

LEILA CRUZ DA SILVA

**CRESCIMENTO E ACÚMULO DE NUTRIENTES EM SETE
CULTIVARES DE CANA-DE-AÇÚCAR (*Saccharum spp.*) NA
REGIÃO DE CORURIBE-AL**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Alagoas, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Agronomia, Área de Concentração “Produção Vegetal” para obtenção do título de Mestre em Agronomia.

RIO LARGO
ALAGOAS - BRASIL

2007

LEILA CRUZ DA SILVA

**CRESCIMENTO E ACÚMULO DE NUTRIENTES EM SETE
CULTIVARES DE CANA-DE-AÇÚCAR (*Saccharum spp.*) NA
REGIÃO DE CORURIBE-AL**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Alagoas, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Agronomia, Área de Concentração “Produção Vegetal” para obtenção do título de Mestre em Agronomia.

Orientador

Prof. Gilson Moura Filho, Dr.

RIO LARGO
ALAGOAS - BRASIL
2007

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

S586a Silva, Leila Cruz da.

Crescimento e acúmulo de nutrientes em sete cultivares de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) na região de Coruripe-AL / Leila Cruz da Silva. – Rio Largo, 2007.

xii, 74 f. : il. tabs., grafs.

Orientador: Gilson Moura Filho.

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

Inclui bibliografia e anexos.

1. Cana-de-açúcar – Cultivo – Alagoas.
2. Cana-de-açúcar – Nutrição.
3. Fenologia vegetal. I. Título.

CDU: 633.61(813.5)

**CRESCIMENTO E ACÚMULO DE NUTRIENTES EM SETE
CULTIVARES DE CANA-DE-AÇÚCAR (*Saccharum spp.*) NA
REGIÃO DE CORURIBE-AL**

LEILA CRUZ DA SILVA

Dissertação defendida e aprovada em 28 de fevereiro de 2007 pela
banca examinadora:

ORIENTADOR:

Prof. Dr. Gilson Moura Filho (SER - CECA/UFAL)

EXAMINADORES:

Dr. Clístenes Williams Araújo do Nascimento (DEPA/UFRPE)

Dr. José Leonaldo de Souza (ICAT/UFAL)

Dr. Mauro Wagner de Oliveira (FIT-CECA/UFAL)

DEUS NÃO ESCOLHE OS CAPACITADOS, “ELE” CAPACITA OS
ESCOLHIDOS.

A Deus ofereço este trabalho

À MEU ETERNO DEUS,

Aos meus pais Milton Rodrigues da Silva e Erenice Cruz da Silva, irmãos e familiares agradeço por tudo. Ao meu noivo Enderson Vanildo Calheiros de Alcantara, por alguns tempos ausentes e pela imensa compreensão.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por todas as oportunidades que tive em minha vida.

As pessoas, que desde a graduação, conheci, e que muitas delas se tornaram amigos especiais, como Prof. Dr. Gilson Moura Filho, que foi a primeira pessoa a me dar oportunidade de fazer estágio, “acreditando naquela caloura de terceiro período”, agradeço pela sua imensa motivação dada em cada conversa, de um verdadeiro pesquisador, orientador, que ama o que faz. Sinto-me honrada por tudo, obrigada!

A Universidade Federal de Alagoas e em especial ao Programa de Pós – Graduação em Produção Vegetal pela aceitação, infra-estrutura e formação profissional oferecida pelo quadro de professores e funcionários.

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Alagoas - FAPEAL pela bolsa concedida.

A Usina Coruripe pela equipe maravilhosa de trabalho, em especial ao Dr. Cícero Augusto (CICÃO), Carlos Ferreira, Eng. Agrônomo Pedro Carnaúba, Sandro, Dorita, Djair, Sandrinha, Juarez e aos assistentes que trabalharam no campo. Muito obrigada! Também não posso deixar de falar pelo comes e bebes nos restaurantes, aquela belíssima dormida, enfim, um ótimo tratamento, muito obrigada.

A Coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal Profa. Dr. Edna Peixoto e Vice-coordenador Prof. Dr. Eurico Eduardo Pinto de Lemos pela exemplar administração.

Aos Professores do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal pelos ensinamentos transmitidos ao longo do curso.

Aos membros que compoñhe a banca examinadora (Orientador) Prof. Dr. Gilson Moura Filho (SER-CECA/UFAL), Prof. Dr. Clístenes Williams Araújo do Nascimento (DEPA/UFRPE), Prof. Dr. José Leonaldo de Souza (ICAT/UFAL), Prof. Dr. Mauro Wagner

de Oliveira (FIT-CECA/UFAL), obrigada pelo aceite ao convite, para juntos somarmos estes conhecimentos adquiridos nos dias de nossas vidas.

Aos funcionários do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, em especial Geraldo de Lima por está sempre pronto a nos atender e pelo carinho e apoio.

Aos amigos de turma pela amizade e convivência durante o curso, toda essa equipe maravilhosa do A ao Z, sem exceção.

A amiga Valdelane Tenório a qual me ajudou muito na condução do trabalho em campo e laboratorial, valeu “Val” muito obrigada! Sem deixar de falar dos conselhos, das brincadeiras sadias e daquelas velhas piadas sem graça, o qual eu não sabia contar.

Aos amigos Manuel e Sr. Antônio (*in memorian*), deixam saudades, onde foram pessoas amigas e companheiras. Muito obrigada!

A Equipe de Solos I: Adriane dos Santos, Alda Cristina, Hugo Lyra, Israel Lyra, Valdelane Tenório, Valdevan Rosendo, Cícero Gomes pela amizade, carinho e convivência.

Ao amigo de iniciação científica Valdemir Tenório da Costa, meu “irmão” que quando comecei o estágio, ele me desprezou e foi fazer o Mestrado na Universidade Federal Rural de Pernambuco/Recife-PE.

Aos meus pais que me deram oportunidade de chegar até aqui e aos meus irmãos agradeço ao apoio sempre dado.

Ao meu noivo Enderson Vanildo Calheiros de Alcantara, pelas ausências constantes e compreensão na fase de maior dificuldade que estive passando.

E todas aquelas que não estão nomeadas aqui, que de alguma forma me apoiaram, sintam-se agradecidas por mim, porque se fosse citar uma por uma faltariam páginas, graças a Deus, sempre fui rodeadas de pessoas queridas. Que Deus os abençoe! Para a meditação de todos que lêem esta dissertação Hebreus 13:5 “Não te deixarei, nem te desampararei”. Fica com Deus!!

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	III
SUMÁRIO	IV
LISTA DE FIGURAS	VII
LISTA DE TABELAS	VIII
RESUMO GERAL	IX
GENERAL ABSTRACT	X
INTRODUÇÃO GERAL	1
REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS	3

CAPÍTULO 1

CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DE CULTIVARES DE CANA-DE-AÇÚCAR
(*Saccharum spp*) NA REGIÃO DE CORURIBE - AL

RESUMO	6
ABSTRACT	7
INTRODUÇÃO	8
MATERIAL E MÉTODOS	9
RESULTADOS E DISCUSSÃO	12
CONCLUSÕES	26
REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS	27

CAPÍTULO 2

ACÚMULO DE NPK NA CANA-DE-AÇÚCAR (*Saccharum spp*) NA REGIÃO DE
CORURIBE - AL

RESUMO	30
ABSTRACT	31
INTRODUÇÃO	32
MATERIAL E MÉTODOS	34
RESULTADOS E DISCUSSÃO	36

CONCLUSÕES	49
REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS	50

CAPÍTULO 3

ACÚMULO DE Ca, Mg e S NA CANA-DE-AÇÚCAR (*Saccharum spp*) NA REGIÃO DE CORURIBE - AL

RESUMO	54
ABSTRACT	55
INTRODUÇÃO	56
MATERIAL E MÉTODOS	57
RESULTADOS E DISCUSSÃO	59
CONCLUSÕES	71
REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS	72
CONSIDERAÇÕES FINAIS	74
ANEXOS	

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1

Figura 1 – População de Perfilhos (m/L)	13
Figura 2 – Balanço Hídrico sequencial e Temperatura média do ar	14
Figura.3 – Altura média do colmo (cm)	16
Figura 4 – Taxa de crescimento (cm d^{-1})	17
Figura 5 – Taxa de acúmulo de massa verde no colmo ($\text{kg ha}^{-1} \text{d}^{-1}$)	21
Figura 6 – Taxa de acúmulo de fitomassa total ($\text{kg ha}^{-1} \text{d}^{-1}$)	23

CAPÍTULO 2

Figura 1 – Taxa de acúmulo de nitrogênio no colmo ($\text{kg ha}^{-1} \text{d}^{-1}$)	38
Figura 2 – Taxa de acúmulo de nitrogênio total ($\text{kg ha}^{-1} \text{d}^{-1}$)	39
Figura.3 – Taxa de acúmulo de fósforo no colmo ($\text{kg ha}^{-1} \text{d}^{-1}$)	44
Figura 4 – Taxa de acúmulo de fósforo total ($\text{kg ha}^{-1} \text{d}^{-1}$)	44
Figura 5 – Taxa de acúmulo potássio no colmo ($\text{kg ha}^{-1} \text{d}^{-1}$)	47
Figura 6 – Taxa de acúmulo potássio total ($\text{kg ha}^{-1} \text{d}^{-1}$)	48

CAPÍTULO 3

Figura 1 – Taxa de acúmulo de cálcio no colmo ($\text{kg ha}^{-1} \text{d}^{-1}$)	61
Figura 2 – Taxa de acúmulo de cálcio total ($\text{kg ha}^{-1} \text{d}^{-1}$)	62
Figura.3 – Taxa de acúmulo de magnésio no colmo ($\text{kg ha}^{-1} \text{d}^{-1}$)	66
Figura 4 – Taxa de acúmulo de magnésio total ($\text{kg ha}^{-1} \text{d}^{-1}$)	67
Figura 5 – Taxa de acúmulo de enxofre no colmo ($\text{kg ha}^{-1} \text{d}^{-1}$)	69
Figura 6 – Taxa de acúmulo de enxofre total ($\text{kg ha}^{-1} \text{d}^{-1}$)	70

LISTA DE QUADROS**CAPÍTULO 1**

Quadros 1 – Diâmetro médio do colmo (mm)	15
Quadros 2 – Índice de área foliar	19
Quadros 3 – Massa verde no colmo, folha, ponteiro e total ($t\ ha^{-1}$)	20
Quadros 4 – Massa seca no colmo, folha, ponteiro e total ($t\ ha^{-1}$)	22
Quadros 5 – Produtividade agrícola, Qualidade do caldo e Produção de Açúcares	25

CAPÍTULO 2

Quadros 1 – Acúmulo de Nitrogênio no colmo, folha, ponteiro e total ($kg\ ha^{-1}$)	37
Quadros 2 – Remoção de macronutrientes primários	40
Quadros 3 – Extração e exportação de macronutrientes primários $kg\ 100\ t^{-1}$	41
Quadros 4 – Acúmulo de fósforo no colmo, folha, ponteiro e total ($kg\ ha^{-1}$)	42
Quadros 5 – Acúmulo de potássio no colmo, folha, ponteiro e total ($kg\ ha^{-1}$)	46

CAPÍTULO 3

Quadros 1 – Acúmulo de cálcio no colmo, folha, ponteiro e total ($kg\ ha^{-1}$)	60
Quadros 2 – Remoção de macronutrientes secundário	63
Quadros 3 – Extração e exportação de macronutrientes secundário ($kg\ 100\ t^{-1}$)	64
Quadros 4 – Acúmulo de magnésio no colmo, folha, ponteiro e total ($kg\ ha^{-1}$)	65
Quadros 5 – Acúmulo de enxofre no colmo, folha, ponteiro e total ($kg\ ha^{-1}$)	68

RESUMO GERAL

O estudo de análise de crescimento é considerado um método- padrão para se medir a produtividade biológica de uma espécie vegetal em determinadas condições ambientais. O conhecimento da taxa de crescimento da cultura, os dados de acúmulo e de alocação de nutrientes passam a ser uma ferramenta bastante importante, no processo de manejo da adubação. Para a obtenção de produtividades altas e regulares nas plantas são necessários que se trabalhe com o manejo da água e da adubação. A capacidade de suprimento de água e nutrientes para as plantas é dependente do cultivar, da fase fenológica da cultura, das propriedades físicas e químicas do solo e das condições atmosféricas locais. Apesar de o Brasil ser o maior produtor mundial de cana-de-açúcar, ainda há vários problemas a serem solucionados, especialmente quanto ao manejo da adubação. A necessidade da cana-de-açúcar por nutrientes é suprida pelo fornecimento de fertilizantes. Desse modo pode presumir que, em diversas condições, esse fertilizante ora seja subestimado ora seja superestimado. Este ensaio foi realizado na Fazenda Progresso pertencente à Usina Coruripe-Al, sob condições de sequeiro, com os cultivares: SP79-1011, RB72454, RB855113, RB867515, RB92579, RB93509 e Co997. O espaçamento foi o sistema de fileira simples de 1,00 x 1,00 m. Foi feita uma adubação, nas doses de 84 kg ha⁻¹ de N, 26,2 kg ha⁻¹ de P e 120 kg ha⁻¹ de K. As leituras foram feitas a cada 30 dias nos dois primeiros meses para contagem de perfilhos e altura de plantas. Na mesma parcela onde foram feitas as avaliações, a cada 60 dias foram feitas medidas do diâmetro do colmo, área foliar, índice de área foliar e fitomassa total (foram avaliadas 30 plantas por cultivares e repetições). Com o estudo da análise de crescimento dos cultivares, observou-se que ocorreu diferença nas variáveis em estudo nas respectivas épocas 30, 60, 120, 180, 240, 300 e 360 dias após o plantio (DAP). Ocorreram duas fases importantes de crescimento: intenso perfilhamento até os 120 DAP; e altura de colmo, aumento do IAF e o intenso acúmulo de massa verde a partir dos 180 DAP. Em

relação ao acúmulo de nutrientes, nas mesmas épocas citadas acima, as maiores taxas de acúmulo de nutrientes ocorreram no período de 240 DAP, coincidindo com o período de elevada disponibilidade hídrica e de condições adequadas para o desenvolvimento geral da cultura. O cultivar RB92579 no final do período experimental havia acumulado 119,27 t ha⁻¹ de matéria verde na parte aérea. Para os nutrientes: N, P, K, Ca, Mg e S, o acúmulo foi de 158,8; 23,3; 231; 35,4; 30,7; 26,7 kg ha⁻¹, respectivamente.

Palavras-chave: cana-de-açúcar, nutrição mineral e fenologia vegetal.

GENERAL ABSTRACT

The studying of analysis of sugarcane growth is considered a pattern method to measure the biological productivity of a vegetable species in certain environmental conditions. The awareness of the culture growth rate, the accumulation data and the nutrients allocation become a quiet important tool in the process of manuring hadling. To get the regular and high plants productivity it is necessary to work on water and manure hadling. The water and nutrients of plants supplement capacity are dependent of manuring, the phenological cultivation phase, the physical and chemistry properties of soil and the local atmosphere condition. In spite of Brazil being the world biggest sugarcane productur. There are yet many problems to work out, especially about the manuring management. The sugarcane necessity on nutrients is supplied by fertilizers providing. This way we can presume that in several conditions this fertilizer is sometimes underestimated or other times overestimated. This experiment was accomplished in Progresso farm which belongs to the Usina Coruripe-AL, under waste conditions, with the cultivators: SP79-1011, RB72454, RB855113, RB867515, RB92579, RB93509 and Co997. The spacing was the array simple system of 1,00 x 1,00 m. it was made a manuring, in the dose of 84 kg ha⁻¹ of N, 60 kg ha⁻¹ of P₂O₅ and 144 kg ha⁻¹ of K₂O. The readings were made every 30 days in the first two months for the height and stool plants' count. In that same portion, every 60 days were made the diameter measures of the stem, the foliating area, the foliating index area and total phytomass (they were appraised 30 plants for sub-portions). With the study of the growth analysis of cultivators it was observed that happened difference in the studying variables in the respective times (30, 60, 120, 180, 240, 300 and 360 days of DAP planting). There were two important phases of growth: intense adopting until 120 DAP; and the second phase, the stem height, the IAF increase and the intense green mass accumulation, starting from 180 DAP. And, in relation to the nutrients accumulation in the same times mentioned above, the largest rates of nutrients accumulation

were in the period of 240 DAP, which were coinciding with the high pluvial precipitation period, and the appropriate conditions for the whole development of the culture. The RB92579 cultivating in the end of the experimental period had accumulated 119,27 t ha⁻¹ of green matter in the aerial part, and for the nutrients: N, P, K, Ca, Mg and S the accumulation was of 158,8; 23,3; 231 35,4; 30,7; 26,7 kg ha⁻¹, respectively.

Key-words: sugarcane, nutrition mineral, phenology vegetable.

INTRODUÇÃO GERAL

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

A análise de acúmulo dos nutrientes pode contribuir para o entendimento da capacidade produtiva dos cultivares de cana-de-açúcar e suas adaptações ecológicas a diferentes ambientes agrícolas. De acordo com a análise do solo, as exigências minerais da cultura da cana, assim como as quantidades de nutrientes removidas pela cultura, são conhecimentos fundamentais para o estudo da adubação, indicando as quantidades de nutrientes a serem fornecidas.

O acúmulo de nutrientes pela cana-de-açúcar, dentre outros fatores, é um dos aspectos importantes que influencia a manutenção da produtividade, especialmente em solos de baixa fertilidade natural. Como estratégia para manter a sustentabilidade do ambiente explorado é necessário escolher cultivares que apresentem elevada eficiência de absorção e utilização dos nutrientes aplicados ao solos. Deste modo, os esforços têm sido direcionados no sentido de otimizar a eficiência nutricional, visando reduzir os custos de produção, evitar a degradação dos recursos ambientais e aumentar o rendimento das culturas (Kolchinski e Schuch, 2003).

Conforme estudo feito por Silva (2005), trabalhando com os cultivares RB855113, RB72454, RB83594 e SP81-3250, em cana-soca e sob irrigação plena, na região da Coruripe, o pico máximo de perfilhamento ocorreu aos 60 dias após o corte (DAC). Por outro lado, Santos (2006), trabalhando com o cultivar RB75126, em cana-planta, na região de Coruripe, verificou máximo de perfilhamento aos 120 DAP. Vale salientar que não ocorreu restrição de disponibilidade hídrica em nenhum dos trabalhos citados. De acordo com Oliveira et al. (2004), em cana-planta, ocorreu um aumento de perfilhamento também aos quatro meses, quando iniciou uma redução no número de perfilhos.

Conforme estudo feito por Moura Filho et al. (2005), trabalhando com os cultivares RB72454, SP81-3250, RB855113 e RB83594, no ciclo de cana-soca, sob gotejamento subsuperficial, na região de Coruripe, o incremento na absorção do N foi dos 60 aos 180 DAC, para todos os cultivares e em destaque os cultivares RB72454 e RB855113 apresentaram respostas a fertirrigação durante todo o ciclo da cultura, com ganhos proporcionais ao período analisado. Por outro lado, Barbosa et al. (2002), trabalhando com o cultivar RB72454, no ciclo da cana-planta, a maior taxa de acúmulo de nitrogênio (N) foi no período de 447 DAP, com média de 145 kg ha^{-1} e as maiores taxas de acúmulo de nutrientes foram no período de 332 a 370 DAP.

O estudo da eficiência nutricional na cultura da cana-de-açúcar é de extrema importância, pois os solos tropicais, em geral, possuem baixa capacidade de fornecimento dos nutrientes minerais às plantas. Fageria *et al.* (1982) e Martinez *et al.* (1993) observaram que a avaliação da eficiência nutricional pode levar à diferenciação de cultivares, de modo que existe a possibilidade de selecionar cultivares adaptadas a diferentes condições de fertilidade do solo. Do ponto de vista nutricional, um genótipo eficiente é aquele que cresce e produz em condições de baixo suprimento de nutrientes pelo solo, e assim, comparativamente a outras cultivares, tem maior capacidade de absorver os nutrientes necessários e utilizá-los na produção de biomassa (Furlani *et al.*, 1984).

Apesar de o Brasil ser o país de maior produção mundial de cana-de-açúcar, ainda há vários problemas a serem solucionados, notadamente quanto ao manejo da adubação. A necessidade da cana-de-açúcar por nutrientes é suprida pelo fornecimento de fertilizantes. Desse modo pode presumir que, em diversas condições esse fertilizante ora seja subestimado ora seja superestimado.

O presente trabalho teve como objetivo geral, avaliar o crescimento e a produção de cultivares de cana-de-açúcar, através da análise de crescimento em ciclo de cana planta, e o acúmulo dos nutrientes, durante o desenvolvimento da cultura.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS

- BARBOSA, M.H.P.; OLIVEIRA, M.W.; SILVEIRA, L.C.I.; DAMASCENO, C.M.; MENDES, L.C. Acúmulo e alocação de nutrientes pela RB72454 no ciclo de cana-planta. In: Congresso Nacional da STAB, 8., Recife, 2002. **Anais**. Recife: STAB, 2002, p.264-267.
- BARNES, A.C; **The sugarcane**. New York, Interscience, 1964. 456p.
- CATANI, R.A.; ARRUDA, H.C.; PELEGRINO, D. ; BERGAMIN F., H. A absorção de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre pela cana-de-açúcar e o seu crescimento em função da idade. **Anais**. Piracicaba: ESALQ, v.16, p.167-90, 1959.
- FAGERIA, N. K.; BARBOSA FILHO, M. P. **Avaliação preliminar de cultivares de arroz irrigado para maior eficiência de utilização de nitrogênio**. Pesq. Agropec. Bras., Brasília, v. 17, n. 12, p. 1709-1712, 1982.
- FURLANI, A. M. C.; CLARK, R. B.; MARANVILLE, J. W.; ROSS, W. M. **Sorghum genotype differences in phosphorus uptake, phosphorus efficiency, phosphorus mobilization and utilization**. J. Plant. Nut., v. 7, n.7, p. 1113-26, 1984.
- 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**. Pesq. Agrop. Bras., v. 36, n. 11, 2001.
- KOLCHINSKI, E. M.; SCHUCH, L. O. B. **Eficiência no uso do nitrogênio por cultivares de aveia branca de acordo com a adubação nitrogenada**. R. Bras. Ci. Solo, v. 27, p. 1033-1038, 2003.
- MARTINEZ, H. E. P.; NOVAIS, R. F.; SACRAMENTO, L. V. S.; RODRIGUES, L. **A. Comportamento de variedades de soja cultivadas sob diferentes níveis de fósforo: II. Translocação do fósforo absorvido e eficiência nutricional**. R. Bras. Ci. Solo, Campinas, v. 17, p. 239-244, 1993.

- MOURA FILHO, G.; SILVA, L. C.; SOUZA, J.L.; CARNAÚBA, P.J.P.; SILVA, V.T. **Crescimento e acúmulo de nutrientes em quatro variedades de cana-de-açúcar irrigada por gotejamento subsuperficial.** In: II Congresso Acadêmico da UFAL. Maceió-Al: 2005. (disponível em CD- Rom).
- ORLANDO FILHO, J.; HAAG, H.P.; E ZAMBELLO JR., E. **Crescimento e absorção de macronutrientes pela cana-de-açúcar, em função da idade em solos do Estado de São Paulo.** Piracicaba, v.2, n.1, 128 p., fevereiro/1980.
- OLIVEIRA, R.A.; DAROS, E.; ZAMBON, J.L.C.; WEBER, H.; IDO, O.I.; ZUFFELLATO-RIBAS, K.C.; KOERLER, H.S.; SILVA, D.K.T. Crescimento e desenvolvimento de três cultivares de cana-de-açúcar, cana planta, no Estado do Paraná. **Revista Scientia Agrária**, Curitiba, v.5, n.1-2, p.87-94, 2004.
- SILVA, L.C. **Fenologia de quatro variedades de cana-de-açúcar, sob irrigação por gotejamento.** Rio Largo: UFAL, 21p., 2005. Monografia de Graduação.
- SANTOS, V.R. **Fontes de fósforo e parcelamento da adubação fosfatada na cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*)** Rio Largo: UFAL, 66p. 2005. Dissertação de Mestrado.
- TERUEL, D.A.; BARBIERI, L.A.; FERRADO, Jr. Sugarcane leaf area index modeling under different soil water conditions. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.54, n.e., 1997.

Capítulo 1

**Crescimento e produção de cultivares de
cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) na região de Coruripe-AL**

Crescimento e Produção de Cultivares de Cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) na Região de Coruripe-AL*

Silva, L.C.¹, Moura Filho, G.²

Resumo

A análise de crescimento é considerada um método padrão para se medir a produtividade biológica de uma espécie vegetal em determinadas condições ambientais. Mesmo que cultivares de uma mesma espécie apresente capacidades similares na absorção de um determinado nutriente, pode ocorrer grande diferença entre elas na produção de fitomassa, resultante de diferenças na eficiência nutricional. O objetivo deste trabalho foi avaliar o crescimento e a produção de cultivares de cana-de-açúcar, através da análise de crescimento e produção, em ciclo de cana-planta. Este ensaio foi realizado na Usina Coruripe, na região de Coruripe, Alagoas, com os cultivares: RB867515, RB92579, RB93509 e Co997. Utilizou-se de delineamento estatístico em blocos ao acaso, com quatro repetições. As parcelas dispostas de seis linhas de 10 m de comprimento, com espaçamento de 1,0 m entre linhas. Observou-se que ocorreu diferença no perfilhamento e altura dos colmos, em todas as épocas estudadas (30, 60, 120, 180, 240, 300 e 360 dias após o plantio - DAP). Ocorreram duas fases importantes de crescimento: intenso perfilhamento até os 120 DAP; e a segunda fase, altura de colmo a partir dos 180 DAP. Observou-se que ocorreu diferença nos cultivares RB867515 e RB92579 os quais apresentaram taxa de acúmulo de massa verde nos colmos, acima da média de crescimento dos demais, para as épocas analisadas. O cultivar RB867515 teve um destaque na fase inicial até 240 DAP, fazendo com que, no final do ciclo, fosse obtida produtividade agrícola acima da média.

Palavras-chave: perfilhamento, produtividade, índice de área foliar (IAF)

¹ Engenheira-Agrônoma, Aluna do Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Agronomia – UFAL, leila.ufal@yahoo.com.br

² (Orientador), Professor Associado da UFAL, Laboratório de Solo, Água e Energia/CECA/UFAL, gmf@fapeal.br

* Pesquisa financiada pela Usina Coruripe/FAPEAL

Growth and Production of Sugarcane Cultivating of (*Saccharum spp.*) in Coruripe, state of Alagoas*

Silva, L.C. ³, Moura Filho, G. ⁴

Abstract

The growth analysis is considered a pattern method to measure the biological productivity of a vegetable species in certain environmental conditions. Even if cultivating of a same species presents similar capacities of a certain nutrient absorption, it can show great difference among them in the phytomass production, which is resulting from differences in the nutritional efficiency. The objective of this work was to evaluate the sugarcane growth and production in manuring through the growth analysis in plant cane stage. This experiment was carried out in the Usina Coruripe which is located in Coruripe, in Alagoas-AL state, with the cultivars RB867515, RB92579, RB93509 and Co997. The statistical design used was random blocks, with four replications per tested cultivars. The experimental plots were established with six rows of ten meters, with one meter between rows. Differences were observed in the variables in all time studied (30, 60, 120, 180, 240, 300 and 360 DAP). Two major growth stages were observed: intense tillering until 120 DAP; and the second stage, stalks height, starting from 180 DAP. The RB867515 and RB92579 behaviour were different from the others, which showed the accumulation rate of fresh mass in the stems above the growth average from the others in the analyzed time. The RB867515 cultivar was detached since the initial phase until 240 DAP, and in the end of the cycle, it was obtained agricultural productivity above the average.

KEYWORDS: number of stalks, productivity, leaf area index.

¹ Engenheira-Agrônomo, Aluna do Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Agronomia – UFAL, leila.ufal@yahoo.com.br

² (Orientador), Professor Associado da UFAL, Laboratório de Solo, Água e Energia/CECA/UFAL, gmf@fapeal.br

* Pesquisa financiada pela Usina Coruripe/FAPEAL

INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar tem seu desenvolvimento controlado pela temperatura, luz e umidade, desenvolvendo-se melhor em locais quentes, com alta insolação e boa distribuição de umidade durante seu ciclo. Os diversos subperíodos do ciclo da cana-de-açúcar apresentam diferentes necessidades hídricas e térmicas. Com isso, observa-se que a cultura fica exposta a condições ambientais nem sempre adequadas às suas necessidades hídricas pela irregularidade espacial e temporal das precipitações pluviais. Isso diminui o crescimento da cultura e seu rendimento produtivo.

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

Hermann e Câmara (1999) apresentaram que é a folha o órgão responsável pela produção da maior parte dos carboidratos necessários ao crescimento e produção dos vegetais, por isso o interesse em se conhecer as dimensões de estrutura foliar de uma planta, seja para estudos de análise de crescimento, nutrição mineral ou mesmo de fenologia.

De outro modo, é praticamente impossível reunir em um só cultivar todas as características desejadas pelo produtor, devido a interação genótipo x ambiente. Entretanto, com um manejo adequado e de acordo com as recomendações da pesquisa, plantando-se na época certa, no local certo, realizando-se os tratos culturais adequados e colhendo-se no período útil de industrialização, certamente bons retornos econômicos serão obtidos (Barbosa, 2003).

Conforme estudo feito por Silva (2005), trabalhando com os cultivares RB855113, RB72454, RB83594 e SP81-3250, em cana-soca e sob irrigação plena, na região da Coruripe, o pico máximo de perfilhamento ocorreu aos 60 dias após o corte (DAP). Por outro lado, Santos (2006), trabalhando com o cultivar RB75126, em cana-planta, na região de Coruripe, verificou que o perfilhamento máximo ocorreu aos 120

DAP. Vale salientar, que não ocorreu restrição de disponibilidade hídrica para ambos os trabalhos citados. De acordo com Oliveira et al. (2004), em cana-planta, ocorreu um aumento de perfilhamento também aos quatro meses, quando iniciou redução no número de perfilhos.

O presente trabalho teve como objetivo geral, avaliar o crescimento e a produção de cultivares de cana-de-açúcar, através da análise de crescimento em ciclo de cana planta, e como objetivos específicos, avaliar características morfológicas como número de perfilhos, altura, diâmetro do colmo, área foliar e índice de área foliar em sete épocas durante o ciclo de desenvolvimento dos cultivares.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em 17 de setembro/2005 (plantio de verão), em uma área experimental localizada na Fazenda Progresso, Bloco 072 – Ilha do despacho, pertencente à Usina Coruripe, Coruripe – Al.

Os cultivares em estudo foram: SP70-1011, RB72454, RB855113, RB867515, RB92579, RB93509 e Co997, os quais são os mais plantados na Usina Coruripe. O delineamento estatístico utilizado foi em blocos casualizados, com sete tratamentos e quatro repetições. Os resultados das avaliações foram submetidos a análise de variância, utilizando para isso os programas estatísticos SAEG 6.0, Table Curve e Statistica.

O Solo da área experimental foi classificado como Argissolo Amarelo Distrófico fragipânico, textura arenosa/argilosa, A moderado e relevo plano. As características químicas do solo, na época de plantio (set/2005), na camada 0-20 cm de profundidade, foram $\text{pH} = 5,1$; $\text{P} = 38 \text{ mg dm}^{-3}$; $\text{K}^+ = 0,15 \text{ cmolc dm}^{-3}$; $\text{Ca}^{+2} = 0,9 \text{ cmolc dm}^{-3}$; $\text{Mg}^{+2} = 0,7 \text{ cmolc dm}^{-3}$; $\text{Al}^{+3} = 0,8 \text{ cmolc dm}^{-3}$; $\text{H+Al} = 4,0 \text{ cmolc dm}^{-3}$ e $\text{M.O} = 1,20 \%$ e na camada 20-40 cm de profundidade, $\text{pH} = 4,9$; $\text{P} = 33 \text{ mg dm}^{-3}$; $\text{K}^+ = 0,10 \text{ cmolc dm}^{-3}$; $\text{Ca}^{+2} = 0,7 \text{ cmolc dm}^{-3}$; $\text{Mg}^{+2} = 0,6 \text{ cmolc dm}^{-3}$; $\text{Al}^{+3} = 1,0 \text{ cmolc dm}^{-3}$; $\text{H+Al} = 3,5 \text{ cmolc dm}^{-3}$ e $\text{M.O} = 1,05 \%$. Foi feita calagem na área na dose de $2,0 \text{ t ha}^{-1}$ calcário dolomítico, conforme método de saturação por bases, elevando o solo a 60%.

O preparo do solo consistiu de gradagem para destruição dos restos culturais e subsolagem com nivelamento. A adubação, foi realizada com base na análise de solo e na necessidade da cultura, aplicando-se, no fundo do sulco de plantio 84 kg ha^{-1} de N, 60 kg ha^{-1} de P_2O_5 e 144 kg ha^{-1} de K_2O , recomendada pela Usina Coruripe.

O sistema de plantio foi manual (convencional), onde os colmos foram distribuídos dentro das linhas de plantio (sulcos), sendo colocados seis toletes com três

gemas por cada metro (18 gemas por metro linear), totalizando assim 360 gemas para cada bloco experimental. O experimento foi demarcado parcelas de seis linhas de cana de 10 m de comprimento, com espaçamento de 1,00 x 1,00 m. Para avaliação das plantas, dentro dessa área, foi demarcado quatro linhas de cana de 5 m de comprimento.

As leituras foram feitas a cada 30 dias nos dois primeiros meses para contagem de perfilhos e altura de plantas. Na mesma parcela onde foram feitas as avaliações, a cada 60 dias foram feitas medidas do diâmetro do colmo, área foliar, índice de área foliar e fitomassa total (foram avaliadas 30 plantas por cultivares e repetições). Totalizando, 7 épocas de amostragem durante todo o ciclo dos cultivares de cana-de-açúcar. Os cultivares em estudo caracteristicamente são diferenciados, conforme descrito por (PMGCA,1996).

Parâmetros avaliados

Altura e Perfilhamento

Para a determinação do crescimento foram realizadas medições de altura da planta, partindo do solo até a última região auricular visível da folha +1, segundo a numeração sugerida por Kuijper (Dillewijn, 1952). Essas alturas foram feitas a partir dos 60 DAP, após esse período, a cada 2 meses. A contagem do número de plantas foi feita no período de 30, 60, 120, 180, 240, 300 e 360 DAP.

Para estimar o crescimento quantitativo da parte aérea dos cultivares, durante toda época de avaliação, utilizou-se a função logística: $\hat{y} = y_{\text{máx.}} / (1 + (x / b)^c)$, em que: $y_{\text{máx}}$ é o parâmetro que indica o crescimento máximo da cultura; x é a variável desejável (DAP); b é o ponto de inflexão da curva e c o parâmetro que define o seu crescimento.

Diâmetro do Colmo

Determinou-se nas áreas demarcadas o diâmetro do colmo de 30 plantas aleatórias na altura correspondente a 1/3, a partir de sua base, a cada 2 meses após o plantio.

Área e Índice de Área Foliar

A área foliar foi determinada pelo método Hermann e Câmara (1999) modificado por Moraes (2004). Para encontrar a área de cada folha, multiplica-se sua

maior largura pelo comprimento, multiplicando-se em seguida essa área pelo coeficiente de 0,75. A área foliar da folha + 2 de cada planta multiplicada pelo número de folhas representa a área foliar de cada planta. A obtenção do índice de área foliar (IAF) é feita através da área foliar por planta multiplicado pelo número de plantas encontradas em um hectare, dividido pela área ocupada pelas mesmas no solo (10.000 m²).

Graus-dia

Os graus-dia (GD) diários e acumulados foram determinados baseados na metodologia proposta por Liu et.al. (1998) e calculados os valores de GD para cada período de 24 horas, de acordo com o programa GDCana (Moura Filho et al., 2002).

Fitomassa da parte Aérea das plantas

Análise da fitomassa foi feita a cada dois meses separando-se a planta em três partes: colmo, folha e ponteiro. Foram coletadas doze plantas aleatórias para cada cultivar em estudo, e para cada bloco. Foram feitas pesagens para determinação da produtividade dessas partes por hectare. Somaram-se também as partes para determinar a produção total de fitomassa por hectare. Essas plantas foram extraídas fora da área demarcada para determinação das outras variáveis, evitando-se assim interferência nos resultados obtidos para as mesmas.

Análise de Qualidade do Caldo

Foram avaliadas a % de sacarose aparente, % de pureza do caldo e também a % de fibra no Laboratório de análise agroindustrial da Usina Coruripe.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

População de Perfilhos

O número de perfilhos por metro linear, nos cultivares SP70-1011, RB72454, RB855113, RB867515, RB92579, RB93509 e Co997 em cada época de amostragem após o plantio, encontram-se na Figura 1. Observa-se que ocorreu diferença no número de perfilhos por metro linear entre os cultivares, nas respectivas épocas analisadas (30, 60, 120, 180, 240, 300 e 360 DAP).

O pico máximo de perfilhamento foi diferente entre os cultivares estudados. Constatou-se que os cultivares RB92579, RB867515 e SP79-1011 tiveram seu pico máximo aos 60 DAP, enquanto para os cultivares RB72454, RB855113, RB93509 e Co997 esse máximo somente ocorreu aos 120 DAP. Nesse caso, fica evidenciado que os cultivares do primeiro grupo apresentam uma maior capacidade de formar a sua população de perfilhos, em menor espaço de tempo. Possivelmente, esse pico máximo aos 60 e 120 DAP foi influenciado pelas condições de umidade do solo, proporcionado pelo déficit hídrico ocorrido entre os meses de setembro e novembro de 2005 (Figura 2), nos quais uma maior população de plantas proporcionou uma maior competição por água. Os demais cultivares, com uma menor população de plantas inicialmente, suportou mais esse período de déficit hídrico. Com chuvas ocorrendo no início de dezembro (Figura 2), fez com que esses cultivares aumentasse a sua população até aos 120 DAP.

De acordo com Castro (2000), o perfilhamento pode ocorrer até quatro meses após o plantio. Vale reforçar, que o perfilhamento, além de outros fatores, é influenciado pela temperatura, umidade do solo, cultivar e o ciclo em que ela se encontra (cana-planta ou cana-soca). Silva (2005), trabalhando com os cultivares RB855113, RB72454, RB83594 e SP81-3250, em cana-soca e sob irrigação plena, na região da Coruripe, verificou que o pico máximo de perfilhamento ocorreu aos 60 DAC. Por outro lado, Santos (2005), trabalhando com o cultivar RB75126, em cana-planta, na região de Coruripe, verificou máximo perfilhamento aos 120 DAP.

Vale salientar, que não ocorreu restrição de disponibilidade hídrica para ambos os trabalhos citados. De acordo com Oliveira et al. (2004), em cana-planta, ocorreu um aumento de perfilhamento também aos quatro meses, quando a partir desse período, inicia-se uma redução no número de perfilhos.

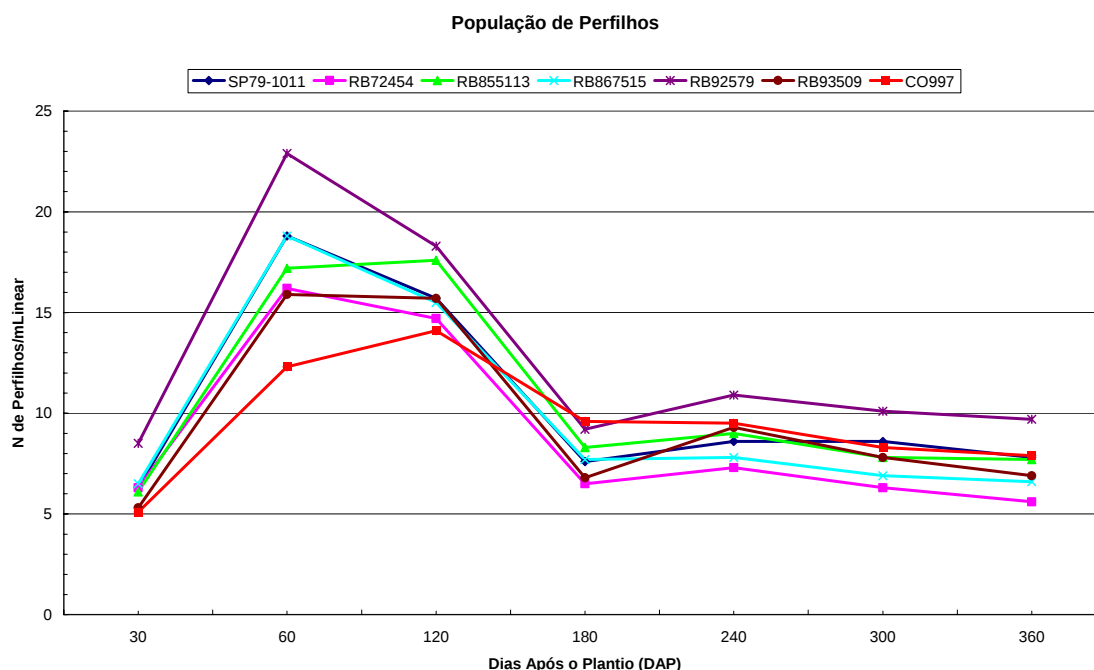


Figura 1. População de perfilhos por metro linear, nos cultivares SP70-1011, RB72454, RB855113, RB867515, RB92579, RB93509 e Co997, em sete épocas de desenvolvimento.

As temperaturas médias ocorridas nessa fase se situaram entre 23,9 a 27,6 °C, não sendo, portanto, limitante para as fases de brotação e perfilhamento da cana (Figura 2). Segundo Dillewijn (1952), o perfilhamento aumenta à medida que a temperatura se eleva, até em torno de 30°C.

De forma geral, o maior perfilhamento foi observado na variedade RB92579 mantendo-se com a maior média de número de plantas por metro linear (9,7) seguida pela Co997 e SP79-1011, com cerca de (7,9) e (7,8) plantas/m linear, respectivamente, aos 360 DAP de avaliação. A RB72454 apresentou o menor número de perfilhos (5,6). De acordo com Almeida (2006), tanto em cana-planta como em cana-soca a RB92579 apresentou a maior média de número de plantas por metro linear variando entre 10,9 a 12, 7 plantas m⁻², respectivamente.

A partir do ponto de máximo perfilhamento, a competição entre perfilhos pelos fatores de crescimento (luz, espaço, água e nutrientes) torna-se elevada de maneira que se constata a redução do perfilhamento, através da diminuição e paralisação desse processo, além da morte dos perfilhos mais jovens (Figura 1).

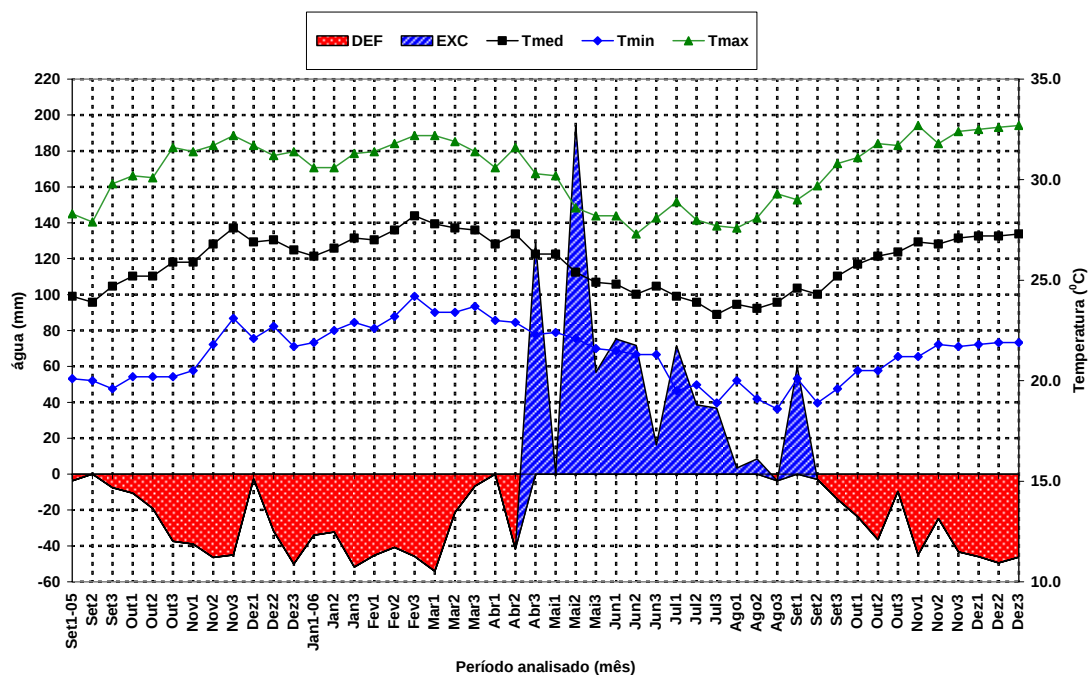


Figura 2. Balanço hídrico sequencial (déficit e excesso) e Temperatura média, máxima e mínima a cada dez dias para o período de setembro/2005 a dezembro/2006, Fazenda Progresso, Usina Coruripe, Alagoas.

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

Diâmetro do Colmo

Ocorreu aumento no diâmetro dos colmos, independente do cultivar avaliado, para todas as épocas analisadas (Quadro 1).

Observaram-se diferenças significativas apenas aos 180 e 360 DAP, com destaque para os cultivares RB867515, RB72454 e RB855113, com diâmetro médio final variando de 26,6 a 27,7 mm. Um grupo formado com os cultivares RB92579, Co997 e SP79-1011 apresentaram os menores diâmetros (24,1 a 25,7 mm). Nesse caso, fica evidenciado, que os cultivares que mantiveram um maior número de perfilhos na fase final, apresentaram os menores diâmetros médios. Resultados semelhantes foram obtidos por Ramesh e Mahadevaswamy (2000) e Oliveira et al. (2004), onde constataram diferenças significativas a partir dos 180 DAP.

No trabalho de Oliveira et al. (2004), a RB72454 apresentou maior diâmetro (31,9 mm) do que os cultivares RB855113 e RB855536, isto para as condições do Estado do Paraná.

Quadro 1. Diâmetro médio da base do colmo (mm), em seis épocas de desenvolvimento.

Tratamentos	Diâmetro do Colmo					
	Nov / 05	Jan / 06	Mar / 06	Mai / 06	Jul / 06	Set / 06
DAP (dias)	60	120	180	240	300	360
-----mm-----						
SP79-1011	12,6A	18,1A	18,7B	23,7A	24,3B	25,7B
RB72454	13,1A	16,9A	18,6B	24,4A	25,1B	26,6 A
RB855113	12,6A	15,7A	18,4 B	24,6A	26,5A	26,6 A
RB867515	14,2A	18,3A	22,0 A	26,1A	26,4A	27,7 A
RB92579	12,6A	16,7A	19,5 B	22,8A	23,0B	24,1 B
RB93509	12,4A	16,7A	17,9B	23,9A	25,1B	26,2 A
CO997	13,7A	17,6A	18,1 B	23,2A	24,4B	25,3 B
Efeitos	-----Quadrados médios-----					
Blocos	13,3026 **	4,1572 ^{ns}	4,4653 ^{ns}	1,2745 ^{ns}	3,6454 ^{ns}	0,6153 ^{ns}
Tratamento	1,8236 ^{ns}	3,4397 ^{ns}	7,7529 *	4,7183 ^{ns}	5,8110 ^{ns}	5,3311 **
Resíduo	1,1987	2,4448	2,2379	2,2685	2,5654	1,0569
CV (%)	8,4	9,1	7,9	6,2	6,4	4,0

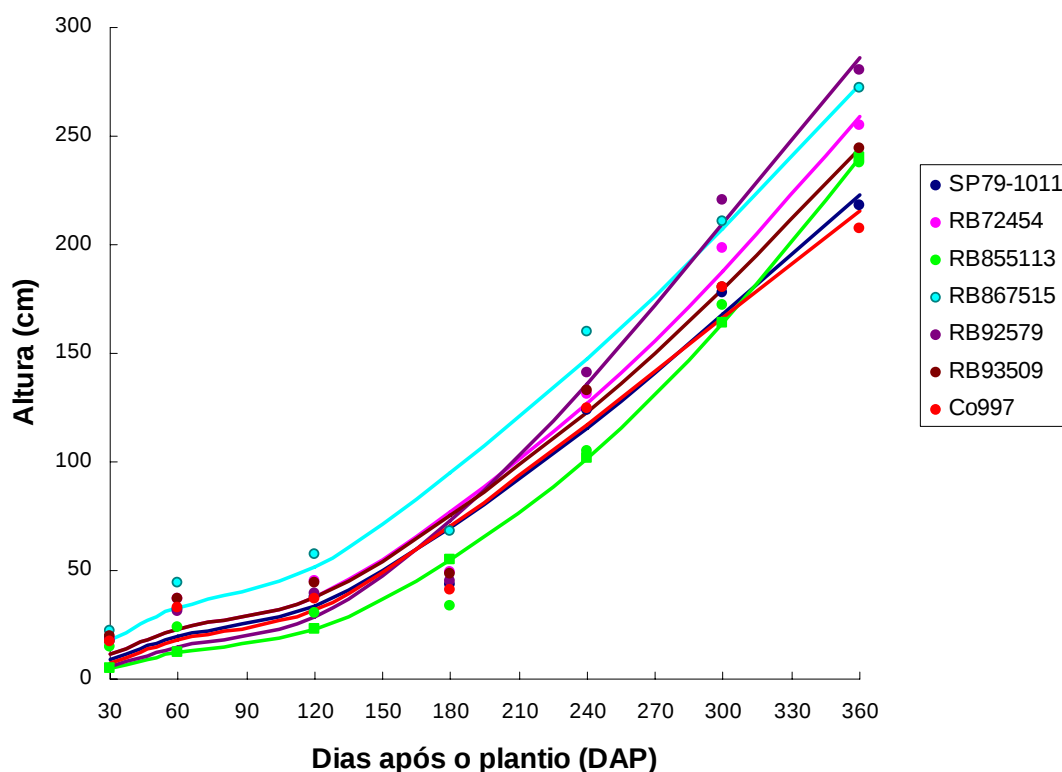
*, **, ^{ns} significativo a 5 e 1% de probabilidade, não significativo, respectivamente. Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não difere entre si, pelo teste Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Altura do Colmo

Os dados relacionados à altura de plantas, para os cultivares analisados, encontram-se na Figura 3. Constata-se que até aos 180 DAP um grupo de cultivares obteve maiores crescimento (RB867515, RB72454 e RB93509), com destaque para a RB867515. A partir daí, a RB92579 entrou no grupo, chegando aos 360 DAP com uma maior altura, seguido da RB867515 e a RB72454.

Outro fato importante, diz respeito ao período longo de estiagem ocorrido entre o plantio e o início da estação chuvosa (Figura 2), que proporcionou um crescimento mais lento em todos os cultivares estudado (Figuras 3). Este fato é importante, pois a fase de crescimento dos colmos, nas condições de Alagoas, fica limitada ao início da estação chuvosa, independente se for plantio de inverno ou verão da cultura. No

trabalho de Silva (2005), nas condições de gotejamento, sem restrição hídrica, além da fase de crescimento coincidir com o início da estação chuvosa, rapidamente a planta entra na fase de rápido crescimento vegetativo. Sob condições de irrigação plena, seja ela, por qualquer método de irrigação, logo após o pico de máximo perfilhamento, inicia-se a fase de crescimento da cultura, desde que as condições de temperatura estejam adequadas.



SP79-1011: $\hat{y} = 1011,04 / (1 + (DAP / 691,74)^{-1,93})$	$R^2=0,970$
RB72454: $\hat{y} = 30512,2 / (1 + (DAP / 5358,3)^{-1,76})$	$R^2=0,976$
RB855113: $\hat{y} = 3838,6 / (1 + (DAP / 1226,7)^{-12,21})$	$R^2=0,981$
RB867515: $\hat{y} = 31746,1 / (1 + (DAP / 7964,6)^{-1,53})$	$R^2=0,980$
RB92579: $\hat{y} = 812,41 / (1 + (DAP / 461,5)^{-2,45})$	$R^2=0,977$
RB93509: $\hat{y} = 63545,5 / (1 + (DAP / 9468,4)^{-1,70})$	$R^2=0,975$
Co997: $\hat{y} = 560,4 / (1 + (DAP / 449,8)^{-2,12})$	$R^2=0,960$

Figura 3. Altura média do colmo (cm), nos cultivares SP70-1011, RB72454, RB855113, RB867515, RB92579, RB93509 e Co997, em seis épocas de desenvolvimento.

No trabalho de Oliveira et al. (2004) fica claramente visível esse fato, de um período longo de crescimento lento nos cultivares estudados (RB72454, RB855113 e RB855536) de 84 a 231 DAP, proporcionado por temperaturas baixas, ocorridas nesse

intervalo (temperatura média menor ou igual a 20 °C). Liu et al. (1998) propuseram temperaturas basais, para o crescimento da cana-de-açúcar, para as condições da Austrália, de 19,8 °C, abaixo do qual, o crescimento da cultura ocorria lentamente.

O cultivar RB867515 apresentou um crescimento linear em todo o período experimental, sendo o mais destacado, na fase inicial, no qual mostrou uma taxa de crescimento de 0,45 cm d⁻¹, bem superior aos demais cultivares (Figura 4). Ao longo do ciclo foi, inicialmente, superada pelo RB92579 e na fase final pelos RB855113 e RB72454. Mesmo assim, apresentou uma alta taxa de 1,0 cm d⁻¹, na fase final. O cultivar RB92579, inicialmente, apresentou uma baixa taxa de crescimento, 0,22 cm d⁻¹, priorizando a formação de perfilhos (Figura 4), e somente na metade do ciclo, com início da estação chuvosa, apresentou as maiores taxas de crescimento, chegando à fase final com 1,3 cm d⁻¹. Esse crescimento lento inicial faz com que esse cultivar mantenha um bom número de perfilhos por metro linear e proporcione um crescimento uniforme de sua população.

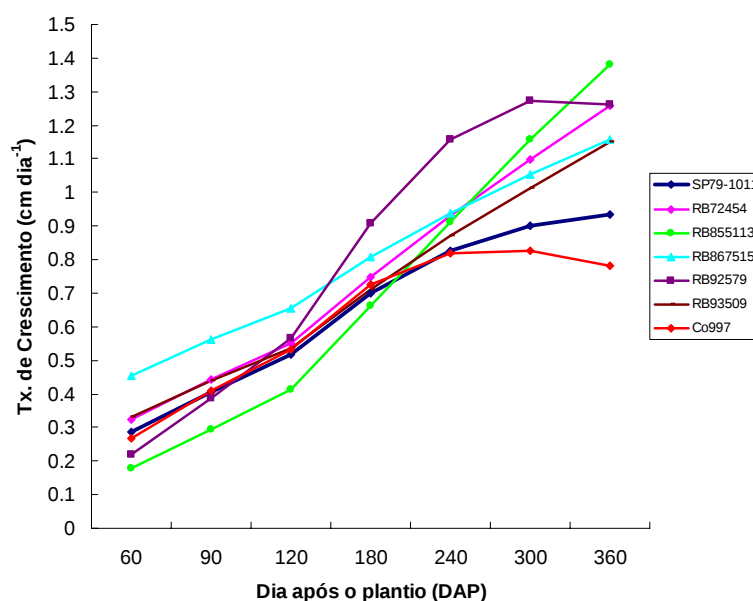


Figura 4. Taxa de crescimento (cm d⁻¹), nos cultivares SP70-1011, RB72454, RB855113, RB867515, RB92579, RB93509 e Co997, em seis épocas de desenvolvimento.

Outro cultivar que se destacou foi a RB855113, que no final apresentou uma elevada taxa de crescimento, chegando a valores de 1,4 cm d⁻¹. As menores taxas de crescimento foram observadas nos cultivares SP79-1011 e Co997, principalmente, na fase final, entre os 180 e 360 DAP.

Trabalhando com quatro variedades (SP79-1011, RB92579, RB93509 e RB931530), na região de Rio Largo, Al, Moura Filho et al. (2006), em área irrigada, encontraram taxas de crescimento, bastante elevadas, chegando o cultivar RB92579, a valores de $2,0 \text{ cm d}^{-1}$, entre os períodos de 150 a 180 DAP, permanecendo, ainda com valores bem altos até aos 230 DAP, com taxa de $1,0 \text{ cm d}^{-1}$. Vale salientar, que na fase final, todos os cultivares apresentaram valores bem próximos de crescimento, na ordem de $0,25 \text{ cm d}^{-1}$. Percebe-se, como a disponibilidade hídrica altera o comportamento de crescimento dos cultivares. Sem restrição hídrica, o crescimento é maior na fase inicial e intermediária e depois se mantém a taxas menores. Com restrição hídrica, esse crescimento fica na dependência da estação chuvosa, sendo esse crescimento crescente a partir desse período, no entanto, com taxas menores.

Percebe-se que as taxas de crescimento das cultivares estão relacionadas com o índice de área foliar - IAF (Quadro 2). O qual apresenta duas fases bem distintas, que vai dos 60 aos 180 DAP e dos 180 aos 360 DAP, sendo influenciada pela disponibilidade hídrica, população de plantas e área foliar. Na primeira fase, ocorre aumento do IAF dos 60 aos 120 DAP, passando de 1,48 (1,23 a 1,66) a 2,41 (1,94 a 2,87), sendo influenciado pela população de plantas e área foliar. Dos 120 aos 180 DAP, por redução da população de plantas (Figura 1) e pela estiagem prolongada (Figura 2), ocorreu redução no IAF, apresentando valor médio de 1,44 (1,21 a 1,73).

Neste período, destacam-se os cultivares RB867515, RB92579, Co997 e RB855113. Vale salientar, que maiores IAF do cultivar RB855113 não refletiu em maiores taxas de crescimento (Figura 4). Possivelmente, esse maior índice foi ocasionado por maiores áreas foliares, arquitetura foliar e população de plantas, que também proporcionou maiores perdas por evapotranspiração. Na segunda fase, sem restrição hídrica, e com uma população de plantas praticamente estabilizada, uma maior interceptação da radiação solar está na dependência da área e da arquitetura foliar.

Nesse caso, destacam-se os cultivares RB855113, RB93509, RB92579 e RB867515. Os valores médios de IAF encontrados foram 3,28 (240 DAP) e de 4,19 (360 DAP). Vale salientar, que a SP79-1011, apresentou baixos IAF, o que foi coerente com suas baixas taxas de crescimento, na fase final de crescimento.

De acordo com Irvine (1980), valores comuns de IAF, para a cana-de-açúcar, são da ordem de 4 a 5. Sendo que ocorre uma fase de incremento, entre os quatro e oito meses e suavemente esses valores decrescem (Cock, 2000).

Almeida (2006) encontrou valores da ordem de 2,5 a 4,5, para os cultivares RB92579, RB93509, SP79-1011 e RB931530, até aos 360 DAP, com destaque para o cultivar RB92579, que apresentou IAF maiores desde aos 60 DAP. Salientou, também, que $IAF > 3,0$, durante o período de crescimento intenso da cultura, contribui para uma melhor eficiência no uso da água, Almeida (2006). Segundo Machado (1987), IAF de aproximadamente 4, é suficiente para interceptar 95% da radiação solar.

Quadro 2. Índice de área foliar, nos cultivares SP70-1011, RB72454, RB855113, RB867515, RB92579, RB93509 e Co997, em seis épocas de desenvolvimento.

Tratamentos	Índice de Área Foliar					
	Nov / 05	Jan / 06	Mar / 06	Mai / 06	Jul / 06	Set / 06
DAP (dias)	60	120	180	240	300	360
SP79-1011	1,63A	2,35A	1,21A	2,78B	2,84B	3,48B
RB72454	1,41A	1,94A	1,28A	2,11B	2,30B	3,22B
RB855113	1,49A	2,20A	1,73A	3,83A	3,35B	5,33A
RB867515	1,66A	2,45A	1,35A	3,05B	2,91B	3,79B
RB92579	1,58A	2,87A	1,59A	4,37A	4,68A	5,05A
RB93509	1,23A	2,10A	1,29A	3,63A	4,08A	4,20B
CO997	1,40A	2,92A	1,65A	3,19B	4,05A	4,26B
Efeitos	-----Quadrados médios-----					
Blocos	0,2358 ^{ns}	0,3389 ^{ns}	0,1256 ^{ns}	0,3916 ^{ns}	0,4059 ^{ns}	0,6699 ^{ns}
Tratamento	0,0926 ^{ns}	0,5631 ^{ns}	0,1592 ^{ns}	2,1949 [*]	2,8556 ^{**}	2,4323 ^{**}
Resíduo	0,1354	0,5851	0,1491	0,5804	0,6655	0,2924
CV (%)	24,8	31,8	26,6	23,2	23,6	12,9

*, **, ^{ns} significativo a 5 e 1% de probabilidade, não significativo, respectivamente. Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não difere entre si, pelo teste Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Fitomassa Verde

Os resultados referentes ao acúmulo de massa verde, para os dados de colmo, folhas, ponteiro e total, para os sete cultivares analisados, nas diversas épocas avaliadas encontra-se no Quadro 3.

Quadro 3. Massa verde no colmo, folha, ponteiro e total nos cultivares SP70-1011, RB72454, RB855113, RB867515, RB92579, RB93509 e Co997, em seis épocas de desenvolvimento.

Tratamentos	Massa Verde, t ha ⁻¹					
	Nov / 05	Jan / 06	Mar / 06	Mai / 06	Jul / 06	Set / 06
DAP (dias)	60	120	180	240	300	360
Colmo						
SP79-1011	1,13D	2,20F	4,43C	36,43C	41,63B	60,27E
RB72454	1,13 D	4,80B	7,67B	24,53 E	35,77 C	44,43 F
RB855113	1,10 D	2,37F	5,23C	47,17B	55,10A	78,53B
RB867515	2,50 A	5,40A	11,03A	46,30B	51,03A	73,00C
RB92579	1,83 B	4,27C	6,50B	51,63A	56,90A	84,13A
RB93509	1,63 C	3,77D	7,00B	46,50B	53,77A	68,63D
CO997	1,13 D	3,13E	5,87C	27,70 D	53,10A	62,73E
Folha						
SP79-1011	0,37B	0,67C	1,60D	6,33C	2,87D	1,60C
RB72454	0,17 C	1,47 A	1,87C	4,17 C	3,63C	0,93D
RB855113	0,23 C	0,53 C	1,57 D	8,03 C	4,27B	2,73 A
RB867515	0,50 A	1,07B	2,07C	8,67B	4,20B	1,53C
RB92579	0,40 B	1,37 A	1,57 D	8,87 A	4,90 A	2,73 A
RB93509	0,33 B	1,50 A	4,23 A	7,87B	3,70C	2,03B
CO997	0,27 C	1,20B	3,20B	5,53 C	5,27 A	2,80 A
Ponteiro						
SP79-1011	6,4 A	5,20B	9,10C	15,17C	21,07B	22,27D
RB72454	6,0 B	5,50B	7,33 D	13,17 C	17,10 C	19,70 E
RB855113	5,9 C	5,97 A	9,93B	21,20 A	21,87B	37,60 A
RB867515	6,5 A	4,30D	8,57C	15,17C	18,23C	22,53 D
RB92579	5,5 D	4,77C	10,63B	20,40 A	27,43 A	32,40B
RB93509	5,4 D	4,57C	7,73 D	17,33B	26,37 A	27,73C
CO997	4,3 E	3,97 D	12,07 A	20,47 A	24,80 A	28,47C
Total						
SP79-1011	7,9B	8,07 D	15,13C	56,50D	65,57D	84,13C
RB72454	7,3C	11,77 A	16,87C	43,00 E	56,50 E	65,07 D
RB855113	7,2 C	8,87D	16,73C	73,87B	81,23B	118,87 A
RB867515	9,5 A	10,77B	21,67 A	68,30C	73,47C	97,07B
RB92579	8,3 B	10,17C	18,77B	80,37 A	89,23 A	119,27 A
RB93509	7,4 C	9,83C	18,97B	70,83C	83,83B	98,40B
CO997	5,7 D	8,30 D	21,13 A	53,43D	83,17B	94,00B

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

Constata-se aumento de massa verde para todas as épocas e cultivares analisados. O comportamento da fitomassa seguiu os dados de crescimento, apresentando duas fases distintas, definidas pela disponibilidade de água. Na fase de crescimento lento, que correspondeu dos 60 aos 180 DAP, a alocação de fitomassa verde predominou no ponteiro, com percentuais médios de 75,0, 50,6 e 50,6% para as épocas de 60, 120 e 180 DAP, respectivamente. Nas folhas o percentual médio foi crescente, variando de 4,3 a 12,5%, no final dessa fase. Para os colmos, o percentual médio variou de 19,6 a 36,9%.

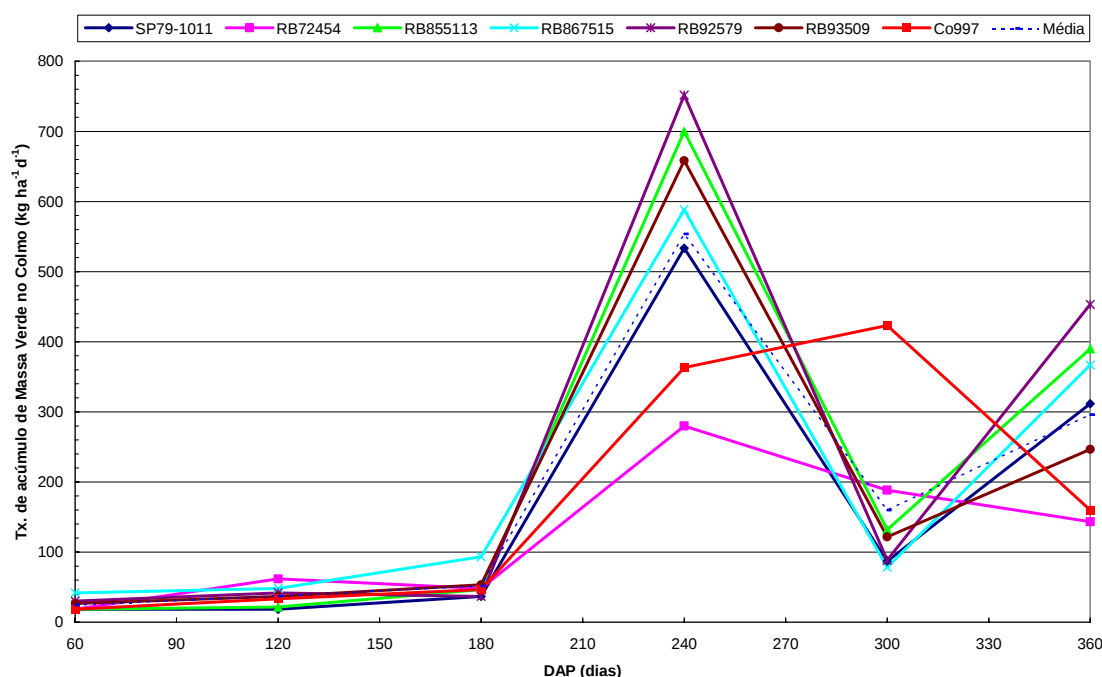


Figura 5. Taxa de acúmulo de massa verde no colmo ($\text{kg ha}^{-1} \text{d}^{-1}$), nos cultivares SP70-1011, RB72454, RB855113, RB867515, RB92579, RB93509 e Co997, em seis épocas de desenvolvimento. Experimento na Fazenda Progresso, Bloco 072 – Ilha do despacho, pertencente à Usina Coruripe– Al, no ano agrícola de 2005/2006 (Plantio em 17/09/2005).

Na fase de crescimento rápido, ocorre uma inversão, com predomínio da alocação de fitomassa nos colmos, com valores médios crescentes de 62,8 a 69,7% aos 360 DAP, enquanto, que nos ponteiros, o percentual médio, fica em torno de 28%. O mesmo comportamento foi observado com relação aos dados de matéria seca, vindo a compreender duas fases distintas de acúmulo de massa seca, com relação aos colmos e matéria seca total (Quadro 4).

Observa-se que entre os cultivares estudados ocorreram diferentes comportamentos para a taxa de acúmulo de fitomassa total (Figura 6).

Quadro 4. Massa seca no colmo, folha, ponteiro e total, nos cultivares SP70-1011, RB72454, RB855113, RB867515, RB92579, RB93509 e Co997, em seis épocas de desenvolvimento.

Tratamentos	Massa Seca, t ha ⁻¹					
	Nov / 05	Jan / 06	Mar / 06	Mai / 06	Jul / 06	Set / 06
DAP (dias)	60	120	180	240	300	360
-----Colmo-----						
SP79-1011	0,13C	0,27C	1,03B	6,33B	8,40D	15,87C
RB72454	0,13 C	0,60B	1,83C	4,17 C	6,83 E	10,80 D
RB855113	0,17 B	0,33C	1,23 A	8,03 A	9,97B	18,07B
RB867515	0,33 A	0,73 A	2,53 A	8,67 A	10,80 A	17,37B
RB92579	0,20B	0,50B	1,57 A	8,87 A	10,93 A	19,97 A
RB93509	0,20 B	0,50B	1,57 A	7,87 A	9,13C	17,10B
CO997	0,10 C	0,37C	1,27B	5,53B	10,73 A	18,13B
-----Folha-----						
SP79-1011	0,13 A	0,20C	1,10 D	1,90 C	1,03E	0,87 D
RB72454	0,07 B	0,47 A	1,40C	2,00 C	1,40D	0,67 D
RB855113	0,03 B	0,17 C	1,17 D	2,23 C	1,63C	2,30 A
RB867515	0,10 A	0,23C	1,57C	2,93 B	2,23B	1,00 D
RB92579	0,13 A	0,33B	1,17 D	3,90 A	2,73 A	2,27 A
RB93509	0,10 A	0,40 A	3,00 A	2,83B	1,70C	1,60C
CO997	0,10 A	0,30B	2,43B	2,23 C	1,87C	1,93B
-----Ponteiro-----						
SP79-1011	1,53 A	1,27 A	2,80C	4,47B	4,07B	4,77C
RB72454	1,53 A	1,37 A	2,23 D	3,63 C	3,23 B	4,20 D
RB855113	1,43 A	1,43 A	3,40B	5,70 A	4,90 A	7,50 A
RB867515	1,43 A	0,93C	2,83C	4,37B	3,77 B	4,73 C
RB92579	1,27 B	1,13B	3,40B	5,53 A	5,57 A	7,73 A
RB93509	1,27 B	1,10B	2,30D	4,67B	5,40 A	6,20B
CO997	1,00 C	0,90 C	3,83 A	5,53 A	5,17 A	6,30B
-----Total-----						
SP79-1011	1,8 A	1,73C	4,93C	12,70C	13,50D	21,50D
RB72454	1,7 A	2,43 A	5,47C	9,80 D	11,47 E	15,67 E
RB855113	1,6 B	1,93B	5,80B	15,97B	16,50C	27,87B
RB867515	1,9 A	1,90B	6,93 A	15,97B	16,80C	23,10D
RB92579	1,6 B	1,97B	6,13B	18,30 ^a	19,23 A	29,97 A
RB93509	1,6 B	2,00B	6,87 A	15,37B	16,23C	24,90C
CO997	1,2C	1,57 C	7,53 A	13,30C	17,77B	26,37C

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

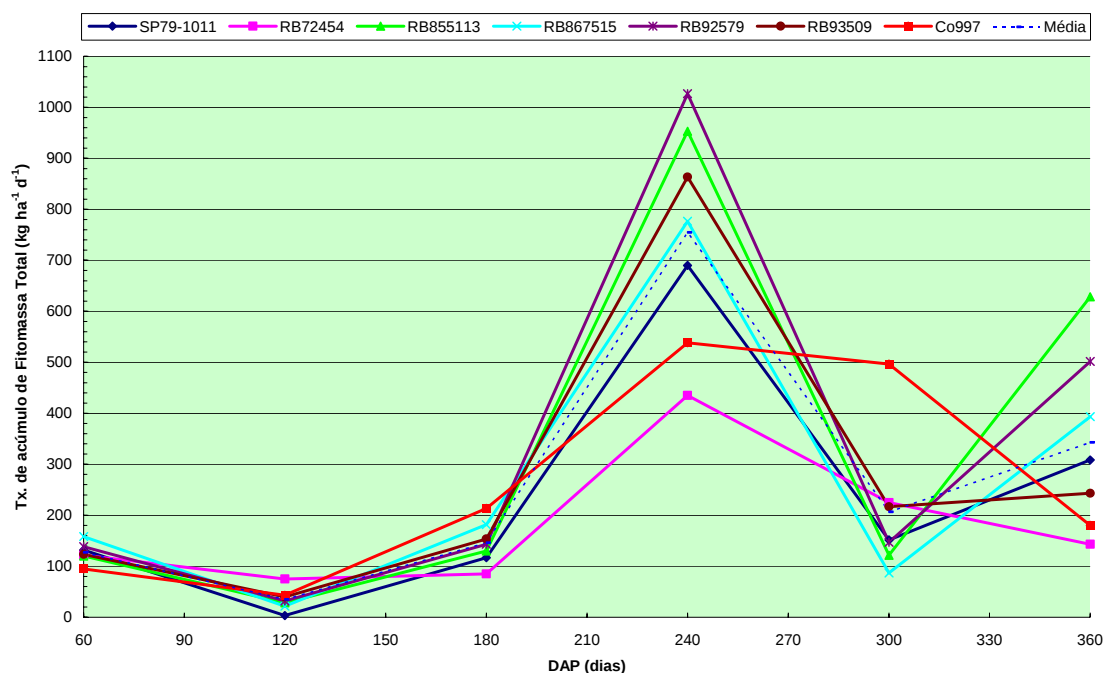


Figura 6. Taxa de acúmulo de fitomassa total ($\text{kg ha}^{-1} \text{d}^{-1}$), nos cultivares SP70-1011, RB72454, RB855113, RB867515, RB92579, RB93509 e Co997, em seis épocas de desenvolvimento. Experimento na Fazenda Progresso, Bloco 072 – Ilha do despacho, pertencente à Usina Coruripe– Al, no ano agrícola de 2005/2006 (Plantio em 17/09/2005)

No geral, os cultivares RB867515 e RB92579 apresentaram taxa de acúmulo de massa verde nos colmos, acima da média de crescimento, para as épocas analisadas. O cultivar RB855113 se destacou a partir da fase de rápido crescimento dos colmos, chegando à fase final com boa produtividade agrícola. O cultivar RB867515 teve um destaque na fase inicial até 240 DAP, fazendo com que, no final do ciclo, fosse obtida produtividade agrícola acima da média. No geral, os cultivares que se destacaram em termos de IAF (Quadro 2) tiveram uma maior taxa de crescimento de massa verde. Os demais cultivares (SP79-1011, Co997 e RB72454) tiveram crescimento discreto, os quais chegaram à fase final com baixas produtividades.

O cultivar Co997 apresentou uma maior sensibilidade à aplicação de herbicida, possivelmente, vindo a refletir em baixa taxa de crescimento na fase inicial. Na fase seguinte de crescimento, o cultivar não mostrou nenhuma reação que favorecesse a obtenção de uma maior produtividade de colmo final.

Já o cultivar RB72454 foi bastante prejudicado pelo menor número de perfilhos na fase final, o que acarretou num baixo IAF e baixas taxas de crescimento. Por outro lado, o cultivar SP79-1011 apresentou acúmulo de massa verde abaixo da média, em toda a fase de desenvolvimento, sendo coerente, com os seus baixos IAF e suas baixas

taxas de crescimento (Quadros 3). Vale salientar, que todos os cultivares tiveram seu pico máximo de desenvolvimento com início da estação chuvosa, apresentando valores médios de $553,6 \text{ kg ha}^{-1} \text{ d}^{-1}$ (280,0 a 751,7) aos 240 DAP.

Os períodos compreendidos entre 180 a 240 DAP e entre 300 a 360 DAP, proporcionaram os maiores ganhos de massa verde dos colmos e totais (colmo + ponteiro + folhas). Na fase inicial, a taxa de crescimento médio dos colmos, variou de 24,5 a $51,7 \text{ kg ha}^{-1} \text{ d}^{-1}$, enquanto que na segunda fase, essa taxa de crescimento médio variou de 159,8 a $553,6 \text{ kg ha}^{-1} \text{ d}^{-1}$. O cultivar RB92579 teve média de 88,3 a 751,7 $\text{kg ha}^{-1} \text{ d}^{-1}$, para produção de colmos, e de 146,7 a 1026,7 $\text{kg ha}^{-1} \text{ d}^{-1}$, para fitomassa total, proporcionando uma maior produtividade final. No trabalho de Almeida (2006) ficou evidenciado o potencial desse cultivar, em termos de ganhos de produtividade.

Murchow et al. (1994) reportou taxa da ordem de $410 \text{ kg ha}^{-1} \text{ d}^{-1}$, para um período de cinco meses, sendo considerado como ótimo, para a produtividade da cana-de-açúcar. Barbosa et al. (2002) constataram taxa de acúmulo de massa seca máximo, da ordem de $500 \text{ kg ha}^{-1} \text{ d}^{-1}$, com um percentual médio de matéria seca de 30 %, equivale a uma produtividade de massa verde da ordem de $1670 \text{ kg ha}^{-1} \text{ d}^{-1}$, com o cultivar RB72454. Valor esse bem superior aos encontrados para as nossas condições.

Por outro lado, Gava et al. (2001), trabalhando com a SP80-1842 na região de Itacemópolis, SP, constaram crescimento máximo de $764,7 \text{ kg ha}^{-1} \text{ d}^{-1}$ aos 137 DAP, de massa verde dos colmos, vindo em seguida a decrescer e aumentar na fase final do ciclo. Resultado esse, muito semelhante ao ocorrido nas nossas condições. Machado et al. (1982) encontraram resultados semelhantes, com valor máximo estimado, pela matéria seca de $616,7 \text{ kg ha}^{-1} \text{ d}^{-1}$. O período de 240 a 300 DAP apresentou uma taxa média de crescimento inferior ao período anterior e posterior (Figura 5). Constata-se uma diminuição da temperatura média do ar em função do tempo (Figura 1), no qual proporcionou queda nos graus-dia ($401,6 ^\circ\text{C d}^{-1}$ – entre 180 e 240 DAP; $276,1 ^\circ\text{C d}^{-1}$ – entre 240 a 300 DAP; e de $243,0 ^\circ\text{C d}^{-1}$ – entre 300 a 360 DAP).

Percebe-se, que o elevado crescimento foi coerente com os graus-dia e com a precipitação pluvial ocorrida no período, no qual ocasionou um ligeiro excesso hídrico (Figura 1). O período seguinte (240 a 300 DAP) caracterizou-se por um elevado excesso hídrico, mantendo-se a umidade do solo, acima da capacidade de campo, durante os 60 dias de crescimento, o que certamente provocou problemas de aeração no solo. Possivelmente, isso veio a refletir nessa queda de crescimento.

O período posterior (300 a 360 DAP), apesar da queda da quantidade de energia ocorrida, o ligeiro excesso hídrico proporcionou melhores condições de absorção de água e nutrientes, o que refletiu em maiores taxas de crescimento, em relação ao período anterior.

O mesmo comportamento ocorrido com relação à produção e taxa de crescimento dos colmos, para os cultivares estudados, se aplica aos dados de matéria verde total (Quadro 3).

Produtividade Agrícola, Qualidade do Caldo e Produção de Açúcares

No Quadro 5 são apresentados os dados de produtividade agrícola, qualidade do caldo e produção de açúcares para os cultivares em estudo. O cultivar RB92579 foi a mais produtiva (84,13 t ha⁻¹), seguidas pelos cultivares RB855113, RB867515 e RB93509. No geral, os cultivares estudados apresentaram baixos % de sacarose aparente e % de pureza do caldo, sendo coerente com os IAF e as taxas de crescimento e acúmulo de massa verde, e disponibilidade de água, aos 360 DAP, no qual resultou em baixo rendimento industrial (baixo ATR). Para os cultivares RB93509 e RB867515 esses valores ainda foram os mais baixos (% de sacarose aparente $\leq 12,0$ % e pureza do caldo $\leq 83,5$ %), o que é coerente com a sua indicação para colheita em fim de safra PMGCA (1996).

Quadro 5. Produtividade agrícola, qualidade do caldo e produção de açúcares para os cultivares SP70-1011, RB72454, RB855113, RB867515, RB92579, RB93509 e Co997. Experimento na Fazenda Progresso, Bloco 072 – Ilha do despacho, pertencente à Usina Coruripe-Al, no ano agrícola de 2005/2006 (Plantio em 17/09/2005)

Cultivares	Produtividade Agrícola		Qualidade do Caldo e Produção de Açúcares			
	TCH*	PC*	Pureza	Fibra	TPH*	ATR*
	t ha ⁻¹	----- % -----			t pol ha ⁻¹	t cana ha ⁻¹
SP79-1011	60,27	13,54	86,90	13,33	8,16	133,154
RB72454	44,43	13,28	86,41	13,35	5,90	130,828
RB855113	78,53	12,29	84,80	12,58	9,65	121,957
RB867515	73,00	12,00	83,54	13,45	8,76	119,399
RB92579	84,13	12,84	84,76	12,76	10,80	127,114
RB93509	68,63	11,88	82,57	12,94	8,15	118,571
C0997	62,73	13,16	86,61	14,30	8,26	129,562

*TCH=Tonelada de Cana por Hectare, PC = % de sacarose aparente, TPH = Tonelada de Pol por Hectare, ATR = Açúcar Total Recuperável.

CONCLUSÕES

Nas condições do presente experimento e com os resultados obtidos, pode-se concluir que:

- Ocorreram diferença nos cultivares RB867515 e RB92579 os quais apresentaram taxa de acúmulo de massa verde nos colmos, acima da média de crescimento dos demais, para as épocas analisadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, A.C.S.; MOURA FILHO, G.; SILVA, L. C.; SOUZA, J.L.; TEODORO, I.; BARBOSA, G. V. S. **Crescimento e absorção de nutrientes em quatro variedades de cana-de-açúcar**. Rio Largo: UFAL, 21p., 2006. Monografia de Graduação
- BARBOSA, G.V.S. **Três novas variedades RB de cana-de-açúcar**. Rio Largo: PMGCA, 2003. 18p.(Boletim Técnico; 2).
- BARBOSA, M.H.P.; OLIVEIRA, M.W.; SILVEIRA, L.C.I.; DAMASCENO, C.M.; MENDES, L.C. Acúmulo e alocação de nutrientes pela RB72454 no ciclo de cana-planta. In: Congresso Nacional da STAB, 8., Recife, 2002. **Anais...** Recife: STAB, 2002, p.264-267.
- BENINCASA, M.M.P. **Análise de crescimento de plantas: noções básicas**. Jaboticabal: FUNEP, 1988.42p.
- CÂMARA, G.M.S. Ecofisiologia da cultura da cana-de-açúcar. In: CÂMARA, G.M.S.; OLIVEIRA, E.A.M (eds.). **Produção de cana-de-açúcar**. Piracicaba: FEALQ, 1993. p.31-64.
- CASTRO, P.R.C. Aplicações da fisiologia vegetal no sistema de produção da cana-de-açúcar. In: Simpósio Internacional de Fisiologia da Cana-de-açúcar. Piracicaba, 2000. **Anais...** Piracicaba: STAB, 2000. p.1-9.
- COCK, J.H. Sugarcane growth and development. In: Simpósio Internacional de Fisiologia da Cana-de-açúcar. Piracicaba, 2000. **Anais...** Piracicaba: STAB, 2000. p.1-14.
- DILLEWIJN, C.Van. **Botany of sugarcane**. Waltham: Chronica Botanica, 1952. 371p.
- GAVA, G.J.C.; TRIVELIN, P.C.O.; OLIVEIRA, M.W.; PENATTI, C.P. Crescimento e acúmulo de nitrogênio em cana-de-açúcar em solos coberto com palhada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, n.11, p.1347-1354, 2001.
- 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.
- IRVINE, J.E. Sugarcane. In: International Rice Research Institute. **Potential productivity of field crops under different environments**. Los Baños, Philippines: IRRI, 1980. p.361-382.
- LIU, D. L.; KINGSTON, G.; BULL, T. A. A new technique for determining the thermal parameters of phenological development in sugarcane, including sub optimum and supra-optimum temperature regimes. **Agricultural and Forest Meteorology**. v.90, p.119-139, 1998.

- 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.
- MACHADO, E.C. Fisiologia da produção de cana-de-açúcar. In: PARANHOS, S.B. (Coord.). **Cana-de-açúcar: cultivo e utilização**. Campinas: Cargil, v.1, p.56-80, 1987.
- MORAIS, J.F.B. **Estimativa da área foliar de quatro variedades de cana-de-açúcar**. Rio Largo: UFAL, 16p., 2004. Monografia de Graduação.
- MOURA FILHO, G., SARMENTO, C.A.V., SOUZA, J.L. **GDCana: cálculo de graus-dia em cana-de-açúcar**. Rio Largo: CECA/UFAL, 2002. (Software).
- MOURA FILHO, G.; ALMEIDA, A.C.S.; SILVA, L. C.; SOUZA, J.L.; TEODORO, I.; BARBOSA, G. V. S. **Crescimento e absorção de nutrientes em quatro variedades de cana-de-açúcar**. In: Seminário Alagoano sobre Variedades de Cana-de-açúcar. Maceió: STAB Leste, 2006. (Palestra disponível em CD- Rom).
- MUCHOW, R.C.; SPILLMAN, M.F.; WOOD, A.W.; THOMAS, M.R. Radiation interception and biomass accumulation in a sugarcane crop under irrigated tropical conditions. **Australian Journal Agriculture Research**, v.45, p.37-49, 1994.
- NATT. **Recomendações de nove variedades SPs, para cultivo comercial**. Maceió: editora, 1993. xp. (Boletim técnico, x).
- OLIVEIRA, R.A.; DAROS, E.; ZAMBON, J.L.C.; WEBER, H.; IDO, O.I.; ZUFFELLATO-RIBAS, K.C.; KOERLER, H.S.; SILVA, D.K.T. Crescimento e desenvolvimento de três cultivares de cana-de-açúcar, cana planta, no Estado do Paraná. **Revista Scientia Agrária**, Curitiba, v.5, n.1-2, p.87-94, 2004.
- PROGRAMA DE MELHORAMENTO GENÉTICO DA CANA-DE-AÇÚCAR. **Variedades de cana-de-açúcar**. Recife: UFRPE, 1996. xp. (Boletim Técnico;x).
- RAMESH, P.; MAHADEVASWAMY, M. Effect of formative phase drought on different classes os shoots, shoot mortality, cane attributes, yield and quality of four sugarcane cultivars. **Journal Agronomy Crop Science**, Berlim, v.185, p.249-258, 2000.
- SANTOS, V.R. **Fontes de fósforo e parcelamento da adubação fosfatada na cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*)** Rio Largo: UFAL, 66p. 2005. Dissertação de Mestrado.
- SILVA, L.C. **Fenologia de quatro variedades de cana-de-açúcar, sob irrigação por gotejamento**. Rio Largo: UFAL, 21p., 2005. Monografia de Graduação.
- TERUEL, D.A.; BARBIERI, L.A.; FERRADO, Jr. Sugarcane leaf area index modeling under different soil water conditions. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.54, n.e., 1997.

Capítulo 2

Acúmulo de NPK na Cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) na região de Coruripe-AL

CAPÍTULO 2

Acúmulo de NPK na Cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) na Região de Coruripe-AL*

Silva, L.C.¹; Moura Filho, G.²

Resumo

Estudos sobre remoção de nutrientes geram importantes subsídios para a adubação das culturas. Nesse sentido avaliou o acúmulo de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) no ciclo de cana planta dos cultivares SP70-1011, RB72454, RB855113, RB867515, RB92579, RB93509 e Co997. O trabalho foi realizado na Fazenda Progresso, Bloco 072 – Ilha do despacho, pertencente à Usina Coruripe, Coruripe – AL, no ano agrícola de 2005/2006. O plantio da cana-de-açúcar foi realizado em 17 de setembro de 2005 (plantio de verão). O espaçamento de plantio adotado foi o sistema de fileira simples de 1,00 x 1,00 m. Foi feita uma adubação de plantio, nas doses de 84 kg ha⁻¹ de N, 60 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 144 kg ha⁻¹ de K₂O. As coletas foram realizadas a cada 60 dias. De acordo com os resultados obtidos, observa-se que houve diferença nas variáveis em estudo nas respectivas épocas 30, 60, 120, 180, 240, 300 e 360 dias após o plantio (DAP). As maiores taxas de acúmulo de nutrientes foram no período de 240 DAP, coincidindo com o período de elevada disponibilidade hídrica, condições adequadas para o desenvolvimento geral da cultura. O cultivar RB92579 no final do período experimental havia acumulado 119,27 t ha⁻¹ de matéria natural na parte aérea, e para os nutrientes: N, P e K o acúmulo foi de 158,8; 23,3; 231 kg ha⁻¹d⁻¹, respectivamente.

Palavras-chave: nitrogênio, fósforo e potássio.

¹ Engenheira-Agrônomo, Aluna do Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Agronomia – UFAL, leila.ufal@yahoo.com.br

² (Orientador), Professor Associado da UFAL, Laboratório de Solo, Água e Energia/CECA/UFAL, gmf@fapeal.br

* Pesquisa financiada pela Usina Coruripe/FAPEAL

Accumulation of NPK of sugarcane (*Saccharum spp.*) in Coruripe, state of Alagoas*

Silva, L.C.³, Moura Filho, G.⁴

Abstract

Studies about removal of nutrients generate important subsidies for the manuring cultures. The accumulation of nitrogen, phosphorus and potassium was evaluated in the cane plants cycle of cultivating SP70-1011, RB72454, RB855113, RB867515, RB92579, RB93509 and Co997. The work was accomplished in Fazenda Progresso, Block 072 - the ruling Island which belongs to the Usina Coruripe, Coruripe - Al, in the agricultural year of 2005/2006. The sugarcane planting was accomplished on September 17, 2005 (summer planting). The spacing adopted was the system of simple array of 1,00 x 1,00 m. it was made a manuring in the planting, in the dose of 84 kg ha⁻¹ of N, 60 kg ha⁻¹ of P₂O₅ and 144 kg ha⁻¹ of K₂O.. The collections were accomplished every 60 days. In agreement with the obtained results, it is observed that there was difference in the studying variables in the respective times (30, 60, 120, 180, 240, 300 and 360 DAP). The largest rates of nutrients accumulation were in the period from 180 to 240 DAP which coincides with the high pluvial precipitation period that was an appropriate conditions for the whole culture development. RB92579 cultivating in the end of the experimental period had accumulated 119,27 t ha⁻¹ of green matter in the aerial part, and for the nutrients: N, P and K the accumulation was of 158,8; 23,3; 231 kg ha⁻¹d⁻¹, respectively.

KEYWORDS: nitrogen, phosphorus and potassium.

¹ Engenheira-Agrônomo, Aluna do Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Agronomia – UFAL, leila.ufal@yahoo.com.br

² (Orientador), Professor Associado da UFAL, Laboratório de Solo, Água e Energia/CECA/UFAL, gmf@fapeal.br

* Pesquisa financiada pela Usina Coruripe/FAPEAL

INTRODUÇÃO

As exigências nutricionais da cultura da cana-de-açúcar, assim como as quantidades de nutrientes removidas pela cultura, são conhecimentos fundamentais para estudos de adubação.

Para a obtenção de produtividades altas é necessário que se trabalhe com o manejo da água e da adubação. A capacidade de suprimento de água e nutrientes para as plantas é dependente do cultivar, da fase fenológica da cultura, das propriedades físicas e químicas do solo e das condições atmosféricas locais.

O nitrogênio (N) é um dos elementos mais importante, e é encontrado normalmente em maior disponibilidade no solo, ao contrário do fósforo. O N atua no crescimento das plantas, desenvolvimento dos colmos e perfilhamento das touceiras, constituindo-se no elemento chave no manejo da adubação. Pois quanto maior for o desenvolvimento da cultura maior a sua capacidade fotossintética, possibilitando o maior desenvolvimento de entrenó e acúmulo de açúcares. É um elemento que não pode faltar nas fases de perfilhamento e alongamento do colmo.

O fósforo (P) é um elemento que atua no desenvolvimento das raízes, aumenta a produção de colmos, como também atua nas características industriais de aumento de pol %, pureza de caldo e clarificação. É importante que o nível de fósforo esteja adequado, em todas as fases fenológicas, para que não haja comprometimento do desenvolvimento do sistema radicular.

O potássio (K) atua no aumento do teor de sacarose com menor percentual de fibras. Diminui o acamamento e aumenta a resistência das plantas às doenças e veranicos. É um elemento que tem que ser utilizado nas fases de perfilhamento até o final da formação da colheita.

Alguns autores citam valores de N variando de 0,7 a 1,4 kg N/t cana produzida, no entanto, com pouco enfoque para a idade da cultura, cultivares diferentes das cultivadas na região, como também ambiente, solos e manejo diferentes do que praticado na atualidade. Percebe-se que o conhecimento das fases fenológicas e taxa de crescimento da planta associados aos níveis de N na planta possam auxiliar na determinação dos períodos mais indicados de aplicação do fertilizante.

Conforme estudo feito por Moura Filho et al.(2005), trabalhando com os cultivares RB72454, SP81-3250, RB855113 e RB83594, no ciclo de cana-soca, sob gotejamento subsuperficial, na região de Coruripe, o incremento na absorção do N foi dos 60 aos 180 dias após o corte (DAC), para todos os cultivares e em destaque os

cultivares RB72454 e RB855113 apresentaram respostas a fertirrigação durante todo o ciclo da cultura, com ganhos proporcionais ao período analisado. Por outro lado, Barbosa et al. (2002), trabalhando com o cultivar RB72454, no ciclo da cana-planta, a maior taxa de acúmulo de N foi no período de 447 DAP, com média de 145 kg ha⁻¹ e as maiores taxas de acúmulo de nutrientes foram no período de 332 a 370 DAP.

Dillewijn (1952) não propõe valores para a exportação de potássio nos colmos devido à facilidade de ocorrência de consumo de luxo desse elemento em condições de elevada disponibilidade no solo.

No Brasil os estudos desenvolvidos referem-se às variedades Co 419, para cana planta (Catani et al., 1959) e CB 4176, para cana planta e cana soca (Orlando Filho et al., 1980). Segundo Catani et al. (1959), no Estado de São Paulo as extrações para uma tonelada de colmos de cana-planta foram de 1,32 kg de N, 0,21 P₂O₅, 1,31 de K₂O. Orlando Filho et al. (1980) encontraram 0,92 de N, 0,23 de P₂O₅, e 0,77 de K₂O. Barnes (1964) encontrou valores variando de 0,68 a 0,80 para N, 0,46 a 0,55 para P₂O₅ e 1,37 para K₂O. Cruz e Puyaoan (1970) encontraram os seguintes resultados médios por toneladas de cana-planta: 0,75 kg de N, 0,34 kg de P₂O₅, 2,17 kg de K₂O, Coleti et al. (2002) observaram exportações nos colmos, para cana-planta e cana-soca, respectivamente de 1,46 e 0,84 kg t⁻¹ de N, 1,41 e 0,10 kg t⁻¹ de P₂O₅ e 1,60 e 1,18 kg t⁻¹ de K₂O.

Apesar de o Brasil ser o país de maior produção mundial de cana-de-açúcar, ainda há vários problemas a serem solucionados, dos quais muitos referem-se ao manejo inadequado da adubação. A necessidade da cana-de-açúcar por nutrientes é suprida pelo fornecimento de fertilizantes. Desse modo pode presumir que, em diversas condições esse fertilizante ora seja subestimado ora seja superestimado.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o acúmulo de NPK em sete variedades de cana-de-açúcar no ciclo de cana planta, sob sequeiro na Usina Coruripe-Al.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em 17 de setembro/2005 (plantio de verão), em uma área experimental localizada na Fazenda Progresso, Bloco 072 – Ilha do despacho, pertencente à Usina Coruripe, Coruripe – Al.

Os cultivares em estudo foram: SP70-1011, RB72454, RB855113, RB867515, RB92579, RB93509 e Co997, os quais são os mais plantados na Usina Coruripe. O delineamento estatístico utilizado foi em blocos casualizados, com sete tratamentos e quatro repetições. Os resultados das avaliações foram submetidos a análise de variância, utilizando para isso os programas estatísticos SAEG 6.0, Table Curve e Statistica.

O Solo da área experimental foi classificado como Argissolo Amarelo Distrófico fragipânico, textura arenosa/argilosa, A moderado e relevo plano. As características químicas do solo, na época de plantio (set/2005), na camada 0-20 cm de profundidade, foram $\text{pH} = 5,1$; $\text{P} = 38 \text{ mg dm}^{-3}$; $\text{K}^+ = 0,15 \text{ cmolc dm}^{-3}$; $\text{Ca}^{+2} = 0,9 \text{ cmolc dm}^{-3}$; $\text{Mg}^{+2} = 0,7 \text{ cmolc dm}^{-3}$; $\text{Al}^{+3} = 0,8 \text{ cmolc dm}^{-3}$, $\text{H+Al} = 4,0 \text{ cmolc dm}^{-3}$ e $\text{M.O} = 1,20 \%$ e na camada 20-40 cm de profundidade, $\text{pH} = 4,9$; $\text{P} = 33 \text{ mg dm}^{-3}$; $\text{K}^+ = 0,10 \text{ cmolc dm}^{-3}$; $\text{Ca}^{+2} = 0,7 \text{ cmolc dm}^{-3}$; $\text{Mg}^{+2} = 0,6 \text{ cmolc dm}^{-3}$; $\text{Al}^{+3} = 1,0 \text{ cmolc dm}^{-3}$, $\text{H+Al} = 3,5 \text{ cmolc dm}^{-3}$ e $\text{M.O} = 1,05 \%$. Foi feita calagem na área na dose de $2,0 \text{ t ha}^{-1}$ calcário dolomítico, conforme método de saturação por bases, elevando o solo a 60%.

O preparo do solo consistiu de gradagem para destruição dos restos culturais e subsolagem com nivelamento. A adubação, foi realizada com base na análise de solo e na necessidade da cultura, aplicando-se, no fundo do sulco de plantio 84 kg ha^{-1} de N, 60 kg ha^{-1} de P_2O_5 e 144 kg ha^{-1} de K_2O , recomendada pela Usina Coruripe.

O sistema de plantio foi manual (convencional), onde os colmos foram distribuídos dentro das linhas de plantio (sulcos), sendo colocados seis toletes com três gemas por cada metro (18 gemas por metro linear), totalizando assim 360 gemas para cada bloco experimental. O experimento foi demarcado parcelas de seis linhas de cana de 10 m de comprimento, com espaçamento de $1,00 \times 1,00 \text{ m}$. Para avaliação das plantas, dentro dessa área, foi demarcado quatro linhas de cana de 5 m de comprimento.

As leituras foram feitas a cada 30 dias nos dois primeiros meses para contagem de perfilhos e altura de plantas. Na mesma parcela onde foram feitas as avaliações, a cada 60 dias foram feitas medidas do diâmetro do colmo, área foliar, índice de área foliar e fitomassa total (foram avaliadas 30 plantas por cultivares e repetições). Totalizando, 7 épocas de amostragem durante todo o ciclo dos cultivares de cana-de-

açúcar . Os cultivares em estudo caracteristicamente são diferenciados, conforme descrito por (PMGCA, 1996).

A cada dois meses após a brotação da cana foram coletadas 12 plantas por cada cultivar para determinação da fitomassa da parte aérea. A parte aérea da planta foi separada em colmo, folhas e ponteiros.

As plantas utilizadas para a determinação da fitomassa foram usadas também para a determinação do Nitrogênio, Fósforo e Potássio. As partes das plantas foram passadas em picadeira de forragem e retiradas subamostras para pesagem e secagem do material.

As subamostras foram secas, a 65 °C em estufa de ventilação forçada e, após atingirem massa constante, foi determinada a umidade. Essas subamostras foram passadas em moinho do tipo Willey, sendo, posteriormente quantificado o teor de nutrientes (N, P e K), segundo método descrito por Malavolta et al. (1989).

O acúmulo de matéria seca e nutriente em toda a planta foi obtido pelo somatório da matéria seca e dos nutrientes acumulados pelos colmos, ponteiros e folhas das plantas.

A taxa de crescimento da cultura (TCC) em $\text{kg ha}^{-1} \text{d}^{-1}$ representa a variação da massa acumulada pela planta, ao longo de um intervalo de tempo, conforme metodologia citada por Benincasa (1988).

Os dados de pesagem e secagem do material colhido foram determinados no Laboratório de Solos, Água e Energia, localizado no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas (CECA-UFAL).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A taxa de acúmulo de nitrogênio no colmo (N) foi crescente com a idade do canavial para os sete cultivares estudados, no geral com predomínio da absorção ocorrendo aos 240 DAP (Quadro 1). O comportamento do acúmulo de N seguiu o mesmo comportamento no período de crescimento da cultura, apresentando duas fases distintas, definidas pela distribuição dos elementos na planta. Na fase que corresponde dos 60 aos 180 DAP, a alocação do N predominou nos ponteiros com percentuais médios de 83,8, 62,5 e 56,2% em relação a toda parte da planta para as épocas de 60, 120 e 180 DAP, respectivamente. Nas folhas o percentual médio de N foi crescente, variando de 5,5 a 16,2%, no final dessa fase. Para os colmos, o percentual médio do N variou de 10,7 a 27,5% (Figura 1).

Na Figura 1 representa a taxa de acúmulo de N no colmo ($\text{kg ha}^{-1} \text{d}^{-1}$), em que aos 60 DAP o cultivar RB867515 foi a mais representativa, variando entre 0,02 a $0,06 \text{ kg ha}^{-1} \text{d}^{-1}$. Em destaque observa-se que no período de 240 DAP, o cultivar RB855113, manteve-se um pico máximo atingindo $1,0 \text{ kg ha}^{-1} \text{d}^{-1}$ de N, seguida do cultivar RB867515 com aproximadamente $0,8 \text{ kg ha}^{-1} \text{d}^{-1}$ de N. Esse período coincide com o precipitação e temperatura adequada variando de 25°C a 33°C .

A partir dos 300 DAP, apresenta um aumento no acúmulo de N para ao cultivares RB867515, RB72454, RB92579, SP79-1011, Co997, RB93509 e RB855113, indo ao final do ciclo com valores de 0,54, 0,38, 0,38, 0,34, 0,30, 0,23 e $0,13 \text{ kg ha}^{-1} \text{d}^{-1}$ respectivamente (Figura 1).

Na fase que corresponde dos 240 aos 360 DAP, ocorre uma inversão, com predomínio da alocação de N no colmo, com valores médios crescente de 43,7 a 56,9% aos 360 DAP. Valores muito próximos foram observados por Korndorffer et al. (1997) estudando o aproveitamento do nitrogênio da uréia pela cana-planta, cultivares RB72454, SP71-6163, SP70-1143 e SP71-1406, observaram que na cultivar RB72454 58% do absorvido localizou-se nos colmos. Gava et al. (2001) trabalhando com a SP80-1842, e Wood et al. (1996), em estudo com a Q117 e Q138, também observaram que cerca de 60% do N absorvido estavam nos colmos.

Enquanto que nos ponteiros, os valores médios variaram entre 38,2 a 43,4%, fato semelhante ocorre para massa verde do colmo (Quadro 1). Estudo feito por Moura Filho et al. (2005) a inversão ocorreu mais cedo, aos 180 DAC, devido as condições ambientais serem diferentes.

Quadro 1. Acúmulo de Nitrogênio em kg ha⁻¹ em sete cultivares de cana-de-açúcar (colmo+ folha + ponteiro) e Total em seis épocas de estudo

Tratamentos	Nitrogênio, kg ha ⁻¹					
	Nov / 05	Jan / 06	Mar / 06	Mai / 06	Jul / 06	Set / 06
DAP (dias)	60	120	180	240	300	360
Colmo						
SP79-1011	1,3 C	2,6 E	7,8D	36,3E	46,0F	66,4E
RB72454	1,7 C	6,8B	14,3B	26,2 F	35,6 G	58,5 F
RB855113	1,6C	3,7D	11,2C	71,0 A	75,8 A	83,3C
RB867515	3,8A	8,6 A	17,3 A	65,6B	69,8B	102,4 A
RB92579	2,4 B	5,6C	11,7C	54,6C	65,7C	88,3B
RB93509	2,4B	5,7C	11,4C	55,0C	61,9D	75,5D
CO997	1,9C	5,0C	10,6C	42,6D	55,3E	73,0D
Folha						
SP79-1011	1,3 A	2,5B	4,9D	16,3 B	8,5E	4,7C
RB72454	0,6 C	5,1 A	4,7 D	16,2 B	8,9E	2,4 D
RB855113	0,7 C	2,0 B	4,4 D	17,9 B	13,2C	9,1 A
RB867515	1,5 A	3,2B	6,2C	16,5 B	14,9B	5,3C
RB92579	1,5 A	5,4 A	4,7 D	28,9 A	21,2 A	9,4 A
RB93509	1,1B	5,4 A	15,8 A	26,8 A	10,4D	6,9B
CO997	1,0B	4,5 A	8,9B	15,3 B	12,8C	9,2 A
Ponteiro						
SP79-1011	17,3B	16,5B	23,0D	41,6C	48,8D	37,9E
RB72454	18,4 A	16,8B	17,4 E	31,0 D	38,5 E	36,0 E
RB855113	16,4C	18,7 A	27,2B	59,0 A	68,0A	77,2 A
RB867515	17,47B	15,3C	24,8C	42,2C	50,9D	42,1D
RB92579	17,4B	15,2C	29,2B	49,7B	59,7B	61,1B
RB93509	17,7B	14,8C	17,2 E	41,6C	61,2B	60,0B
CO997	13,5 D	12,7 D	33,2 A	50,4B	56,6C	53,1C
Total						
SP79-1011	19,9C	21,6D	35,8E	94,2E	103,3E	109,0F
RB72454	20,7C	28,7 A	36,5 E	73,4 F	82,9 F	97,0 G
RB855113	18,6B	24,4C	42,9D	147,9 A	157,0A	170,5 A
RB867515	22,8E	27,0B	48,3B	124,2C	135,6C	149,8C
RB92579	21,3D	26,1B	45,6C	133,2B	146,6B	158,8B
RB93509	21,3D	26,0B	44,4C	123,5C	133,6C	142,4D
CO997	16,4 A	22,2 D	52,7 A	108,4D	124,8D	135,3E

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

Observa-se no Quadro 1 o cultivar RB867515 foi o que mais acumulou N no colmo, com valores médios de $44,58 \text{ kg ha}^{-1}$ (3,8 a $102,4 \text{ kg ha}^{-1}$), enquanto o cultivar RB72454 a partir dos 120 DAP foi o que menos acumulou N, com valor médio de $23,85 \text{ kg ha}^{-1}$ (1,7 a $58,5 \text{ kg ha}^{-1}$).

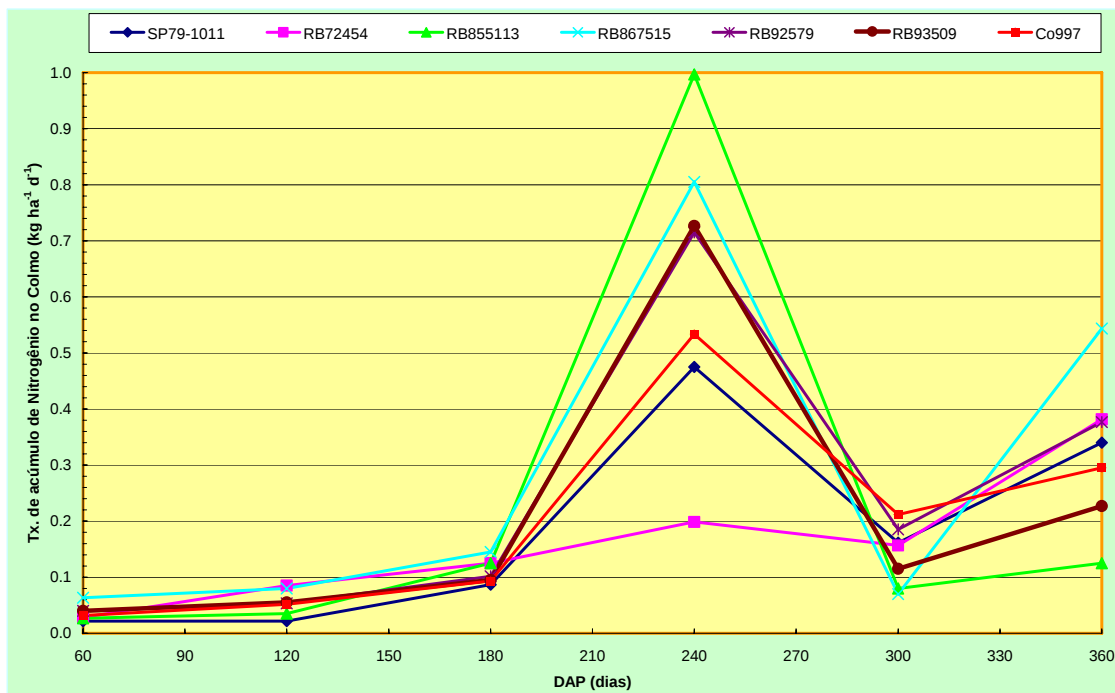


Figura 1. Taxa de acúmulo de Nitrogênio no Colmo ($\text{kg ha}^{-1} \text{ d}^{-1}$) no período de novembro/05 (60 DAP) a setembro/06 (360 DAP) para os sete cultivares em estudo.

Esse período de menos acúmulo de N também foi observado por Moura Filho et al. (2006) estudando acúmulo e alocação de nitrogênio nos cultivares RB72454, SP81-3250 e RB83594, no ciclo de cana-soca, sob gotejamento subsuperficial na região de Coruripe-AL. Nas folhas esses valores médios foram bastante variados para todas as épocas de avaliação e para todos os cultivares em estudo. Já no ponteiro o cultivar em destaque foi RB855113 com valor médio $44,42 \text{ kg ha}^{-1}$ (16,4 a $77,2 \text{ kg ha}^{-1}$) e o cultivar RB72454, em toda a planta apresentou baixa média de acúmulo do N, obtendo valores médios de $26,35 \text{ kg ha}^{-1}$ (16,8 a $38,5 \text{ kg ha}^{-1}$).

Na Figura 2, observa-se a taxa de acúmulo do N total ($\text{kg ha}^{-1} \text{ d}^{-1}$), todos os cultivares tiveram um comportamento de pico, no período de 240 DAP, em destaque o cultivar RB855113 seguida da RB92579, foram as que acumularam mais o N total, variando em média de 1,75 a $1,46 \text{ kg ha}^{-1} \text{ d}^{-1}$ respectivamente, coincidindo com o que foi relatado acima, em que o período está em boas condições ambientais.

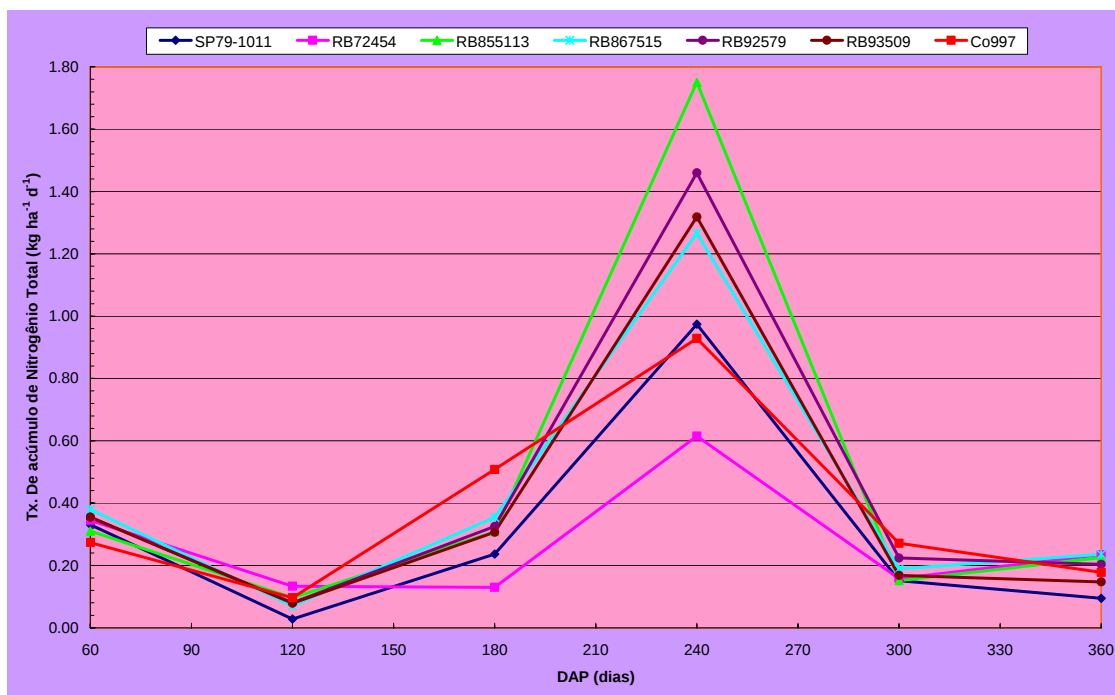


Figura 2. Taxa de acúmulo de Nitrogênio na biomassa da parte aérea de sete cultivares de cana, no período de 60 a 360 dias após o plantio.

No Quadro 2 encontram-se os dados de remoção de macronutrientes pela cultura, para os sete cultivares em estudo. A remoção de N variou de 1,30 a 1,54 kg t cana⁻¹ de N massa total da planta e de 1,05 a 1,40 kg t cana⁻¹ de N colmo produzida, sendo o menor valor obtido para o cultivar RB92579 e o maior para o cultivar RB867515. Considerando que o N é perdido pela queima da biomassa, admite a relação da massa total, como a representativa da quantidade de nutrientes que é exportado pela cultura.

A RB92579 mostrou-se como mais eficiente na produção de biomassa com menores valores de N, conforme Silva (2006) trabalhando com remoção de nutrientes pelas variedades RB92579 e RB93509 no ciclo de cana-planta, na região de Rio Largo-AL. Os valores de N para a RB72454 foram de 1,49 kg t cana⁻¹ de massa total da planta e de 1,32 kg N t cana⁻¹ colmo produzido, ligeiramente superior aos obtidos para o cultivar RB92579, no trabalho de Moura Filho et al.(2006) estudando o crescimento e absorção de nutrientes nos cultivares SP79-1011, RB92579, RB93509 e RB931530, sob irrigação plena na região de Rio Largo-AL.

Quadro 2. Remoção de macronutrientes (N, P e K) para os diversos cultivares, em cana-planta, localizada na Fazenda Progresso – Ilha do Despacho

Nutriente	SP70-1011				RB72454			
	Total		Colmo		Total		Colmo	
	kg/ha	kg/t cana	kg/ha	kg/t cana	kg/ha	kg/t cana	kg/ha	kg/t cana
N	109,0	1,30	66,4	1,10	97,0	1,49	58,5	1,32
P	18,9	0,22	11,1	0,18	14,2	0,22	7,5	0,17
K	176,8	2,10	87,1	1,45	152,6	2,35	66,0	1,49
	RB855113				RB867515			
	Total		Colmo		Total		Colmo	
	kg/ha	kg/t cana	kg/ha	kg/t cana	kg/ha	kg/t cana	kg/ha	kg/t cana
N	170,5	1,43	83,3	1,06	149,8	1,54	102,4	1,40
P	26,4	0,22	12,6	0,16	21,2	0,22	12,5	0,17
K	242,6	2,04	105,0	1,34	184,8	1,90	99,8	1,37
	RB92579				RB93509			
	Total		Colmo		Total		Colmo	
	kg/ha	kg/t cana	kg/ha	kg/t cana	kg/ha	kg/t cana	kg/ha	kg/t cana
N	158,8	1,33	88,3	1,05	142,4	1,45	75,5	1,10
P	23,3	0,20	12,3	0,15	24,8	0,25	11,1	0,16
K	231,0	1,94	112,2	1,33	187,6	1,91	87,3	1,27
	Co997							
	Total		Colmo					
	kg/ha	kg/t cana	kg/ha	kg/t cana				
N	135,3	1,44	73,0	1,16				
P	23,1	0,25	10,5	0,17				
K	217,8	2,32	87,3	1,39				

No Quadro 3 encontram-se os dados da extração e exportação de macronutrientes para a produção de 100 t de colmo. Tendo em média 143 kg a cada 100 t de N extraído e 117 kg a cada 100 t de N exportado, enquanto que o fósforo teve 23 kg a cada 100 t de P extraído e 17 kg a cada 100 t de P exportado, já o potássio 208 kg a cada 100 t de K extraído e 138 kg a cada 100 t de K exportado.

Quadro 3.Extração e exportação de macronutrientes para a produção de 100 t de colmo

Cultivares		N	P	K
		-----kg 100 t ⁻¹ -----		
SP79-1011	Extraído	130	22	210
	Exportado	110	18	145
RB72454	Extraído	149	22	235
	Exportado	132	17	149
RB855113	Extraído	143	22	204
	Exportado	106	16	134
RB867515	Extraído	154	22	190
	Exportado	140	17	137
RB92579	Extraído	133	20	194
	Exportado	105	15	133
RB93509	Extraído	145	25	191
	Exportado	110	16	127
CO997	Extraído	144	25	232
	Exportado	116	17	139
Média	Extraído	143	23	208
	Exportado	117	17	138

Fósforo

A taxa de acúmulo de fósforo (P) foi crescente com a idade do canavial para os sete cultivares em estudo (Quadros 4). No geral, o maior incremento de fósforo ocorreu a partir dos 240 DAP. O comportamento do máximo da taxa de acúmulo de P seguiu o mesmo comportamento da máxima taxa de acúmulo do N, apresentando duas fases distintas.

Na fase que corresponde dos 60 aos 180 DAP, o acúmulo do P predominou nos ponteiros com percentuais médios de 82,9, 62,5 e 63,6% em relação a toda a planta, para as épocas de 60, 120 e 180 DAP, respectivamente. Nas folhas o percentual médio foi crescente na primeira fase, variando de 3,7 a 10,6%, no final dessa fase ocorreu decréscimo variando 3,6 a 12,3%, o que não ocorreu com o acúmulo de N das folhas. Para os colmos, o percentual médio variou entre 13,0 a 51,1% (Quadro 4).

Quadro 4. Acúmulo de Fósforo em kg ha⁻¹ em sete cultivares de cana-de-açúcar (colmo, folha e ponteiro) em seis épocas de estudo

Tratamentos	Fósforo, kg ha ⁻¹					
	Nov / 05	Jan / 06	Mar / 06	Mai / 06	Jul / 06	Set / 06
DAP (dias)	60	120	180	240	300	360
Colmo						
SP79-1011	0,3C	0,5D	1,2 D	5,9C	8,7C	11,1B
RB72454	0,3C	1,1B	1,4C	4,1 D	5,7 D	7,5 C
RB855113	0,3C	0,6 D	1,5C	9,1 A	10,6 A	12,6 A
RB867515	0,9 A	1,9 A	2,9 A	7,5B	9,8B	12,5 A
RB92579	0,5B	1,2B	1,8B	6,8B	8,5C	12,3 A
RB93509	0,5B	1,2B	1,7B	7,1B	8,9C	11,1B
CO997	0,4B	1,0C	1,B	7,1B	9,0C	10,5B
Folha						
SP79-1011	0,1 A	0,3B	0,6C	1,9C	1,3C	0,3D
RB72454	0,1 A	0,6 A	0,5 C	2,3 B	1,6 B	0,2 D
RB855113	0,1 A	0,2B	0,4 C	2,1 B	2,0 B	0,8 B
RB867515	0,2 A	0,3B	0,6 C	2,0 C	1,9 B	0,4 C
RB92579	0,2 A	0,5 A	0,4 C	3,1 A	3,0 A	2,2 A
RB93509	0,1 A	0,6 A	1,5 A	3,1 A	1,8 B	0,5 C
CO997	0,1 A	0,6 A	1,0 B	1,6 C	1,9 B	1,0 B
Ponteiro						
SP79-1011	2,9 A	3,0 A	4,4B	7,4D	6,7F	7,5D
RB72454	2,8 A	2,3B	2,9 C	7,1 D	7,0F	6,5 E
RB855113	3,4 A	3,4 A	5,3 A	11,2 A	11,6B	12,9 A
RB867515	3,0 A	2,0 B	4,2B	8,3 C	7,6 E	8,3C
RB92579	2,7 A	2,4B	4,5B	10,5B	9,5D	8,8C
RB93509	3,1 A	2,3B	3,3 C	11,7 A	12,5 A	13,2 A
CO997	2,5 A	2,4B	5,5 A	11,2 A	10,6C	11,6B
Total						
SP79-1011	3,3C	3,8 A	6,1D	15,2 D	16,6E	18,9E
RB72454	3,3C	4,0 A	4,8 E	13,6 E	14,3 F	14,2 F
RB855113	3,8B	4,3 A	7,2C	22,4 A	24,1 A	26,4 A
RB867515	4,0 A	4,3 A	7,7B	17,8C	19,4D	21,2D
RB92579	3,4C	4,1 A	6,7D	20,4B	21,1C	23,3C
RB93509	3,7B	4,1 A	6,5D	21,9 A	23,2B	24,8B
CO997	3,1 C	3,9 A	8,3 A	20,0B	21,5C	23,1C

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

Na fase que corresponde dos 240 aos 360 DAP, ocorre uma inversão, com predomínio da alocação de P no colmo, com valores médios crescente de 36,3 a 51,1% só aos 360 DAP, enquanto que nos ponteiros, os valores médios variaram entre 45,3 a 51,3% em ordem crescente, diferenciando com uma pequena inversão aos 360 DAP, o que não ocorre com o acúmulo do N (Quadro 4).

Observa-se que o cultivar RB867515 foi o que mais acumulou P no colmo, com valores médios de 5,92 kg ha⁻¹ (0,9 a 12,5 kg ha⁻¹), enquanto o cultivar RB72454 foi o que menos acumulou com valor médio de 3,35 kg ha⁻¹ (0,3 a 11,1 kg ha⁻¹). Nas folhas esses valores médios, foram bastante variados para todas as épocas de avaliação e para todos os cultivares em estudo. Já no ponteiro o cultivar em destaque foi RB855113 com valor médio 7,97 kg ha⁻¹ (3,4 a 12,9 kg ha⁻¹) e o cultivar RB72454, em toda a planta apresentou baixa média de acúmulo do P, obtendo valores médios de 4,77 kg ha⁻¹ (2,3 a 7,1 kg ha⁻¹) ocorrendo uma variação das diferentes fases, isso veio acarretando desde o crescimento do cultivar, chegando a afetar todo seu desenvolvimento, o cultivar foi responsivo a inadequadas situações ambientais.

Esse mesmo comportamento, para o cultivar RB72454, foi encontrado por Moura Filho et al. (2006), com estudo de acúmulo e alocação de P para os cultivares RB72454, SP81-3250 e RB83594, no ciclo de cana-soca, sob gotejamento subsuperficial. O P de forma geral teve média variando de 9,03 a 14,70 kg ha⁻¹ para todos os cultivares e valores médios crescentes variando de 3,51 a 21,70 kg ha⁻¹ para todas as épocas em estudo (Quadro 4).

Na Figura 3 está a taxa de acúmulo de P no colmo (kg ha⁻¹ d⁻¹), em que aos 60 DAP o cultivar RB867515 foi o mais representativo, variando entre 0,01 a 0,02 kg ha⁻¹ d⁻¹. Em destaque observa-se que no período de 240 DAP, o cultivar RB855113, manteve-se um pico máximo atingindo 0,13 kg ha⁻¹ d⁻¹ de P, seguida do cultivar RB867515 com aproximadamente 0,08 kg ha⁻¹ d⁻¹ de P.

A partir dos 300 DAP, apresenta um aumento no acúmulo de P para ao cultivares RB92579, RB867515, SP79-1011, RB93509 RB855113, RB72454 e Co997 indo até o final do ciclo com valores de 0,06, 0,04, 0,04, 0,04, 0,03, 0,03 e 0,03 kg ha⁻¹ d⁻¹ respectivamente (Figura 3).

Na Figura 4, observa-se a taxa de acúmulo do P total (kg ha⁻¹ d⁻¹), todos os cultivares tiveram um comportamento de pico, no período de 240 DAP, em destaque o cultivar RB93509 seguida da RB855113, foram as que acumularam mais o P total, variando em média de 0,26 a 0,25 kg ha⁻¹ d⁻¹.

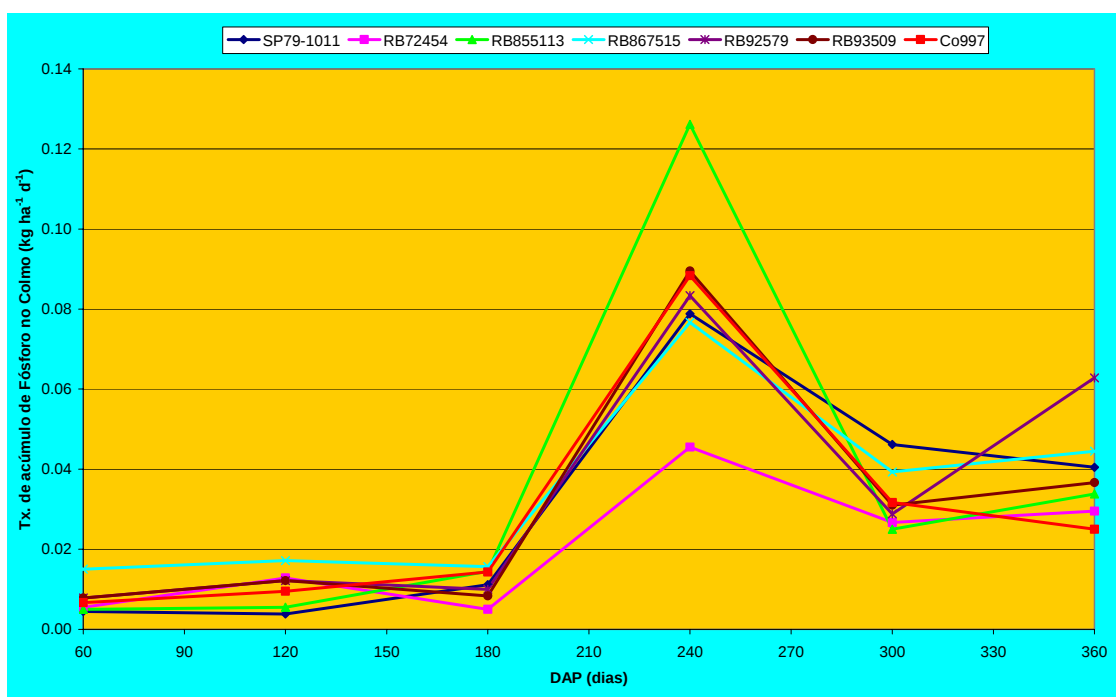


Figura 3. Taxa de acúmulo de Fósforo no Colmo ($\text{kg ha}^{-1} \text{d}^{-1}$) no período de novembro/05 (60 DAP) a setembro/06 (360 DAP) para os sete cultivares em estudo.

A remoção de P variou de 0,20 a 0,25 kg t cana^{-1} de N massa total da planta e de 0,15 a 0,18 kg t cana^{-1} de N colmo produzida, sendo o menor valor de massa do colmo obtido para o cultivar RB92579 e o maior para o cultivar SP79-1011.

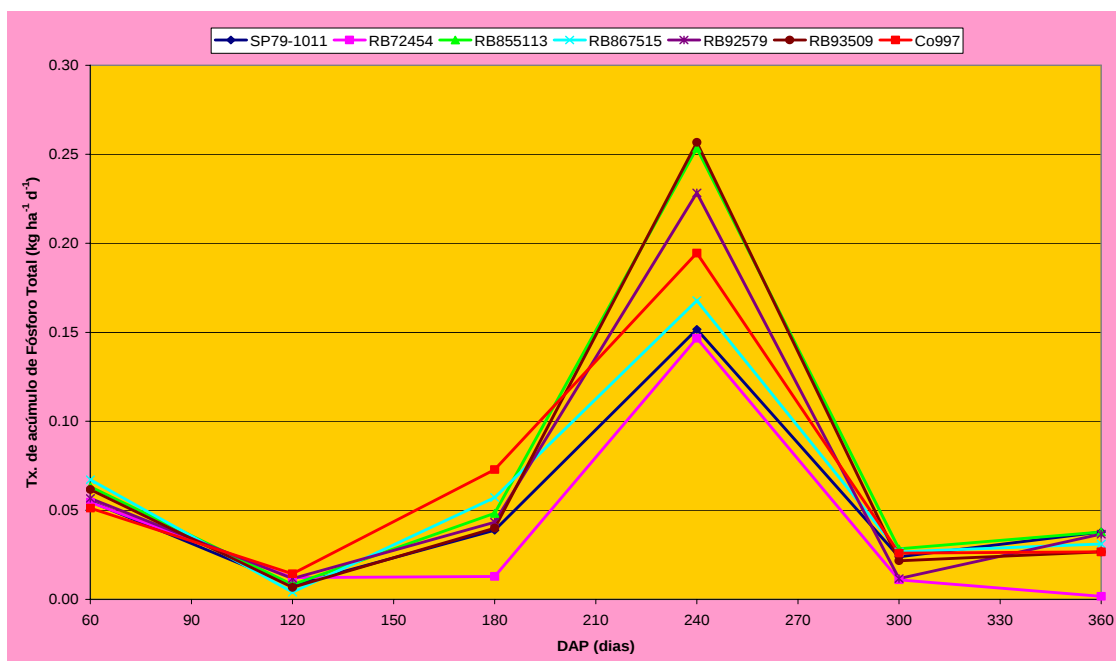


Figura 4. Taxa de acúmulo de Fósforo na biomassa da parte aérea de sete cultivares de cana, no período de 60 a 360 dias após o plantio.

Potássio

A taxa de acúmulo de potássio (K) foi crescente com a idade do canavial para os sete cultivares estudado (Quadros 5). No geral, o maior incremento de K ocorreu a partir dos 240 DAP. O comportamento do máximo acúmulo de K seguiu o mesmo comportamento do máximo acúmulo do nitrogênio e fósforo, apresentando duas fases distintas.

Na fase que corresponde dos 60 aos 180 DAP, a alocação do K predominou nos ponteiros com percentuais médios de 76,8, 53,4 e 61,6% em relação a toda a planta, para as épocas de 60, 120 e 180 DAP, respectivamente. Nas folhas o percentual médio foi crescente na primeira fase, variando de 3,4 a 10,5%, no final dessa fase ocorreu decréscimo variando 2,9 a 12,0%, o mesmo ocorreu com o acúmulo de P e N nas folhas. Para os colmos, o percentual médio variou entre 19,8 a 36,7% estabilizando no final do ciclo com média 45% (Quadro 5).

Na fase que corresponde dos 240 aos 360 DAP, a alocação de K no colmo apresenta valores médios crescente de 73,29 a 92,10% ,e nos ponteiros, os valores médios variaram entre 77,30 a 101,16% em ordem crescente, diferenciando no que foi observado com o acúmulo de N e P (Quadro 5).

Observa-se que o cultivar RB867515 foi o que mais acumulou K no colmo, com valores médios de 59,73 kg ha⁻¹ (13,6 a 99,8 kg ha⁻¹), enquanto o cultivar RB72454 foi o que menos acumulou com valor médio de 37,52 kg ha⁻¹ (5,4 a 66 kg ha⁻¹). Nas folhas esses valores médios, foram bastante variados. No ponteiro o cultivar em destaque foi RB855113 com valor médio 73,50 kg ha⁻¹ (27,5 a 132,4 kg ha⁻¹). O K de forma geral teve média variando de 95,62 a 135,92 kg ha⁻¹ para todos os cultivares e valores médios crescentes variando de 37,01 a 199,03 kg ha⁻¹ para todas as épocas em estudo (Quadro 5).

Quadro 5. Acúmulo de Potássio em kg ha⁻¹ em sete cultivares de cana-de-açúcar (colmo, folha e ponteiro) em seis épocas de estudo

Tratamentos	Potássio, kg ha ⁻¹					
	Nov / 05	Jan / 06	Mar / 06	Mai / 06	Jul / 06	Set / 06
DAP (dias)	60	120	180	240	300	360
Colmo						
SP79-1011	4,8D	9,4D	15,9E	64,9D	77,4E	87,1D
RB72454	5,4 D	17,0B	22,9C	52,8 E	61,0 F	66,0 E
RB855113	4,8 D	10,3 D	19,2D	80,7B	91,7 A	105,0B
RB867515	13,6A	28,5 A	38,8 A	86,0 A	91,7 A	99,8C
RB92579	7,9B	18,3B	20,6D	82,9B	89,7B	112,2 A
RB93509	8,3B	19,1B	25,6B	73,7C	83,3C	87,3D
CO997	6,4C	14,2C	20,0D	72,0C	81,3 D	87,3D
Folha						
SP79-1011	1,4 A	2,8 B	6,3 C	20,3C	6,8 C	5,4C
RB72454	0,7 C	5,7 A	6,0 C	14,0 E	8,7 C	3,2 D
RB855113	0,8C	2,0 C	5,3 C	21,0C	12,8B	5,2C
RB867515	1,8 A	3,6B	11,7B	23,5B	9,9C	3,3D
RB92579	1,7 A	5,5 A	6,0 C	31,6 A	16,9 A	9,2 B
RB93509	1,2B	6,5 A	12,2B	16,7 D	8,8 C	3,6D
CO997	1,2B	5,0 A	14,0 A	16,5 D	14,9 A	10,5 A
Ponteiro						
SP79-1011	32,7 A	26,6 A	51,4D	70,0B	80,6C	84,3E
RB72454	30,3B	27,5 A	34,3 E	66,3 B	68,8 E	83,3 E
RB855113	27,5C	27,9 A	58,6B	92,3 A	102,3 A	132,4 A
RB867515	29,5B	19,4 C	50,9D	64,7 B	72,2 D	81,7 E
RB92579	29,7B	24,9B	55,5C	88,0 A	105,3 A	109,7C
RB93509	24,4 D	19,4 C	35,7 E	66,8 B	88,0B	96,7D
CO997	25,0 D	24,2B	73,8 A	93,0 A	104,4 A	120,0B
Total						
SP79-1011	38,9B	38,9C	73,6D	155,2E	164,8F	176,8E
RB72454	36,4C	50,1 A	63,2 E	133,2 F	138,2 G	152,6 F
RB855113	33,2 D	40,2 C	83,1C	194,0B	206,8B	242,6 A
RB867515	44,9 A	51,6 A	101,4B	174,2D	173,7E	184,8D
RB92579	39,2B	48,7 A	82,2C	202,5 A	211,9 A	231,0B
RB93509	33,9 D	45,0B	73,5D	157,0E	180,2D	187,6D
CO997	32,6 D	43,5B	107,8 A	181,4C	200,7C	217,8C

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

Na Figura 5 é apresentada a taxa de acúmulo de K no colmo ($\text{kg ha}^{-1} \text{d}^{-1}$), em que aos 60 DAP o cultivar RB867515 foi a mais representativa, variando entre 0,08 a $0,23 \text{ kg ha}^{-1} \text{d}^{-1}$. Em destaque observa-se que no período de 240 DAP, o cultivar RB92579, manteve-se um pico máximo atingindo $1,04 \text{ kg ha}^{-1} \text{d}^{-1}$ de K, seguida do cultivar RB855113 com aproximadamente $1,02 \text{ kg ha}^{-1} \text{d}^{-1}$ de K. Esse período coincide com a disponibilidade hídrica e temperatura média do ar adequada variando de 25°C a 33°C . A partir dos 300 DAP, apresenta um aumento no acúmulo de K para os cultivares RB92579, RB855113, SP79-1011, RB867515, Co997, RB72454 e RB93509, indo até o final do ciclo com valores de 0,38, 0,22, 0,16, 0,14, 0,10, 0,08 e $0,07 \text{ kg ha}^{-1} \text{d}^{-1}$ respectivamente (Figura 5).

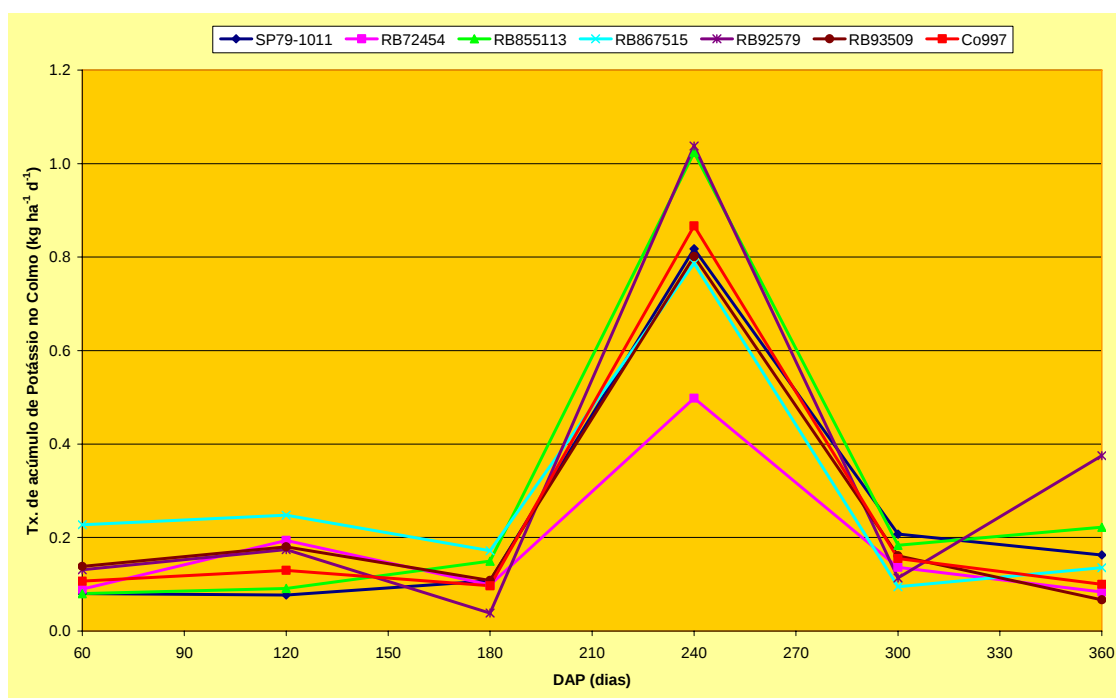


Figura 5. Taxa de acúmulo de Potássio no Colmo ($\text{kg ha}^{-1} \text{d}^{-1}$) no período de novembro/05 (60 DAP) a setembro/06 (360 DAP) para os sete cultivares em estudo.

Na Figura 6, observa-se a taxa de acúmulo do K total ($\text{kg ha}^{-1} \text{d}^{-1}$), todos os cultivares tiveram um comportamento de pico, no período de 240 DAP, em destaque o cultivar RB92579 seguida da RB855113, foram as que acumularam mais o K total, variando em média de $2,01$ a $1,85 \text{ kg ha}^{-1}$ respectivamente.

A remoção de K variou de $1,90$ a $2,35 \text{ kg t cana}^{-1}$ de K massa total da planta e de $1,27$ a $1,49 \text{ kg t cana}^{-1}$ de K colmo produzida, valores dentro da faixa, quando comparado com os dados de literatura, que variam entre $1,08$ a $1,50 \text{ kg t cana}^{-1}$ de K

(Catani et al., 1959; Coleti et al., 2002) sendo o menor valor obtido para o cultivar RB93509 e o maior para o cultivar RB72454 para remoção do colmo produzido.

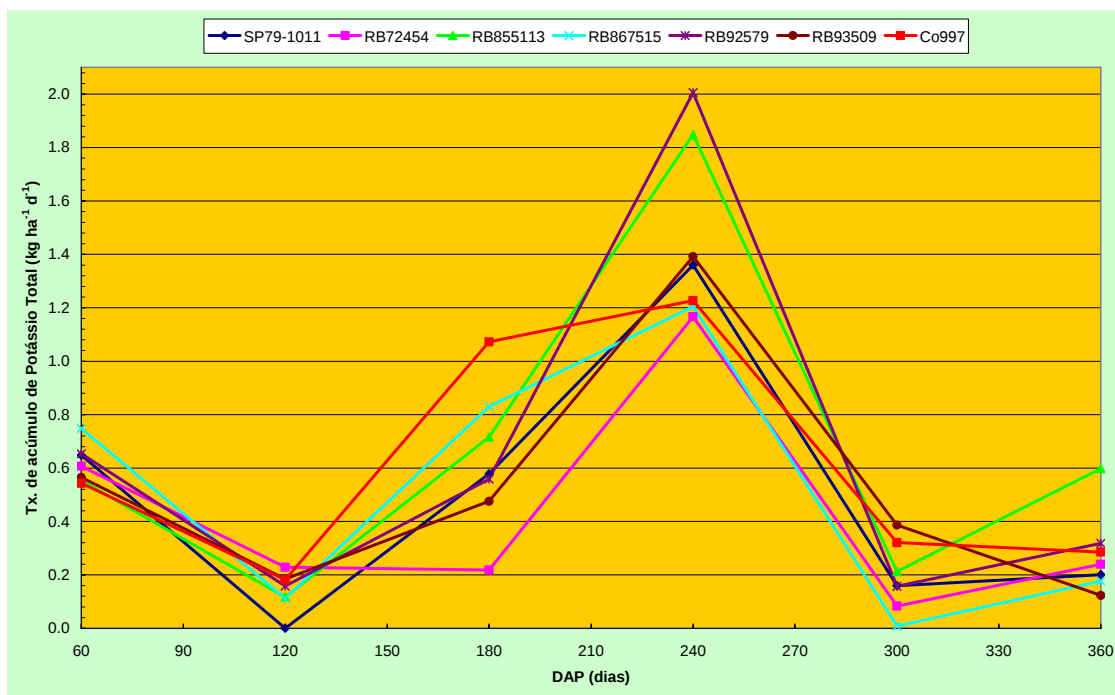


Figura 6. Taxa de acúmulo de Potássio na biomassa da parte aérea de sete cultivares de cana, no período de 60 a 360 dias após o plantio.

Ressaltando as variações encontradas na remoção dos macronutrientes anteriormente apontados (Catani et al., 1959, Orlando Filho et al., 1980, Barnes 1964, dentre outros) para N, P e K, os dados do presente trabalho, para cana planta, foram similares aos obtidos no Estado de São Paulo por Catani et al. (1959) e Orlando Filho et al., (1980). A ordem de extração para cana planta foi: $K > N > P$.

CONCLUSÃO

Nas condições do presente experimento e com os resultados obtidos, pode-se concluir que:

- Na cana planta, o cultivar RB867515 apresentou maior eficiência nutricional para P e K, correspondente aos teores encontrados por outros pesquisadores.
- O comportamento dos sete cultivares foram diferenciados, evidenciando que os cultivares atuais mantêm o mesmo nível de concentração dos nutrientes nas folhas.
- Os cultivares obteve diferentes produtividades, o que de algum modo, destaca os benefícios dos programas de melhoramento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARBOSA, M.H.P.; OLIVEIRA, M.W.; SILVEIRA, L.C.I.; DAMASCENO, C.M.; MENDES, L.C. Acúmulo e alocação de nutrientes pela RB72454 no ciclo de cana-planta. In: Congresso Nacional da STAB, 8., Recife, 2002. **Anais**. Recife: STAB, 2002, p.264-267.
- BARNES, A.C; **The sugarcane**. New York, Interscience, 1964. 456p.
- CATANI, R.A.; ARRUDA, H.C.; PELEGRINO, D. ; BERGAMIN F., H. A absorção de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre pela cana-de-açúcar e o seu crescimento em função da idade. **Anais**. Piracicaba: ESALQ, v.16, p.167-90, 1959.
- COLETI, J.T.; CASAGRANDE, J.C.; STUPIELLO, J.J.; RIBEIRO, L.D.; OLIVEIRA, G.R. Remoção de macronutrientes pela cana-planta e cana-soca, em Argissolos, variedades RB835486 e SP81-3250. In: Congresso Nacional da Sociedade dos Técnicos Açucareiros e Alcooleiros do Brasil, 8., 2002, Recife. **Anais** Recife: STAB, 2002. p.316-321.
- CRUZ, R.A; PUYAOAN, E.B. Preliminary study on the elemental uptake of some sugarcane varieties at Canlubang State. **Sugar News**, v.46, n.12, p.465-570, 1970.
- DILLEWIJN, C.Van. **Botany of sugarcane**. Waltham: Chronica Botanica, 1952. 371p.
- 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**. Pesq. Agrop. Bras., v. 36, n. 11, 2001.
- KORNDORFFER, G.H.; VALLE, M.R.; MARTINS, M.; TRIVELIN, P.C.O. Avaliação do nitrogênio da uréia pela cana-planta. **R. Bras. Ci. Solo**, v.21, p.223-226, 1997.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fósforo, 1989.201p.

NATT. **Recomendações de nove variedades SPs, para cultivo comercial**. Maceió: editora, 1993. xp. (Boletim técnico, x).

ORLANDO FILHO, J.; HAAG, H.P.; E ZAMBELLO JR., E. **Crescimento e absorção de macronutrientes pela cana-de-açúcar, em função da idade em solos do Estado de São Paulo**. Piracicaba, v.2, n.1, 128 p., fevereiro/1980.

PROGRAMA DE MELHORAMENTO GENÉTICO DA CANA-DE-AÇÚCAR. **Variedades de cana-de-açúcar**. Recife: UFRPE, 1996. xp. (Boletim Técnico;x).

MOURA FILHO, G.; ALMEIDA, A.C.S.; SILVA, L. C.; SOUZA, J.L.;TEODORO, I.; BARBOSA,G. V. S. **Crescimento e absorção de nutrientes em quatro variedades de cana-de-açúcar**. In: Seminário Alagoano sobre Variedades de Cana-de-açúcar. Maceió: STAB Leste, 2006. (Palestra disponível em CD- Rom).

MOURA FILHO, G.; SILVA, L. C.; SOUZA, J.L.; CARNAÚBA, P.J.P.; SILVA, V.T. **Crescimento e acúmulo de nutrientes em quatro variedades de cana-de-açúcar irrigada por gotejamento subsuperficial**. In: II Congresso Acadêmico da UFAL. Maceió-Al: 2005. (disponível em CD- Rom).

MOURA FILHO, G.; SILVA, L.C.; CARNAÚBA, P.J.P.; FERREIRA, L.C.R.; SILVA, V.T.; COSTA, J.V.T.; SOUZA, J.L. Acúmulo e alocação de nitrogênio pelas variedades RB72454, SP81-3250 e RB83594, no ciclo de cana-soca, sob gotejamento subsuperficial. In: FERTBIO, 2006. Bonito (MS). **Resumo da FERTBIO/XXVII Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo**. (disponível em CD- Rom).

SILVA, L. C.; MOURA FILHO, G.; ALMEIDA, A.C.S.; SOUZA, J.L.;TEODORO, I.; BARBOSA,G. V. S. Remoção de nutrientes pelas variedades RB92579 e RB93509 no ciclo de cana-planta In: FERTBIO, 2006. Bonito (MS). **Resumo da FERTBIO/XXVII Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo**. (disponível em CD- Rom).

WOOD, A.W.; MUCHOW, R.C.; ROBERTSON, M.J. Growth of sugarcane under high input conditions in tropical Australia, III. Accumulation, partitioning and use of nitrogen, Field Crops Research, v.48, p. 223-233, 1996.

Capítulo 3

Acúmulo de Ca, Mg e S na Cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) na região de Coruripe-AL

CAPÍTULO 3

**Acúmulo de Ca, Mg e S na Cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*)
na Região de Coruripe-AL***Silva, L.C.¹; Moura Filho, G.²**Resumo**

O fornecimento adequado de nutrientes contribui, de forma significativa, tanto no aumento da produtividade como no aumento do custo de produção. Nesta situação, a otimização de eficiência nutricional é fundamental para ampliar a produtividade e reduzir o custo de produção. Avaliou o acúmulo de cálcio, magnésio e enxofre no ciclo de cana planta dos cultivares SP70-1011, RB72454, RB855113, RB867515, RB92579, RB93509 e Co997. O trabalho foi realizado na Fazenda Progresso, Bloco 072 – Ilha do despacho, pertencente à Usina Coruripe, Coruripe – AL, no ano agrícola de 2005/2006. O plantio da cana-de-açúcar foi realizado em 17 de setembro de 2005 (plantio de verão). O espaçamento de plantio adotado foi o sistema de fileira simples de 1,00 x 1,00 m. Foi feita uma adubação no plantio, na dose de 84 kg ha⁻¹ de N, 60 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 144 kg ha⁻¹ de K₂O. As coletas foram realizadas a cada 60 dias. De acordo com os resultados obtidos, observa-se que houve diferença nas variáveis em estudo nas respectivas épocas (30, 60, 120, 180, 240, 300 e 360 DAP). Observa-se que os cultivares apresentaram comportamento diferente entre si, durante todo o ciclo de 360 dias. As maiores taxas de acúmulo de nutrientes foram no período de 240 DAP, coincidindo com o período de elevada precipitação pluvial, condições adequadas para todo o desenvolvimento da cultura. O cultivar RB92579 no final do período experimental havia acumulado 119,27 t ha⁻¹ de matéria verde na parte aérea, e para os nutrientes: Ca, Mg e S o acúmulo foi de 35,4; 30,7; 26,7 kg ha⁻¹, respectivamente.

Palavras-chave: Cálcio, Magnésio e Enxofre

¹ Engenheira-Agrônomo, Aluna do Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Agronomia – UFAL, leila.ufal@yahoo.com.br

² (Orientador), Professor Associado da UFAL, Laboratório de Solo, Água e Energia/CECA/UFAL, gmf@fapeal.br

* Pesquisa financiada pela Usina Coruripe/FAPEAL

Accumulation of Ca, Mg and S of sugarcane (*Saccharum spp.*) in Coruripe, state of Alagoas*

Silva, L.C.³, Moura Filho, G.⁴

Abstract

The appropriate supply of nutrients contributes, in a significant way, as in the productivity increment as in production increment cost. In this situation, the nutritional efficiency amendment is fundamental to enlarge the productivity and to reduce the production cost. It evaluated the calcium, magnesium and sulfur accumulation in the cane cycle planting cultivation in SP70-1011, RB72454, RB855113, RB867515, RB92579, RB93509 and Co997. The work was accomplished in Fazenda Progresso, Block 072 - Island the ruling Island which belongs to the Usina Coruripe, Coruripe - AL, in the agricultural year of 2005/2006. The sugar-cane planting was accomplished on September 17, 2005 (summer planting). The planting space adopted was the system of simple array of 1,00 x 1,00 m. it was made a manuring in the planting, in the dose of 84 kg ha⁻¹ of N, 60 kg have-1 of P₂O₅ and 144 kg ha⁻¹ of K₂O. The collections were accomplished every 60 days. In agreement with the obtained results, it is observed that there was a difference in the studying variables in the respective times (30, 60, 120, 180, 240, 300 and 360 DAP). It is observed that cultivating presented different behavior between them during the whole 360 days cycle. The largest rates of nutrients accumulation were in the period of 240 DA which coincides with the high pluvial precipitation period appropriated conditions for the whole culture development. RB92579 cultivating in the end of the experimental period had accumulated 119,27 t have-1 of green matter in the aerial part, and for the nutrients: Ca, Mg and S the accumulation was of 35,4; 30,7; 26,7 kg have-1, respectively.

KEYWORDS: Calcium, Magnesium and Sulfur

¹ Engenheira-Agrônomo, Aluna do Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Agronomia – UFAL, leila.ufal@yahoo.com.br

² (Orientador), Professor Associado da UFAL, Laboratório de Solo, Água e Energia/CECA/UFAL, gmf@fapeal.br

* Pesquisa financiada pela Usina Coruripe/FAPEAL

INTRODUÇÃO

A agroindústria sucroalcooleira constitui um dos setores do agronegócio mais importante para a economia primária brasileira. O setor movimenta anualmente R\$ 12 milhões de reais. Considerando somente o Estado de São Paulo, a cadeia de produção de açúcar e álcool responde por 40% do emprego rural e 35% da renda agrícola (Carvalho, 1999). Um dos aspectos conhecidos e responsáveis pela alta produção da cana-de-açúcar é a adequada nutrição da cultura, tendo em vista a baixa fertilidade natural dos solos brasileiros.

São raros os trabalhos que têm sido desenvolvidos com cana-de-açúcar enfocando a exigência nutricional e a exportação de macronutrientes, especialmente nos cultivares mais modernos, os quais sofreram significativa interferência genética através do melhoramento vegetal. A análise da alocação dos nutrientes pode contribuir para o entendimento da capacidade produtiva do cultivar de cana e sua adaptação ecológica a diferentes ambientes agrícolas.

Diante disso o conhecimento da marcha de absorção dos nutrientes, assume papel de elevada importância. O conhecimento de quanto é absorvido e exportado pela cultura, em cada período, permite que se defina um cronograma de adubação, possibilitando em manejo mais eficiente e adequado. Outro aspecto relevante, está relacionado com os cultivares de cana-de-açúcar, pois apresentam potencial produtivo diferente devido a exigência nutricional.

Um dos primeiros trabalhos desenvolvidos em São Paulo (Catani et al., 1959) as extrações para uma tonelada de colmos de cana-planta foram de 0,36 de CaO, 0,32 de MgO, e 0,42 de SO₄. Orlando Filho et al. (1980) encontraram 0,83 de CaO, 0,56 de MgO e 0,84 de SO₄. Cruz e Puyaoan (1970) encontraram os seguintes resultados médios por toneladas de cana-planta: 0,32 kg de CaO e 0,27 kg de MgO.

Nesse sentido, conduziu-se um trabalho com objetivo de estudar o acúmulo de Ca, Mg e S para os cultivares SP79-1011, RB72454, RB855113, RB867515, RB92579, RB93509 e Co997, em cana-planta, sob condições de sequeiro.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em 17 de setembro/2005 (plantio de verão), em uma área experimental localizada na Fazenda Progresso, Bloco 072 – Ilha do despacho, pertencente à Usina Coruripe, Coruripe – Al.

Os cultivares em estudo foram: SP70-1011, RB72454, RB855113, RB867515, RB92579, RB93509 e Co997, os quais são os mais plantados na Usina Coruripe. O delineamento estatístico utilizado foi em blocos casualizados, com sete tratamentos e quatro repetições. Os resultados das avaliações foram submetidos a análise de variância, utilizando para isso os programas estatísticos SAEG 6.0, Table Curve e Statistica.

O Solo da área experimental foi classificado como Argissolo Amarelo Distrófico fragipânico, textura arenosa/argilosa, A moderado e relevo plano. As características químicas do solo, na época de plantio (set/2005), na camada 0-20 cm de profundidade, foram pH = 5,1; P = 38 mg dm⁻³; K = 0,15 cmolc dm⁻³; Ca = 0,9 cmolc dm⁻³; Mg = 0,7 cmolc dm⁻³; Al = 0,8 cmolc dm⁻³; H+Al = 4,0 cmolc dm⁻³ e M.O = 1,20 % e na camada 20-40 cm de profundidade, pH = 4,9; P = 33 mg dm⁻³; K = 0,10 cmolc dm⁻³; Ca = 0,7 cmolc dm⁻³; Mg = 0,6 cmolc dm⁻³; Al = 1,0 cmolc dm⁻³; H+Al = 3,5 cmolc dm⁻³ e M.O = 1,05 %. Foi feita calagem na área na dose de 2,0 t ha⁻¹ calcário dolomítico, conforme método de saturação por bases, elevando a 60%.

O preparo do solo consistiu de gradagem para destruição dos restos culturais e subsolagem com nivelamento. A adubação, foi realizada com base na análise de solo e na necessidade da cultura, aplicando-se, no fundo do sulco de plantio 84 kg ha⁻¹ de N, 60 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 144 kg ha⁻¹ de K₂O, recomendada pela Usina Coruripe.

O sistema de plantio foi manual (convencional), onde os colmos foram distribuídos dentro das linhas de plantio (sulcos), sendo colocados seis toletes com três gemas por cada metro (18 gemas por metro linear), totalizando assim 360 gemas para cada bloco experimental. O experimento foi demarcado parcelas de seis linhas de cana de 10 m de comprimento, com espaçamento de 1,00 x 1,00 m. Para avaliação das plantas, dentro dessa área, foi demarcado quatro linhas de cana de 5 m de comprimento.

As leituras foram feitas a cada 30 dias nos dois primeiros meses para contagem de perfilhos e altura de plantas. Na mesma parcela onde foram feitas as avaliações, a cada 60 dias foram feitas medidas do diâmetro do colmo, área foliar, índice de área foliar e fitomassa total (foram avaliadas 30 plantas por cultivares e repetições). Totalizando, 7 épocas de amostragem durante todo o ciclo dos cultivares de cana-de-

açúcar . Os cultivares em estudo caracteristicamente são diferenciados, conforme descrito por (PMGCA, 1996).

A cada dois meses após a brotação da cana foram coletadas 12 plantas por cada cultivar para determinação da fitomassa da parte aérea. A parte aérea da planta foi separada em colmo, folhas e ponteiros.

As plantas utilizadas para a determinação da fitomassa foram usadas também para a determinação do Cálcio, Magnésio e Enxofre. As partes das plantas foram passadas em picadeira de forragem e retiradas subamostras para pesagem e secagem do material.

As subamostras foram secas, a 65 °C em estufa de ventilação forçada e, após atingirem massa constante, foi determinada a umidade. Essas subamostras foram passadas em moinho do tipo Willey, sendo, posteriormente quantificado o teor de nutrientes (Ca, Mg e S), segundo método descrito por Malavolta et al. (1989).

O acúmulo de matéria seca e nutriente em toda a planta foi obtido pelo somatório da matéria seca e dos nutrientes acumulados pelos colmos, ponteiros e folhas das plantas.

A taxa de crescimento da cultura (TCC) em $\text{kg ha}^{-1} \text{d}^{-1}$ representa a variação da massa acumulada pela planta, ao longo de um intervalo de tempo, conforme metodologia citada por Benincasa (1988).

Os dados de pesagem e secagem do material colhido foram determinados no Laboratório de Solos, Água e Energia, localizado no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas (CECA-UFAL).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O acúmulo de cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) foram crescentes com a idade do canavial para os sete cultivares estudados (Quadros 1). No geral, o período de maior absorção compreendeu entre 180 a 240 DAP para o todos os macronutrientes secundários (Figuras 1, 2, 3, 4,5 e 6). Esses elementos tiveram uma maior alocação nos colmos aos 240 DAP. Os cultivares se comportaram de maneira diferenciada com relação à alocação dos elementos nos colmos.

O comportamento do acúmulo de Ca também seguiu o mesmo comportamento no período de crescimento da cultura, apresentando duas fases distintas, definida pela distribuição dos elementos na planta. Na fase que corresponde dos 60 aos 180 DAP, a alocação do Ca predominou nos ponteiros com percentuais médios de 80,7, 55,5 e 43,1% para as épocas de 60, 120 e 180 DAP, respectivamente. Nas folhas o percentual médio foi crescente, variando de 8,6 a 42,5% isso na primeira fase, vindo a decrescer na segunda fase que corresponde de 180 a 360 DAP, com percentual médio de 13,9 a 31,6%. Para os colmos, o percentual médio variou de 10,7 a 21,0%, após esse período de 180 DAP, o percentual médio foi crescente variando entre 29,8 a 39,6. (Quadro 1).

Na fase que corresponde dos 240 aos 360 DAP, não ocorreu inversão, com a acúmulo de Ca do ponteiro para o colmo, diferenciando do N que ocorreu essa inversão.

Observa-se que o cultivar RB92579 foi o que mais acumulou Ca no colmo, com valores médios de 7,05 kg ha⁻¹ (0,4 a 15,5 kg ha⁻¹), enquanto o cultivar RB72454 foi o que menos acumulou com valor médio de 3,87 kg ha⁻¹ (0,3 a 7,6 kg ha⁻¹). Moura Filho (2005) trabalhando com crescimento e acúmulo de nutrientes nos cultivares RB72454, SP81-3250, RB855113 e RB83594, irrigadas por gotejamento subsuperficial encontrou reposta para o cultivar RB72454, com maiores acúmulo de Ca aos 60 DAC. Nas folhas esses valores médios, foram bastante variados para todas as épocas de avaliação e para todos os cultivares em estudo. Já no ponteiro o cultivar em destaque foi RB93509 com valor médio 10,75 kg ha⁻¹ (2,8 a 21,2 kg ha⁻¹) e o cultivar RB72454, em toda a planta apresentou baixa média de acúmulo do Ca, obtendo valores médios de 14,40 kg ha⁻¹ (4,0 a 22,5 kg ha⁻¹).

Quadro 1. Acúmulo de cálcio em kg ha⁻¹ em sete cultivares de cana-de-açúcar (colmo, folha e ponteiro) em seis épocas de estudo

Tratamentos	Cálcio (kg ha ⁻¹)					
	Nov / 05	Jan / 06	Mar / 06	Mai / 06	Jul / 06	Set / 06
DAP (dias)	60	120	180	240	300	360
Colmo						
SP79-1011	0,2 D	0,4F	1,4 C	7,8D	9,6D	10,8D
RB72454	0,3C	1,3B	1,8C	5,8 E	6,4 F	7,6 E
RB855113	0,2D	0,6E	1,2 C	8,2C	9,4D	10,7D
RB867515	0,7 A	1,8 A	3,8 A	8,4C	10,8C	13,0C
RB92579	0,4B	0,9D	2,3B	11,3 A	11,9B	15,5 A
RB93509	0,5B	1,1C	2,3B	10,1B	13,2 A	14,7B
CO997	0,3D	0,8D	1,8 C	8,33C	9,0E	12,9C
Folha						
SP79-1011	0,3C	0,7D	3,9D	6,3D	3,6 E	3,4C
RB72454	0,2 C	1,6 A	5,0C	6,0 D	5,4D	1,7 D
RB855113	0,2 C	0,5 D	3,8 D	8,0C	5,1D	5,9 A
RB867515	0,5 A	1,0C	6,3B	11,2B	8,9B	4,3B
RB92579	0,4B	1,3 B	4,6C	12,5 A	11,7 A	6,0 A
RB93509	0,3C	1,5 A	9,1 A	11,6B	6,5C	4,5B
CO997	0,2 C	0,9C	8,7 A	8,1C	6,7C	4,1B
Ponteiro						
SP79-1011	2,8B	3,5 A	6,0B	9,0 C	10,8D	10,6 F
RB72454	3,5 A	3,1 A	4,4 C	9,9C	10,6 D	12,0E
RB855113	3,0B	3,2 A	5,4B	13,6 A	16,0B	15,9B
RB867515	3,2 A	2,4B	7,2 A	9,7C	10,7 D	12,9D
RB92579	2,4C	2,0 B	7,7 A	11,0B	12,3C	13,9C
RB93509	2,8B	2,2 B	5,0C	14,3 A	19,0 A	21,2 A
CO997	1,9 D	1,8 B	6,2B	10,6B	12,5C	13,6C
Total						
SP79-1011	3,3B	4,6C	11,3C	23,1D	24,0 E	24,9E
RB72454	4,0C	6,1 A	11,2 C	21,3E	22,5 F	21,3 F
RB855113	3,5B	4,4C	10,4 C	29,8B	30,5C	32,5C
RB867515	4,3D	5,2B	16,9 A	29,3B	30,1C	30,2D
RB92579	3,2B	4,2C	14,6B	34,8 A	35,8B	35,4B
RB93509	3,6B	4,8C	16,4 A	36,0 A	38,7 A	40,4 A
CO997	2,4 A	3,5D	16,5 A	27,0C	28,2D	30,6D

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

Na Figura 1 é apresentado a taxa de acúmulo de Ca no colmo ($\text{kg ha}^{-1}\text{d}^{-1}$), em que aos 60 DAP o cultivar RB867515 foi o mais representativo, com um pico de acúmulo elevado aos 240 DAP. Em destaque observa-se que no período de 240 DAP, o cultivar RB92579, manteve-se um pico atingindo $0,15 \text{ kg ha}^{-1}$ de Ca, seguida do cultivar RB93509 com $0,13 \text{ kg ha}^{-1}$ de Ca. Esse período coincide com a precipitação e temperatura adequada variando de 25°C a 33°C .

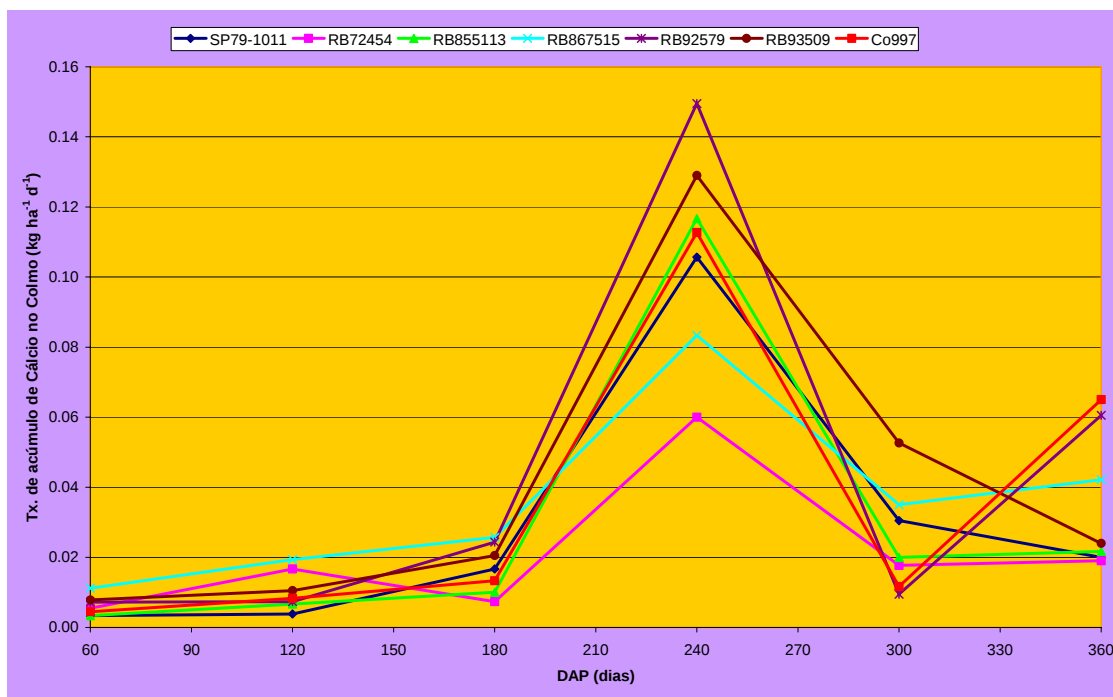


Figura 1. Taxa de acúmulo de cálcio no colmo ($\text{kg ha}^{-1}\text{d}^{-1}$) a cada 60 dias no período de novembro/05 (60 DAP) a setembro/06 (360 DAP) para os sete cultivares em estudo.

A partir dos 300 DAP, apresenta um aumento no acúmulo de Ca para os cultivares Co997, RB92579, RB867515, RB93509, RB855113, SP79-1011 e RB72454 indo até o final do ciclo com valores de 0,07, 0,06, 0,04, 0,02, 0,02, 0,02 e 0,02 kg ha^{-1} respectivamente (Figura 1)

Na Figura 2, observa-se a taxa de acúmulo do Ca total ($\text{kg ha}^{-1}\text{d}^{-1}$), todos os cultivares tiveram um comportamento de pico com o início aos 180 DAP, logo após o período de pico máximo foi aos 240 DAP, com exceção do cultivar Co997, que após os 180 DAP ocorreu um decréscimo. Em destaque o cultivar RB92579 seguida da RB92509 foram as que acumularam mais o Ca total, variando em 0,33 a 0,34 kg ha^{-1} , respectivamente.

No Quadro 2 encontram-se os dados de remoção de macronutrientes pela cultura, para os sete cultivares em estudo. A remoção de Ca variou de 0,27 a 0,41 kg t cana⁻¹ de Ca massa total da planta e de 0,14 a 0,21 kg t cana⁻¹ de Ca colmo produzida.

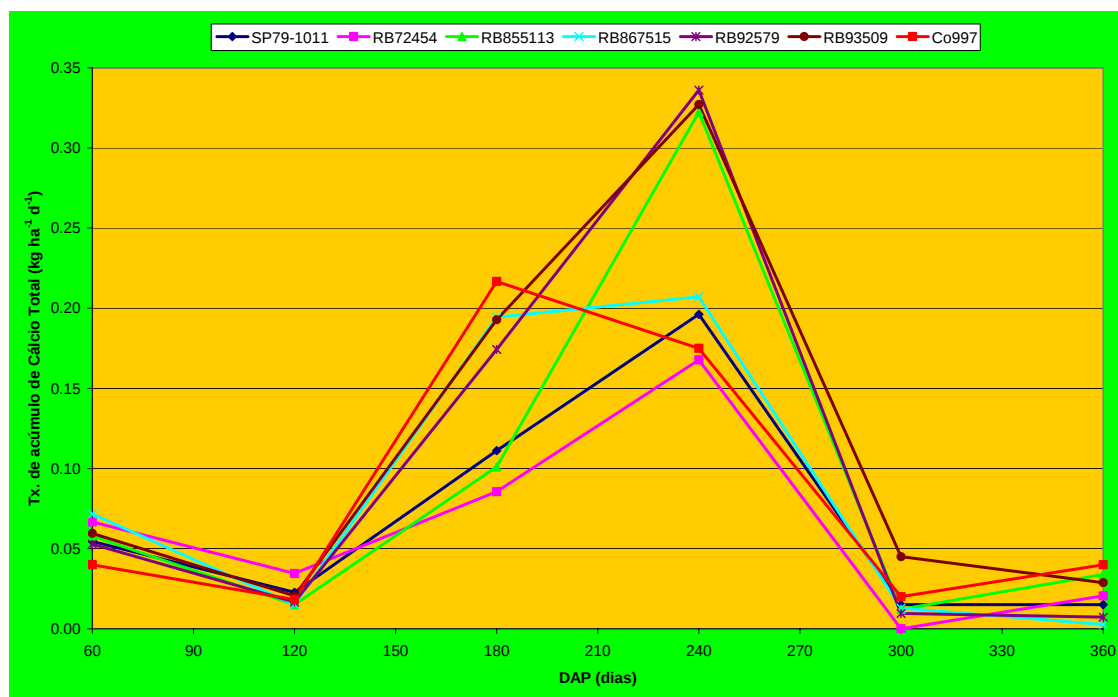


Figura 2. Taxa de acúmulo de cálcio total (kg ha⁻¹d⁻¹) a cada 60 dias no período de novembro/05 (60 DAP) a setembro/06 (360 DAP) para os sete cultivares em estudo.

O magnésio variou de 0,21 a 0,35 kg Mg t⁻¹ massa total da planta e de 0,17 a 0,28 kg Mg t⁻¹ colmo produzido.

Isto mostra uma maior extração de Mg em relação ao Ca, para as variedades em estudo, para cana-planta. Na literatura há discordância entre o Ca e o Mg, com relação à predominância na extração (Silva e Casagrande, 1983; Barbosa et al., 2002; Coleti et al., 2002). Isto pode ser atribuído a baixa relação Ca/Mg nos solos proporcionada pelo uso de calcários mais dolomíticos (mais rico em magnésio) e/ou uma maior acidez das camadas subsuperficiais, prevalecendo, nesse caso, uma maior absorção do Mg.

A remoção de S variou de 0,21 a 0,28 kg t cana⁻¹ de S massa total da planta e de 0,15 a 0,22 kg t cana⁻¹ de S colmo produzida.

Quadro 2. Remoção de macronutrientes (Ca, Mg e S) para os sete cultivares, em cana-planta, localizada na Fazenda Progresso – Ilha do Despacho

Nutriente	SP70-1011				RB72454			
	Total		Colmo		Total		Colmo	
	kg/ha	kg/t cana	kg/ha	kg/t cana	kg/ha	kg/t cana	kg/ha	kg/t cana
Ca	24,9	0,30	10,8	0,18	21,3	0,33	7,6	0,17
Mg	17,6	0,21	10,5	0,17	18,2	0,28	9,9	0,22
S	17,7	0,21	10,5	0,17	15,8	0,24	8,5	0,19
	RB855113				RB867515			
	Total		Colmo		Total		Colmo	
	kg/ha	kg/t cana	kg/ha	kg/t cana	kg/ha	kg/t cana	kg/ha	kg/t cana
Ca	32,5	0,27	10,7	0,14	30,2	0,31	13,0	0,18
Mg	29,0	0,24	13,3	0,17	29,0	0,30	16,4	0,22
S	25,8	0,22	11,6	0,15	25,6	0,26	14,1	0,19
	RB92579				RB93509			
	Total		Colmo		Total		Colmo	
	kg/ha	kg/t cana	kg/ha	kg/t cana	kg/ha	kg/t cana	kg/ha	kg/t cana
Ca	35,4	0,30	15,5	0,18	40,4	0,41	14,7	0,21
Mg	30,7	0,26	16,3	0,19	28,3	0,29	15,4	0,22
S	26,7	0,22	17,0	0,20	27,7	0,28	14,2	0,21
	Co997							
	Total		Colmo					
	kg/ha	kg/t cana	kg/ha	kg/t cana				
Ca	30,6	0,33	12,9	0,21				
Mg	32,5	0,35	17,4	0,28				
S	25,3	0,27	13,7	0,22				

No Quadro 3 encontram-se os dados da extração e exportação de macronutrientes para a produção de 100 t de colmo. Tendo em média 32 kg a cada 100 t de N extraído e 21 kg a cada 100 t de N exportado, enquanto que o Magnésio teve 28 kg a cada 100 t de P extraído e 21 kg a cada 100 t de P exportado, já o enxofre 24 kg a cada 100 t de K extraído e 19 kg a cada 100 t de K exportado.

Quadro 3. Extração e exportação de macronutrientes para a produção de 100 t de colmo

Variedades		Ca	Mg	S
		kg 100 t ⁻¹		
SP79-1011	Extraído	30	21	21
	Exportado	18	17	17
RB72454	Extraído	33	28	24
	Exportado	17	22	19
RB855113	Extraído	27	24	22
	Exportado	14	17	15
RB867515	Extraído	31	30	26
	Exportado	18	22	19
RB92579	Extraído	30	26	22
	Exportado	18	19	20
RB93509	Extraído	41	29	28
	Exportado	21	22	21
CO997	Extraído	33	35	27
	Exportado	21	28	22
Média	Extraído	32	28	24
	Exportado	21	21	19

Magnésio

O acúmulo de Magnésio (Mg) foi crescente com a idade do canavial para os sete cultivares em estudo (Quadros 4). No geral, o maior incremento de magnésio ocorreu a partir dos 240 DAP. O comportamento do máximo acúmulo de Mg apresentou duas fases distintas. Na fase que corresponde dos 60 aos 180 DAP, a alocação do Mg predominou nos ponteiros com percentuais médios de 79,7, 52,7 e 44,3% para as épocas de 60, 120 e 180 DAP, respectivamente. Nas folhas o percentual médio foi crescente na primeira fase, variando de 6,6 a 29,1%, no final dessa fase ocorreu decréscimo variando 7,7 a 21,4%, o que não ocorreu com o acúmulo de nitrogênio das folhas. Para os colmos, o percentual médio variou entre 14,3 a 29,5% (Quadro 4).

Quadro 4. Acúmulo de Magnésio em kg ha⁻¹ em sete cultivares de cana-de-açúcar (colmo, folha e ponteiro) em seis épocas de estudo

Tratamentos	Magnésio (kg ha ⁻¹)					
	Nov / 05	Jan / 06	Mar / 06	Mai / 06	Jul / 06	Set / 06
DAP (dias)	60	120	180	240	300	360
Colmo						
SP79-1011	0,2C	0,4F	1,3D	7,2D	9,2E	10,5D
RB72454	0,3B	1,4B	2,2C	5,7 E	6,5 F	9,9 D
RB855113	0,3C	0,6E	1,6D	9,2C	10,6D	13,3C
RB867515	0,6 A	1,8 A	3,5 A	11,0 A	12,5B	16,4B
RB92579	0,4B	0,8D	2,1C	10,3B	12,5B	16,3B
RB93509	0,4B	1,1C	2,7B	10,3B	11,8C	15,4B
CO997	0,4B	0,9D	2,0C	10,9 A	13,2A	17,4 A
Folha						
SP79-1011	0,2 A	0,4D	1,8C	3,2 C	1,6C	1,2C
RB72454	0,1 B	0,9 A	2,1B	3,7C	2,5B	0,9 C
RB855113	0,1 B	0,3 D	1,6C	4,5B	3,0B	3,1 A
RB867515	0,3 A	0,5C	2,4B	5,2B	3,2 A	1,5B
RB92579	0,2B	0,6C	1,3 C	6,0 A	3,5 A	2,9 A
RB93509	0,2B	0,7B	3,6 A	5,0B	2,7B	1,8B
CO997	0,1 B	0,6B	3,9 A	4,7B	3,7 A	2,8 A
Ponteiro						
SP79-1011	2,0B	1,8B	3,3D	5,9D	5,8D	5,9 D
RB72454	2,4 A	2,2 A	2,4 E	6,1 D	7,0C	7,4C
RB855113	2,5 A	2,5 A	4,0C	10,4 A	11,7 A	12,6 A
RB867515	2,4 A	1,5C	4,7B	7,5C	9,3B	11,1B
RB92579	1,6 C	1,4 C	2,9D	7,6C	11,4 A	11,5B
RB93509	2,0B	1,6B	2,8D	7,6C	9,6B	11,0B
CO997	1,6 C	1,5C	5,3 A	9,2B	11,2 A	12,3 A
Total						
SP79-1011	2,5B	2,6 D	6,3	16,3	16,6E	17,6D
RB72454	2,8C	4,6 A	6,7	15,4	16,0 E	18,2 D
RB855113	2,9C	3,4C	7,2	24,2	25,2C	29,0C
RB867515	3,2D	3,8B	10,6	23,7	25,0C	29,0C
RB92579	2,1 A	2,8D	6,3	23,9	27,4B	30,7B
RB93509	2,6B	3,4C	9,1	22,9	24,2 D	28,3C
CO997	2,1 A	3,1C	11,2	24,8	28,1 A	32,5 A

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

Na fase que corresponde dos 240 aos 360 DAP, ocorre uma inversão, com predomínio da alocação de Mg no colmo, com valores médios crescente de 42,7 a 53,5%, enquanto que nos ponteiros, os valores médios variaram entre 35,9 a 40,6%. (Quadro 4).

Observa-se que o cultivar RB867515 foi o que mais acumulou Mg no colmo, com valores médios de 7,63 kg ha⁻¹ (0,6 a 16,4 kg ha⁻¹), enquanto o cultivar RB72454 foi o que menos acumulou com valor médio de 4,33 kg ha⁻¹ (0,3 a 9,9 kg ha⁻¹). Nas folhas esses valores médios, foram bastante variados para todas as épocas de avaliação e para todos os cultivares em estudo. Já no ponteiro o cultivar em destaque foi RB855113 com valor médio 7,28 kg ha⁻¹ (2,5 a 12,6 kg ha⁻¹) e o cultivar SP79-1011, em toda a planta apresentou baixa média de acúmulo do Mg, obtendo valores médios de 10,32 kg ha⁻¹ (2,5 a 17,6 kg ha⁻¹), nesse elemento o cultivar RB72454, superou o cultivar SP79-1011, onde sempre veio mostrando índice de acúmulo baixo, dentre as demais.

O Mg de forma geral teve média variando de 10,32 a 16,97 kg ha⁻¹ para todos os cultivares e valores médios crescentes variando de 2,60 a 26,47 kg ha⁻¹ para todas as épocas em estudo (Quadro 4).

Na Figura 3 está a taxa de acúmulo de Mg no colmo (kg ha⁻¹d⁻¹), em que aos 60 DAP o cultivar RB867515 foi a mais representativa, variando entre 0,6 a 16,4 kg ha⁻¹.

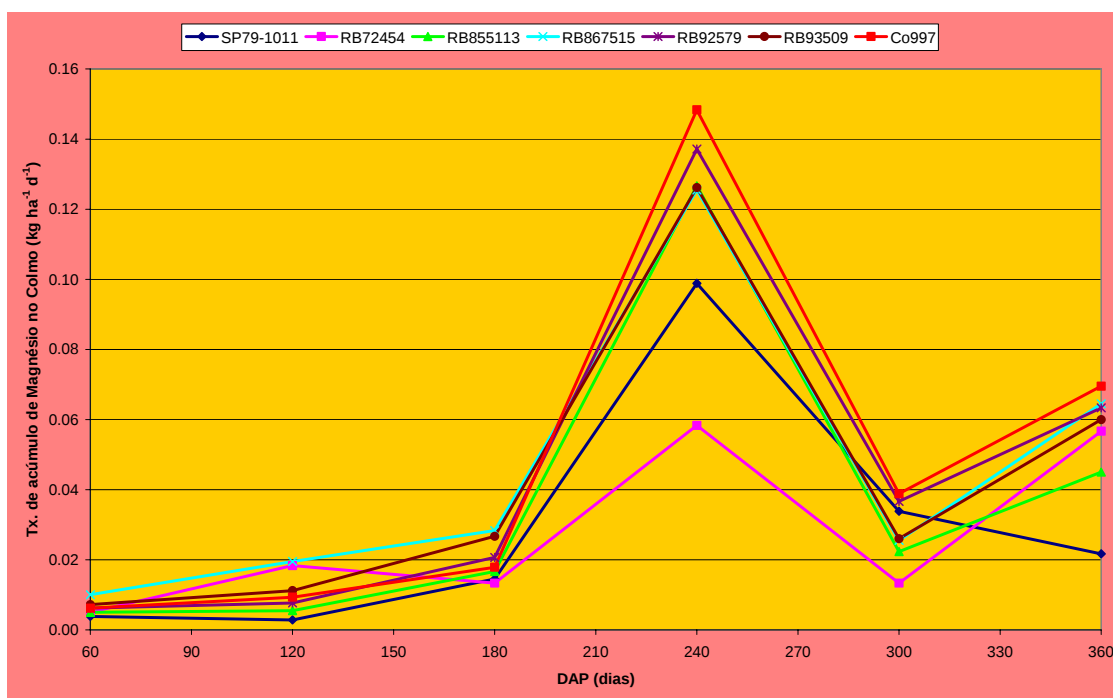


Figura 3. Taxa de acúmulo de magnésio no colmo (kg ha⁻¹d⁻¹) a cada 60 dias no período de novembro/05 (60 DAP) a setembro/06 (360 DAP) para os sete cultivares em estudo.

Em destaque observa-se que no período de 240 DAP, o cultivar Co997, manteve-se um pico máximo atingindo $0,15 \text{ kg ha}^{-1}$ de Mg, seguida do cultivar RB92579 com $0,14 \text{ kg ha}^{-1}$ de Mg. Esse período coincide com a precipitação e temperatura adequada variando de 25°C a 33°C .

A parti dos 300 DAP, apresenta um aumento no acúmulo de Mg para ao cultivares Co997, RB867515, RB92579, RB93509, RB72454, RB855113 e SP79-1011 indo até o final do ciclo com valores de $0,07$, $0,06$, $0,06$, $0,06$, $0,06$, $0,05$ e $0,02 \text{ kg ha}^{-1}$ respectivamente (Figura 3).

Na Figura 4, observa-se a taxa de acúmulo do Mg total ($\text{kg ha}^{-1}\text{d}^{-1}$), todos os cultivares tiveram um comportamento de pico, no período de 240 DAP, em destaque o cultivar RB92579 seguida da RB855113, foram as que acumularam mais o Mg total, variando em média de $0,29$ a $0,28 \text{ kg ha}^{-1}$.

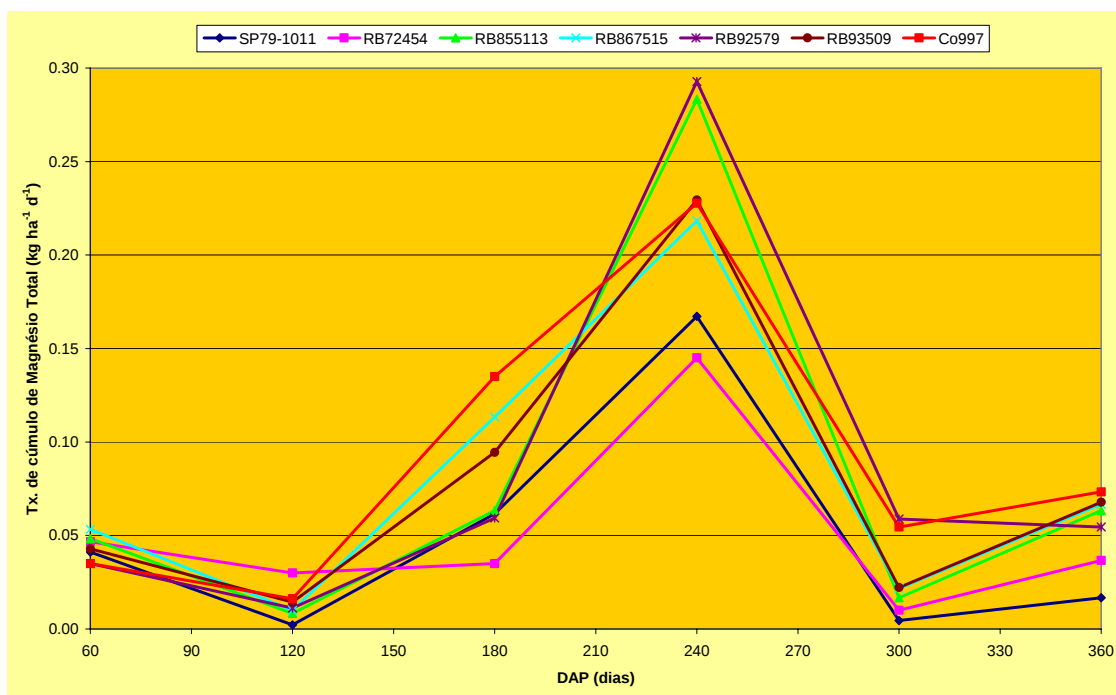


Figura 4. Taxa de acúmulo de magnésio total ($\text{kg ha}^{-1}\text{d}^{-1}$) a cada 60 dias no período de novembro/05 (60 DAP) a setembro/06 (360 DAP) para os sete cultivares em estudo.

Enxofre

O acúmulo de enxofre (S) foi crescente com a idade do canavial para os sete cultivares estudados (Quadros 5). No geral, o maior incremento de S ocorreu aos 240 DAP. O comportamento do máximo acúmulo de S apresentou duas fases distintas.

Quadro 5. Acúmulo de Enxofre em kg ha⁻¹ em sete cultivares de cana-de-açúcar (colmo, folha e ponteiro) em seis épocas de estudo

Tratamentos	Enxofre (kg ha ⁻¹)					
	Nov / 05	Jan / 06	Mar / 06	Mai / 06	Jul / 06	Set / 06
DAP (dias)	60	120	180	240	300	360
Colmo						
SP79-1011	0,2C	0,4 D	1,3C	7,0D	7,4C	10,5C
RB72454	0,2C	0,9B	2,2C	5,3E	6,5 D	8,5 D
RB855113	0,2 C	0,5D	1,5B	7,1D	9,4B	11,6C
RB867515	0,6 A	1,4 A	3,2C	9,5 A	11,8 A	14,1B
RB92579	0,3B	0,7C	2,2 A	9,1B	11,3 A	17,0 A
RB93509	0,4B	0,8B	2,2B	8,5C	11,3 A	14,2B
CO997	0,3C	0,7C	2,0B	7,2D	9,3 A	13,7B
Folha						
SP79-1011	0,1 A	0,2C	1,1 C	2,3C	1,1C	0,9D
RB72454	0,1 B	0,6 A	1,2 C	3,0C	1,6C	0,7 C
RB855113	0,1 B	0,2 C	0,9 C	3,8C	2,2B	1,8B
RB867515	0,2 A	0,4B	1,5 C	3,5C	2,3B	2,0B
RB92579	0,1 B	0,4B	1,0 C	4,3C	3,2 A	1,7 A
RB93509	0,1 B	0,5 A	2,8 A	4,4 A	1,8B	1,2B
CO997	0,1 B	0,4B	2,2B	2,8B	1,9B	2,0CB
Ponteiro						
SP79-1011	1,9 A	1,5C	3,9B	6,5B	7,6D	6,3C
RB72454	1,9 A	1,7B	2,4 D	5,6 C	6,3 E	6,7 C
RB855113	1,9 A	2,0 A	3,3C	7,0B	7,5D	12,4 A
RB867515	1,9 A	1,2 C	4,0B	7,4B	8,3C	9,5 A
RB92579	1,7 A	1,5C	4,1B	7,1B	7,4D	8,0 A
RB93509	1,8 A	1,6C	2,6 D	8,4 A	11,5 A	12,3B
CO997	1,5 A	1,4C	4,7 A	8,4 A	9,7B	9,7 A
Total						
SP79-1011	2,2 A	2,1C	6,2C	15,8D	16,1E	17,7B
RB72454	2,2 A	3,2 A	5,8C	13,8 E	14,4F	15,8 B
RB855113	2,2 A	2,7B	5,8 C	17,9C	19,1 D	25,8 A
RB867515	2,7 B	3,0 A	8,6 A	20,5B	22,4B	25,6 A
RB92579	2,1 A	2,6B	7,3B	20,5B	21,9B	26,7 A
RB93509	2,3B	2,9 A	7,6B	21,3 A	24,7 A	27,7 A
CO997	1,9 A	2,6B	8,9 A	18,4C	21,0C	25,3 A

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

Na fase que corresponde dos 60 aos 180 DAP, a alocação do S predominou nos ponteiros com percentuais médios de 80,8, 57,1 e 49,8% para as épocas de 60, 120 e 180 DAP, respectivamente. Nas folhas o percentual médio foi crescente na primeira fase, variando de 5,1 a 21,3%, no final dessa fase ocorreu decréscimo variando 6,3 a 18,8%, o mesmo ocorreu com o acúmulo de fósforo e nitrogênio nas folhas.. Para os colmos, o percentual médio variou entre 14,1 a 29,1%, no início da fase. (Quadro 5).

Na fase que corresponde dos 240 aos 360 DAP, a alocação de S no colmo apresenta valores médios crescente de 41,9 a 54,4% ,e nos ponteiros, os valores médios variaram entre 39,3 a 41,8% com uma pequena variação (Quadro 5).

Observa-se que os cultivares RB867515 e RB92579 foram os que mais acumulou S no colmo, com valores médios de $6,77 \text{ kg ha}^{-1}$, para ambos os cultivares ($0,6$ a $14,1 \text{ kg ha}^{-1}$ e $0,3$ a 17 kg ha^{-1} , respectivamente), enquanto o cultivar RB72454 foi o que menos acumulou com valor médio de $3,93 \text{ kg ha}^{-1}$ ($0,2$ a $8,5 \text{ kg ha}^{-1}$). Nas folhas esses valores médios, foram bastante variados. Já no ponteiro o cultivar em destaque foi RB93509 com valor médio $6,37 \text{ kg ha}^{-1}$ ($1,8$ a $12,3 \text{ kg ha}^{-1}$). O S de forma geral teve média variando de $9,20$ a $14,42 \text{ kg ha}^{-1}$ para todos os cultivares e valores médios crescentes variando de $2,23$ a $23,51 \text{ kg ha}^{-1}$ para todas as épocas em estudo (Quadro 5).

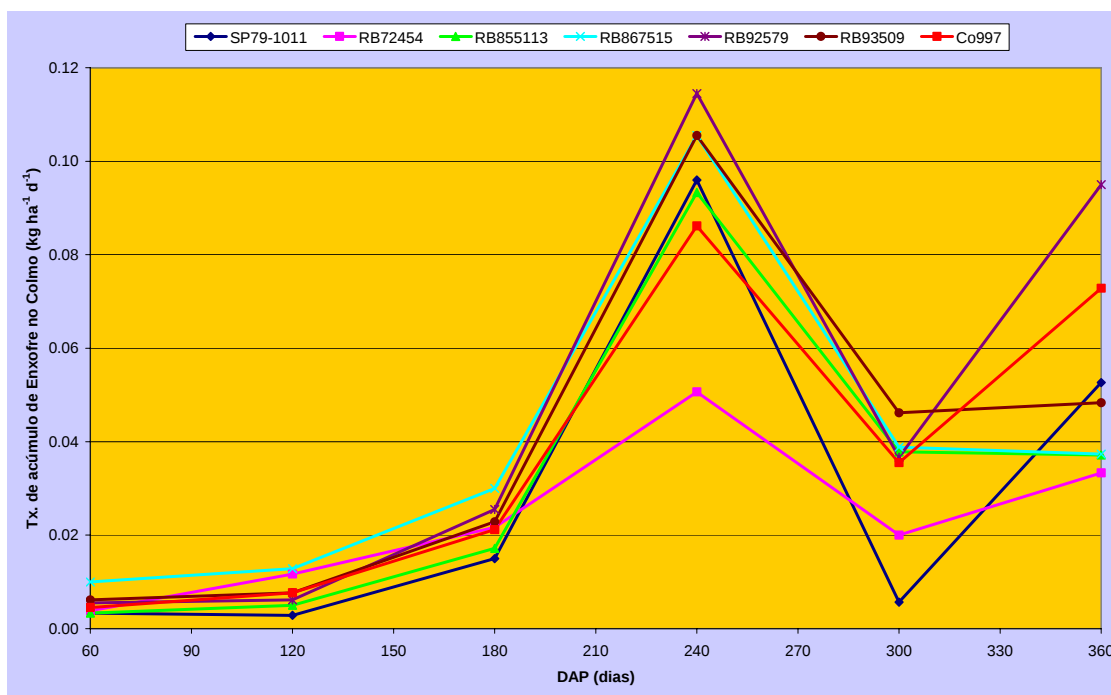


Figura 5. Taxa de acúmulo de enxofre no colmo ($\text{kg ha}^{-1}\text{d}^{-1}$) a cada 60 dias no período de novembro/05 (60 DAP) a setembro/06 (360 DAP) para os sete cultivares em estudo.

Na Figura 5 está a taxa de acúmulo de S no colmo ($\text{kg ha}^{-1}\text{d}^{-1}$), em que aos 60 DAP o cultivar RB867515 foi a mais representativa, variando entre 0,00 a $0,01 \text{ kg ha}^{-1}$. Em destaque observa-se que no período de 240 DAP, o cultivar RB92579, manteve-se um pico máximo atingindo $0,11 \text{ kg ha}^{-1}$ de S. Esse período coincide com o precipitação e temperatura adequada variando de 25°C a 33°C .

A partir dos 300 DAP, apresenta um aumento no acúmulo de S para ao cultivares RB92579, Co997, SP79-1011, RB93509, RB867515, RB855113 e RB72454, indo até o final do ciclo com valores de 0,10, 0,07, 0,05, 0,05, 0,04, 0,04 e $0,03 \text{ kg ha}^{-1}$ respectivamente (Figura 5).

Na Figura 6, observa-se a taxa de acúmulo do S total ($\text{kg ha}^{-1}\text{d}^{-1}$), todos os cultivares tiveram um comportamento de pico, no período de 240 DAP, em destaque o cultivar RB93509 seguida da RB92579, foram as que acumularam mais o S total, variando em média de 0,23 a $0,22 \text{ kg ha}^{-1}$ respectivamente.

A remoção de S variou de 0,21 a $0,28 \text{ kg t cana}^{-1}$ de S massa total da planta e de 0,15 a $0,22 \text{ kg t cana}^{-1}$ de S colmo produzida, sendo o menor valor obtido para o cultivar RB855113 e o maior para o cultivar Co997 para remoção do colmo produzido.

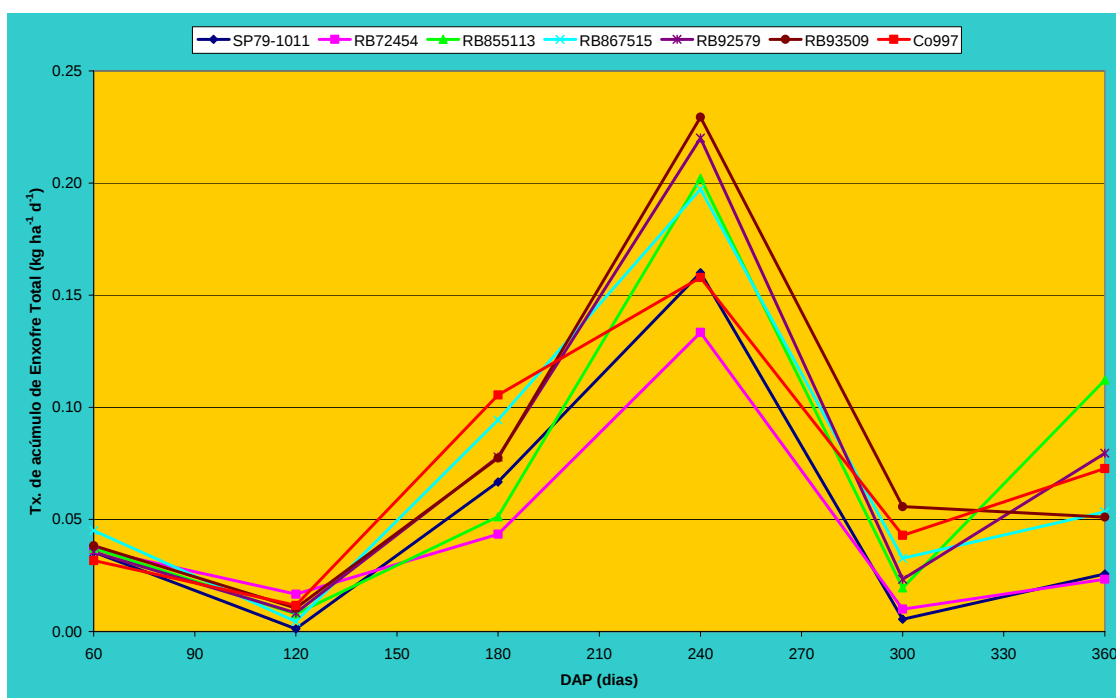


Figura 6. Taxa de acúmulo de Enxofre Total ($\text{kg ha}^{-1}\text{d}^{-1}$) a cada 60 dias no período de novembro/05 (60 DAP) a setembro/06 (360 DAP) para os sete cultivares em estudo.

CONCLUSÃO

Nas condições do presente experimento e com os resultados obtidos, pode-se concluir que:

- O comportamento dos sete cultivares foram diferenciados, evidenciando que os cultivares atuais mantêm o mesmo nível de concentração dos nutrientes nas folhas.

- A revisão de literatura mostra que existe variabilidade genética entre espécies e cultivares da mesma espécie, na absorção de nutrientes; entretanto, é preciso se conhecer melhor os mecanismos de absorção e extração de nutrientes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARBOSA, M.H.P.; OLIVEIRA, M.W.; SILVEIRA, L.C.I.; DAMASCENO, C.M.; MENDES, L.C. Acúmulo e alocação de nutrientes pela RB72454 no ciclo de cana-planta. In: Congresso Nacional da STAB, 8., Recife, 2002. **Anais**. Recife: STAB, 2002, p.264-267.
- CARVALHO, L.C.C. Cenário sucroalcooleiro. **STAB Açúcar. Álcool e Subproduto**, v.17, p.12-13, 1999.
- CATANI, R.A.; ARRUDA, H.C.; PELEGRINO, D. ; BERGAMIN F., H. A absorção de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre pela cana-de-açúcar e o seu crescimento em função da idade. **Anais**. Piracicaba: ESALQ, v.16, p.167-90, 1959.
- COLETI, J.T.; CASAGRANDE, J.C.; STUPIELLO, J.J.; RIBEIRO, L.D.; OLIVEIRA, G.R. Remoção de macronutrientes pela cana-planta e cana-soca, em Argissolos, variedades RB835486 e SP81-3250. In: Congresso Nacional da Sociedade dos Técnicos Açucareiros e Alcooleiros do Brasil, 8., 2002, Recife. **Anais** Recife: STAB, 2002. p.316-321..
- CRUZ, R.A; PUYAOAN, E.B. Prelimiriary study on the elemental uptake of some sugarcane vareties at canlubamg State. **Sugar News**, v.46, n.12, p.465-570,1970.
- MALAVOLTA, E. VITTI, G.C. OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1989.201p.
- NATT. **Recomendações de nove variedades SPs, para cultivo comercial**. Maceió: editora, 1993. xp. (Boletim técnico, x).
- ORLANDO FILHO, J.; HAAG, H.P. E ZAMBELLO JR., E. **Crescimento e absorção de macronutrientes pela cana-de-açúcar, em função da idade em solos do Estado de São Paulo**. Piracicaba, v.2, n.1, 128 p., fevereiro/1980.

PROGRAMA DE MELHORAMENTO GENÉTICO DA CANA-DE-AÇÚCAR.

Variedades de cana-de-açúcar. Recife: UFRPE, 1996. xp. (Boletim Técnico;x).

SILVA, L.C.F., CASAGRANDE, J.C. Nutrição mineral da cana-de-açúcar (macronutrientes). In: ORLANDO FILHO, J. **Nutrição e adubação da cana-de-açúcar no Brasil.** Piracicaba: IAA/PLANALSUCAR, 1983. p. 101-122.

MOURA FILHO, G.; SILVA, L. C.; SOUZA, J.L.; CARNAÚBA, P.J.P.; SILVA, V.T. **Crescimento e acúmulo de nutrientes em quatro variedades de cana-de-açúcar irrigada por gotejamento subsuperficial.** In: II Congresso Acadêmico da UFAL. Maceió-Al: 2005. (disponível em CD- Rom).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo da análise de crescimento e do acúmulo de nutrientes para os cultivares de cana-de-açúcar, apresentou resultados satisfatórios, permitindo que a forma representada em cada cultivar sejam analisadas separadamente ao longo do ciclo da cultura, e obtendo em qual período o cultivar está em fase de pico de crescimento e maior acúmulo de nutrientes.

Foram avaliados a fase em que o cultivar representou maior pico de crescimento, com as seguintes avaliações: altura do colmo no período de 30 dias nos primeiros dois meses e posteriormente a cada 60 dias, também foi avaliado número de perfilhos, diâmetro do colmo, área foliar, índice de área foliar e fitomassa da parte área. Com essa mesma amostra da fitomassa foi avaliada em toda a planta os macronutrientes, tais como nos colmos, nas folhas e nos ponteiros.

Vale salientar que mais análises devem ser feitas, sendo sugerido que o período das avaliações seja feito a cada 30 dias, para detectar com mais detalhes esse acúmulo dos nutrientes e o pico máximo de crescimento.

ANEXOS



Figura 1. Plantio (A=Sulcamento; B=16 gemas/mL; C=1 mês; D= 3 metros entre blocos).

Quadro 1. Número de avaliações, dias após o plantio (DAP) e data das amostragens realizadas no experimento

Número de avaliações	Dias após o plantio(DAP)	Data
1 ^a	30	21/10/2005
2 ^a	60	18/11/2005
3 ^a	120	16/01/2006
4 ^a	180	22/03/2006
5 ^a	240	22/05/2006
6 ^a	300	17/07/2006
7 ^a	360	20/09/2006*

* última avaliação em campo

Quadro 2. Resultados das análises químicas do solo da Fazenda Progresso de 0-20 e 20-40 cm

Certificado N°: 19727

Maceió, 23 de abril de 2005

Procedência: S/A USINA CORURIBE AÇÚCAR E ALCOOL (AL)

Data de emissão: 23/04/2005

Setor: SOLOS

Amostra(s) recebida(s) em: 10/04/2005

Determinações	Registro das Amostras									
	15712	15713								
pH	5,1	4,9								
P (ppm)	38	33								
K (ppm)	57	40								
Ca + Mg (meq/100mL)	1,6	1,3								
Ca (meq/100mL)	0,9	0,7								
Mg (meq/100mL)	0,7	0,6								
Al (meq/100mL)	0,8	1,0								
H + Al (meq/100mL)	4	3,5								
S. (Soma das Bases)	1,75	1,40								
C.T.C (Capac. Troc. de Bases)	5,75	4,90								
% V. (Ind. de Sat. de Base)	30	29								
% M. (Ind. de Sat. de Al)	31	42								
MAT. ORG. TOTAL (%)	1,20	1,05								
FERRO (ppm)	XXXX	XXXX								
COBRE (ppm)	XXXX	XXXX								
ZINCO (ppm)	XXXX	XXXX								
MANGANÊS (ppm)	XXXX	XXXX								

Obs.: Os resultados deste ensaio tem significação restrita e se aplicam tão somente a amostra trazida pelo interessado.

Identificação das Amostras

Reg. N° 15712 - Experimento - Fazenda Progresso - 0 a 20 cm

Reg. N° 15713 - Experimento - Fazenda Progresso - 20 a 40 cm





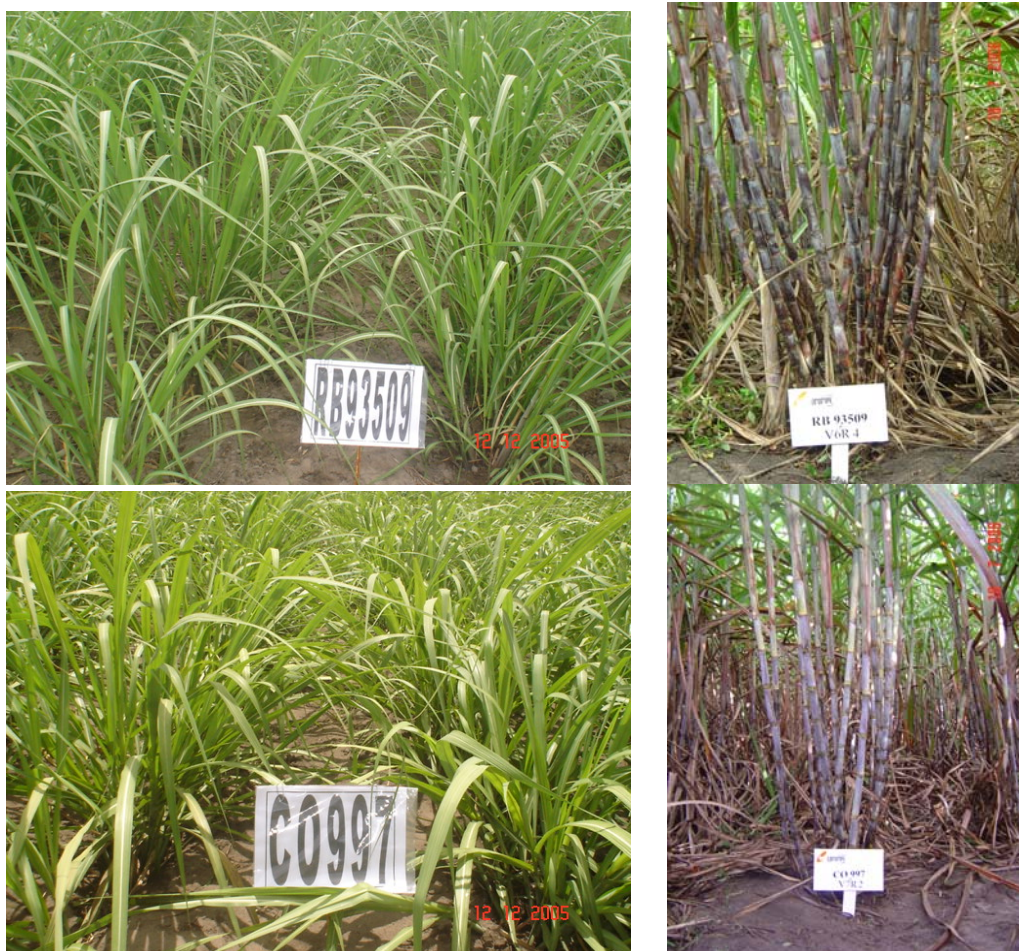


Figura 2. Fotos das variedades (lado direito 2 meses, esquerdo 10 meses)

Fórmulas Usadas:

- **Área Foliar**

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

Onde: AF - Área Foliar

C – Comprimento da folha +2

L – Largura da folha +2 (0,75 – Fator de forma)

N – Número de folhas abertas com pelo menos 20% de área verde

- **Índice de Área Foliar**

$$IAF = AF \times n P / S$$

Onde: AF – área foliar total perfilhos⁻¹

n P – número de perfilhos m⁻¹

S – superfície do solo

- **Graus dia**

$$GD_j = GDg - GDq - Tb \quad (1)$$

$$GD_t = \sum_{j=1}^n GD_j \quad (2)$$

em que:

GD_j = graus-dia para cada j dia considerado ($^{\circ}\text{C d}$);

GDg_j = graus-dia nas condições de temperaturas sub-ótimas, para cada j dia considerado ($^{\circ}\text{C}$);

GDa_j = efeito adverso da alta temperatura no desenvolvimento da cultura, no dia j considerado ($^{\circ}\text{C}$);

Tb = temperatura-base, para cada fase fenológica considerado ($^{\circ}\text{C}$)

GD_t = graus-dia para completar o ciclo total ($^{\circ}\text{C d}$);

n = número de dias do período considerado;

$T_{\min_j}$ = temperatura mínima do ar do dia ($^{\circ}\text{C}$);

$T_{\max_j}$ = temperatura máxima do ar do dia ($^{\circ}\text{C}$);

Ts = temperatura de saturação (40°C).

To = temperatura ótima para o desenvolvimento da cana (30°C)

$$GDg_j = \begin{cases} \frac{T_{\min_j} + T_{\max_j}}{2}, & Tb \leq T_{\min_j} \\ \frac{T_{\min_j} + T_{\max_j}}{2} + \frac{(Tb - T_{\min_j})^2}{2(T_{\max_j} - T_{\min_j})}, & T_{\min_j} < Tb < T_{\max_j} \\ Tb, & Tb \geq T_{\max_j} \end{cases}$$

$$GDq = \begin{cases} 0, & T_{\max_j} < To \\ \frac{(Ts - Tb)(T_{\max_j} - To)^2}{2(Ts - To)(T_{\max_j} - T_{\min_j})}, & To > T_{\min_j}, T_{\max_j} < Ts \\ \frac{T_{\max_j}(T_{\max_j} - 2Tb) - To(Ts - Tb) + TsTb}{2(Ts - To)}, & To > T_{\min_j}, T_{\max_j} \geq Ts \\ \frac{(Ts - Tb)(T_{\max_j} + T_{\min_j} - 2To)}{2(T_{\max_j} - T_{\min_j})}, & To \leq T_{\min_j} < Ts, T_{\max_j} < Ts \\ \frac{T_{\max_j} + T_{\min_j}}{2} - Tb - \frac{(To - Tb)(Ts - T_{\min_j})^2}{2(Ts - To)(T_{\max_j} - T_{\min_j})}, & To \leq T_{\min_j} < Ts, T_{\max_j} \geq Ts \\ \frac{T_{\max_j} + T_{\min_j}}{2} - Tb, & T_{\min_j} > Ts \end{cases}$$

- **Modelo Estatístico**

$$\hat{y} = y_{\max} \cdot (1 + (x/b)^{-c})$$

Onde:

- a é o parâmetro que indica o crescimento máximo da cultura
- x é a variável desejável
- b é o ponto de inflexão da curva
- c é o parâmetro que define o seu crescimento

Quadro 2. População de Perfilhos por metro linear em função dos cultivares em estudo

Tratamentos	Número de Plantas						
	OUT / 05	NOV / 05	JAN / 06	MAR / 06	MAI / 06	JUL / 06	SET / 06
DAP (dias)	30	60	120	180	240	300	360
-----m/L-----							
SP79-1011	6,3 B	18,8B	15,7B	7,6B	8,6A	8,5B	7,8 B
RB72454	6,3 B	16,2 C	14,7 B	6,5 B	7,3 A	6,3 C	5,6 C
RB855113	6,1 B	17,2 C	17,6 A	8,3 A	9,0 A	7,8 C	7,7 B
RB867515	6,5 B	18,8 B	15,5 B	7,7 B	7,8 A	6,9 C	6,6 C
RB92579	8,5 A	22,9 A	18,3 A	9,2 A	10,9 A	10,1A	9,7 A
RB93509	5,7 C	15,9 C	15,7 B	6,8 B	9,3 A	7,8 C	6,9 C
CO997	5,1 C	12,3 D	14,1 B	9,6 A	9,5 A	8,3 B	7,9 B
Efeitos	-----Quadrados médios-----						
Blocos	3,9896**	39,4917**	11,3068*	0,0458 ^{ns}	0,5838 ^{ns}	0,4758 ^{ns}	0,1389 ^{ns}
Tratamento	4,9212**	42,3362**	9,1597*	5,3326**	5,6641*	5,9720**	6,6203**
Resíduo	0,3397	4,0728	2,7723	0,8583	1,7287	1,0395	0,5819
CV (%)	9,3	11,6	10,4	11,6	14,8	12,8	10,2

*, **, ^{ns} significativo a 5 e 1% de probabilidade, ,não significativo, respectivamente. Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não difere entre si, pelo teste Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Quadro 3. Altura de Plantas em função dos cultivares em estudo

Tratamentos	Altura de Plantas						
	OUT / 05	NOV / 05	JAN / 06	MAR / 06	MAI / 06	JUL / 06	SET / 06
DAP (dias)	30	60	120	180	240	300	360
-----cm-----							
SP79-1011	17,3 B	31,8C	37,5C	43,3B	124,1B	178,0 B	217,8 C
RB72454	18,6 B	37,1 B	44,8 B	49,1 B	131,2B	198,3 A	254,9 A
RB855113	15,0 B	24,1 D	30,2 D	33,2 C	104,6C	172,1 B	237,4 B
RB867515	22,5 A	44,0 A	57,1 A	67,9 A	160,1 A	210,5 A	272,3 A
RB92579	18,0 B	31,2 C	39,3 C	44,7 B	141,1A	220,7 A	280,7 A
RB93509	20,0 A	36,9 B	44,5 B	48,6 B	132,7B	180,6 B	244,5 B
CO997	17,6 B	32,7 C	37,1 C	41,2 B	124,7B	180,1 B	207,7 C
Efeitos	-----Quadrados médios-----						
Blocos	19,1432**	32,1628 ^{ns}	63,5155*	134,7032**	177,2740 ^{ns}	557,1133*	48,3354 ^{ns}
Tratamento	21,7532**	153,9742**	287,6548**	458,3879**	1156,160**	1378,358**	2869,051**
Resíduo	3,5194	18,0911	16,3551	25,4624	170,0269	172,2858	209,1063
CV (%)	10,2	12,5	9,7	10,8	9,9	6,8	5,9

*, **, ^{ns} significativo a 5 e 1% de probabilidade, ,não significativo, respectivamente. Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não difere entre si, pelo teste Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Quadro 5A. Resumo dos quadrados médios da Massa Verde do Colmo, Folha, Ponteiro e Total

Tratamentos	Massa Verde					
	Nov / 05	Jan / 06	Mar / 06	Mai / 06	Jul / 06	Set / 06
DAP (dias)	60	120	180	240	300	360
Efeitos	Colmo, kg ha⁻¹					
Blocos	0,0241 ^{ns}	0,3356 *	0,1737 ^{ns}	0,8213 ^{ns}	0,2943 ^{ns}	24,8651 *
Tratamento	1,1280**	5,8495 **	18,4842 **	447,9029 **	246,6887 **	691,3107 **
Resíduo	0,0123	0,0822	0,5907	3,5635	6,5769	7,0969
CV(%)	7,4	7,7	11,3	4,7	5,2	4,0
Efeitos	Folha, kg ha⁻¹					
Blocos	0,0022 ^{ns}	0,0495 ^{ns}	0,0086 ^{ns}	0,6184 ^{ns}	0,1146 ^{ns}	0,1070 ^{ns}
Tratamento	0,0499**	0,5894**	4,2370**	6,2954**	2,6235**	2,1420**
Resíduo	0,0037	0,0392	0,0393	0,2214	0,1002	0,0762
CV(%)	18,8	17,8	8,6	7,6	7,7	13,4
Efeitos	Ponteiro, kg ha⁻¹					
Blocos	0,0156 ^{ns}	0,1870 ^{ns}	1,4867 ^{ns}	2,3400 ^{ns}	0,3060 ^{ns}	0,5952 ^{ns}
Tratamento	2,2485**	1,9651**	66,8927**	40,3818**	62,8944**	159,6277**
Resíduo	0,0285	0,0837	13,2933	2,0541	3,7197	2,3045
CV(%)	3,0	5,9	9,2	8,2	8,6	5,6
Efeitos	Total, kg ha⁻¹					
Blocos	0,2756 ^{ns}	1,4327 *	0,9156 ^{ns}	1,2381 ^{ns}	0,4638 ^{ns}	25,4895 ^{ns}
Tratamento	5,3596 **	7,3094**	22,9111**	692,5966**	540,4070**	1446,3450**
Resíduo	0,1896	0,2157	2,1789	7,0885	14,7860	12,0014
CV(%)	5,7	4,8	8,0	4,2	5,1	3,6

*, **, ^{ns} significativo a 5 e 1% de probabilidade, ,não significativo, respectivamente pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Quadro 6A. Resumo dos quadrados médios da Massa Seca do Colmo, Folha, Ponteiro e Total

Tratamentos	Massa Seca					
	Nov / 05	Jan / 06	Mar / 06	Mai / 06	Jul / 06	Set / 06
DAP (dias)	60	120	180	240	300	360
Efeitos	Colmo, kg ha⁻¹					
Blocos	0,0003 ^{ns}	0,0038 ^{ns}	0,0660 ^{ns}	0,4689 ^{ns}	0,0543 ^{ns}	1,7210 ^{ns}
Tratamento	0,0235 **	0,1058 **	0,9937 **	12,4489 **	9,2840 **	33,7862 **
Resíduo	0,0014	0,0086	0,0538	0,4144	0,1895	0,7861
CV(%)	20,9	19,7	14,7	9,1	4,6	5,3
Efeitos	Folha, kg ha⁻¹					
Blocos	0,0003 ^{ns}	0,0010 ^{ns}	0,0165 ^{ns}	0,0956 ^{ns}	0,0114 ^{ns}	0,0689 ^{ns}
Tratamento	0,0051 **	0,0474 **	2,1759 **	1,9803 **	1,2326 **	1,8457 **
Resíduo	0,0014	0,0047	0,0254	0,0489	0,0188	0,0433
CV(%)	39,7	22,7	9,4	8,6	7,6	13,7
Efeitos	Ponteiro, kg ha⁻¹					
Blocos	0,0117 ^{ns}	0,0013 ^{ns}	0,0752 ^{ns}	0,0610 ^{ns}	0,0152 ^{ns}	0,0689 ^{ns}
Tratamento	0,1450 **	0,1680 **	1,4362 **	2,3670 **	3,2205 **	7,8028 **
Resíduo	0,0103	0,0094	0,0575	0,1654	0,2160	0,1107
CV(%)	7,5	8,3	8,1	8,4	10,1	5,6
Efeitos	Total, kg ha⁻¹					
Blocos	0,0086 ^{ns}	0,0117 ^{ns}	0,1737 ^{ns}	0,7581 ^{ns}	0,0467 ^{ns}	2,8432 ^{ns}
Tratamento	0,1903 **	0,2874 **	3,3710 **	30,8413 **	27,5236 **	88,8006 **
Resíduo	0,0134	0,0299	0,2033	0,7159	0,4170	1,4054
CV(%)	7,1	8,9	7,2	5,8	4,1	4,9

*, **, ^{ns} significativo a 5 e 1% de probabilidade, não significativo, respectivamente pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Quadro 7A. Resumo dos quadrados médios do Nitrogênio no Colmo, Folha, Ponteiro e Total

Tratamentos	Nitrogênio					
	Nov / 05	Jan / 06	Mar / 06	Mai / 06	Jul / 06	Set / 06
DAP (dias)	60	120	180	240	300	360
Efeitos	Colmo, kg ha⁻¹					
Blocos	0,0775 ^{ns}	1,0371 ^{ns}	0,0356 ^{ns}	11,7727 ^{ns}	2,1927 ^{ns}	21,4981*
Tratamento	2,8709**	15,4072**	36,1132**	1027,7213**	787,4309**	851,0650**
Resíduo	0,0801	0,3879	0,7663	4,8716	3,2075	4,4811
CV(%)	13,1	11,5	7,3	4,4	3,1	2,7
Efeitos	Folha, kg ha⁻¹					
Blocos	0,0251 ^{ns}	0,3289 ^{ns}	0,4267 ^{ns}	6,1800 ^{ns}	0,8867 ^{ns}	0,7965 ^{ns}
Tratamento	0,5137**	8,2887**	68,8487**	128,3183**	76,9048**	31,9644**
Resíduo	0,0362	0,4781	0,2804	3,1207	0,5344	0,6021
CV(%)	17,1	17,2	7,5	9,0	5,7	11,4
Efeitos	Ponteiro, kg ha⁻¹					
Blocos	0,0422 ^{ns}	0,1994 ^{ns}	3,4441 ^{ns}	5,0638 ^{ns}	2,2917 ^{ns}	2,1041 ^{ns}
Tratamento	10,0753**	14,1344**	140,2516**	315,2161**	374,5922**	888,5299**
Resíduo	0,2681	1,1086	2,2115	4,6846	4,5477	4,4834
CV(%)	3,1	6,7	6,1	4,8	3,9	4,0
Efeitos	Total, kg ha⁻¹					
Blocos	0,1610 ^{ns}	2,6600 ^{ns}	3,3781 ^{ns}	13,6498 ^{ns}	4,8651 ^{ns}	47,3260 ^{ns}
Tratamento	17,3922**	26,1833**	147,8984**	2517,4146**	2605,0074**	2785,6717**
Resíduo	0,2402	1,5526	1,6659	5,0976	5,4499	5,4827
CV(%)	2,4	5,0	3,0	2,0	1,8	1,7

*, **, ^{ns} significativo a 5 e 1% de probabilidade, ,não significativo, respectivamente pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Quadro 8A. Resumo dos quadrados médios do Fósforo no Colmo, Folha, Ponteiro e Total

Tratamentos	Fósforo					
	Nov / 05	Jan / 06	Mar / 06	Mai / 06	Jul / 06	Set / 06
DAP (dias)	60	120	180	240	300	360
Efeitos	Colmo, kg ha⁻¹					
Blocos	0,0041 ^{ns}	0,0117 ^{ns}	0,0156 ^{ns}	0,1527 ^{ns}	0,0029 ^{ns}	0,4689 ^{ns}
Tratamento	0,1835**	0,8707**	1,1894**	9,1236**	9,1611**	12,6214**
Resíduo	0,0030	0,0147	0,0141	0,1542	0,0910	0,1659
CV(%)	12,3	11,3	6,8	5,8	3,4	3,7
Efeitos	Folha, kg ha⁻¹					
Blocos	0,0022 ^{ns}	0,0010 ^{ns}	0,0546 ^{ns}	0,3489 ^{ns}	0,0371 ^{ns}	0,0041 ^{ns}
Tratamento	0,0021 ^{ns}	0,1003**	0,6184**	1,3672**	1,1547**	1,7848**
Resíduo	0,0019	0,0065	0,0246	0,0663	0,0264	0,0130
CV(%)	31,2	18,2	22,6	11,1	8,4	14,7
Efeitos	Ponteiro, kg ha⁻¹					
Blocos	0,0581 ^{ns}	0,0289 ^{ns}	0,0117 ^{ns}	0,0927 ^{ns}	0,0251 ^{ns}	0,2003 ^{ns}
Tratamento	0,2768*	0,9598**	3,7503**	15,3213**	21,4990**	29,3496**
Resíduo	0,0692	0,1093	0,1277	0,2894	0,2240	0,1674
CV(%)	9,0	13,0	8,3	5,6	5,1	4,2
Efeitos	Total, kg ha⁻¹					
Blocos	0,0886 ^{ns}	0,0581 ^{ns}	0,0670 ^{ns}	0,3441 ^{ns}	0,0098 ^{ns}	0,8498 ^{ns}
Tratamento	0,4681*	0,1414 ^{ns}	5,2961**	45,0430**	49,5852**	66,4036**
Resíduo	0,0882	0,0774	0,1066	0,3823	0,1391	0,3447
CV(%)	8,5	6,8	4,8	3,3	1,9	2,7

*, **, ^{ns} significativo a 5 e 1% de probabilidade, ,não significativo, respectivamente pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Quadro 9A. Resumo dos quadrados médios do Potássio no Colmo, Folha, Ponteiro e Total

Tratamentos	Potássio					
	Nov / 05	Jan / 06	Mar / 06	Mai / 06	Jul / 06	Set / 06
DAP (dias)	60	120	180	240	300	360
Efeitos	Colmo, kg ha⁻¹					
Blocos	0,0041 ^{ns}	1,0765 ^{ns}	0,7279 ^{ns}	0,9724 ^{ns}	1,4251 ^{ns}	11,6117 ^{ns}
Tratamento	0,1835**	165,3562 **	223,6451 **	532,2842 **	473,5058**	920,8988**
Resíduo	0,0030	1,7298	0,5513	2,5961	1,0388	5,6977
CV(%)	9,7	7,9	3,2	2,2	1,2	2,6
Efeitos	Folha, kg ha⁻¹					
Blocos	0,0556 ^{ns}	0,4232 ^{ns}	1,7927 ^{ns}	1,7943 ^{ns}	0,3203 ^{ns}	0,3010 ^{ns}
Tratamento	0,6288**	10,8963 **	54,3642**	137,1511**	54,6013 **	34,4110 **
Resíduo	0,0807	0,5735	0,6542	1,6721	2,3759	0,6828
CV(%)	23,0	17,1	9,2	6,3	13,7	14,3
Efeitos	Ponteiro, kg ha⁻¹					
Blocos	10,0898 *	0,3013 ^{ns}	11,6956 ^{ns}	0,4975 ^{ns}	1,3610 ^{ns}	0,2822 ^{ns}
Tratamento	35,3331**	51,5299**	738,7879**	686,9877**	972,1947**	1605,7894 **
Resíduo	2,2047	1,9039	4,3267	10,2545	5,3324	8,2674
CV(%)	5,2	5,7	4,0	4,1	2,6	2,8
Efeitos	Total, kg ha⁻¹					
Blocos	17,8022 **	1,0156 ^{ns}	30,6337*	1,8337 ^{ns}	0,9781 ^{ns}	14,7352 ^{ns}
Tratamento	76,3517**	96,7340**	1015,8381**	2345,0129**	2765,0828**	4176,5858**
Resíduo	3,0889	7,3978	6,0237	10,8844	4,6066	6,8601
CV(%)	4,8	6,0	2,9	1,9	1,2	1,3

*, **, ^{ns} significativo a 5 e 1% de probabilidade, ,não significativo, respectivamente pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Quadro 10A. Resumo dos quadrados médios do Cálcio no Colmo, Folha, Ponteiro e Total

Tratamentos	Cálcio					
	Nov / 05	Jan / 06	Mar / 06	Mai / 06	Jul / 06	Set / 06
DAP (dias)	60	120	180	240	300	360
Efeitos	Colmo, kg ha⁻¹					
Blocos	0,0029 ^{ns}	0,0098 ^{ns}	0,0200 ^{ns}	0,1743 ^{ns}	0,1298 *	0,3098 ^{ns}
Tratamento	0,1073**	0,9122 **	2,1956 **	13,8561**	18,8880**	29,2148 **
Resíduo	0,0029	0,0113	0,0756	0,0461	0,0391	0,1061
CV(%)	14,4	10,7	13,7	2,5	2,0	2,7
Efeitos	Folha, kg ha⁻¹					
Blocos	0,0013 ^{ns}	0,0194 ^{ns}	0,0410 ^{ns}	0,4486 ^{ns}	0,2632 ^{ns}	0,3629 ^{ns}
Tratamento	0,0347**	0,6233**	19,3820**	27,9879**	28,8618**	8,5983**
Resíduo	0,0028	0,0353	0,3102	0,3586	0,3706	0,1569
CV(%)	17,8	17,5	9,4	6,6	8,9	9,2
Efeitos	Ponteiro, kg ha⁻¹					
Blocos	0,0660 ^{ns}	0,0403 ^{ns}	0,2679 ^{ns}	0,7552 ^{ns}	1,5584 *	0,1394 ^{ns}
Tratamento	1,1183**	1,7680**	5,5687 **	16,3314**	40,8006**	48,1769**
Resíduo	0,0646	0,1074	0,4228	0,2897	0,2584	0,3664
CV(%)	9,1	12,6	10,9	4,8	3,9	4,2
Efeitos	Total, kg ha⁻¹					
Blocos	0,0898 ^{ns}	0,0610 ^{ns}	0,6689 ^{ns}	1,0324 ^{ns}	1,2584 ^{ns}	0,6552 ^{ns}
Tratamento	1,5509**	2,6954**	32,0525**	121,2425 **	136,8993 **	162,0648**
Resíduo	0,0702	0,1984	1,0537	0,6890	0,7525	0,6663
CV(%)	7,7	9,5	7,4	2,9	2,9	2,7

*, **, ^{ns} significativo a 5 e 1% de probabilidade, ,não significativo, respectivamente pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Quadro 11A. Resumo dos quadrados médios do Magnésio no Colmo, Folha, Ponteiro e Total

Tratamentos	Magnésio					
	Nov / 05	Jan / 06	Mar / 06	Mai / 06	Jul / 06	Set / 06
DAP (dias)	60	120	180	240	300	360
Efeitos	Colmo, kg ha⁻¹					
Blocos	0,0022 ^{ns}	0,0060 ^{ns}	0,0013 ^{ns}	0,4822 ^{ns}	0,1610 ^{ns}	0,0867 ^{ns}
Tratamento	0,0544 **	0,8559 **	2,0703**	16,6396**	22,5272**	36,0658**
Resíduo	0,0037	0,0171	0,0672	0,1163	0,0772	0,5437
CV(%)	16,2	13,0	11,8	3,7	2,5	5,2
Efeitos	Folha, kg ha⁻¹					
Blocos	0,0013 ^{ns}	0,0051 ^{ns}	0,1070 ^{ns}	0,3137 ^{ns}	0,0860 ^{ns}	0,1895 ^{ns}
Tratamento	0,0119*	0,1613 **	3,968**	3,4872 **	2,0188 **	3,2392**
Resíduo	0,0028	0,0084	0,1566	0,2977	0,0975	0,1032
CV(%)	31,,5	15,8	16,7	11,8	10,8	15,8
Efeitos	Ponteiro, kg ha⁻¹					
Blocos	0,0727 ^{ns}	0,0067 ^{ns}	0,0422 ^{ns}	0,1400 ^{ns}	0,3114 *	0,9203 **
Tratamento	0,5784 **	0,6842 **	4,4205 **	10,5166**	20,7710**	26,3628**
Resíduo	0,0227	0,0293	0,1274	0,1959	0,0811	0,1344
CV(%)	7,3	9,6	9,9	5,7	3,0	3,6
Efeitos	Total, kg ha⁻¹					
Blocos	0,0965*	0,0156 ^{ns}	0,0327 ^{ns}	0,5324 ^{ns}	0,7470 ^{ns}	2,1879*
Tratamento	0,7236**	1,7640 **	17,0825**	62,6489**	96,8933**	145,0457**
Resíduo	0,0280	0,1019	0,4060	0,4002	0,1959	0,6646
CV(%)	6,4	9,5	7,8	2,9	1,9	3,1

*, **, ^{ns} significativo a 5 e 1% de probabilidade, ,não significativo, respectivamente pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Quadro 12A. Resumo dos quadrados médios do Enxofre no Colmo, Folha, Ponteiro e Total

Tratamentos	Enxofre					
	Nov / 05	Jan / 06	Mar / 06	Mai / 06	Jul / 06	Set / 06
DAP (dias)	60	120	180	240	300	360
Efeitos	Colmo, kg ha⁻¹					
Blocos	0,0038 ^{ns}	0,0289 ^{ns}	0,0575 ^{ns}	0,0965 ^{ns}	0,2917 ^{ns}	0,9870 ^{ns}
Tratamento	0,0798 **	0,4188 **	1,4722 **	8,5744 **	17,1304 **	31,4880 **
Resíduo	0,0020	0,0137	0,0801	0,0569	0,2092	1,4374
CV(%)	14,1	15,1	13,5	3,1	4,8	9,4
Efeitos	Folha, kg ha⁻¹					
Blocos	0,0000 ^{ns}	0,0041 ^{ns}	0,1270 ^{ns}	0,6895 *	0,0152 ^{ns}	0,2124 *
Tratamento	0,0028 *	0,0777 **	2,0161 **	2,4169 **	1,6421 **	1,1699 **
Resíduo	0,0007	0,0038	0,0688	0,1788	0,0882	0,0616
CV(%)	23,8	15,5	17,3	12,3	14,6	17,0
Efeitos	Ponteiro, kg ha⁻¹					
Blocos	0,0117 ^{ns}	0,0575 ^{ns}	0,4346 ^{ns}	0,1279 ^{ns}	0,3200 ^{ns}	0,8422 ^{ns}
Tratamento	0,0840 ^{ns}	0,2267 **	2,8089 **	4,1448 **	12,2974 **	24,4281 **
Resíduo	0,0392	0,0341	0,1568	0,2302	0,1519	0,7574
CV(%)	10,9	11,8	11,1	6,7	4,7	9,4
Efeitos	Total, kg ha⁻¹					
Blocos	0,0289 ^{ns}	0,2003 *	1,0070 ^{ns}	0,5324 ^{ns}	0,0556 ^{ns}	4,2156 ^{ns}
Tratamento	0,2303 *	0,4673 **	6,7477 **	30,2694 **	52,9325 **	89,6442 **
Resíduo	0,0304	0,0470	0,5796	0,3120	0,4959	1,7281
CV(%)	7,8	7,9	10,6	3,1	3,5	5,6

*, **, ^{ns} significativo a 5 e 1% de probabilidade, ,não significativo, respectivamente pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.