Oliveira *et al.* (2003). A seguir, o terreno foi subsolado, arado, gradeado e sulcado a 1,20 m entre linhas.

O estudo foi um fatorial 2 x 6, constituído por duas variedades de cana, RB867515 e RB92579, e seis doses de fósforo: 0, 30, 60, 90, 120, e 150 kg ha⁻¹, tendo como fonte o superfosfato triplo. Utilizou-se também na adubação de

plantio, N e K em doses correspondentes a 33 e 200 kg ha⁻¹, respectivamente. A mistura do fertilizante N-P-K foi aplicada no fundo do sulco de plantio, coberta com uma pequena camada de terra, distribuindo-se sobre elas os colmos de cana, em densidade média de 15 a 18 gemas por metro. Os tratamentos foram dispostos em blocos casualizados com cinco repetições, sendo as parcelas experimentais compostas por cinco linhas de 10 metros de comprimento.

A cultura foi mantida livre de ervas daninhas durante todo o ciclo, tendo-se utilizado herbicidas seletivo pré-emergente e pós-emergente de contato. Realizou-se uma aplicação do fungo *Metarhizium anisopliae*, para controle de ninfas de cigarrinhas.

Aos 210 dias após o plantio (DAP), adubaram-se as plantas com N, Cu, Mn e Zn em doses de 67; 6,0; 6,0 e 7,0 kg ha⁻¹, respectivamente.

A área foliar foi estimada por dois métodos: um mais usual, o de Francis et al. (1969) e o outro uma adaptação proposta por Hermann e Câmara (1999). No método de Francis *et al.* (1969), a área é obtida pelo produto do C x L, sendo C o comprimento do limbo sobre a nervura principal desde o ponto de inserção do limbo com a bainha até o ápice da folha e L, a maior largura perpendicular à nervura principal da folha. O referido produto, deverá ser corrigido pelo fator 0,75. Este método prevê a tomada de medidas de todas as folhas fotossinteticamente ativa da planta.

O segundo, uma simplificação proposta por Hermann e Câmara (1999), baseia-se na maior largura perpendicular à nervura principal da folha +3 e no comprimento do limbo sobre a nervura principal da folha +3, “sistema Kuijper” descrito por Bacchi (1983), multiplicado pelo fator de forma de 0,75 proposto por Francis et al (1969), onde a área foliar por planta foi obtida após correção pelo coeficiente N+2, sendo N, o número de folhas totalmente abertas e com, pelo menos 20% de área verde e 2, fator de correção que considera a existência de pelo menos, duas folhas mais novas que a folha zero.

Posteriormente, para o cálculo do Índice de Área Foliar (IAF) m² m⁻² nos dois métodos, dividiu-se o AF de todas as plantas amostradas pelo espaço (m²) ocupado por elas.

Desta forma pode-se resumir as equações utilizadas pelos dois métodos em:

Método de Francis (método 1): $AF = (C \times L \times 0,75)$, em que:

AF = área foliar estudada;

C = comprimento da folha estudada;

L = largura da folha estudada;

0,75 = fator de forma.

Método de Hermann e Câmara (método 2): $AF = [C \times L \times 0,75 \times (N + 2)]$,

em que:

C = comprimento da folha +3 estudada;

L = largura da folha +3 estudada;

N = nº de folhas totalmente abertas com mais 20% de área verde;

2 = fator de correção.

As estimativas de área foliar pelos métodos, foram feitas em coletas periódicas aos: 130, 160, 190, 220, 250, 280, 310, 340 e 370 DAP, em plantas de uma área amostral de 2,4 m², no centro de cada parcela.

Os resultados das avaliações de área foliar e população de plantas por metro, foram submetidos à análise de variância, utilizando para isso o programa estatístico SISVAR[®].

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A área foliar fotossinteticamente ativa (FFA), das duas variedades foi máxima no período de 280 a 340 dias após o plantio, quando se observaram índices médios de área foliar variando de 3,05 e 3,34 para a RB867515 e 3,98 a 4,78 para a RB92579 (Figura 2), sendo o IAF dentro de cada época ajustado pela equação polinomial: $Y = -0,0641 \cdot X^2 + 1,0073 \cdot X - 0,3645$, ($R^2 = 0,91$).

O índice de área foliar (IAF) médio obtido neste estudo para as duas variedades de cana, aumentou de forma acentuada, dos 220 aos 310 DAP (Figura 2), e a partir desta data declinaram. Padrão similar de variação do IAF, foi descrito por Silveira (1985) e Rossiello (1987). Conforme citado por

Rossiello (1987) e Silva (2005), as reduções do IAF são compreensíveis, tendo em vista que, com o crescimento, aumenta a interferência de folhas superiores sobre as folhas inferiores (auto-sombreamento), e a tendência é a área útil das folhas diminuírem, interferindo na relação da matéria seca total da planta com a área foliar da mesma.

O método que se baseia apenas na utilização da folha +3 para estimativa da área foliar, proposto por Hermann e Câmara, (1999), apresentou diferença estatística significativa (Tabelas 2 e 3) do método proposto por Francis *et al.*, (1969), apresentando este método, valores estimados inferiores. Contudo, as diferenças observadas foram da ordem de 3,89% para a variedade RB867515 e 5,44% para a variedade RB92579

Tabela 2. Quadrados médios da análise de variância para índice de área foliar (I.A.F) e população de plantas (plantas m⁻¹) de duas variedades de cana adubadas com seis doses de fósforo.

----- Quadrados médios -----			
Fonte de variação	GL	I.A.F.	Plantas m ⁻¹
Bloco	4	0,640431 ^{ns}	6,069444 ^{ns}
Variedade (V)	1	137,037977***	2587,266667***
Dose de P (P)	5	9,856670***	2,582222 ^{ns}
Métodos (M)	1	3,459958***	-
Épocas (E)	8	153,360867***	258,358333***
V x P	5	0,341703 ^{ns}	9,346667 ^{ns}
V x M	1	0,138516 ^{ns}	-
V x E	8	4,966912***	46,291667***
Resíduo	1046	0,213046	4,524825
CV (%)		17,74	17,02

^{ns}, *, ** e *** = não significativo e significativo ao nível de 5, 1 e 0,1% de probabilidade, pelo teste F, respectivamente

Tabela 3. Médias comparativas de índice de área foliar estimada por dois métodos em dois cultivares de Cana-de-açúcar, influenciada por seis doses de adubação fosfatada, em nove épocas de amostragem.

Variedades	I.A.F. (m m ⁻²)	Plantas m ⁻¹
RB867515 Mét. 1	2,33Ab	10,31B
RB867515 Mét. 2	2,24Bb	-
RB92579 Mét. 1	3,06Aa	14,68A
RB92579 Mét. 2	2,93Ba	-
Médias	2,64	12,50
CV (%)	17,74	17,02

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

CV: Coeficiente de variação.

Trabalhos conduzidos por Tsumanuma *et al.* (2004), comparando métodos de estimativa de área foliar na cultura do milho, mostraram que o método tradicional proposto por Francis *et al.* (1969), não deverá ser utilizado como procedimento padrão para a determinação do índice de área foliar, por superestimar os dados levantados.

O fato dos métodos ter apresentado diferenças significativas, neste estudo, durante todo o período de avaliação, possivelmente esteja relacionado ao grande número de observação realizados durante as nove épocas de avaliação.

Para a RB92579, comparativamente à RB867515, a redução do IAF foi muito mais influenciada pela redução do número de colmos (Figura 2). A partir de 340 dias, com a população de colmos praticamente estabilizada, o declínio do IAF deveu-se provavelmente à senescência foliar.

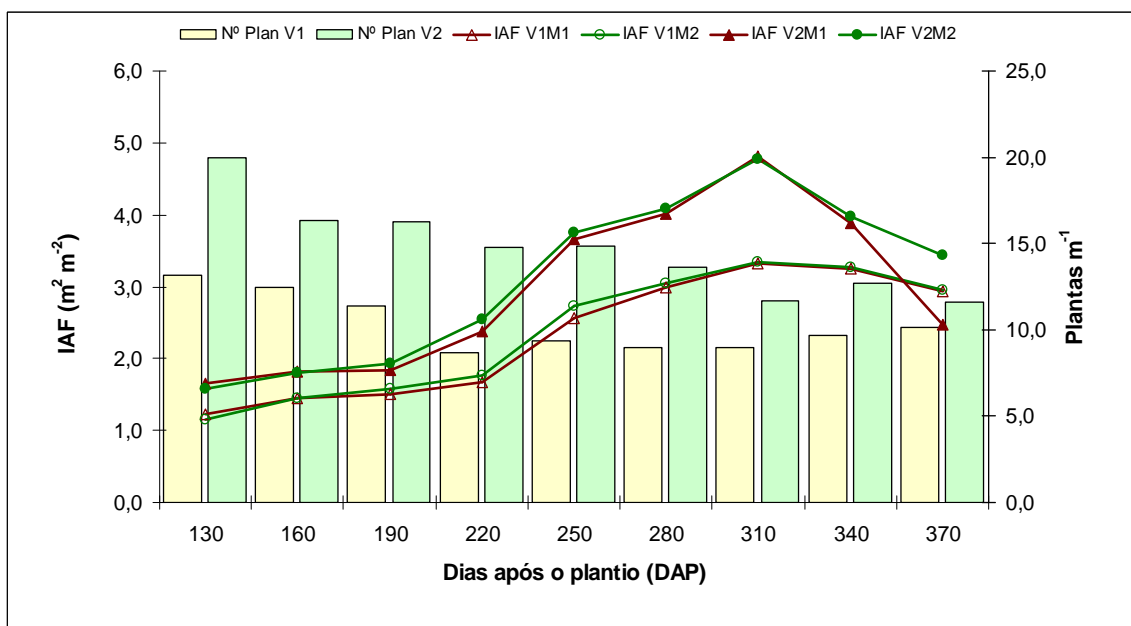


Figura 2. Índices de área foliar - IAF ($m^2 m^{-2}$) e população ($plantas m^{-1}$) das variedades de cana RB867515 (V1) e RB92579 (V2) (média de todas as doses de P), estimado pelo método de Francis et al., (1969), M1 e método de Hemann & Câmara (1999), M2. Amostragens realizadas de janeiro a setembro de 2006, (120 a 370 DAP).

Para o método de Hermann e Câmara (1999), que prevê a utilização de uma única folha por colmo nas avaliações de área foliar, observa-se vantagens, tendo em vista que é possível obter os dados sem a necessidade de retirar a folha a ser medida ou retirando-se no máximo esta, quando as condições assim o exigirem, além do mais, este método parece não alterar o desenvolvimento da planta, de forma que uma mesma planta ou um mesmo colmo pode ser acompanhado durante todo ciclo. Outra vantagem do método, e o tempo gasto na obtenção das medidas da folha e na contagem do número de folhas por planta que é bastante reduzido, quando comparado com aquele despendido na medição de todas as folhas, e pode ser realizado diretamente no campo em qualquer situação, desde plantas jovens até plantas adultas.

Nas doses de fósforo, observou-se diferenças significativas (Tabela 2), sendo estas variações do IAF evidenciadas nas duas variedades e no aumento da dose da dose de fósforo, sobretudo para a variedade RB92579 que apresenta maiores valores de IAF. Neste caso, podemos observar que esta

variedade, obteve pelos dois métodos um IAF de 4,81 e 4,73 no período de maior desenvolvimento foliar (Figura 2)

O aumento da adubação fosfatada até valores que não comprometam a absorção de outros elementos, pode contribuir para o desenvolvimento da área foliar, visto que esse elemento favorece o aumento da eficiência do uso do nitrogênio absorvido, unindo-se às cadeias carbonadas, incrementando assim a formação de novos tecidos e, conseqüentemente, podendo elevar o índice de área foliar (IAF) e a longevidade das folhas fotossinteticamente ativas (Taiz & Zeiger, 2004).

Para a população, observou-se que os cultivares apresentaram comportamentos diferentes entre si, durante todo o ciclo de 370 dias (Tabela 2). Onde o máximo de perfilhamento foi obtido com a variedade RB92579, com média geral de 14,68 perfilhos por metro (Tabela 3) aos 130 DAP ocorrendo até o final do ciclo (370 DAP), uma redução de 58,26%. Já para a variedade RB867515, indica perfilhamento menos intenso, onde o máximo de perfilhos foi observado na mesma época que a variedade RB92579 (130 DAP), e com média geral de 13,13 perfilhos por metro. Para esta variedade, observou-se uma estabilização do estande aos 340 DAP e com redução menos significativa, de apenas 22,58% do estande inicialmente observado. O presente estudo confirma os resultados obtidos por Oliveira (2004), que ao estudar o crescimento de variedades de cana-de-açúcar na região produtora do centro Sul, observou que os cultivares apresentaram comportamentos diferentes entre si, durante todo o ciclo de desenvolvimento. Tendo o máximo de perfilhamento obtido com os cultivares RB855536, RB72454, RB855536 e RB855113, apresentando números de perfilhos da ordem de 16,4, 10,0 14,0 e 16,4, respectivamente por metro quadrado, aos 182 DAP, seguido de um declínio até a estabilização da população final (323 DAP), portanto semelhante aos dados deste estudo.

CONCLUSÕES

A estimativa de área foliar apenas com utilização da folha +3, constitui-se em uma alternativa ao método convencional de estimativa, na determinação da área foliar para a cultura da cana-de-açúcar;

A estimativa da área foliar pelos dois métodos, apresentou valores com relação superior a 95%

O aumento da adubação fosfatada, contribui com o incremento de área foliar na cultura da cana-de-açúcar, sobretudo para a variedade RB92579;

A adubação fosfatada não influenciou a determinação da população de plantas, tendo apenas as variedades apresentado diferenças significativas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BACCHI, O. S. **Botânica da cana-de-açúcar**. In: ORLANDO FILHO, J. Nutrição e adubação da cana-de-açúcar no Brasil. 1983. p. 25-37.

FRANCIS, C.A.; RUTGER, J.N.; PLAMER, A.F.E. A rapid method for plant leaf area estimation in maize (*Zea mays* L.). **Crop Science**, v.9, p.537-539, 1969.

GLASZIOU, K.T.; BULL, T.A.; HATCH, M.D.; WHITEMAN, P.C. Physiology of sugar cane. VII. Effects of temperature, photoperiod duration, and diurnal and seasonal temperature changes on growth and ripening. **Australian Journal of Biological Sciences**, East Melbourne, v.18, p.53-66, 1965.

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

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

OLIVEIRA, E.L. Rendimento de Matéria Seca e Absorção de Cálcio e Magnésio Pelo Milho em Função da Relação Cálcio/Magnésio do Solo. **Revista**

Brasileira de Ciência do Solo, 17:383-388, 1993.

OLIVEIRA, M.W.; MARTINS, A. G.; COSTA; SILVA J. A. B.; TRINDADE, R. C.P.; SILVA. E. T.; MIRANDA. E. C.; A. DOSES DE CORRETIVO E ALTERAÇÕES QUÍMICAS EM DOIS SOLOS. **I CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA**, Campina Grande- PB 2003.

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

RODRIGUES, J.D.; ANDRADE, F.H.; GOUDRIAAN, J. Effects of phosphorus nutrition on tiller emergence in wheat. **Plant and Soil**, v.209, p.283-295, 1999.

ROSSIELLO, R. O. P. **Bases fisiológicas da acumulação de nitrogênio e potássio em cana-de-açúcar (*saccharum spp.*, cv Na 59-76) em resposta à adubação nitrogenada em cambissolo**. Piracicaba, 1987. 172p. Tese- Esalq.

SILVA, D. K. T. **Crescimento de Cultivares de Cana-de-Açúcar em Primeira Soca na Região Noroeste do Paraná na Safra de 2002/2003**. Universidade Federal do Paraná. Curitiba-PR. Dissertação de Mestrado 2005.

SILVEIRA, J.A.G. **Integração entre assimilação de nitrogênio e o crescimento de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) cultivada em condições de campo**. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1985. 152p..

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2004.526 p.

TSUMANUMA, G. M.; FANCELLI A. L.; ORTEGA, E. M. M.; BALDO, M. N. Comparação entre Métodos de Determinação de Índice de Área Foliar na Cultura do Milho. XXV CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO. Cuiabá. Mato Grosso. 2004. **Anais** 2004.

CAPÍTULO 2

CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DE SACAROSE DE DUAS VARIEDADES DE CANA-DE-AÇÚCAR INFLUENCIADAS POR DOSES DE FÓSFORO¹

Edson Tenório da Silva², Mauro Wagner de Oliveira³, Vilma Marques Ferreira³, Geraldo Veríssimo de Sousa Barbosa³, José Vieira Silva⁴, Wéliton Tenório da Silva⁵.

RESUMO

A análise quantitativa do crescimento da cana-de-açúcar permite obter informações sobre o desenvolvimento em diferentes condições de clima, solo e adubação. O objetivo deste trabalho foi avaliar o crescimento e a produção de sacarose de duas variedades de cana, influenciados por doses de fósforo. O delineamento foi em blocos casualizados em esquema fatorial 2 x 6, sendo os tratamentos compostos pelas variedades RB867515 e RB92579 e pelas doses de P: 0, 30, 60, 90, 120 e 150 kg ha⁻¹, com cinco repetições. Por ocasião do plantio, todas as parcelas receberam quantidades equivalentes a 33 e 200 kg ha⁻¹ de N e K, respectivamente. No início do período chuvoso, aos 210 dias após o plantio (DAP), realizou-se a adubação de cobertura e adubação com micronutrientes nas doses de 67, 6, 6, 7 kg ha⁻¹ de N, Cu, Mn e Zn respectivamente ao longo da linha da cultura. Foram realizadas nove avaliações, em intervalos médios de 30 dias, para avaliar as taxas de crescimento, com coletas de plantas em 2,4 m², sendo obtida a área foliar e

¹Trabalho apresentado como parte da dissertação do primeiro autor junto ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Produção Vegetal da UFAL. Trabalho financiado por bolsa de Mestrado CAPES e auxílio de custo pelo Programa de Melhoramento Genético da Cana-de-açúcar PMGCA/UFAL;

² Engenheiro Agrônomo, MSc em Agronomia – Produção Vegetal. edsonets@gmail.com;

³ Professores Adjuntos CECA / UFAL. mwagner@ceca.ufal.br, vilmaferreira@ceca.ufal.br, gvsb@fapeal.br;

⁴ Professor Adjunto. UFAL – Arapiraca. jovisi@yahoo.com.br;

⁵ Agronomando, CECA / UFAL. welitontenorio@gmail.com.

massa seca das folhas e de toda a biomassa da parte aérea. A décima amostragem foi realizada aos 458 DAP para determinar a produção de sacarose aparente. A partir dos valores de área foliar e do acúmulo de matéria seca (MS) e calcularam-se os índices de crescimento: índice de área foliar (IAF), taxa de crescimento da cultura (TCC), taxa de crescimento relativo (TCR) e taxa de assimilação líquida (TAL). De posse dos dados realizou-se a análise estatística por meio do programa SISVAR. O aumento da adubação fosfatada até doses de cerca de 80 kg/ha, contribuiu para o incremento da TCC, TCR, TAL e IAF, mais notadamente no cultivar RB92579. Os maiores IAF e TCC ocorreram no período de 280 a 310 DAP, tendo a variedade RB92579 apresentado valores superiores aos da RB867515. A área foliar fotossinteticamente ativa atingiu valores máximos no período de 310 DAP, sendo de 4,81 para variedade RB92579 e 3,33 para a RB867515. Obtiveram-se produções médias de colmos industrializáveis (TCH) e de sacarose aparente (TPH), respectivamente, de 103,5 e 13,6 t/ha para a RB92579, enquanto que, para a RB867515 essas produtividades foram de 90,3 e 11,5 t/ha. Dessa forma, na média do experimento, a RB92579 suplantou a produção de sacarose aparente da RB867515 em cerca de 18%.

Palavras-chave: *Saccharum* spp, índices biométricos, acúmulo de massa seca.

GROWTH AND SUCROSE PRODUCTION IN TWO SUGARCANE CULTIVARS AFFECTED BY PHOSPHORUS DOSES

ABSTRACT

The quantitative analysis of the sugarcane growth provide information on the development of this crop under different climate conditions, soil and fertilization. The objective of this work was to evaluate the growth and sucrose production in two sugarcane cultivars affected by phosphorus doses. The randomized block experimental design was used under factorial scheme 2 x 6, as being the treatments composed by either cultivars RB867515 and RB92579 and the P doses 0, 30, 60, 90, 120 and 150 kg ha⁻¹, with five replicates. Ten evaluations were accomplished for: leaf area index (IAF), relative growth rate (TCC),

relative growth rate (TCR) and net assimilation rate (TAL), and the apparent sucrose yield as well. The increase of the phosphate fertilization until doses around 80 kg/ha rather contributes to the increment in TCC, TCR, TAL and IAF, remarkably in the cultivar RB92579. The photosynthetically active area reached maximum values over 310-DAP period, as being 4.81 for the cultivar RB92579 and 3.33 for RB867515. The average yields obtained for either industrializable stalks and apparent sucrose were respectively 103.5 and 13.6 t/ha for RB92579, whereas for RB867515 were 90.3 and 11.5 t/ha.

Keywords: productive potential, growth, assimilation.

INTRODUÇÃO

O Estado de Alagoas, possui proporcionalmente, a maior área plantada de cana-de-açúcar do Brasil, todavia, existe uma grande carência de informações que possibilitem aumentar o conhecimento desta cultura. Contudo, nas últimas três décadas, foi bastante significativa a contribuição do melhoramento genético no desenvolvimento do setor canavieiro do Brasil, com ganhos acentuados de produtividade agrícola e industrial (Barbosa et al., 2000).

Para se obter informações sobre o desenvolvimento de variedades em determinadas condições de clima, solo e adubação, faz-se necessário o uso da análise de crescimento, que, segundo Pereira e Machado (1987), representa a referência inicial na análise de produção das espécies vegetais, requerendo informações que podem ser obtidas sem a necessidade de equipamentos sofisticados. Tais informações são: a quantidade de material contido na planta toda e em suas partes (folhas, colmos, raízes e frutos) e o tamanho do aparelho fotossintetizante (área foliar), obtidos em intervalos de tempo regular durante o desenvolvimento fenológico da planta (Urchei *et al.*, 2000).

Como o crescimento é avaliado por meio de variações em tamanho, de algum aspecto da planta, geralmente morfológico, isso evidencia que a análise de crescimento esta baseada no fato de que, 95%, em média, da matéria seca acumulada pelas plantas, ao longo do seu crescimento, resulta da atividade fotossintética, sendo que esta passa a ser o componente fisiológico de maior

importância neste tipo de estudo (Benincasa, 2003). Outro fator a ser considerado no sistema de produção de cana-de-açúcar, é a sua composição química, a qual é muito variável, em função das condições climáticas, das propriedades físicas, químicas e microbiológicas do solo, do tipo de cultivo, da variedade, do estágio de maturação, da idade, bem como de muitos outros fatores (Stupiello, 1987). A qualidade da cana para a indústria, não é avaliada simplesmente pelo seu teor de sacarose, mas por uma série de outras variáveis, que são responsáveis pelo êxito da indústria, como o teor de fibra, responsável pela produção de bagaço e equilíbrio térmico da unidade industrial.

No caldo, cuja composição depende do potencial da variedade, interessa ao produtor o teor de sacarose, de açúcares redutores e de cinzas, bem como de alguns componentes anormais como a dextrana. A quantidade de sacarose presente no caldo é fundamental para um bom processamento e rendimento e, os açúcares redutores (glicose e frutose), quando em teores elevados, indicam um estágio pouco adiantado da maturação da cana-de-açúcar. No entanto, em canas maduras, os açúcares redutores contribuem para uma maior cristalização da sacarose, desde que se apresentem como fatores positivos de cristalização pela redução da solubilidade da sacarose (Stupiello, 1987; Cesar & Silva, 1993).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o crescimento e a produção de sacarose de duas variedades de cana-de-açúcar em ciclo de cana planta sob diferentes doses de fósforo nas condições de Rio Largo, Estado de Alagoas.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas (CECA / UFAL), situado em Rio Largo – AL, no período de Setembro de 2005 a Dezembro de 2006. As coordenadas geográficas de referência são: latitude Sul 9° 29' 45", longitude Oeste 35° 49' 54" e altitude de 165 metros.

O clima, de acordo com a classificação de Koeppen é do tipo As, tropical chuvoso, com verões secos. Os dados climatológicos de precipitação

pluvial mensal (mm), temperatura máxima (°C), temperatura média (°C) e temperatura mínima (°C), durante o período experimental, foram coletados na estação meteorológica localizada na área experimental do CECA e, estão apresentados na Figura 3.

A precipitação pluvial acumulada no período foi de 1.847 mm, sendo as médias das temperaturas mínima, média e máxima de 19, 26 e 32 °C, respectivamente (Figura 3).

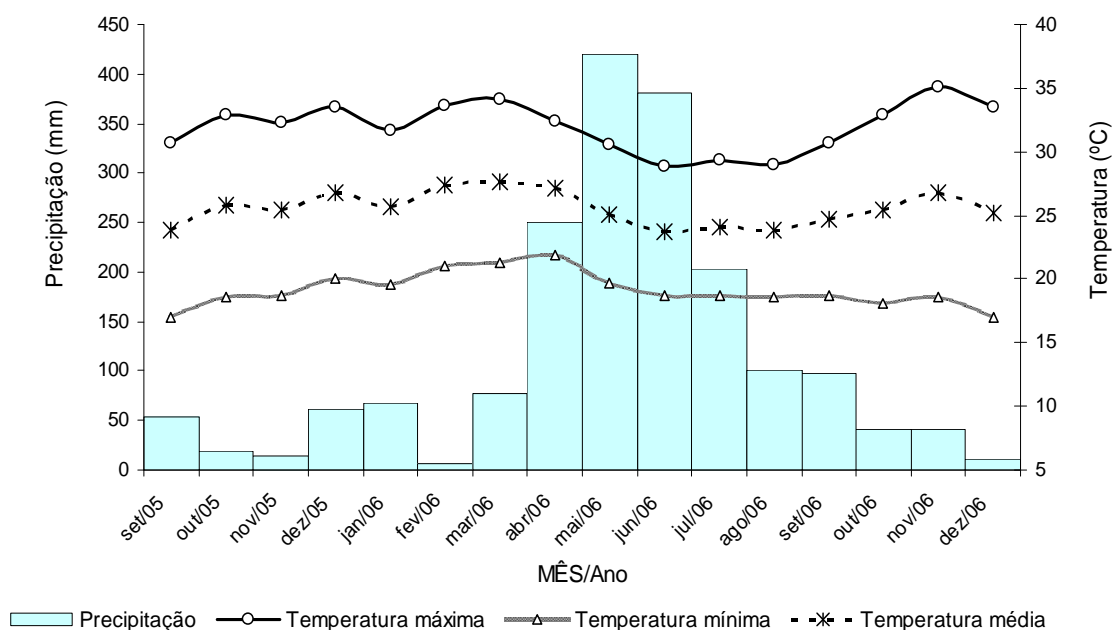


Figura 3. Precipitação mensal (mm) e média das temperaturas máximas, médias e mínimas (°C), durante o período experimental.

As características químicas do solo da área experimental, um Latossolo Amarelo coeso distrófico, com relevo plano, estão citadas na Tabela 4.

Tabela 4. Resultados da análise química do solo da área experimental, nas profundidades de 0-20 cm e 20-40 cm.

Profundidades	pH	P	K	Na	Al ³⁺	H ⁺ + Al ³⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	CTC (T)	V	m
	H ₂ O	mg dm ⁻³	mg dm ⁻³	mg dm ⁻³	mg dm ⁻³	mg dm ⁻³	cmol _c dm ⁻³	cmol _c dm ⁻³	cmol _c dm ⁻³	%	%
0 – 20 cm	5,6	6	38	0	0,41	4,5	1,50	1,10	7,20	37,4	13,2
20 – 40 cm	5,4	3	11	0	0,64	4,5	1,20	0,80	6,53	31,0	23,9

Extratores químicos utilizados: 1) Para P e K: Mehlich; 2) Para Ca, Mg e Al: KCl 1,0 M, 3) Para H⁺ + Al³⁺ : acetato de cálcio 0,5 M a pH 7,0 - 7,2.

O solo recebeu calagem em dose 1,5 vez maior que a predita analiticamente pelo critério de saturação por bases, seguindo sugestões de Oliveira (1993) e Oliveira et al. (2003). A seguir o terreno foi subsolado, arado, gradeado e sulcado a 1,20 m entre linhas.

O estudo foi um fatorial 2 x 6, constituído por duas variedades de cana, RB867515 e RB92579, e seis doses de fósforo: 0, 30, 60, 90, 120, e 150 kg ha⁻¹, que teve como fonte o superfosfato triplo. Utilizou-se também, na adubação de plantio, N e K em doses correspondentes a 33 e 200 kg ha⁻¹, respectivamente. A mistura do fertilizante N-P-K foi aplicada no fundo do sulco de plantio, coberta com uma pequena camada de terra, distribuindo-se sobre elas os colmos de cana, em densidade média de 15 a 18 gemas por metro de sulco. Os tratamentos foram dispostos em blocos casualizados com cinco repetições, sendo as parcelas experimentais compostas por cinco linhas de 10 metros de comprimento.

A cultura foi mantida livre de ervas daninhas durante todo o ciclo, através do uso de herbicidas seletivos pré-emergentes e pós-emergente de contato. Realizou-se uma aplicação do fungo *Metarhizium anisopliae*, para controle de ninfas de cigarrinhas.

Aos 210 dias após o plantio (DAP), adubaram-se as plantas com N, Cu, Mn e Zn nas doses de 67; 6,0; 6,0 e 7,0 kg ha⁻¹, respectivamente.

As avaliações de área foliar fotossinteticamente ativa (AFF) e, acúmulo de matéria seca em toda a planta (Ac. MS Td. PI.) e nas folhas fotossinteticamente ativas (Ac. MS FFA.) foram realizadas aos 130, 160, 190, 220, 250, 280, 310, 340 e 370 DAP, em uma área amostral de 2,4 m², no

centro de cada parcela, seguindo os métodos descritos por Hermann e Câmara (1999) e Malavolta et al. (1989).

Em dezembro de 2006, aos 460 DAP, quantificou-se a produção de colmos industrializáveis, amostrando-se áreas de 2,4 m², no centro de cada parcela. As amostras de colmos foram analisadas quanto ao teor de sacarose aparente, conforme descrito por Caldas (1998).

De posse dos resultados das avaliações de área foliar e acúmulos de matéria seca, calculou-se, segundo Benincasa (2003), as taxas de crescimento da cultura (TCC), taxas de crescimento relativo (TCR) e taxas de assimilação líquida (TAL).

Os resultados das avaliações de área foliar, acúmulos de matéria seca, taxas de crescimento e produção de colmos industrializáveis e de sacarose aparente foram submetidos à análise de variância, utilizando o Programa estatístico SISVAR[®]. Quando necessário as médias foram comparadas entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da análise de variância para índice de área foliar (I.A.F), acúmulo e alocação de matéria seca (MS) em toda planta (Ac.MS Td Pl.), e folhas fotossinteticamente ativas (F.F.A.), taxa de crescimento da cultura (TCC.), taxa de crescimento relativo (TCR), taxa de assimilação líquida (TAL), produção de colmos industrializáveis (Prod. Colmos) e produção de sacarose aparente por hectare, por duas variedades de cana adubadas com seis doses de fósforo, encontram-se na Tabela 5.

De acordo com a análise dos dados, pode-se verificar que os efeitos das doses de fósforo, influenciaram positivamente seis das oito variáveis analisadas, enquanto o efeito de variedade foi significativo em apenas cinco (Tabela 5). O teor de fósforo disponível na camada de 0 a 20 cm de profundidade, extraído com Mehlich, foi de 6,0 mg dm⁻³ (Tabela 4), inferior aos 9,0 mg dm⁻³ definido como nível crítico por Marinho e Albuquerque (1978) para o Estado de Alagoas. Entretanto, Zambelo Jr. e Orlando, (1981), com bases em trabalhos conduzidos nos Estados de São Paulo, Paraná, Minas Gerais, Mato

Grosso do Sul e Goiás, estabeleceram nível crítico, para 90% de produção relativa, de aproximadamente 30 mg dm^{-3} .

Esses resultados reforçam a afirmação de Pereira et al. (2001), que a utilização de faixas de interpretação desenvolvidas para regiões edáficas, diferentes das condições do trabalho pode não estimar corretamente a disponibilidade de nutrientes às plantas.

Tabela 5. Quadrados médios da análise de variância para índice de área foliar (I.A.F), acúmulo e alocação de matéria seca (MS) em toda planta (Ac.MS Td Pl.), e folhas fotossinteticamente ativas (F.F.A.), taxa de crescimento da cultura (TCC), taxa de crescimento relativo (TCR), taxa de assimilação líquida (TAL), produção de colmos industrializáveis (Prod. Colmos) e produção de sacarose aparente Mg ha⁻¹, por duas variedades de cana adubadas com seis doses de fósforo

----- Quadrados médios -----									
Fonte de variação	GL	I.A.F.	Ac. MS Td. Pl.	Alocação MS F.F.A.	TCC	TCR	TAL	Prod. Colmos	Sac. Apar. Mg ha ⁻¹
Bloco	4	0,26703 ^{ns}	6,62540 ^{ns}	1,637142 ^{ns}	1,37142 ^{ns}	0,000179 ^{ns}	2,40139 ^{ns}	154,17875 ^{ns}	1,13521 ^{ns}
Variedade (V)	1	72,26034 ^{***}	445,77369 ^{***}	13,431309 ^{ns}	167,84050 ^{***}	0,000063 ^{ns}	23,43218 ^{ns}	5216,64533 ^{***}	67,11952 ^{***}
Dose de P (P)	5	5,14267 ^{***}	174,10648 ^{***}	3,169969 [*]	90,93359 ^{***}	0,000048 ^{ns}	12,58939 ^{ns}	1762,65193 ^{***}	10,65598 ^{**}
Épocas (E)	8	51,54403 ^{***}	7798,77671 ^{***}	138,19019 ^{***}	4126,55864 ^{***}	0,007218 ^{***}	221,68370 ^{***}	-	-
V x P	5	0,30700 ^{ns}	12,65000 [*]	0,470307 ^{***}	8,55782 ^{**}	0,000015 ^{ns}	3,89986 ^{ns}	90,12193 ^{ns}	2,87596 ^{ns}
V x E	8	2,15710 ^{***}	86,05339 ^{***}	1,682140 [*]	51,67650 ^{***}	0,000225 ^{ns}	2,33187 ^{ns}	-	-
V x P x E	40	0,06822 ^{ns}	3,11118 ^{ns}	0,207772 ^{ns}	2,01746 ^{ns}	0,000034 ^{ns}	3,59711 ^{ns}	-	-
Resíduo	468	0,17986	4,98109	0,484198	3,10141	0,000153	11,77765	107,99904	2,17912
CV (%)		14,58	13,27	22,71	14,78	19,31	16,97	10,79	11,76

^{ns}, ^{*}, ^{**} e ^{***} = não significativo e significativo ao nível de 5, 1 e 0,1% de probabilidade, pelo teste F, respectivamente

Tabela 6. Médias do índice de área foliar (I.A.F), acúmulo e alocação de matéria seca (MS) em toda planta (Ac.MS Td Pl.), e folhas fotossinteticamente ativas (F.F.A.), taxa de crescimento da cultura (TCC), taxa de crescimento relativo (TCR), taxa de assimilação líquida (TAL), produção de colmos industrializáveis (Prod. Colmos) e produção de sacarose aparente, por duas variedades de cana adubadas com seis doses de fósforo¹.

Variedades	I.A.F.	Ac. MS Td. Pl.	Alocação MS F.F.A.	TCC	TCR	TAL	Prod. Colmos	Sac. Apar.
	M m ⁻²	----- Kg ha ⁻¹ -----	-----	g g ⁻¹ dia ⁻¹	g m ⁻² dia ⁻¹	g m ⁻² dia ⁻¹	----- Mg ha ⁻¹ -----	
RB867515	2,28b	30.825,85b	2.906,60b	11,3232b	0,0152a	4,9038a	90,2900b	11,4963b
RB92579	2,99a	33.772,00a	3.221,99a	12,5059a	0,0159a	5,3457a	103,4766a	13,6116a
Médias	2,63	32.892,92	3,064,29	11,9145	0,01555	5,1247	96,8833	12,5539
CV (%)	14,58	13,27	22,71	14,78	19,31	26,97	10,79	11,76

¹Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si, a 5 % de probabilidade, pelo teste de Tukey.

A área foliar fotossinteticamente ativa das duas variedades de cana foi máxima dos 280 e 340 dias após o plantio, quando se observaram índices médios de 3,05 a 3,34 para a RB867515 e, 3,98 a 4,78 para a RB92579 (Figura 4).

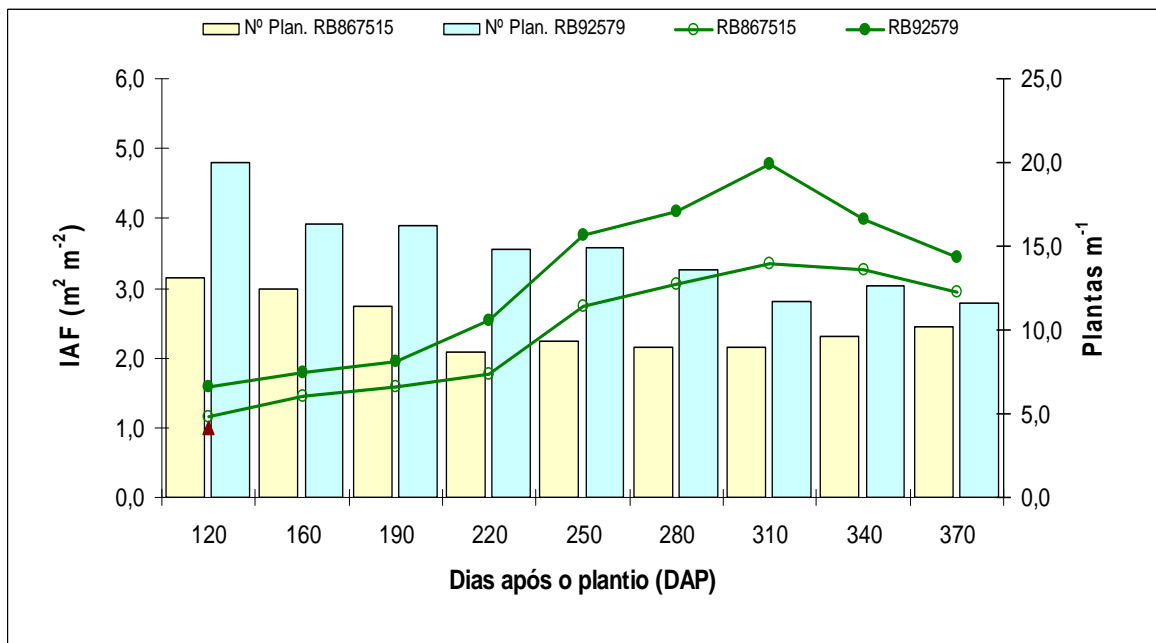


Figura 4. Índices médios de área foliar e densidade populacional de duas variedades nas amostragens realizadas de janeiro a setembro de 2006, 120 a 370 dias após o plantio.

Silveira (1985), verificando a interação entre a assimilação do nitrogênio e o crescimento de cana-de-açúcar na região de Piracicaba, verificou com a adubação nitrogenada similar a deste estudo, os valores máximos de IAF foram de 4,7 para a NA56-79, valores também relatados por Rossiello (1987) para a mesma variedade e adubação nitrogenada.

O IAF médio obtido neste estudo para as duas variedades de cana, aumentou acentuadamente dos 220 aos 310 DAP (Figura 4), e a partir deste período declinaram. Padrão similar de variação do IAF, foi descrito por Silveira (1985) e Rossiello (1987). Conforme citado por Rossiello (1987) e Silva (2005) as reduções do IAF podem ocorrer, tendo em vista que com o crescimento, aumenta a interferência de folhas superiores sobre as folhas inferiores (auto-sombreamento), e a tendência é a área útil das folhas diminuírem, interferindo na relação da matéria seca total da planta com a área foliar de mesma.

Para a variedade RB92579, comparativamente com a RB867515, a redução do IAF foi muito mais influenciada pela redução do número de colmos (Figura 4). A partir de 340 dias, com a população de colmos praticamente estabilizada, o declínio do IAF deveu-se certamente à senescência foliar.

O acúmulo de MS na parte aérea das plantas (Ac. MS) foi grandemente influenciado pela variedade, doses de P e épocas de amostragens ($P < 0,001$). O valor médio do Ac. MS, para todas as doses de P foi de 30,82 e 33,77 Mg ha⁻¹ para a RB867515 e RB92579, respectivamente (Tabela 5). Silveira et al. (2002) avaliaram o crescimento e a produção de sacarose por seis variedades de cana e verificaram que a RB867515 destacou-se pelo acúmulo de matéria seca e produção de sacarose, com médias de 56 e 16,6 Mg ha⁻¹, respectivamente. Valores de Ac. MS da ordem de 47 Mg ha⁻¹, superiores ao do presente estudo, foram verificados por Rossiello (1987), com a variedade NA56-79, entretanto, Carvalho et al., (1993), em estudos conduzidos com variedades CB 47-355, SP70-1143, SP 71-1406, RB72454 e NA 56-79, obtiveram acúmulo de matéria seca variando de 30,47 a 36,35 Mg ha⁻¹, portanto, de mesma ordem de grandeza do presente estudo. Em Alagoas, a fase de máximo crescimento da cana ocorre sob condições de solstício de inverno e, certamente, a baixa luminosidade deste período, contribui para menor produtividade quando comparada à outras regiões, especialmente do Centro-Sul.

A taxa de crescimento da cultura média (TCC, g dia⁻¹), para as variedades nas diferentes doses de fósforo apresentaram diferenças significativas entre si (Tabela 5). De acordo com os resultados, pode ser observado que para os cultivares, a fase que apresenta um maior desenvolvimento da TCC foi durante o período de 280 a 340 DAP (Figura 5a e 5b), tendo a dose estimada pela equação $Y = -0,000378 * X^2 + 0,065411 * X + 10,127224$, ($R^2 = 0,970$). Nesta fase os acúmulos máximos correspondem a 33,27 e 35,77%, de toda matéria seca acumulada na parte aérea.

Ao estudar variedades de cana-de-açúcar, Ramesh (2000), também encontrou fases distintas de TCC. A primeira fase identificada como fase de formação, com um TCC de 17,82 g dia⁻¹, na segunda fase (intenso crescimento), TCC de 26,62 g dia⁻¹ no seu estado (maturação) a taxa obtida foi de 16,29 g dia⁻¹. Segundo Ramesh (2000), a redução na TCC durante a fase de maturação está

relacionada com a queda de temperatura neste período. Entretanto, no atual estudo, durante o período de maturação dos cultivares, a TCC continuou linear até os 370 DAP.

A taxa de crescimento relativo (TCR) apresentou aos 160 DAP valores máximos de 0,043 e 0,039 g g⁻¹ dia⁻¹ pelas variedades RB867515 e RB92579, respectivamente, decrescendo gradativamente até os 310 DAP, apresentando valores de 0,0048 e 0,0049 g g⁻¹ dia⁻¹. Silva (2005) estudando crescimento de variedades em primeira rebrota, obteve valores semelhantes para a TCR de 0,034 g g⁻¹ dia⁻¹ pelo cultivar RB845197, aos 100 dias após o corte (DAC), decrescendo até os 300 DAC (Figura 5).

No presente estudo, verificou-se que o comportamento entre das variedades e das doses de fósforo foram bastante semelhantes, não apresentando as doses de fósforo efeito significativo sobre as taxas de crescimento relativo (Tabela 5), sendo observados apenas variações entre das épocas. Portanto para as TCR, nas condições do estudo, não foi possível a separação das variedades estudadas e das doses de P, em grupos distintos.

A redução da TCR ocorre à medida que a planta cresce e, conseqüentemente ocorre o aumento de competição intra-específica pelos principais fatores ambientais responsáveis pelo crescimento vegetal, tais como: água, luz, nutrientes, difusão de CO₂, dentro do estande (Gava *et. al.*, 2001). Essa diminuição contínua da TCR pode ser explicada pela elevação da atividade respiratória e pelo auto-sombreamento, cuja importância aumenta com a idade da planta (Larcher, 2000).

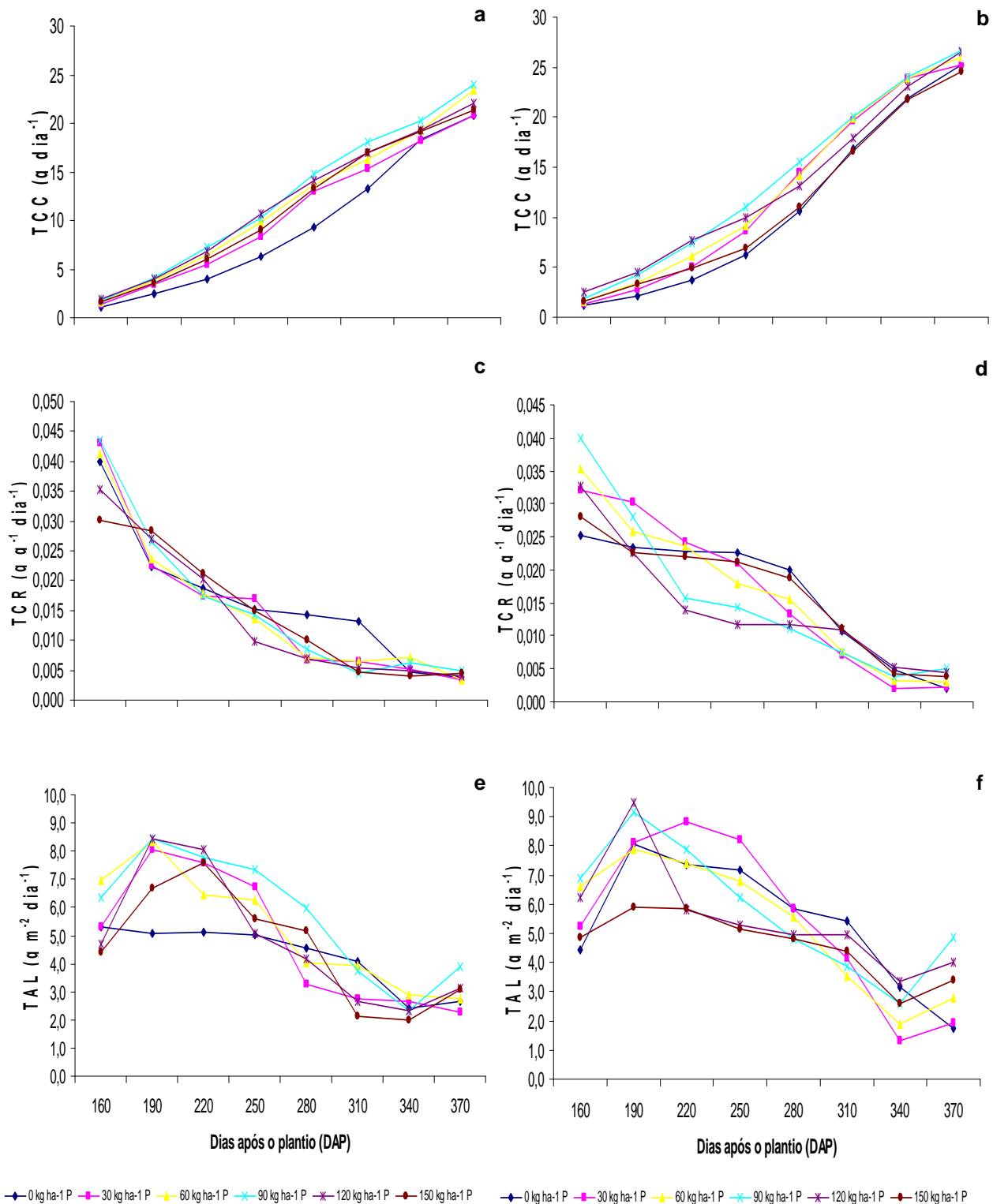


Figura 5. Taxa de crescimento da cultura para as variedades RB867515 (a), RB92579 (b), taxa de crescimento relativo para as variedades RB867515 (c), RB92579 (d) e taxa de assimilação líquida para as variedades RB867515 (e), RB92579 (f) sob diferentes doses de fósforo.

As estimativas de TAL revelam, valores máximos aos 190 DAP, para ambas as variedades, na dose de 120 kg ha⁻¹ de P (Figura 5e e 5f), seguido de um suave decréscimo até os 250 DAP, isto, ocorre devido as plantas estarem aumentando sua área foliar, o que acarreta a redução da eficiência fotossintética por unidade de área foliar devido ao auto sombreamento. Posteriormente, essa redução, torna-se mais acentuada até os 310 DAP, seguido novamente de uma retomada no crescimento até os 370 DAP, ocasionado, provavelmente pela redução da área foliar, e conseqüentemente, aumento a da eficiência fotossintética por unidade do IAF. O comportamento das variedades é muito semelhante, apresentando valores e curvas muito próximas entre si (Figura 5e e 5f), e não havendo diferença estatística entre as médias das variedades e doses de P (Tabela 6). Esse valor máximo, na fase de retomada de crescimento da cana, decorre segundo Gomide e Gomide (1999), das características de área foliar ser pequena, mas possuir alta capacidade fotossintética, em gramíneas tropicais. Para Wilson e Ludlow, (1970); Woldge e Leafe, (1976); Woledge,(1978) Parsons *et.al.*, (1983); e Gomide e Gomide, (1999), o decréscimo progressivo da TAL pode ser explicada em função da redução na capacidade fotossintética das folhas em expansão, em razão do progressivo sombreamento mútuo bem como da redução da eficiência fotossintética do dossel, em decorrência da avançada idade média das folhas, além do progressivo aumento da carga respiratória de manutenção.

Para os resultados de TAL, pode-se dividir o comportamento das variedades em três fases distintas, sendo na primeira observado o crescimento máximo da RB867515, apresentando valores de 8,42 g m⁻² dia⁻¹, mas sendo superada pela RB92579 que obteve 9,47 g m⁻² dia⁻¹, a segunda fase, observa-se um declínio semelhantes na TAL das variedades a partir de 220 DAP, atingindo seus valores mínimos de 2,13 e 3,32 g m⁻² dia⁻¹ para as variedades RB867515 e RB92579 ocorrido aos 340 DAP. Esse mesmo comportamento foi verificado por Robertson et al. (1996) e Ramesh (2000), que relatam o declínio da TAL, tendo como principal fator o auto-sombreamento das folhas a partir do período de grande crescimento, permanecendo até a fase de maturação da cultura. Na terceira fase, observa-se uma retomada de crescimento registrado até o fim das avaliações (370 DAP).

A produção de colmos industrializáveis (TCH) apresentou diferenças significativas para as variedades e doses de P (Tabela 5 e 6), sendo que a dose intermediária de fósforo (90 kg ha⁻¹ P) apresentou resultados superiores às muito baixas e elevadas (Figura 6a). O melhor rendimento de uma variedade, muitas vezes está relacionado com sua capacidade adaptativa, eficiência em absorver e acumular nutrientes, bem como a de utilizar estes no processo fotossintético para produção de biomassa.

Silva (2005), ao estudar as taxas de crescimento de cultivares (TCC), obteve a produtividade máxima de colmos para o cultivar RB845210, de 128,68 Mg ha⁻¹ por ocasião da colheita que ocorreu aos 495 DAP. Resultado similar foi obtido no presente estudo, onde as produtividades máximas foram de 96,88 e 112,84 Mg ha⁻¹ para as variedades RB867515 e RB92579, respectivamente (Figura 6). Entretanto, estas variedades são recomendadas para solos férteis, o que difere do solo do experimento, classificado como solo de baixa fertilidade natural e ácido (Embrapa, 1999; Prado, 2003).

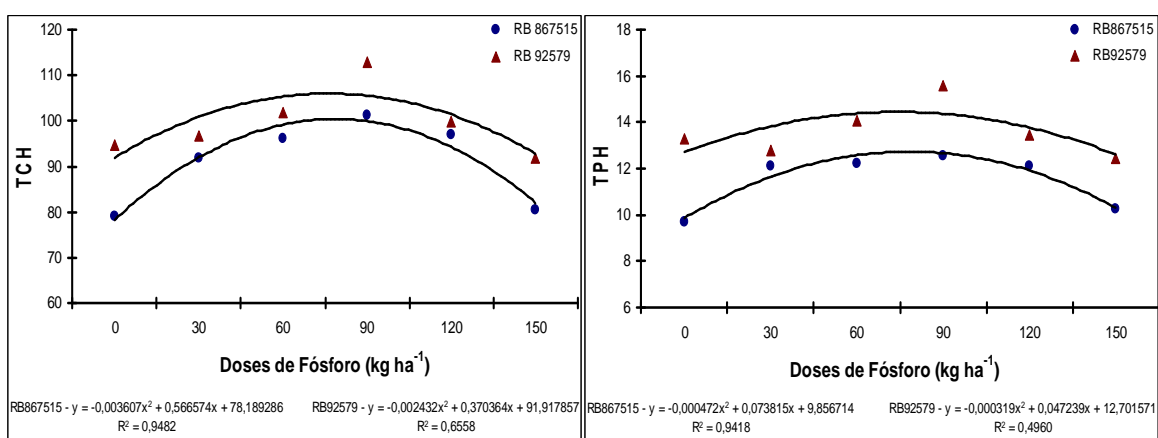


Figura 6. Toneladas de colmos por hectare (a) e Tonelada de sacarose aparente por hectare (b), de duas variedades de Cana-de-açúcar sob diferentes doses de adubação fosfatada.

Resultados de produtividade encontrados por Vasconcelos (1998) e Silveira *et al.* (2002), para a variedade RB72454 (197,7 t ha⁻¹), diferem da produtividade encontrada neste experimento, isto contudo, pode esta relacionado aos fatores de produção, como solo, quantidade de luz interceptada e a disponibilidade de água ao longo do ciclo, tendo em vista que o crescimento

ocorre sob condições de noites curtas decrescentes, diferindo das condições observadas em Alagoas, onde os verões são secos. Nesse sentido, justifica-se os resultados obtidos por Silveira *et al.* (2002), utilizando a variedade RB72454, ter apresentado grandes produções durante o período de desenvolvimento.

Na produtividade de açúcar (TPH), resultado do produto da tonelada de cana e do teor de sacarose aparente, observou-se efeito significativo para as variedades e doses de fósforo, seguindo a mesma tendência observada na produção de colmos, em que as doses de fósforo intermediárias, apresentaram melhor resposta nas duas variedades, quanto à produção de TPH.

Para a variedade RB92579 observou-se uma maior média geral de 13,61 TPH (Tabela 6b e Figura 6) e para a RB867515 este valor foi de 11,49 TPH. Silva (1999) avaliando 12 clones de híbridos IAC de cana-de-açúcar, série 1985, na região de Jaú, obteve TPH variando de 10,6 a 18,0 para as variedades IAC85-3233 e IAC85-3017, respectivamente, portanto, semelhantes aos obtidos neste estudo. Contudo Albuquerque e Marinho (1982), em experimentos instalados em dois tipos de solos de Tabuleiros de Alagoas, observaram que a aplicação de fósforo todo em fundação ou em cobertura aos dois meses, não proporcionou qualquer diferença nos resultados de produção de açúcar Mg ha⁻¹, embora sua ausência tenha provocado uma queda em produção de cana e açúcar em Latossolo Vermelho Amarelo, o qual apresentava teores baixos do elemento.

CONCLUSÕES

O aumento da adubação fosfatada até doses intermediárias, contribuiu para o incremento de área foliar na cultura da cana-de-açúcar, sobretudo para a variedade RB92579;

A adubação fosfatada influenciou grandemente no IAF, Ac. MS na planta, TCC, TCR, TAL, produção de colmos e de sacarose;

Os maiores IAF e TCC, ocorreram no período de 280 a 310 DAP, tendo o cultivar RB92579 apresentado valores mais elevados;

A variedade RB92579, apresentou maiores produções de matéria seca, colmos industrializáveis e tonelada de sacarose aparente por hectare.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, G.A.C., MARINHO, M.L. Efeitos do parcelamento e épocas de adubação da cana-de-açúcar em Alagoas. **Brasil Açucareiro**, Rio de Janeiro, v.100, n. 2, p.17-23, 1982.

BARBOSA, G.V.S.; SOUZA, A.J.R.; ROCHA, A.M.C.; RIBEIRO, C.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. 16p. (Boletim Técnico Programa de Melhoramento Genético de Cana-de-Açúcar, 1).

BENINCASA, M.M.P. **Análise de crescimento de plantas: noções básicas**. Jaboticabal: Funep, 2003. 41p.

CARVALHO, G.J.; ANDRADE, L.A.B.; ECANGELISTA, A. R.; OLIVEIRA, P.S.R. Avaliação do potencial forrageiro de cinco variedades de cana-de-açúcar (ciclo de ano) em diferentes estádios de desenvolvimento. **Stab. Açúcar, Álcool & Subprodutos**, v.11, n.14, p.16-23, 1993.

CALDAS, C. **Manual de análises selecionadas: para indústrias sucroalcooleiras**/ Celso Caldas. – Maceió: Sindicato da indústria do açúcar e do álcool no Estado de Alagoas, 1998.

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

EMBRAPA - Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ.) **Sistema brasileiro de classificação de solos**. - Brasília: Embrapa Produções de Informações; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999, 412p.

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

GAVA, G.J.C.; TRIVELIN, P. C.; OLIVEIRA, M. W.; PENATTI, C. P. Crescimento e acúmulo de nitrogênio em cana-de-açúcar cultivada em solo coberto com

palhada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, n.11, p.1347-1354, 2001.

GOMIDE, C. A. M.; GOMIDE, J. A. Análise de Crescimento de Cultivares de *Panicum maximum* Jacq. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.28, n.4, p.675-680, 1999.

LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**. Tradução : PRADO, C. H. B. A. São Paulo : Editora RiMa, 2000, 531p. (p.44).

MALAVOLTA, E. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios**: Eurípedes Malavolta e outros. Piracicaba: Associação Brasileira para a pesquisa da potassa e do fosfato, 1989. 201p.:il.

MARINHO & ALBUQUERQUE, G.A.C.de. calibration of extractable phosphorus in soil for sugar-cane in Alagoas, Brazil. In. CONGRESS OF THE INTERNATIONAL SOCIETY OF SUGAR CANE TECHNOLOGISTS, 16, São Paulo, 1977. **Proceedings**. São Paulo, COPERSUCAR/STAB, 1978. v.2, p1283-1292.

OLIVEIRA, M.W.; MARTINS, A. G.; COSTA; SILVA J. A. B.; TRINDADE, R. C.P.; SILVA. E. T.; MIRANDA. E. C.; A. Doses de Corretivo e Alterações Químicas em Dois Solos. **I CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA**, 2003.

OLIVEIRA, E.L. RENDIMENTO DE MATÉRIA SECA E ABSORÇÃO DE CÁLCIO E MAGNÉSIO PELO MILHO EM FUNÇÃO DA RELAÇÃO CÁLCIO/MAGNÉSIO DO SOLO. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 17:383-388, 1993.

PARSONS, A.; LEAFE, E. L.; COLLETT, B. The physiology of grass production under grazing. II - Photosynthesis. Crop growth an animal intake of continuous grazed sward. **J. Appl. Ecology**, v.20,n.1,p.127-139. 1983.

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

PEREIRA, M. G.; PÉREZ, D.V.; VALLADARES, G.S.; SOUZA, J.M.P.F. & ANJOS, L.H.C. COMPARAÇÃO DE MÉTODOS DE EXTRAÇÃO DE COBRE, ZINCO,

FERRO, E MANGANÊS EM SOLOS DO RIO DE JANEIRO. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 25:655-660, 2001

PRADO, H. **Solos do Brasil: gênese, morfologia, classificação, levantamento, manejo agrícola e geotécnico**. 3 ed. ver. amp. Piracicaba - SP, 2003.

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

ROBERTSON, M. J.; WOOD, A. W.; MUCHOW, R. C. Growth of sugarcane under high input conditions in tropical Australia. I. Radiation use, biomass accumulation and partitioning. **Field Crops Research**. n.48, p.11-25, 1996. in: Elsevier Science, Amsterdam, 1996.

ROSSIELLO, R. O. P. Bases fisiológicas da acumulação de nitrogênio e potássio em cana-de-açúcar (*saccharum* spp., cv Na 59-76) em resposta à adubação nitrogenada em cambissolo. Piracicaba, 1987. 172p. Tese- Esalq.

SILVA, M.A.; CAMPANA, M.P.; LANDELL, M.G.D.; ZIMBACK, L.; FIGUEIREDO, P. Avaliação de clones de híbridos IAC de cana-de-açúcar, série 1985, na região de jaú (SP). **Bragantia**, Campinas, 335-340 p. 1999.

SILVA, D. K. T. **Crescimento de Cultivares de Cana-de-Açúcar em Primeira Soca na Região Noroeste do Paraná na Safra de 2002/2003**. Universidade Federal do Paraná. Curitiba-PR. 2005.

SILVEIRA, J.A.G. **Integração entre assimilação de nitrogênio e o crescimento de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) cultivada em condições de campo**. Piracicaba, 1985. 152p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

SILVEIRA, L.C.I.; OLIVEIRA, M.W.; BARBOSA, M.H.P.; ANDRADE, M.B.M; MENDES, L.C. Crescimento e acúmulo de sacarose por seis variedades de cana. In: CONGRESSO NACIONAL DA SOCIEDADE DOS TÉCNICOS AÇÚCAREIROS E ALCOOLEIROS DO BRASIL, 8. Recife, 2002. **Anais**. Recife: 2002.

STUPIELLO, J.P. A cana-de-açúcar como matéria prima. In: PARANHOS, S.B. **Cana-de-açúcar: cultivo e utilização**. São Paulo: Fundação Cargill, 1987. v.2, p.761-804. URCHEI, M.A.; RODRIGUES, J.D.; STONE, L.F. Análise de crescimento de duas cultivares de feijoeiro sob irrigação, em plantio direto e preparo convencional. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, n.3, p.497-506, 2000.

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

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

WILSON, G. L. ; LUDLOW. M. M. Net photosynthesis rates of tropical grass and legume leaves. In: NORMAN, M. J. T. (Ed.) *Int. Grassland Congress*, 11, 1970. Surfers Paradise Queensland. **Proceedings...** Austrália: CSIRO. p. 534-538. 1970.

WOLEDGE, J. The effect of shading during vegetative and reproductive growth on photosynthetic capacity of leaves in a grass sward. **Annals of Botany**, v.42, n.181,p.1085-1089. 1978.

WOLEDGE, J.; LEAFE, E. L. Single leaf and canopy photosynthesis in a ryegrass sward. **Annals of Botany**. v.40, n.68, p.773-783. 1976.

ZAMBELO JR., E. & ORLANDO F.º J. **Adubação da cana-de-açúcar na região Centro Sul do Brasil**. Boletim técnico PLANALSUCAR, Piracicaba, 3 (3): 1-26, mar. 1981.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Estimativas de área foliar utilizando apenas da folha +3, proposto por Hermann e Câmara (1999), pode substituir com vantagens o método proposto por Francis *at al.* (1969), devido este método ter uma exigência menor de mão-de-obra, tempo e não ser destrutivo;

A adubação fosfatada, até dose intermediárias de 90 kg ha⁻¹, influenciou positivamente no aumento da área foliar. Para dose maiores, deve ter ocorrido desbalanceamento nutricional na planta;

A área foliar fotossinteticamente ativa, atingiu valores máximos de 4,81 para a RB92579 e 3,33 para a RB867515 no período de 310 DAP;

Os valores máximos de TCC, TCR, TAL e de açúcar, foram influenciadas pela adubação fosfatada, revelado suprimento insatisfatório pelo solo, confirmando os níveis críticos obtidos anteriormente em Alagoas;

O acúmulo máximo de MS e produção de sacarose, obtida neste experimento, foram inferiores a de outras regiões canavieiras do Brasil, onde o crescimento máximo da cana ocorre em condições de noites curtas e decrescente;

A variedade RB92579, mostrou-se mais produtivo que a variedade RB867515, sendo sua produção média de sacarose aparente da ordem de 13,61 Mg ha⁻¹, 18,40% maior que a RB867515;

Durante a discussão dos resultados foram demonstrado vários efeitos e causas relacionadas ao desenvolvimento da área foliar, taxas de crescimento e produção de sacarose pelas variedades, para as condições de Rio Largo - Alagoas, contudo, cada hipótese propõe novos estudos mais detalhados que levarão ao aprofundamento do conhecimento científico sobre esses processos.