

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

VALDELANE TENÓRIO DA SILVA

**CRESCIMENTO E ACÚMULO DE NUTRIENTES EM SETE CULTIVARES
DE CANA-DE-AÇÚCAR, EM CANA-SOCA, NA REGIÃO DE CORURIBE,
ALAGOAS**

Rio Largo-AL
2011

VALDELANE TENÓRIO DA SILVA

**CRESCIMENTO E ACÚMULO DE NUTRIENTES EM SETE CULTIVARES
DE CANA-DE-AÇÚCAR, EM CANA-SOCA, NA REGIÃO DE CORURIBE,
ALAGOAS**

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. Dr. Gilson Moura Filho

Rio Largo-AL
2011

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

Bibliotecária Responsável: Helena Cristina Pimentel do Vale

- S586c Silva, Valdelane Tenório da.
Crescimento e acúmulo de nutrientes em sete cultivares de cana-de-açúcar, em cana-soca, na região de Coruripe, Alagoas / Valdelane Tenório da Silva. – 2011.
104 f. : il. tabs..
- Orientador: Gilson Moura Filho.
Dissertação (mestrado em Agronomia : Produção Vegetal) – Universidade Federal de Alagoas. Centro de Ciências Agrárias. Rio Largo, 2011.
- Inclui bibliografia.
1. Cana-de-açúcar – Análise de crescimento. 2. Cana-de-açúcar – Nutrição mineral. I. Título.

CDU: 633.31

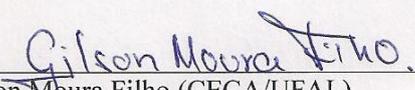
TERMO DE APROVAÇÃO

VALDELANE TENÓRIO DA SILVA

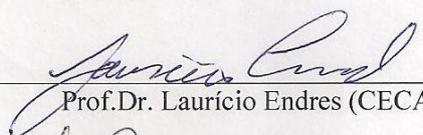
**CRESCIMENTO E ACÚMULO DE NUTRIENTES EM SETE CULTIVARES
DE CANA-DE-AÇÚCAR, EM CANA-SOCA, NA REGIÃO DE CORURIBE,
ALAGOAS**

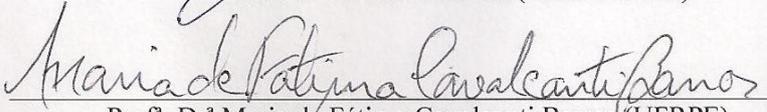
Dissertação defendida e aprovada em 04 de julho de 2011 pela
banca examinadora:

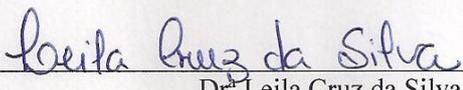
Orientador:


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

Examinadores:


Prof. Dr. Laurício Endres (CECA/UFAL)


Prof.^a. Dr.^a Maria de Fátima Cavalcanti Barros (UFRPE)


Dr.^a Leila Cruz da Silva

A meu amado filho Lucas,
pelo amor verdadeiro

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus por estar sempre presente em minha vida, me ajudando a superar todos os obstáculos. Meu muito Obrigada!!!!

Ao Prof. Dr. Gilson Moura Filho pelas orientações, ensinamentos, e pela paciência ao longo dos anos.

A Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de Alagoas - FAPAL, pela concessão da bolsa de estudo.

A Usina Coruripe, pelo apoio e oportunidade de desenvolver este trabalho com sucesso, nas pessoas de Luíz Carlos Ramos Ferreira, Cícero Augusto Bastos de Almeida, José Valdemir Tenório, Pedro José Pontes Carnaúba, Sandro, Sandra, Dorita, Djair e a todos que formam o grupo Coruripe, em especial aos funcionários que ajudaram na pesquisa de campo: Manoel Simão (*in memoriam*), seu Antônio (*in memoriam*), Wellington, João, Raul, Willames, e a todos em geral.

Aos Professores do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal pelos ensinamentos transmitidos ao longo do curso, em especial ao Prof^o Dr. Abel, pela consideração, amizade e pela lição da borboleta. A Prof^a Dr^a. Vilma Marques pelo incentivo, e, ao Prof^o Dr. Paulo Vieira pelos ensinamentos.

Aos Coordenadores do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal Prof^o. Dr. Gaus e Prof. Dr. Laurício pela compreensão.

Aos membros que compõem a banca examinadora (Orientador) Prof. Dr. Gilson Moura Filho (CECA/UFAL), Prof^a. Dr^a. Maria de Fátima (UFRPE), Prof. Dr. Laurício Endres (CECA/UFAL), Dr^a. Leila Cruz da Silva, obrigada pelo aceite ao convite.

Aos amigos do laboratório de Solos, Água e Energia Danilo César e Willian, pela amizade ao longo dos anos.

A Leila Cruz, pela presença amiga em vários momentos de minha trajetória.

Aos funcionários do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, em especial Geraldo de Lima e Marcos pela disposição em ajudar.

A minha família pela educação e amizade, em especial minha mãe Josefã, meu pai Cicero e meus irmãos Vagner, Wanglecya e Vivinha, por estarem sempre presente, em todos os momentos.

A meu esposo Lucas pelos momentos vividos, pelo amor e carinho, e pela amizade dedicada. Meu muito Obrigada!

A meu filho Lucas, pelos momentos mágicos que me tem proporcionado, na inocência de cada gesto, muito obrigada por me fazer diariamente a pessoa mais feliz e realizada do universo.

E a todas as pessoas que não estão citadas, mas que de alguma forma me ajudaram, minha sincera gratidão.

Finalizando meus agradecimentos, gostaria de aproveitar o ensejo para dizer que devemos acreditar sempre em nossos sonhos, pois já dizia Roosevelt: *"O futuro pertence àqueles que acreditam na beleza de seus sonhos"*.

Como o peso é necessário a certos relógios, e o lastro aos navios, para o devido equilíbrio, assim é a aflição, na nossa vida. Os mais suaves aromas são obtidos sob enorme pressão; as mais delicadas flores crescem nas solidões geladas dos Alpes; as mais belas gemas são as que passaram mais tempo na roda do lapidário, as mais célebres estátuas levaram os maiores golpes de cinzel. Tudo isso, no entanto, está condicionado a leis. Nada acontece que não tenha sido ordenado com inteiro e precioso cuidado e previsão.

Contudo é na tempestade que Deus nos prepara para o seu serviço. Quando Deus quer um carvalho, Ele o planta num lugar onde as tormentas o fustigarão e onde as chuvas baterão contra ele, e é no meio da batalha contra os elementos que o carvalho ganha suas fibras rijas e se torna o rei da floresta. As belezas da natureza surgem após as chuvas. A beleza da montanha nasce na tempestade. E os heróis da vida são os que foram açoitados pela tormenta e marcados pela batalha.

Lettie Cowman

RESUMO GERAL

As medidas de taxa de crescimento e alocação dos nutrientes no decorrer do desenvolvimento fenológico da cultura da cana-de-açúcar permitem análise mais exata da alocação dos nutrientes entre suas partes, contribuindo para o entendimento da capacidade produtiva dos novos cultivares liberados nos diferentes ambientes das unidades sucroalcooleiras. Nesse sentido, objetivou-se com este estudo, avaliar o crescimento e acúmulo de nutrientes em sete cultivares de cana-de-açúcar, SP79-1011, RB72454, RB855113, RB867515, RB92579, RB93509 e Co997, em cana-soca. Determinando perfilhamento, diâmetro do colmo, altura de plantas, taxa de crescimento, índice de área foliar, acúmulo de massa verde, produção de açúcar e acúmulo e eficiência de nutrientes. O experimento foi realizado na Fazenda Progresso, Bloco 72 pertencente à Usina Coruripe, no município de Coruripe-AL, no período de dezembro de 2006 a dezembro de 2007. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, em esquema de parcelas subdivididas, envolvendo cultivares, que constituíram as parcelas, e épocas de avaliação, como subparcelas. Foram utilizadas quatro repetições com parcelas apresentando 10 m de comprimento por 6,0 m de largura, com espaçamento entre fileiras de 1,0 m. Os dados coletados foram submetidos à análise de variância e ao teste F, e as médias foram comparadas pelo teste Scott- Knott a 5% de probabilidade. Não ocorreu diferença estatística para perfilhamento ao final do ciclo, sendo evidenciado maior perfilhamento até 60 dias após o corte (DAC). Os cultivares RB92579, RB867515, RB72454 e RB93509 apresentaram maiores médias de altura aos 360 DAC. As maiores taxas de crescimento foram evidenciadas entre 90 e 120 DAC, o índice de área foliar foi crescente até 180 DAC, não apresentando diferença estatística entre os cultivares até o fim do ciclo. O cultivar RB867515 apresentou maiores médias de massa verde no colmo, massa verde total e produção de açúcar. Os cultivares apresentaram comportamento distinto no tocante ao acúmulo e eficiência nutricional, no geral os maiores acúmulos foram evidenciados aos 240 DAC.

Palavras-chave: Análise de crescimento. Cana-de-açúcar. Nutrição mineral.

GENERAL ABSTRACT

Measures of growth rate and allocation of nutrients during phenological development of the culture of sugarcane allow more accurate analysis of the allocation of nutrients between the parts of cane sugar, contributed to the understanding of the productive capacity of the new cultivars released in different environments from sugarcane plants. In this sense, the objective of this study was to evaluate the growth and accumulation of nutrients in seven cultivars of sugarcane, SP79-1011, RB72454, RB855113, RB867515, RB92579, RB93509 and Co997 in ratoon cane. Determining tillering, stem diameter, plant height, growth rate, leaf area index, mass accumulation green, agricultural productivity, efficiency and accumulation of nutrients. The experiment was conducted at the Farm Progress, owned by Coruripe Plant in the city of Coruripe-AL, from December 2006 to December 2007. The used experimental delineamento was it of blocks casualizados, in outline of subdivided portions, involving cultivate, that they constituted the portions, and evaluation times, as subparcelas. Four repetitions were used with portions presenting 10 m of length for 6,0 m of width, with spacing among arrays of 1,0 m. The collected data were submitted to the variance analysis and the test F, and the averages were compared by the test Scott - Knott to 5% of probability. There was no statistical difference in tillering to the end of the cycle, as evidenced by increased tillering 60 DAC. For height, the cultivars RB92579, RB867515, RB72454 RB93509, and had higher average. The highest growth rates were observed between 90 and 120 DAC, IAF was increased to 180 DAC, no significant difference between the cultivars until the end of the cycle. The cultivar RB867515 highest average green mass in the stem green mass total, and production of sugar. The cultivars showed different behavior with respect to accumulation and nutrient efficiency, in general the highest concentrations were detected at 240 DAC.

Keywords: Growth analysis. Sugarcane. Nutrition mineral.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Balanço hídrico e Temperatura do ar.....	22
Figura 2 - População de plantas ($m L^{-1}$).....	29
Figura 3 - Altura média do colmo (cm).....	32
Figura 4 - Taxa de Crescimento ($cm d^{-1}$).....	33
Figura 5 - Índice de área foliar ($m m^{-2}$).....	34
Figura 6 - Acúmulo de massa verde no colmo ($t ha^{-1}$).....	37
Figura 7 - Taxa de acúmulo de massa verde no colmo ($t ha^{-1} d^{-1}$).....	39
Figura 8 - Acúmulo de massa verde no total ($t ha^{-1}$).....	40
Figura 9 - Taxa de acúmulo de massa verde total ($t ha^{-1} d^{-1}$).....	40
Figura 10 - Balanço hídrico e Temperatura do ar.....	51
Figura 11 - Balanço hídrico e Temperatura do ar.....	69
Figura 12 - Balanço hídrico e Temperatura do ar.....	86

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - População de plantas ($m L^{-1}$).....	27
Tabela 2 - Diâmetro médio do colmo (mm).....	30
Tabela 3 - Altura de plantas (cm).....	31
Tabela 4 - Índice de área foliar ($m m^{-2}$).....	35
Tabela 5 - Massa verde no colmo, folha, ponteiro e total ($t ha^{-1}$).....	36
Tabela 6 - Produtividade agrícola e parâmetros tecnológicos.....	42
Tabela 7 - Acúmulo de Nitrogênio em $kg ha^{-1}$	54
Tabela 8 - Acúmulo de Fósforo em $kg ha^{-1}$	56
Tabela 9 - Acúmulo de Potássio em $kg ha^{-1}$	58
Tabela 10 - Eficiência de Nitrogênio, Fósforo e Potássio em $kg ha^{-1}$	59
Tabela 11 - Acúmulo de Cálcio em $kg ha^{-1}$	72
Tabela 12 - Acúmulo de Magnésio em $kg ha^{-1}$	73
Tabela 13 - Acúmulo de Enxofre em $kg ha^{-1}$	75
Tabela 14 - Eficiência de Ca, Mg e S em $kg ha^{-1}$	76
Tabela 15 - Acúmulo de Ferro em $g ha^{-1}$	89
Tabela 16 - Acúmulo de Cobre em $g ha^{-1}$	90
Tabela 17 - Eficiência de Ferro e Cobre $g ha^{-1}$	92
Tabela 18 - Acúmulo de Zinco em $g ha^{-1}$	93
Tabela 19 - Acúmulo de Boro em $g ha^{-1}$	95
Tabela 20 - Eficiência de Zinco e Boro $g ha^{-1}$	96

SUMÁRIO

	INTRODUÇÃO GERAL	13
	REFERÊNCIAS	16
1	CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DE SETE CULTIVARES DE CANA-DE-AÇÚCAR NO CICLO DE CANA-SOCA, NA REGIÃO DE CORURUPE-AL	18
	RESUMO	18
	ABSTRACT	19
1.1	Introdução	20
1.2	Material e Métodos	22
1.2.1	Caracterização do ambiente experimental.....	22
1.2.2	Características Agrônômicas dos cultivares estudados.....	23
1.2.3	Parâmetros avaliados.....	24
1.2.4	Altura e perfilhamento.....	24
1.2.5	Diâmetro do colmo.....	25
1.2.6	Área e Índice de Área Foliar.....	25
1.2.7	Fitomassa da parte Aérea das plantas.....	25
1.2.8	Características agroindustriais.....	26
1.3	Resultados e Discussão	27
1.3.1	População de perfilhos.....	27
1.3.2	Diâmetro do colmo.....	29
1.3.3	Altura de plantas.....	30
1.3.4	Massa verde.....	35
1.3.5	Produtividade agrícola e características tecnológicas.....	41
1.4	Conclusões	43
	REFERÊNCIAS	44
2	ACÚMULO E EFICIÊNCIA DE NPK EM SETE CULTIVARES DE CANA-DE-AÇÚCAR NO CICLO DE CANA-SOCA, NA REGIÃO DE CORURUPE-AL	47
	RESUMO	47
	ABSTRACT	47
2.1	Introdução	51

2.2	Material e Métodos	51
2.2.1	Caracterização do ambiente experimental.....	51
2.3	Resultados e Discussão	53
2.4	Conclusões	61
	REFERÊNCIAS	62
3	ACÚMULO E EFICIÊNCIA DE CA, MG E S EM SETE CULTIVARES DE CANA-DE-AÇÚCAR NO CICLO DE CANA-SOCA, NA REGIÃO DE CORURUPE –AL	65
	RESUMO	65
	ABSTRACT	65
3.1	Introdução	66
3.2	Material e Métodos	68
3.2.1	Caracterização do ambiente experimental.....	68
3.3	Resultados e Discussão	70
3.4	Conclusões	77
	REFERÊNCIAS	78
4	ACÚMULO E EFICIÊNCIA DE FERRO, COBRE, ZINCO E BORO EM SETE CULTIVARES DE CANA-DE-AÇÚCAR NO CICLO DE CANA-SOCA, NA REGIÃO DE CORURUPE-AL	80
	RESUMO	80
	ABSTRACT	81
4.1	Introdução	82
4.2	Material e Métodos	85
4.3	Resultados e Discussão	88
4.4	Conclusões	97
	REFERÊNCIAS	98

INTRODUÇÃO GERAL

A crescente preocupação por fontes de energias renováveis e menos poluentes tem elevado a demanda de biocombustíveis, dentre os quais se destaca o álcool proveniente da cana-de-açúcar. Com isso, a área de cultivo da cana-de-açúcar tem se expandido muito, sobretudo no centro sul brasileiro. Por outro lado, regiões tradicionalmente canavieiras, como as regiões dos Tabuleiros Costeiros e Zona da Mata do Nordeste, não dispõem mais de área para expansão, tornando-se imprescindível manejar a cultura corretamente para aumentar a produtividade. O manejo adequado implica em conhecer os padrões de crescimento de cada variedade, fazendo com que as fases de máximo desenvolvimento coincidam com os períodos de maior disponibilidade hídrica, permitindo que a cultura expresse todo seu potencial genético (Keating et al., 1999; Stone et al., 1999).

Para a cana-de-açúcar, uma precipitação pluvial anual a partir de 1.000 mm, bem distribuída, é suficiente para a obtenção de altas produções. Isso implica em que o manejo hídrico seja realizado com eficiência, com suprimentos hídricos adequados durante o desenvolvimento vegetativo (principalmente nas fases de germinação, perfilhamento e alongamento dos colmos) e alguma restrição no período de maturação, para forçar o repouso fisiológico e o enriquecimento em sacarose (Inman-Bamber & Smith, 2005).

A região canavieira de Alagoas tem na precipitação pluvial o principal fator limitante da produtividade. Embora em termos dos totais anuais (em 1500 2000 mm) esse suprimento hídrico se enquadre dentro das exigências da cana-de-açúcar (Inman-Bamber & Smith, 2005), há um excedente no outono-inverno (a precipitação pluvial equivale a 70% do total anual) e uma deficiência na primavera-verão (Souza et al., 2004) coincidindo com a fase de desenvolvimento da cana-de-açúcar que tem maior exigência hídrica. Essa característica agroclimática contribui muito para as baixas produções alcançadas nessa região.

A temperatura do ar é outro elemento meteorológico que também afeta o crescimento da cana-de-açúcar. Quando a temperatura ultrapassa 20°C há um aumento na taxa de crescimento da cultura, sendo que a faixa de 25 a 33°C é a mais favorável ao desenvolvimento vegetativo. Bachi & Souza (1978) observaram no Sul/Sudeste brasileiro que temperaturas entre 18 a 20°C, são críticas para o crescimento da cultura.

A identificação da capacidade produtiva de diferentes variedades e a investigação dos efeitos do manejo da cultura são geralmente realizadas através da análise de crescimento pela avaliação de alguns parâmetros morfológicos das plantas (altura, número de plantas por

metro, área foliar e produção). O crescimento da parte aérea da cana (Inman-Bamber et al. 2002; Machado et al., 1982; Oliveira et al. 2005; Robertson et al., 1996) ocorre de forma sigmoide e pode ser dividida em três etapas: fase inicial, em que o crescimento é lento; fase de crescimento rápido, que ocorre pelo surgimento e alongamento de entrenós, onde se acumula 75% da fitomassa total; fase final, de crescimento lento. Portanto, a determinação do comprimento das fases em cada variedade é importante para ajustá-las aos períodos de maior exigência hídrica, com condições de suprimento hídrico adequadas.

O potencial de crescimento e de desenvolvimento da cana-de-açúcar é limitado pela habilidade da planta em absorver eficientemente nutrientes disponíveis do solo. Entretanto, as plantas cultivadas utilizam até menos da metade do fertilizante aplicado. Os nutrientes, quando solubilizados, podem ser lixiviados pelas águas superficiais e subterrâneas, permanecer adsorvido a superfície dos minerais ou serem perdidos para atmosfera.

A análise mineral de tecidos é utilizada basicamente para avaliar o estado nutricional das culturas. Quando empregada em complemento à análise do solo, constitui-se numa importante ferramenta de controle da nutrição mineral das plantas. Normalmente, a folha é a parte da planta utilizada na análise. Isto se deve pelo fato da folha apresentar uma alta atividade metabólica, refletindo, em sua composição, as mudanças nutricionais (Epstein & Bloom, 2006).

Por outro lado, a acumulação dos nutrientes em partes exportáveis da planta (que não retornarão ao solo), como o colmo da cana-de-açúcar permite estimar a quantidade de nutriente extraído pela planta o qual será necessário ser repostado para suprir uma futura necessidade nos próximos ciclos de cultivo. Prado et al. (2002), avaliando a exportação de nutrientes em cana-de-açúcar, constataram que após a adição do calcário e escória siderúrgica, aumentou a quantidade exportada dos nutrientes uma vez que houve um aumento de produtividade, promovendo um acréscimo na parte aérea da planta, relacionada com uma maior produção de colmos. Coleti et al. (2002), estudando dois cultivares de cana-de-açúcar, RB835486 e SP81-3250, observaram que para a cana-planta, a ordem de extração dos nutrientes foi: $K > N > S > P > Mg > Ca$ e na cana-soca foi: $K > N > P > Mg > S > Ca$. Estes resultados não seguem a mesma linha dos encontrados por Orlando Filho et al. (1980), estudando os cultivares Co419 e CB41-76, que determinaram a seguinte ordem de extração de nutrientes para cana-planta: $K > N > Ca > Mg > S > P$ e de: $K > N > S > Mg > Ca > P$ na cana soca. Podendo-se enfatizar, desta forma, que as plantas melhoradas geneticamente, tornaram-se mais seletivas a determinados nutrientes durante o seu ciclo de vida ou nos diferentes ambientes as quais foram introduzidas. Contudo

trabalhos comparativos entre cultivares em diferentes ambientes de cultivo, poderiam nortear essa afirmativa.

As medidas de taxa de crescimento e alocação dos nutrientes no decorrer do desenvolvimento fenológico da cultura da cana-de-açúcar permitem análise mais exata da alocação dos nutrientes entre suas partes, contribuindo para o entendimento da capacidade produtiva dos novos cultivares liberados nos diferentes ambientes das unidades sucroalcooleiras.

Para cana-soca, Moura Filho et al. (2006) verificaram que a extração total média por tonelada de colmo em três cultivares de cana-de-açúcar foi de 0,83 kg de N, 0,20 kg de P, 1,08 kg de K, 0,24 kg de Ca, 0,24 kg de Mg e 0,26 kg de S. Barbosa et al. (2002), estudando o acúmulo e alocação de nutrientes N, P, K, Ca e Mg no cultivar RB72454, durante todo o seu ciclo de produção, constatou que as maiores taxas de acúmulo de nutrientes ocorreu aos 332 e 370 DAP, com quantidades de 1,42; 0,75; 1,94; 0,84 e 0,51 kg ha⁻¹ dia⁻¹ para N, P, K, Ca e Mg, respectivamente. Para o N, as maiores taxas de acumulação foram encontradas aos 447 DAP com média de 1,45 kg ha⁻¹ dia⁻¹.

Diante do exposto, a presente pesquisa, teve como objetivo avaliar o crescimento e acúmulo de nutrientes em sete cultivares de cana-de-açúcar (SP79-1011, RB72454, RB855113, RB867515, RB92579, RB93509 e Co997), no ciclo de cana-soca, na Usina Coruripe – AL.

REFERÊNCIAS

- BACHI, O. O .S.; SOUZA, J. A. G. C. Minimum threshold temperature for sugar cane growth. In: INTERNATIONAL SOCIETY OF SUGAR CANE TECHNOLOGISTS, São Paulo, 1978. **Proceedings...** São Paulo: IAEA, 1978. v. 2, p. 1733-1741.
- BARBOSA, M. H. P. et al. Acúmulo e alocação de nutrientes pela RB72454 no ciclo da cana planta. In: CONGRESSO NACIONAL DA SOCIEDADE DOS TÉCNICOS AÇUCAREIROS E ALCOOLEIROS DO BRASIL. 8., Recife, 2002 **Anais...** Recife: STAB, 2002. p. 264- 267.
- COLETI, J.T. et al. Remoção de macronutrientes pela cana planta e cana soca, em argissolos, variedades RB83486 e SP81 3250. In: CONGRESSO NACIONAL DA SOCIEDADE DOS TÉCNICOS AÇUCAREIROS E ALCOOLEIROS DO BRASIL, 8., Recife, 2002. **Anais...** Recife: STAB, 2002. p. 316-321.
- EPSTEIN, E. ; BLOOM, A. **Nutrição mineral de plantas** : princípios e perspectivas. Londrina: Planta, 2006.
- INMAN-BAMBER, N.G.; SMITH, D.M. Water relations in sugarcane and response to water deficits. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 92, p. 185-202, 2005.
- _____ ; MUCHOW, R.C.; ROBERTSON, M.J. Dry partitioning of sugarcane in Australia and South Africa. **Field Crops Research**, Amsterdam, v.76, p. 71-84, 2002.
- KEATING, B. A. et al. Modelling sugarcane production systems I: development and performace of the sugarcane module. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 48, p. 27-36, 1999.
- MACHADO, E. C. et al. Índices biométricos de duas variedades de cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 17, p. 1323-1329, 1982.
- MOURA FILHO, G. et al. 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. CD- Rom.
- OLIVEIRA, R. A. et al. Crescimento e desenvolvimento de três cultivares de cana-de-açúcar, em cana-planta, no estado do Paraná: taxas de crescimento. **Scientia Agrária**, Curitiba, v. 6, p. 85-89, 2005.
- ORLANDO FILHO, J. ; HAAG, H. P.; ZAMBELLO JUNIOR, E. **Crescimento e absorção de macronutrientes pela cana-de-açúcar, variedade CB41-76, em função da idade, em solos do estado de São Paulo**. Piracicaba. PLANAULSUCAR, 1980. p. 1-128. (Boletim Técnico, n. 2).
- PRADO, M. M; FERNADES, F. M; NATALE, W. Calcário e Escória siderúrgica, avaliados por análise foliar, acúmulo e exportação de macronutrientes em cana-de-açúcar. **Scientia Agrícola**, Piracicaba. v. 59, p. 129-135. 2002.

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

SOUZA, J.L. et al. Análise da precipitação pluvial e temperatura do ar na região do tabuleiro costeiro de Maceió, AL, período de 1972-2001. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 12, p. 131-141, 2004.

STONE, P. J.; SORENSEN, I. B.; JAMIESON, P. D. Effect of soil temperature on phenology, canopy development, biomass and yield of maize in a cool-temperature climate. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 48, p. 169-178, 1999.

1 RESCIMENTO E PRODUÇÃO DE CULTIVARES DE CANA-DE-AÇÚCAR, NO CICLO DE CANA-SOCA, NA REGIÃO DE CORURIBE – AL

RESUMO

A análise de crescimento da cana-de-açúcar tem permitido identificar as fases de desenvolvimento da cultura nos diferentes ambientes de cultivo, proporcionando sua condução, de forma que o máximo desenvolvimento coincida com os períodos de maior disponibilidade hídrica. O presente trabalho teve o objetivo de estudar o crescimento e produção de sete cultivares de cana-de-açúcar, SP79-1011, RB72454, RB855113, RB867515, RB92579, RB93509 e Co997, em cana-soca, por meio da análise de crescimento, determinando perfilhamento, diâmetro do colmo, altura de plantas, taxa de crescimento, índice de área foliar, produtividade e produção de açúcar. O experimento foi realizado na Fazenda Progresso, pertencente à Usina Coruripe, no município de Coruripe-AL, no período de dezembro de 2006 a dezembro de 2007. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, em esquema de parcelas subdivididas, envolvendo cultivares, que constituíram as parcelas, e épocas de avaliação, como subparcelas. Foram utilizadas quatro repetições com parcelas apresentando 10 m de comprimento por 6,0 m de largura, com espaçamento entre fileiras de 1,0 m. Os dados coletados foram submetidos à análise de variância e ao teste F, e as médias foram comparadas pelo teste Scott- Knott a 5% de probabilidade. Não ocorreu diferença para perfilhamento ao final do ciclo, sendo evidenciado maior perfilhamento até 60 dias após o corte (DAC). Para altura, os cultivares RB92579, RB867515, RB72454 e RB93509 apresentaram maiores médias. As maiores taxas de crescimento foram evidenciadas entre 90 e 120 DAC, o índice de área foliar foi crescente até 180 DAC, não apresentando diferença estatística entre os cultivares até o fim do ciclo. O cultivar RB867515 apresentou maiores médias de produção de massa verde e de açúcar.

Palavras-chave: Análise de crescimento. Índice de área foliar (IAF). Acúmulo de massa verde.

ABSTRACT

This work aimed to study the growth and production of seven varieties of sugarcane, SP79-1011, RB72454, RB855113, RB867515, RB92579, RB93509 and Co997 in ratoon cane, through the analysis of growth, determining tillering, stem diameter, plant height, growth rate, leaf area index, green mass accumulation and yield. The experiment was conducted at the Farm Progress, owned by Coruripe Plant in the city of Coruripe-AL, from December 2006 to December 2007. The statistical design was randomized blocks with 7 treatments and 4 replicates. The used experimental delineamento was it of blocks casualizados, in outline of subdivided portions, involving cultivate, that they constituted the portions, and evaluation times, as subparcelas. Four repetitions were used with portions presenting 10 m of length for 6,0 m of width, with spacing among arrays of 1,0 m. The collected data were submitted to the variance analysis and the test F, and the averages were compared by the test Scott - Knott to 5% of probability. There was no statistical difference in tillering to the end of the cycle, as evidenced by increased tillering 60 DAC. For height, the cultivars RB92579, RB867515, RB72454 RB93509, and had higher average. The highest growth rates were observed between 90 and 120 DAC, IAF was increased to 180 DAC, no significant difference between the cultivars until the end of the cycle. The cultivar RB867515 highest average green mass in the stem green mass total, and production of sugar.

Keywords: Growth analysis. Leaf area index (IAF). Mass accumulation green.

1.1 INTRODUÇÃO

Nas regiões canavieiras do Brasil, a exemplo no Nordeste, a disponibilidade de área para expansão da cana-de-açúcar vem se tornando cada vez mais escassa, sendo imprescindível manejar a cultura adequadamente, em busca de maiores produções por unidade de área. Contudo, a má distribuição e a baixa precipitação pluvial comumente observada nessas regiões produtoras, restringem o crescimento da cultura e proporcionam impactos negativos da produtividade e qualidade dos canaviais (Wiedenfeld & Enciso, 2008). Nessas condições, o manejo adequado implica na identificação dos padrões de crescimento, permitindo selecionar cultivares edafoclimaticamente adaptadas aos diferentes ambientes de produção e que se revelem eficientes no uso dos nutrientes.

A análise de crescimento da cana-de-açúcar tem permitido identificar as fases de desenvolvimento da cultura nos diferentes ambientes de cultivo, proporcionando sua condução, de forma que o máximo desenvolvimento coincida com os períodos de maior disponibilidade hídrica e radiação solar, o que leva a cultura a expressar todo o seu potencial genético, além de permitir manejar diferentes formas de adubação e tratos culturais (Stone et al., 1999). O crescimento da parte aérea da cana-de-açúcar pode ser dividido em três etapas: fase inicial, em que o crescimento é lento; fase de crescimento rápido, com surgimento e alongamento de entrenós, em que se acumulam cerca de 75% da matéria seca total, e fase final, em que novamente há crescimento lento (Robertson et al., 1996; Inman-Bamber et al., 2002; Oliveira et al., 2007).

A avaliação de algumas variáveis morfológicas das plantas, como nº de plantas por metro linear, altura, diâmetro, área foliar e produção, torna possível a identificação da capacidade produtiva de diferentes variedades e a investigação dos efeitos do manejo da cultura. Adicionalmente, a análise de crescimento pode ser realizada por meio de avaliações sequenciais do acúmulo de matéria seca e/ou fresca ou, ainda, dos índices fisiológicos dela obtidos (Gava et al., 2001). Assim, a identificação das prováveis variações no desenvolvimento da cana-de-açúcar que ocorrem durante o ciclo, é fundamental para que se possa modelar e quantificar o crescimento nos diferentes ambientes de produção (Teruel et al., 1997).

Desta forma, uma boa variedade deve apresentar um conjunto de qualidades capaz de competir com as condições existentes e mostrar resultados superiores às expectativas ambientais. De outro modo, é praticamente impossível reunir em uma só variedade todas as características desejadas pelo produtor, haja a constante presença da 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, citado por Barbosa (2003).

Diante do exposto, a presente pesquisa teve como objetivo geral, avaliar o crescimento e a produção de sete cultivares de cana-de-açúcar, em ciclo de cana-soca, na Usina Coruripe, município de Coruripe- AL.

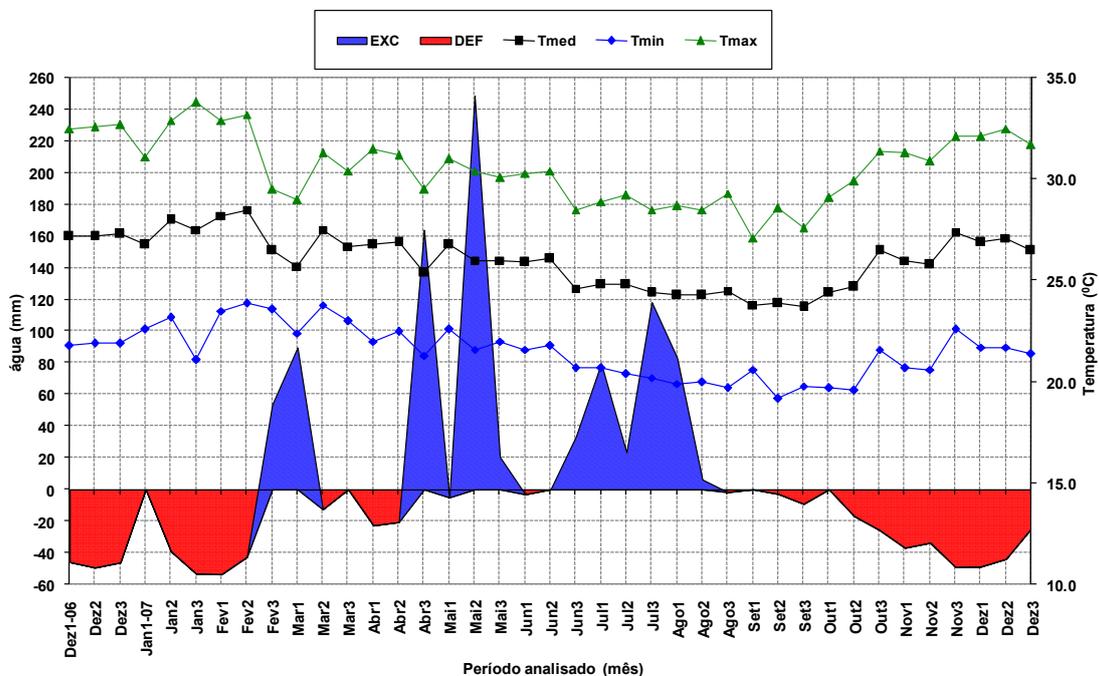
1.2 Material E Métodos

1.2.1 Caracterização do ambiente experimental

O trabalho foi realizado na Fazenda Progresso, Bloco 72 pertencente à Usina Coruripe, Coruripe – AL, durante o ciclo de cana-soca, no período de dezembro de 2006 a dezembro de 2007. Nesse período foram quantificadas temperaturas médias superiores a 25°C e precipitação pluvial anual de 1584,5 mm, distribuída nos períodos de crescimento da cultura (Figura 1).

O período que vai do primeiro decêndio de dezembro, ao segundo decêndio de fevereiro, foi o período em que o déficit hídrico foi mais acentuado, e em que a temperatura do ar obteve-se no seu máximo, com valores que variaram de 31 a 34°C, para este período. As maiores precipitações ocorreram no período que vai do segundo decêndio de abril ao terceiro decêndio de maio, havendo nesse período uma diminuição da temperatura do ar. As precipitações pluviais nesse período variaram de 5,0 a 250 mm.

Figura 1- Balanço hídrico e temperatura média decencial para o período de dezembro/2006 a dezembro/2007, Fazenda Progresso, Usina Coruripe, Alagoas.



Fonte: Autora, 2011

O solo é um Argissolo Amarelo Distrocoeso fragipânico, textura arenosa/argilosa, A moderado e relevo plano.

Os cultivares em estudo foram: SP79-1011, RB72454, RB855113, RB867515, RB92579, RB93509 e Co997 os quais são os mais plantadas na Usina Coruripe-AL. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, em esquema de parcelas subdivididas, envolvendo cultivares, que constituíram as parcelas, e épocas de avaliação, como subparcelas. Foram utilizadas quatro repetições com parcelas apresentando 10 m de comprimento por 6,0 m de largura, com espaçamento entre fileiras de 1,0 m.

Foi feita uma adubação de socaria, na dose de 96 kg ha⁻¹ de N, 36 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 144 kg ha⁻¹ de K₂O, segundo programação anual da usina.

1.2.2 Características Agronômicas dos cultivares estudados

SP79-1011 (NA5679 x Co775): Apresenta boa produtividade industrial e rica em açúcar (NATT, 1993). Boa brotação na cana-soca, exigência nutricional média, bom perfilhamento e raro florescimento. Cultivar indicada para colheita no início e meio de safra, sendo recomendada para área de sequeiro.

RB72454 (CP53-76 x ?): Na cana-soca, apresenta boa brotação, com perfilhamento médio e bom fechamento de entrelinhas. Quanto à produtividade e teor de sacarose, os valores, normalmente, encontrados são considerados altos. Caracteriza-se por apresentar maturação tardia e teor de fibra e florescimento baixo. Resistente a escaldadura das folhas e a ferrugem e possui baixa exigência em fertilidade do solo (Matsuoka, 1999).

RB855113 (SP70-1143 x RB72454): Boa capacidade de germinação, excelente perfilhamento e fechamento de entrelinhas, alta produção agrícola e não exigente a solos, excelente brotação de soca, maturação média e muito rica em sacarose, florescimento raro, sensível aos herbicidas (PMGCA, 2000). Cultivar indicada para colheita no meio e fim de safra.

RB867515 (RB72454 x ?): Em função da sua rápida velocidade de crescimento, este cultivar tem se destacado com boa brotação na cana-planta e na soca, perfilhamento médio e bom fechamento de entrelinhas, produção agrícola e teor de sacarose altos, fibra média e maturação tardia. Por apresentar florescimento acima da média, recomenda-se o seu cultivo nos plantios de verão, para colheita no final da safra, podendo ser direcionada para locais de baixa fertilidade do solo (Simões Neto et al. 2005).

RB92579 (RB75126 x RB72199): Alta produtividade agrícola e alto teor de sacarose. Ótima brotação de socaria e perfilhamento, rápido recuperação ao estresse hídrico (seca), responde bem a irrigação. Indicado para meio de safra, sendo mais recomendado para o meio de safra.

Recomendado para plantio em área de tabuleiro, várzea, encosta e chã, (Simões Neto et al. 2005).

RB93509 (RB72454 x ?): Boa brotação na planta e na soca com colheita manual queimada ou crua. Bom perfilhamento na planta e na soca, com regular fechamento de entrelinhas. Produtividade agrícola muito alta. Cultivar indicada para fim de safra, por apresentar maturação tardia (Simões Neto et al. 2005).

Co997 (Co683 x P63/32): Cultivar com bom perfilhamento e alta tolerância a seca. Bom rendimento agrícola. Indicada para colheita no início e meio de safra. Não tem problema de florescimento.

1.2.3 Parâmetros avaliados

Nas parcelas foram demarcadas quatro linhas de cana de 5,0 m de comprimento para avaliações de contagem de plantas, altura, diâmetro e área foliar. A determinação da fito massa da parte aérea foi feita fora dessa área demarcada. Essas observações foram feitas em cada época de avaliação, compreendido em dias após o corte (DAC), isto é, da colheita da cultura anterior.

1.2.4 Altura e perfilhamento

O perfilhamento foi determinado a partir de contagens do número de plantas nas quatro fileiras demarcadas de cada parcela.

Para a determinação do crescimento foram realizadas medições da altura de 30 plantas escolhidas aleatoriamente na parcela, partindo do solo até a última região auricular visível da folha +1, segundo a numeração sugerida por Kuijper (Dillewijn, 1952). Essas medições foram feitas no período de 30, 60, 120, 180, 240, 300 e 360 dias após o corte (DAC), totalizando sete épocas de avaliações.

Para estimar o crescimento quantitativo da parte aérea dos cultivares, durante toda época de avaliação, utilizou-se a função logística:

$$y = \frac{a}{\left(1 + \left(\frac{DAC}{b}\right)^{-c}\right)} \quad (1)$$

em que: y representa a altura do colmo em (cm); a é o parâmetro que indica o crescimento máximo da cultura; DAC equivale aos dias após o corte; b representa o dia em que foi visualizado maior crescimento e c representa o ponto de inflexão da curva. Os cálculos foram

realizados com o auxílio do programa Table Curve. As taxas de crescimento do colmo foram determinadas a partir da derivada da equação 1.

1.2.5 Diâmetro do colmo

Foi determinado nas mesmas 30 plantas aleatórias usadas para determinação da altura do colmo. A medição foi feita na altura correspondente a 1/3, a partir de sua base, a cada 2 meses após o corte até os 360 DAC.

1.2.6 Área e Índice de Área Foliar

A área foliar foi determinada nas mesmas 30 plantas usadas para determinação da altura e diâmetro do colmo. Para sua determinação utilizou-se o método Hermann & Câmara (1999) modificado por Morais (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).

1.2.7 Fitomassa da parte Aérea das plantas

A Análise da fitomassa foi realizada aos 60, 120, 180, 240, 300 e 360 dias após o corte (DAC), totalizando seis épocas de avaliações. Foi feita separando-se a planta em três partes: colmo, folha e ponteiro, sendo o ponteiro constituído de folhas verdes, cartucho e palmito. Em cada parcela foram coletadas 12 plantas aleatórias para cada cultivar. Foram feitas pesagens para determinação da produtividade dessas partes por hectare. Somaram-se também as partes para determinar a produção de fitomassa da parte aérea por hectare. Os colmos, folhas e ponteiros depois de separados foram pesados, determinando-se a massa de matéria verde total. As amostras de material vegetal verde foram trituradas em forrageira industrial e, em seguida, coletaram-se subamostras úmidas. No laboratório as subamostras foram submetidas à secagem em estufa de circulação forçada de ar a 65°C até massa constante e novamente pesadas para determinação da umidade do material.

Para estimar a produção de massa verde no colmo e da parte aérea dos cultivares, durante toda época de avaliação, utilizou-se a função logística:

$$y = \frac{a}{\left(1 + \left(\frac{DAC}{b}\right)^c\right)} \quad (2)$$

em que: y representa a massa verde em ($t\ ha^{-1}$); a é o parâmetro que indica a produção de massa verde máxima da cultura; **DAC** equivale aos dias após o corte; b e c são constantes. Os cálculos foram realizados com o auxílio do programa Table Curve. As taxas de acúmulo de massa verde no colmo e na parte aérea foram determinadas a partir da derivada da equação 2.

1.2.8 Características agroindustriais

A produtividade agrícola em toneladas de colmo por hectare (TCH) foi avaliada pesando-se os colmos das quatro linhas centrais, com auxílio de dinamômetro após a colheita. Em seguida, formou-se um feixe de doze colmos por cultivar, que foi encaminhado ao Laboratório Agroindustrial da Usina Coruripe e determinada às seguintes características industriais: açúcares polarizáveis da cana (PC), pureza (%), fibra (%), tonelada de POL por hectare (TPH) e açúcares totais recuperáveis (ATR).

Os dados coletados foram submetidos à análise de variância e ao teste F. As interações significativas foram desdobradas e, para avaliar o efeito de variedades dentro de cada época, utilizou-se resíduo combinado segundo a fórmula de Satterthwaite, citada por Campos (1984). As médias foram comparadas pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade utilizando para isso o programa estatístico SAEG 5.0.

1.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

1.3.1 População de perfilhos

Ao analisar o perfilhamento em função do tempo (Tabela 1), observou-se diferença estatística nos cultivares durante as épocas avaliadas. Constatou-se que os cultivares RB92579 e RB855113, independente do tempo, apresentaram os maiores valores de perfilhos por metro linear. O cultivar que apresentou menor média foi RB72454, com 12,6 plantas m⁻¹ (Tabela 1). Esses resultados corroboram com os encontrados por Silva (2007), que trabalhando os mesmos cultivares na mesma área em cana-planta, observou maior perfilhamento no cultivar RB92579 e menor perfilhamento no cultivar RB72454. Outros pesquisadores (Oliveira et al., 2004; Barbosa, 2005; Oliveira et al., 2007), também, encontraram menores médias de perfilhamento para o cultivar RB72454.

Tabela 1- População de plantas de sete cultivares de cana-de-açúcar, no ciclo de cana-soca, em sete épocas de avaliação, em Coruripe, AL

Tratamentos	Número de plantas/m linear							Média
	Jan / 07	Fev / 07	Abr / 07	Jun / 07	Ago / 07	Out / 07	Dez / 07	
DAC (dias)	30	60	120	180	240	300	360	
SP79-1011	24,1 Ab ⁽¹⁾	25,1 Ab	14,6 Ba	11,5 Ca	10,6 Ca	9,8 Ca	9,4 Ca	15,0
RB72454	17,6 Bd	20,3 Ac	13,3 Ca	10,5 Da	9,7 Da	8,8 Da	8,3 Da	12,6
RB855113	16,1 Bd	28,6 Aa	15,8 Ba	12,1 Ca	10,9 Ca	9,0 Da	8,8 Da	14,5
RB867515	20,6 Bc	23,6 Ab	12,9 Ca	12,0 Ca	10,6 Da	9,5 Da	9,2 Da	14,1
RB92579	33,1Aa	30,2 Ba	16,2 Ca	13,4 Da	11,2 Ea	10,0 Ea	9,8 Ea	17,7
RB93509	19,1 Bc	24,5 Ab	15,1 Ca	11,6 Da	10,2 Da	9,4 Da	8,6 Da	14,0
CO997	11,7 Ce	20,9 Ac	15,1 Ba	11,9 Ca	10,6 Ca	9,8 Ca	9,2 Ca	12,7
Média	20,3	24,7	14,7	11,8	10,5	9,5	9,0	
Efeitos	GL	-----Quadrados médios-----						
Blocos	3	13,91 ^{ns}						
Variedades	6	80,41 ^{**}						
Resíduo (a)	18	8,21						
DAC	6	1011,98 ^{**}						
V x DAC	36	28,29 ^{**}						
Resíduo (b)	126	3,14						
Média		14,4						
CV a (%)		19,9						
CV b (%)		12,3						

⁽¹⁾ Médias seguidas de letras maiúsculas não diferem na linha; e médias seguidas de letras minúsculas na coluna, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. *,**, ^{ns} significativo a 5 e 1% de probabilidade e não significativo, respectivamente, pelo teste F.

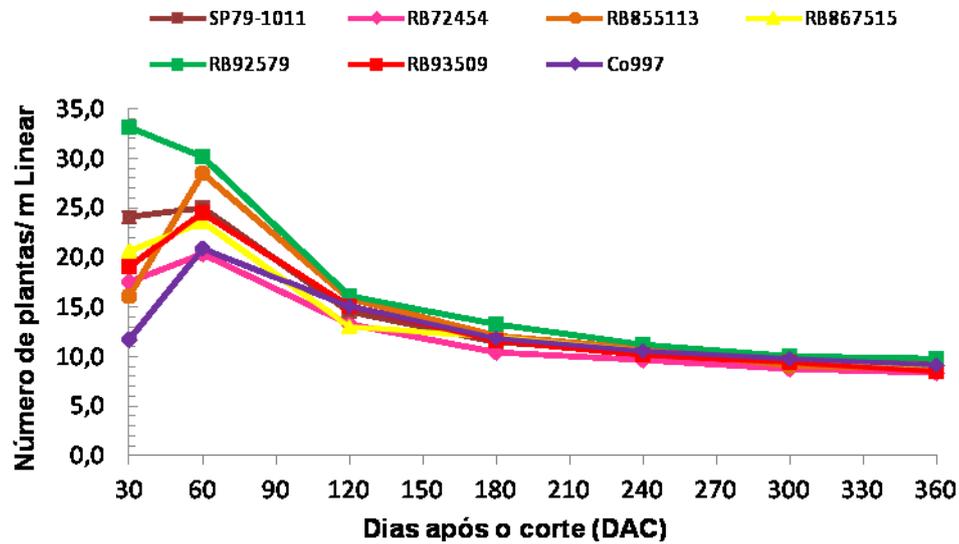
Fonte: Autora, 2011

O maior perfilhamento ocorreu aos 60 DAC, para a maioria dos cultivares avaliados, com exceção do RB92579, que apresentou maior número de plantas aos 30 DAC, com valor

médio de 33 plantas por metro linear (Figura 2). Esse ponto de maior população de plantas aos 60 DAC, possivelmente foi influenciado pelas melhores condições de umidade do solo, proporcionado pelas chuvas que ocorreram em fevereiro 2007 (Figura 1) como também, pelas temperaturas observadas durante a fase de perfilhamento. Silva (2007), trabalhando com os mesmos cultivares na mesma área deste experimento, com cana-planta, observou que o período de maior perfilhamento foi aos 60 dias após o plantio (DAP), corroborando assim com os resultados encontrados nesta pesquisa. Por outro lado, resultados diferentes dos encontrados neste trabalho, foram obtidos por Oliveira et al. (2004) e Oliveira et al. (2007) que estudando o perfilhamento de três cultivares de cana-de-açúcar, em ciclo de cana-planta, em condições de sequeiro, verificaram perfilhamento máximo no RB72454 aos 180 e 230 dias, respectivamente. Silva (2005), trabalhando com os cultivares RB72454 e SP81-3250, em cana-soca irrigadas por gotejamento subsuperficial, verificou que o perfilhamento máximo ocorreu aos 60 DAC. Assim, nos cultivares em que o perfilhamento máximo foi observado as 60 DAC apresentaram, também, uma maior capacidade de formar a sua população de perfilhos, em menor espaço de tempo.

De acordo com Castro (2000) e Oliveira et al. (2004), o perfilhamento pode ocorrer até os quatro meses após o plantio e a partir desse período, inicia-se uma redução no número de perfilhos. Observou-se que após o perfilhamento máximo há uma diminuição no número de plantas por metro linear, seguida por um equilíbrio até o final do ciclo (Figura 2). Segundo Silva (2007) a partir do ponto de perfilhamento máximo, a competição entre perfilhos pelos fatores de crescimento (luz, espaço, água e nutrientes) torna-se elevada, refletindo-se na diminuição e paralisação do processo, além da morte dos perfilhos mais jovens.

Figura 2- População de plantas dos cultivares SP79-1011, RB72454, RB855113, RB867515, RB92579, RB93509 e Co997 em função da época de avaliação, Coruripe, AL.



Fonte: Autora, 2011

1.3.2 Diâmetro do colmo

Os dados de diâmetro médio da base dos colmos, para os sete cultivares estudados, encontram-se na Tabela 2. Percebe-se no geral, que ocorreu aumento no diâmetro dos colmos, independente do cultivar avaliado, para todas as épocas analisadas.

Observaram-se diferenças significativas para todas as épocas avaliadas, porém entre cultivares apenas aos 120 e 240 DAC. Aos 360 DAC os cultivares RB855113 e RB867515, que apesar de não ter apresentado diferença estatística destacaram-se com diâmetro médio aos variando de 24,9 a 25,8 mm. Silva (2007) trabalhando com os mesmos cultivares encontrou resultados bem próximos aos encontrados neste estudo, evidenciando os cultivares RB867515 e RB855113, como os que apresentaram maiores médias de diâmetro do colmo.

Tabela 2 - Diâmetro da base do colmo de sete cultivares de cana-de-açúcar, no ciclo de cana-soca, em seis épocas de avaliação, em Coruripe, AL

Tratamentos	Diâmetro do Colmo						Média
	Fev / 07	Abr / 07	Jun / 07	Ago /07	Out / 07	Dez / 07	
DAC (dias)	60	120	180	240	300	360	
	mm						
SP79-1011	13,1 Ca ⁽¹⁾	22,4 Bb	23,4 Ba	24,0 Aa	24,2 Aa	24,2 Aa	21,9
RB72454	13,3 Ca	22,5 Bb	23,9 Aa	24,2 Aa	24,3 Aa	24,9 Aa	22,2
RB855113	12,6 Ca	20,9 Bc	23,5 Aa	24,1 Aa	24,2 Aa	24,9 Aa	21,7
RB867515	13,9 Ca	23,8 Ba	24,2 Ba	24,9 Aa	25,1 Aa	25,8 Aa	22,9
RB92579	12,2 Ca	20,5 Bc	22,0 Aa	22,5 Ab	22,8 Aa	23,7 Aa	20,6
RB93509	12,4 Ca	21,9 Bb	22,9 Ba	23,5 Ab	23,6 Aa	24,4 Aa	21,5
CO997	12,1 Da	20,2 Cc	22,9 Ba	23,3 Bb	24,4 Aa	25,0 Aa	21,3
Média	12,8	21,8	23,3	23,8	24,1	24,7	
Efeitos	GL	-----Quadros dos médios-----					
Blocos	3	5,71**					
Variedades (V)	6	13,06**					
Resíduo (a)	18	1,00					
DAC	5	563,36**					
V x DAC	30	0,78**					
Resíduo (b)	105	0,93					
Média		21,7					
CV a (%)		4,6					
CV b (%)		4,4					

(1) Médias seguidas de letras maiúsculas não diferem na linha; e médias seguidas de letras minúsculas na coluna, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. *, **, ^{ns} significativo a 5 e 1% de probabilidade e não significativo, respectivamente, pelo teste F.

Fonte: Autora, 2011

1.3.3 Altura de plantas

A altura do colmo apresentou diferença estatística entre os cultivares dos 120 aos 360 dias após o corte, e, entre as épocas analisadas, com exceção dos 360 DAC (Tabela 3). Aos 360 DAC, Os cultivares foram separados em dois grupos, com as maiores médias de alturas, destacaram-se os cultivares RB92579, RB867515, RB72454 e RB93509. Com as menores médias o grupo formado pelos cultivares SP79-1011, Co997 e BR855113. Observa-se, porém que o cultivar SP79-1011, apesar de não ter diferido dos demais do grupo, apresentou altura bem inferior aos demais. Ramos (2006), avaliando o comportamento do cultivar SP79-1011 em diferentes épocas de plantio e adubação, observou que, independente dos tratamentos, os resultados foram semelhantes aos encontrados neste estudo.

Tabela 3 - Altura das plantas de sete cultivares de cana-de-açúcar, no ciclo de cana-soca, em seis épocas de avaliação, em Coruripe, AL

Tratamentos	Altura de Plantas						Média
	Fev / 07	Abr / 07	Jun / 07	Ago /07	Out / 07	Dez / 07	
DAC (dias)	60	120	180	240	300	360	
	----- cm -----						
SP79-1011	32,3 Ea ⁽¹⁾	101,5 Db	181,4 Cb	225,4 Bc	260,9 Ab	266,4 Ab	177,9
RB72454	37,9 Ea	109,0 Db	199,8 Ca	261,4 Ba	292,3 Aa	296,6 Aa	199,5
RB855113	27,8 Ea	85,9 Dc	180,7 Cb	239,7 Bb	283,4 Aa	283,7 Ab	183,6
RB867515	42,4 Da	130,6 Ca	216,4 Ba	281,1 Aa	294,8 Aa	298,2 Aa	208,9
RB92579	35,4 Ea	103,1 Dc	198,7 Ca	269,0 Ba	305,3 Aa	308,0 Aa	203,3
RB93509	37,2 Ea	114,1 Db	186,7 Cb	245,6 Bb	285,6 Aa	293,1 Aa	193,7
CO997	30,5 Fa	86,8 Ec	164,9 Db	206,4 Cd	245,9 Bb	267,7 Ab	167,0
Média	34,8	104,4	189,8	246,9	281,2	287,7	
Efeitos	GL	-----Quadrados médios-----					
Blocos	3	1724,15**					
Varietades (V)	6	5650,45**					
Resíduo (a)	18	511,45					
DAC	5	294067,9**					
V x DAC	30	386,54**					
Resíduo (b)	105	158,58					
Média		190,8					
CV a (%)		11,9					
CV b (%)		6,6					

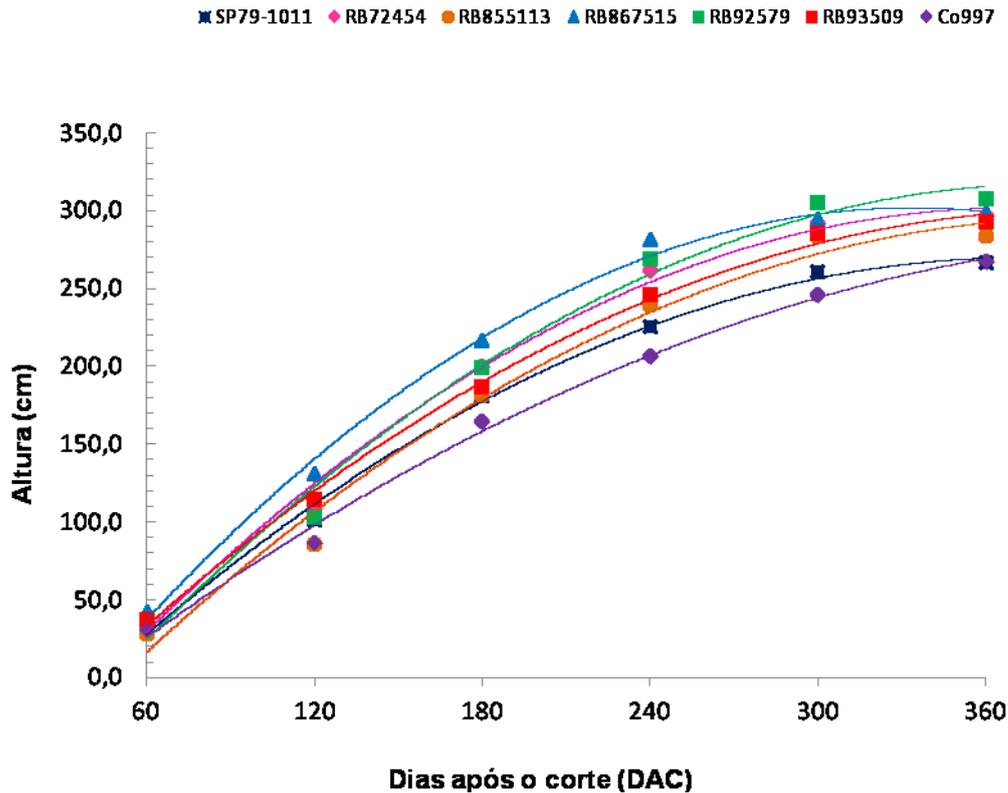
⁽¹⁾ Médias seguidas de letras maiúsculas não diferem na linha; e médias seguidas de letras minúsculas na coluna, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. *, **, ns significativo a 5 e 1% de probabilidade e não significativo, respectivamente, pelo teste F.

Fonte: Autora, 2011

Observa-se que os cultivares apresentaram a mesma tendência de evolução em termos de altura (Figura 3). Percebe-se que até aos 180 DAC um grupo de cultivares obteve maiores crescimento (RB867515, RB72454 e RB92579), com destaque para o RB867515. A partir daí, o cultivar RB93509 entrou no grupo, chegando aos 360 DAC com altura semelhante aos demais. Esse período de maior crescimento é posterior ao de maior perfilhamento dos cultivares que foi aos 60 DAC (Figura 2). Resultados semelhantes foram encontrados por Silva (2007), onde os cultivares RB867515 e RB72454 apresentaram maiores crescimentos até os 180 DAP. Por outro lado, Oliveira (2004) trabalhando com o cultivar RB72454, na região Noroeste do Paraná observou que esse cultivar apresentou maior crescimento aos 279 DAP. Oliveira (2008), trabalhando com onze cultivares de cana-de-açúcar, em regime irrigado na Zona da Mata Norte do Estado de Pernambuco, encontrou para os cultivares RB72454, RB92579 e SP79-1011, período de maior crescimento aos 320 DAP. Segundo Silva (2005), sob condições de irrigação, após o perfilhamento máximo, inicia se a fase de

crescimento da cultura, desde que as condições de temperatura sejam adequadas.

Figura 3- Altura média do colmo (cm), nos cultivares SP79-1011, RB72454, RB855113, RB867515, RB92579, RB93509 e Co997, em seis épocas de desenvolvimento, Coruripe, AL.



SP79-1011: $\hat{y} = 307,14 / (1 + (\text{DAC} / 156,41)^{-2,42})$	$R^2 = 0,99$
RB72454: $\hat{y} = 340,51 / (1 + (\text{DAC} / 155,68)^{-2,54})$	$R^2 = 0,99$
RB855113: $\hat{y} = 323,31 / (1 + (\text{DAC} / 165,93)^{-2,87})$	$R^2 = 0,99$
RB867515: $\hat{y} = 332,03 / (1 + (\text{DAC} / 138,03)^{-2,59})$	$R^2 = 0,99$
RB92579: $\hat{y} = 354,33 / (1 + (\text{DAC} / 162,06)^{-2,69})$	$R^2 = 0,99$
RB93509: $\hat{y} = 357,29 / (1 + (\text{DAC} / 169,04)^{-2,18})$	$R^2 = 0,99$
Co997: $\hat{y} = 335,79 / (1 + (\text{DAC} / 188,98)^{-2,14})$	$R^2 = 0,99$

Fonte: Autora, 2011

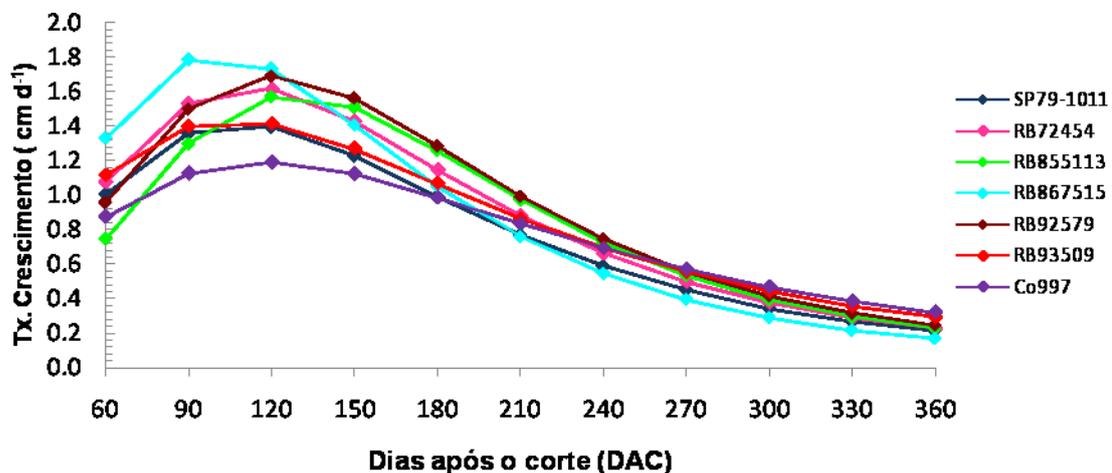
Para o cálculo da altura do colmo nos diferentes estádios de crescimento, utilizou-se função logística (Figura 3); a partir dessas equações se estimou a taxa de variação do crescimento do colmo no tempo. Os altos coeficientes de determinação indicam um bom ajuste desses modelos.

As maiores taxas de crescimento foram observadas aos 120 DAC, com exceção do cultivar RB867515 que teve sua maior taxa de crescimento aos 90 DAC (Figura 4).

Esse período de maior taxa de crescimento pode ser atribuído as chuvas que ocorreram nos meses de fevereiro e abril, associado a temperaturas médias superiores a 25°C (Figura 1). Inicialmente o cultivar RB867515 apresentou maior taxa de crescimento com aproximadamente 1,7 cm dia⁻¹ aos 120 DAC, sendo seguido de perto pelo cultivar RB92579 com aproximadamente 1,6 cm dia⁻¹, tendo seu crescimento decrescente até o final do ciclo, sendo superada pelos demais cultivares, tendo destaque para o cultivar Co997 o qual inicialmente teve uma taxa menor, aos 360 DAC apresentou maior taxa de crescimento com aproximadamente 0,3 cm dia⁻¹. Esse crescimento inicial lento do cultivar Co997 prioriza a manutenção de um bom número de perfilhos por metro linear e proporcione um crescimento uniforme de sua população.

Vale salientar, que na fase final, todos os cultivares apresentaram valores bem próximos de crescimento, na média de 0,22 cm d⁻¹.

Figura 4 - Taxa de crescimento (cm d⁻¹), nos cultivares SP79-1011, RB72454, RB855113, RB867515, RB92579, RB93509 e Co997, em seis épocas de desenvolvimento, Coruripe, AL.



Fonte: Autora, 2011

As taxas de crescimento dos cultivares estão relacionadas com o índice de área foliar - IAF (Tabela 4). Os quais apresentaram duas fases distintas, que vai dos 60 aos 180 DAC e dos 180 aos 360 DAC, sendo influenciados pela disponibilidade hídrica, população de plantas e área foliar. Na primeira fase, ocorre aumento do IAF dos 60 aos 120 DAC, passando de 3,90 (3,16 a 4,64) a 4,93 (4,22 a 5,69), sendo influenciado pela população de plantas e área

fóliar. Dos 120 aos 180 DAC, por redução da população de plantas (Figura 2).

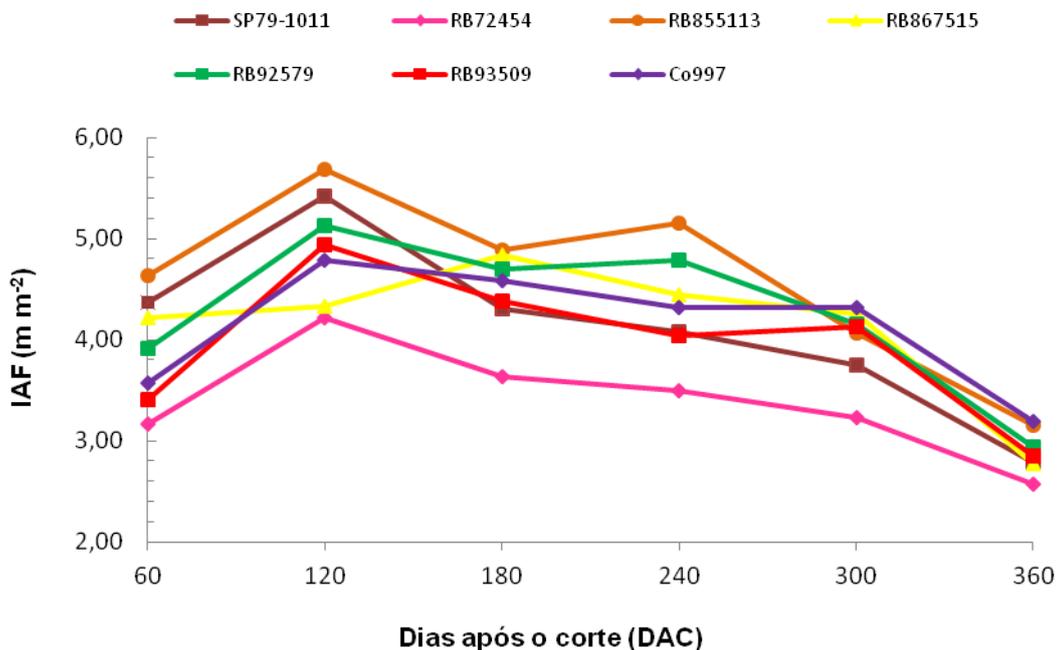
Nesse período, os cultivares apresentaram comportamento semelhante, com exceção do RB72454, que diferiu dos demais apresentando menor média de IAF. (Figura 5).

Os valores médios de IAF encontrados foram 4,33 (240 DAC) e de 2,89 (360 DAC). Os resultados encontrados por Silva (2007), trabalhando com os mesmos cultivares nos Tabuleiros Costeiros de Alagoas, ficaram próximos aos encontrados nesta pesquisa.

De acordo com Irvine (1983), valores comuns de IAF, para a cana-de-açúcar, é da ordem de 4 a 5. Sendo que ocorre uma fase de incremento, que ocorre entre os quatro e oito meses e suavemente esses valores decrescem (Cock, 2000).

Segundo Almeida (2006), $IAF > 3,0$, durante o período de crescimento intenso da cultura, contribui para uma melhor eficiência no uso da água.

Figura 5 - Índice de área foliar dos cultivares SP79-1011, RB72454, RB855113, RB867515, RB92579, RB93509 e Co997, em seis épocas de desenvolvimento, Coruripe, AL.



Fonte: Autora, 2011

Tabela 4- Índice de área foliar de sete cultivares de cana-de-açúcar, no ciclo de cana-soca, em seis épocas de avaliação, em Coruripe, AL

Tratamentos	Índice de Área Foliar						Média
	Fev / 07	Abr / 07	Jun / 07	Ago / 07	Out / 07	Dez / 07	
DAC (dias)	60	120	180	240	300	360	
SP79-1011	4,37 Ba ⁽¹⁾	5,42 Aa	4,31 Ba	4,08 Bb	3,75 Ca	2,78 Da	4,12
RB72454	3,16 Bb	4,22 Ab	3,63 Ab	3,50 Ab	3,23 Ba	2,57 Ba	3,39
RB855113	4,64 Aa	5,69 Aa	4,89 Aa	5,15 Aa	4,07 Ba	3,15 Ca	4,60
RB867515	4,22 Aa	4,33 Ab	4,84 Aa	4,44 Ab	4,25 Aa	2,77 Ba	4,14
RB92579	3,91 Ba	5,13 Aa	4,70 Aa	4,79 Aa	4,15 Ba	2,94 Ca	4,27
RB93509	3,41 Bb	4,94 Aa	4,38 Aa	4,04 Ab	4,13 Aa	2,85 Ba	3,96
CO997	3,57 Bb	4,79 Ab	4,58 Aa	4,32 Ab	4,32 Aa	3,19 Ba	4,13
Média	3,90	4,93	4,48	4,33	3,99	2,89	
Efeitos	GL -----Quadrados médios-----						
Blocos	3	0,45 ^{ns}					
Variedades (V)	6	3,24 ^{**}					
Resíduo (a)	18	0,87					
DAC	5	13,43 ^{**}					
V x DAC	30	0,35 ^{ns}					
Resíduo (b)	105	0,34					
Média		4,1					
CV a (%)		22,8					
CV b (%)		14,3					

⁽¹⁾ Médias seguidas de letras maiúsculas não diferem na linha; e médias seguidas de letras minúsculas na coluna, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. *, **, ^{ns} significativo a 5 e 1% de probabilidade e não significativo, respectivamente, pelo teste F.

Fonte: Autora, 2011

1.3.4 Massa verde

Os dados referentes aos acúmulos de massa verde de colmo, folha e ponteiro para os cultivares SP79-1011, RB72454, RB855113, RB867515, RB92579, RB93509 e Co997, em função dos DAC, encontram-se na Tabela 5.

Observa-se que ocorreu diferença estatística para todos os cultivares e épocas analisadas, para colmo, folha, ponteiro e total.

Observou-se nos cultivares que a produção de massa verde da (folha + ponteiro) foi superior a do colmo até os 60 DAC. Logo em seguida, há uma inversão na quantidade produzida pelo colmo, passando a superar a produção da (folha + ponteiro) e mantendo-se superior até o final do ciclo (Tabela 5).

Tabela 5 - Massa verde no colmo, folha, ponteiro e total de sete cultivares de cana-de-açúcar, no ciclo de cana-soca, em seis épocas de avaliação, em Coruripe, AL

Tratamentos	Massa Verde, t ha ⁻¹						Média
	Fev / 07	Abr / 07	Jun / 07	Ago / 07	Out / 07	Dez / 07	
DAC (dias)	60	120	180	240	300	360	
----- Colmo -----							
SP79-1011	7,08 Fc ⁽¹⁾	44,15 Eb	67,94 Dd	77,25 Cd	82,57 Bd	91,81 Ad	6,18
RB72454	8,34 Fc	46,86 Eb	59,22 De	72,09 Ce	79,30 Bd	85,78 Ae	58,59
RB855113	5,37 Fc	43,99 Eb	84,50 Db	89,45 Cb	94,13 Bb	104,33 Ab	70,29
RB867515	21,56 Fa	56,88 Ea	90,77 Da	96,63 Ca	104,21 Ba	126,51 Aa	82,76
RB92579	13,34 Fb	45,98 Eb	78,47 Dc	83,76 Cc	88,90 Bc	99,64 Ac	68,35
RB93509	9,39 Fc	57,13 Ea	70,81 Cc	81,51 Cc	89,68 Bc	96,03 Ac	67,43
CO997	5,71 Ec	32,84 Dc	61,69 Ce	64,42 Cf	68,35 Be	83,59 Ae	52,77
Média	10,11	46,83	73,34	80,73	86,73	98,24	
----- Folha -----							
SP79-1011	4,04 Cb	9,17 Aa	5,50 Ba	5,36 Bc	5,19 Ba	3,24 Ca	5.42
RB72454	2,36 Dc	8,26 Ab	4,26 Cb	6,91 Ba	4,18 Cb	2,69 Db	4.78
RB855113	4,49 Cb	7,26 Ac	5,93 Ba	6,81 Aa	4,05 Cb	3,39 Da	5.32
RB867515	5,84 Ba	10,06 Aa	6,55 Ba	6,16 Bb	3,35 Cb	2,63 Cb	6.27
RB92579	4,76 Cb	6,39 Bd	5,91 Ba	7,88 Aa	4,67 Ca	2,10 Db	5.29
RB93509	3,20 Dc	9,44 Aa	5,53 Ba	4,94 Bc	3,81 Cb	2,67 Db	4.93
CO997	3,08Cc	5,43 Be	4,59 Bb	7,36 Aa	4,81 Ba	2,44 Cb	4.62
Média	44,0	8,00	5,47	6,49	4,29	2,74	
----- Ponteiro -----							
SP79-1011	11,09 Da	24,39 Ba	27,99 Aa	19,38 Cd	20,58 Cc	18,81 Cd	20.37
RB72454	8,96 Ba	19,95 Ab	17,34 Ac	19,76 Ad	19,31 Ac	17,63 Ad	17.16
RB855113	9,84 Ca	22,53 Bb	25,53 Ab	24,68 Ab	24,12 Ab	21,84 Bc	21.42
RB867515	8,91 Da	22,02 Cb	28,18 Aa	26,74 Ab	24,80 Bb	21,62 Cc	22.05
RB92579	9,50 Da	22,62 Bb	28,52 Aa	22,51 Bc	24,19 Bb	19,94 Cd	21.21
RB93509	10,39 Ca	24,26 Ba	25,09 Bb	23,01 Bc	29,33 Aa	25,88 Bb	22.99
CO997	7,21 Ca	21,84 Bb	23,93 Bb	28,80 Aa	29,15 Aa	29,14 Aa	21.68
Média	9,41	22,52	25,23	23,55	24,50	20,69	
----- Total -----							
SP79-1011	22,21 Dc	77,72 Cb	101,44 Bc	101,99 Bd	108,34 Ac	113,86 Ac	87.59
RB72454	19,66 Cc	75,06 Bb	80,81 Be	98,76 Ad	102,79 Ac	106,10 Ad	80.53
RB855113	19,71 Dc	73,78 Cb	115,97 Bb	120,95 Bb	122,30 Bb	129,55 Ab	97.04
RB867515	36,31 Da	88,95 Ca	125,49 Ba	129,53 Ba	132,36 Ba	150,76 Aa	110.57
RB92579	27,59 Cb	74,99 Bb	112,89 Ab	114,16 Ab	117,76 Ab	121,69 Ab	94.85
RB93509	22,98 Ec	90,83 Da	101,44 Cc	109,47 Bc	122,82 Ab	124,58 Ab	95.35
CO997	16,00 Ec	60,11 Dc	90,22 Cd	100,58 Bd	102,31 Bc	115,16 Ac	80.73
Média	23,49	77,35	104,04	110,78	115,53	123,10	

⁽¹⁾ Médias seguidas de letras maiúsculas não diferem entre variedades e médias seguidas de letras minúsculas não diferem entre épocas pelo teste de Scott-Knott 5%.

Fonte: Autora, 2011

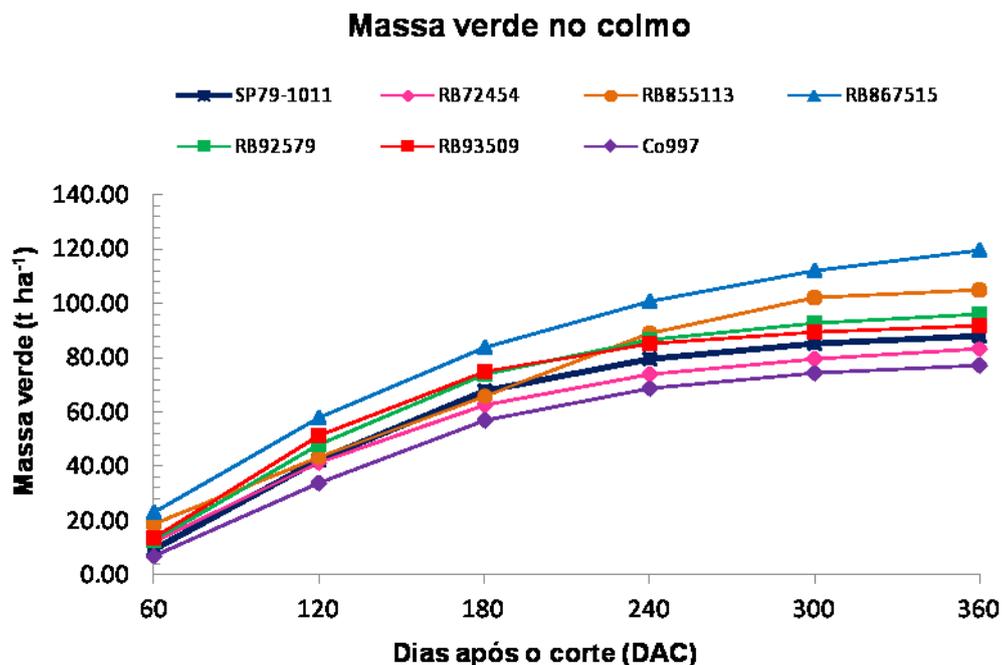
Depois desta fase, ocorreu diminuição progressiva até próximo aos 360 DAC, onde a quantidade de massa verde das (folha + ponteiro) representou 19% da massa verde acumulada pela planta. Dados encontrados por Silva (2007) mostraram que a (folha + ponteiro) produziu maiores quantidades de massa verde até os 180 DAP.

A inversão na massa verde do colmo logo após os 60 DAC pode ser explicada devido às chuvas ocorridas no período (Figura 1). Como não houve estresse hídrico, a taxa de crescimento permaneceu constante promovendo a formação antecipada de colmos.

O cultivar RB867515 apresentou maior acúmulo de massa verde no colmo dos 60 aos 360 DAC, com valores médios de produção superiores a 126 t ha^{-1} destacou-se entre os demais cultivares, seguido do RB855113 com acúmulo médio de $104,3 \text{ t ha}^{-1}$ de massa verde. Os demais cultivares apresentaram valores intermediários, enquanto o grupo formado pelos RB72454 e Co997 apresentaram menor acúmulo de massa verde no colmo.

Na Figura 6 e 8, estão apresentadas as funções logísticas obtidas para o acúmulo de massa verde do colmo e na parte aérea. Os altos coeficientes de determinação indicam um bom ajuste desses modelos a partir dos quais se determinaram suas taxas de produção.

Figura 6 - Massa verde no colmo (t ha^{-1}), nos cultivares SP79-1011, RB72454, RB855113, RB867515, RB92579, RB93509 e Co997, em seis épocas de desenvolvimento, Coruripe, AL.



$$\text{SP79-1011: } \hat{y} = 92,32 / (1 + (\text{DAC} / 127,09)^{-2,89})$$

$$R^2 = 0,99$$

RB72454: $\hat{y} = 89,84 / (1 + (\text{DAC} / 127,75)^{-2,43})$	$R^2 = 0,98$
RB855113: $\hat{y} = -79,85 + 187,97(1 - \exp(-0,009 \text{ DAC}))$	$R^2 = 0,98$
RB867515: $\hat{y} = 144,02 / (1 + (\text{DAC} / 149,94)^{-2,67})$	$R^2 = 0,97$
RB92579: $\hat{y} = 101,69 / (1 + (\text{DAC} / 124,92)^{-2,67})$	$R^2 = 0,98$
RB93509: $\hat{y} = 95,52 / (1 + (\text{DAC} / 113,59)^{-2,81})$	$R^2 = 0,98$
Co997: $\hat{y} = 81,40 / (1 + (\text{DAC} / 135,11)^{-2,94})$	$R^2 = 0,96$

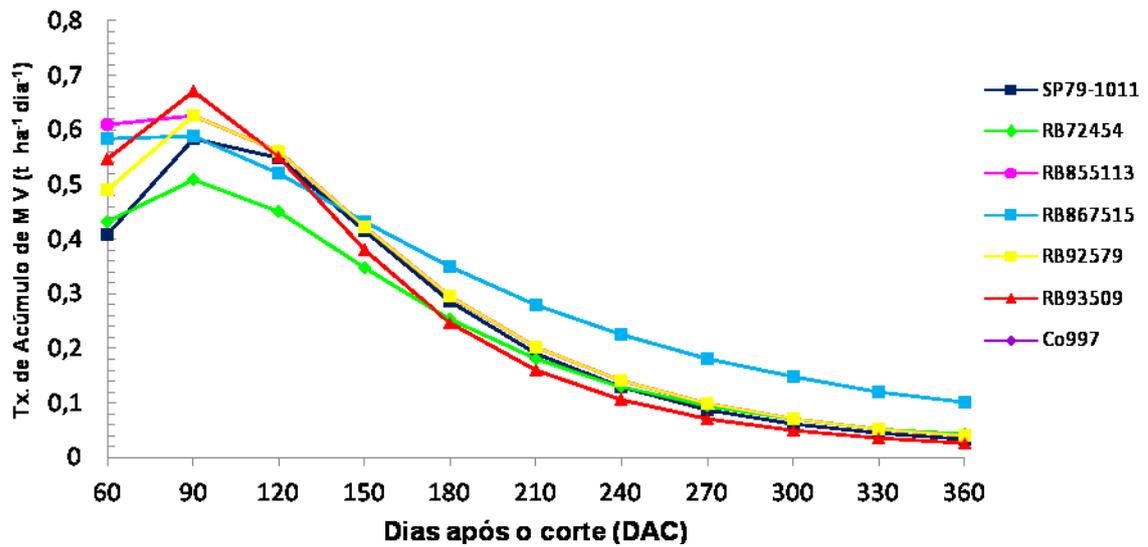
Fonte: Autora, 2011

Para o acúmulo de massa verde total, os cultivares mantiveram comportamento semelhante ao acúmulo no colmo, onde o RB867515, continuou destacando-se entre os demais, com valor de produção superior a 150 t ha^{-1} (Figura 8).

A alta produção de massa verde pelo cultivar RB867515 pode ser explicada, ao comparar-se este resultado com os dados de altura (Tabela 3), onde este cultivar apresentou maiores médias até o final do ciclo, além de ter apresentado bom perfilhamento (Tabela 1). Silva (2007), avaliando a produção de matéria verde de sete cultivares de cana-de-açúcar nos Tabuleiros Costeiros de Alagoas, encontrou valores abaixo dos encontrados nesta pesquisa, porém o cultivar RB867515 encontrava-se entre os mais produtivos com média de $97,07 \text{ t ha}^{-1}$.

Os cultivares apresentaram as maiores taxas de acúmulo de massa verde no colmo entre os 90 e 120 DAC, com exceção do cultivar RB855113 que apresentou maior taxa de acúmulo até os 90 DAC (Figura 7), a partir desse momento, teve comportamento semelhante aos demais cultivares. O cultivar RB867515 teve um destaque na fase inicial até 240 DAC, chegando ao final do ciclo com produtividade agrícola acima da média. No geral, os cultivares que se destacaram em termos de IAF (Tabela 4) apresentaram maior taxa de crescimento de massa verde. Os demais cultivares (SP79-1011, Co997 e RB72454) evidenciaram crescimento discreto, chegando à fase final com as menores produtividades.

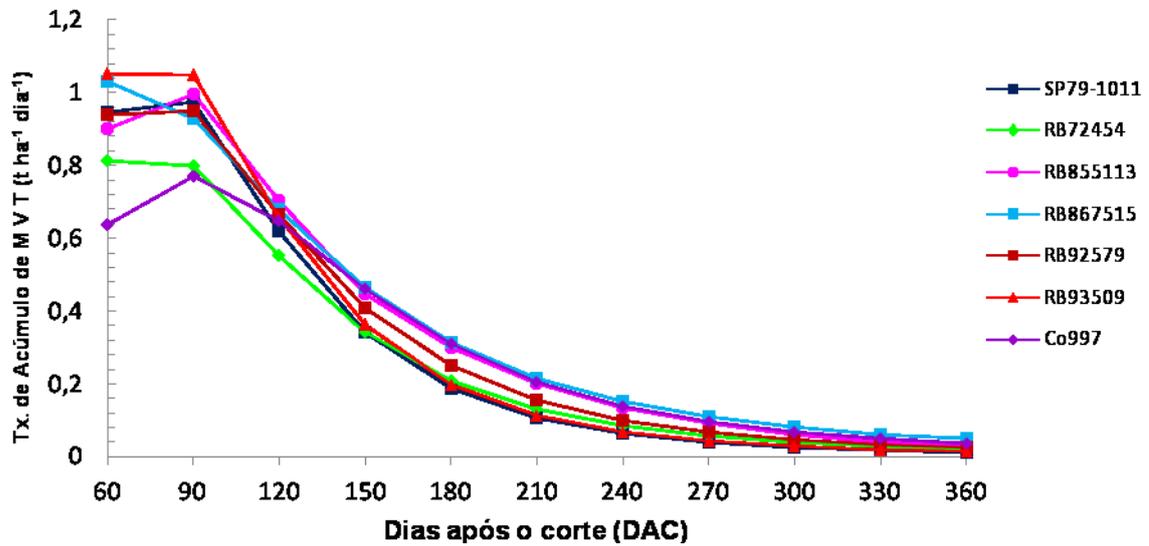
Figura 7 - Taxa de acúmulo de massa verde no colmo ($t\ ha^{-1}\ d^{-1}$), nos cultivares SP79-1011, RB72454, RB855113, RB867515, RB92579, RB93509 e Co997, em seis épocas de desenvolvimento, Coruripe, AL.



Fonte: Autora, 2011

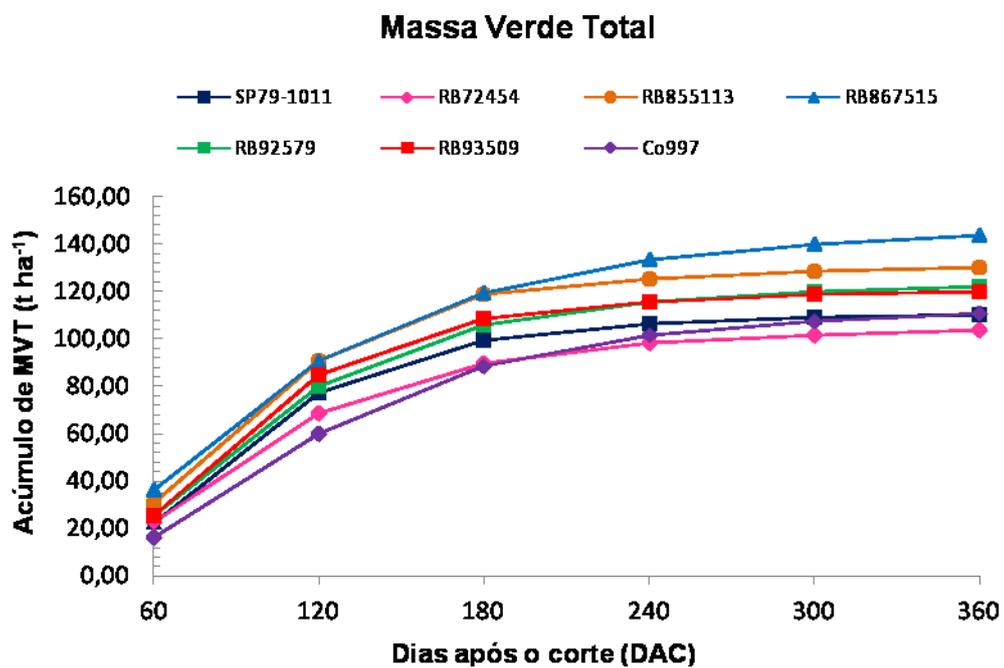
Para as taxas de acúmulo de massa verde da parte aérea, observou-se comportamento semelhante às taxas no colmo, com os maiores acúmulos até os 120 DAC para todos os cultivares, com exceção do RB855113, que apresentou maiores incrementos até os 90 DAC, tendo um decréscimo nas taxas ao longo do ciclo, chegando a fase final próximo aos demais cultivares. Esse período de maior acúmulo de massa verde no colmo corresponde ao período em que houve disponibilidade hídrica (Figura 1), favorecendo maiores taxas de crescimento inicial (Figura 4).

Figura 8 - Massa verde total ($t\ ha^{-1}$), nos cultivares SP79-1011, RB72454, RB855113, RB867515, RB92579, RB93509 e Co997, em seis épocas de desenvolvimento, Coruripe, AL.



Fonte: Autora, 2011

Figura 9 - Taxa de acúmulo de massa verde total ($t\ ha^{-1}\ d^{-1}$), nos cultivares SP79-1011, RB72454, RB855113, RB867515, RB92579, RB93509 e Co997, em seis épocas de desenvolvimento, Coruripe, AL.



SP79-1011: $\hat{y} = 111,88 / (1+(DAC / 92,80)^{-3,16})$	$R^2 = 0,99$
RB72454: $\hat{y} = 106,36 / (1+(DAC / 96,79)^{-2,74})$	$R^2 = 0,97$
RB855113: $\hat{y} = -116,73 + 247,94(1 - \exp(-0,013 DAC))$	$R^2 = 0,98$
RB867515: $\hat{y} = 152,23 / (1+(DAC / 100,90)^{-2,24})$	$R^2 = 0,98$
RB92579: $\hat{y} = 125,19 / (1+(DAC / 98,01)^{-2,78})$	$R^2 = 0,98$
RB93509: $\hat{y} = 121,62 / (1+(DAC / 91,65)^{-3,11})$	$R^2 = 0,97$
Co997: $\hat{y} = 115,88 / (1+(DAC / 116,65)^{-2,70})$	$R^2 = 0,99$

Fonte: Autora, 2011

1.3.5 Produtividade agrícola e características tecnológicas

Os dados de produtividade agrícola nos cultivares evidenciaram a formação de três grupos distintos. O RB867515 foi o mais produtivo, com média de 126 t ha⁻¹, seguido pelo grupo dos RB855113, RB92579 e BR93509 com médias intermediárias, e, os demais cultivares com menores médias de produção (Tabela 6).

Os resultados de produção encontrados neste estudo são superiores aos de Silva (2007) que avaliando os mesmos cultivares deste trabalho observou produtividades médias entre 44,43 e 84,13, para os cultivares RB72454 e RB92579, respectivamente.

Por outro lado, Silveira et al. (2002) avaliando os cultivares RB72454 e RB867515 em regime irrigado, observaram produtividades médias de 122 e 151 t ha⁻¹, respectivamente, valores acima dos observados. Soriano (2007) trabalhando com diferentes cultivares de cana-de-açúcar em regime de sequeiro observou que o cultivar RB92579 apresentou o maior valor de produtividade agrícola (101 t ha⁻¹), valor bem próximo ao encontrado neste estudo para esse cultivar.

Apesar dos cultivares nessa pesquisa serem conduzidos em regime de sequeiro, as chuvas na fase de crescimento (Figura 1), proporcionou um desenvolvimento adequado da cultura, não sofrendo limitações por restrições hídricas.

Para os dados de TPH, os cultivares apresentaram comportamento semelhante ao TCH, onde o RB867515 obteve maior valor, com média de 19,45 t ha⁻¹, seguido pelo grupo formado pelos RB92579 e RB855113, e, os demais com as menores médias. Coelho et al. (2002) estudando comportamento do cultivar RB72454 com o uso de irrigação em diferentes épocas de plantio, observaram valores médios de TPH na ordem de 15,39 t ha⁻¹, valores esses superior ao encontrado neste estudo, para este cultivar.

Não houve diferença estatística para PC e Pureza, quanto à fibra, observou-se a formação de dois grupos distintos. O grupo formado pelos Co997 e RB93509, com maiores valores, e, o grupo formado pelos demais com menores médias.

Os teores de fibra, encontrados nos cultivares, encontram-se dentro dos níveis ideais (Segato, 2006), não interferindo na eficiência na extração de açúcar.

Tabela 6 - Produtividade agrícola e parâmetros tecnológicos nos cultivares SP79-1011, RB72454, RB855113, RB867515, RB92579, RB93509 e Co997 aos 12 meses, Coruripe, AL

Variedades	Produtividade Agrícola		Parâmetros tecnológicos				
	TCH	PC	Fibra	Pureza	TPH	ATR	
	t ha ⁻¹	-----%cana-----	--- %caldo---</th <th></th> <th>t pol ha⁻¹</th> <th>kg t cana⁻¹</th>		t pol ha ⁻¹	kg t cana ⁻¹	
SP79-1011	91,81 C	15,66	13,45 B	86,96	14,38 C	152,99	
RB72454	85,78 C	15,70	12,75 B	86,84	13,46 C	153,45	
RB855113	104,33 B	16,00	13,43B	87,88	16,69 B	155,97	
RB867515	126,51 A	15,40	13,71 B	86,27	19,45 A	150,67	
RB92579	99,64 B	17,06	13,18 B	88,00	17,04 B	165,91	
RB93509	96,03 B	14,90	14,06 A	85,15	14,33 C	146,12	
Co997	83,59 C	16,35	14,64 A	87,64	13,67 C	159,17	
FV	GL	----- QM -----					
Blocos	03	30,6556 ^{ns}	0,1176 ^{ns}	0,8194 ^{ns}	0,3197 ^{ns}	1,6077 ^{ns}	9,0220 ^{ns}
Variedades	06	836,1617 ^{**}	1,9384 ^{ns}	4,1118 ^{ns}	1,4993 ^{**}	19,6947 ^{**}	160,8512 ^{ns}
Resíduo	18	28,0580	0,5979	1,8488	0,1838	1,1749	48,9076
Média		98,24	15,87	86,96	13,60	15,57	154,89
CV(%)		5,39	4,87	1,56	3,15	6,96	4,52

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

Fonte: Autora, 2011

1.4 CONCLUSÕES

1. O maior perfilhamento foi evidenciado entre 30 e 60 DAC. Ao final do ciclo não ocorreu diferença estatística para perfilhamento.
2. As maiores taxas de crescimento foram evidenciadas entre 90 e 120 DAC. Ao final do ciclo os cultivares RB92579, RB867515, RB72454 e RB93509 apresentaram maiores alturas;
3. O IAF foi crescente até 180 DAC, não houve diferença estatística entre os cultivares aos 360 DAC;
4. O cultivar RB867515 apresentou maiores médias de produção de massa verde no colmo, na parte aérea e produção de açúcar.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, A.C.S. **Crescimento e absorção de nutrientes em quatro variedades de cana-de-açúcar**. 2006. 21 f. Monografia (Graduação em Agronomia: Produção Vegetal) - Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo: UFAL, 2006.
- BARBOSA, G. V. S. **Três novas variedades RB de cana-de-açúcar**. Rio Largo: PMGCA, 2003. 18p. (Boletim Técnico; 2).
- BARBOSA, E. A. **Avaliação fitotécnica de cinco variedades de cana-de-açúcar para o município de Salinas - MG**. 2005. 70f. Dissertação - (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual do Sudeste da Bahia, Vitória da Conquista, 2005.
- CAMPOS, H. **Estatística aplicada à experimentação com cana-de-açúcar**. Piracicaba: FEALQ, 1984.
- CASTRO, P. R. C. Aplicações da fisiologia vegetal no sistema de produção da cana-de-açúcar. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE FISILOGIA DA CANA-DE- AÇÚCAR, 2000, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: STAB, 2000, p. 1-9.
- COCK, J. H. Sugarcane growth and development. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE FISILOGIA DA CANA-DE-AÇÚCAR. Piracicaba, 2000. **Anais...** Piracicaba: STAB, 2000. p.1-14.
- COELHO, M. B.; MACIEL, M. L.; BARBOSA, M. H. P. Produção de cana-de-açúcar irrigada no cerrado de Minas Gerais: In: CONGRESSO NACIONAL DA SOCIEDADE DOS TÉCNICOS AÇUCAREIROS E ALCOOLEIROS DO BRASIL, 8., 2002, Recife. **Anais...** Recife: STAB, 2002. p. 553-560.
- DILLEWIJN, C. Van. **Botany of sugarcane**. Waltham: Chronica Botanica, 1952.
- GAVA, G. J. C. et al. Crescimento e acúmulo de nitrogênio em cana-de-açúcar em solo coberto com palhada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 36, p. 1347-1354, 2001.
- HERMANN, E. R.; CÂMARA, G. M. S. Um método simples para estimar a área foliar de cana-de-açúcar. **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: 1983. p.361-382.
- INMAN-BAMBER, N. G.; MUCHOW, R. C.; ROBERTSON, M. J. Dry partitioning of sugarcane in Australia and South Africa. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 76, p. 71-84, 2002.
- NATT. **Recomendações de nove variedades SPs, para cultivo comercial**. Maceió: editora, 1993. 19p. (Boletim técnico; 1).

MACHADO, E. C. et al. Índices biométricos de duas cultivares de cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 17, p. 1323-1329, 1982.

MORAIS, J. F. B. **Estimativa da área foliar de quatro variedades de cana-de-açúcar**. 2004. 16 f. Monografia (Graduação em Agronomia: Produção Vegetal) – Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, 2004.

OLIVEIRA, R. A. Área foliar em três cultivares de cana-de-açúcar e sua correlação com a produção de biomassa. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiana, v. 37, p. 71-76, 2007.

_____. Crescimento e desenvolvimento de três cultivares de cana-de-açúcar, cana planta, no estado do Paraná. **Revista Scientia Agrária**, Curitiba, v. 5, p. 87-94, 2004.

OLIVEIRA, E. C. A. **Dinâmica de nutrientes na cana-de-açúcar em sistema irrigado de produção**. 2008. 73 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Ciência do Solo) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2008..

PROGRAMA DE MELHORAMENTO GENÉTICO DA CANA-DE-AÇÚCAR. **Novas variedades RB de cana-de-açúcar**. Maceió: UFAL, 2000. 16p. (Boletim Técnico; 1).

RAMOS, F.A.P. **Comportamento da cana-de-açúcar, cultivar SP79-1011, submetida a diferentes épocas de plantio em duas condições edafoclimáticas**. 2006. 63 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2006.

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

SEGATO, S. V.; MATTIUZ, C. F. M.; MOZAMBANI, A. E. Aspectos fenológicos da cana-de-açúcar, In: _____. et al. **Atualização em produção de cana-de-açúcar**. Piracicaba: ESALQ, 2006.

SILVA, L. C. **Análise de crescimento e acúmulo nutrientes de sete cultivares de cana-de-açúcar (*Saccharum spp*) na Região de Coruripe-AL**. 2007, 74f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Produção Vegetal) - Universidade Federal de Alagoas, Rio de Largo, 2007.

_____. **Fenologia de quatro variedades de cana-de-açúcar, sob irrigação por gotejamento**. 2005, 21 f. Monografia (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, 2005.

SILVEIRA, L. C. I. Crescimento e produção de sacarose por seis variedades de cana. In: CONGRESSO NACIONAL DA SOCIEDADE DOS TÉCNICOS AÇUCAREIROS E ALCOOLEIROS DO BRASIL – STAB. 8., 2002, Recife. **Anais...** Recife, 2002. p. 337-340.

SIMIÕES NETO, D. E.; MELO, L. J. O. T. **Lançamentos de novas variedades RB de cana-de-açúcar**. Recife:UFRPE, Imprensa Universitária, 2005. 28p.

SORIANO, H. L. **Extração e eficiência na utilização de macro e micro nutrientes por variedades RB de cana-de-açúcar**. 2007, 22 f. Monografia (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, 2007.

STONE, P. J.; SORENSEN, I. B.; JAMIESON, P. D. Effect of soil temperature on phenology, canopy development, biomass and yield of maize in a cool temperature climate. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 48, p. 169-178, 1999.

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

WIEDENFELD, B.; ENCISO, J. Sugarcane responses to irrigation and nitrogen in semiarid south Texas. **Agronomy Journal**, Madison, v.100, p.665-671, 2008.

2 ACÚMULO E EFICIÊNCIA DE NPK EM SETE CULTIVARES DE CANA-DE-AÇÚCAR NO CICLO DE CANA-SOCA, NA REGIÃO DE CORURUPE-AL

RESUMO

São esporádicos os trabalhos desenvolvidos com cana-de-açúcar envolvendo a exigência nutricional para os cultivares mais modernos. Nesse sentido objetivou-se de estudar o acúmulo e eficiência de NPK em sete cultivares de cana-de-açúcar, SP79-1011, RB72454, RB855113, RB867515, RB92579, RB93509 e Co997, durante o ciclo de cana-soca. O experimento foi realizado na Fazenda Progresso, pertencente à Usina Coruripe, no município de Coruripe-AL, no período de dezembro de 2006 a dezembro de 2007. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, em esquema de parcelas subdivididas, envolvendo cultivares, que constituíram as parcelas, e épocas de avaliação, como subparcelas. Foram utilizadas quatro repetições com parcelas apresentando 10 m de comprimento por 6,0 m de largura, com espaçamento entre fileiras de 1,0 m. Os dados coletados foram submetidos à análise de variância e ao teste F, e as médias foram comparadas pelo teste Scott- Knott a 5% de probabilidade. Para amostragem dos dados foi adotado um intervalo temporal de 120 dias até 360 dias após o corte. Houve diferença estatística para Nitrogênio nas diversas épocas e partes da plantas analisadas. Aos 360 DAC o cultivar RB867515 apresentou maior média de acúmulo de NPK no colmo. O cultivar RB855113 mostrou-se como mais exigente em N e P total e no colmo, respectivamente. Para K o cultivar mais exigente foi Co997. Os cultivares RB92579, RB867515, RB93509 e SP79-1011 foram mais eficientes na utilização do N.

Palavras-chave: Nutrientes. Nitrogênio. Fósforo. Potássio.

ABSTRACT

The work is sporadic with cane sugar involving the nutritional requirement. In that sense it was aimed to study the accumulation and efficiency of NPK in seven cultivars of sugar cane, SP79-1011, RB72454, RB855113, RB867515, RB92579, RB93509 and Co997, during the course of ratoon cane. The experiment was conducted at the Farm Progress, owned by Coruripe Plant in the city of Coruripe-AL, from December 2006 to December 2007. The used experimental delineamento was it of blocks casualizados, in outline of subdivided portions, involving cultivate, that they constituted the portions, and evaluation times, as subparcelas. Four repetitions were used with portions presenting 10 m of length for 6,0 m of width, with spacing among arrays of 1,0 m. The collected data were submitted to the variance analysis and the test F, and the averages were compared by the test Scott - Knott to 5% of probability. To sample the data was adopted a time interval of 120 days to 360 days after cutting. Nitrogen was no statistical difference for the different seasons and parts of plants analyzed. At 360 DAC the cultivar RB867515 highest average NPK accumulation in the stem. RB855113 cultivar proved to be more demanding and total N and P in the stem respectivamente. Para K cultivar Co997 was more demanding. Cultivars RB92579, RB867515, RB93509 and SP79-1011 were the most efficient use of N.

Keywords: Nutrients. Nitrogen. Phosphorus. Potassium.

2.1 Introdução

Nas regiões produtoras de cana-de-açúcar do Brasil, o volume de chuvas irregularmente distribuído, adicionalmente à diversidade dos solos cultivados com essa cultura, que apresentam características químicas e físicas variadas, tem justificado o investimento do setor sucroalcooleiro na seleção de cultivares adaptadas a diferentes condições edafoclimáticas, o que leva a seleção de cultivares de cana-de-açúcar a não se restringir apenas ao potencial produtivo, mas também à capacidade da planta em transformar de forma eficiente o nutriente absorvido em biomassa.

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 aos solos. Deste modo, os esforços têm sido direcionados no sentido de aperfeiçoar a eficiência nutricional, visando reduzir os custos de produção, evitar a degradação dos recursos ambientais e aumentar o rendimento das culturas (Kolchinski & Schuch, 2003).

A análise de acúmulo dos nutrientes pode contribuir para o entendimento da capacidade produtiva dos cultivares de cana-de-açúcar e suas adaptações a diferentes ambientes agrícolas. As exigências minerais da cultura da cana, assim como as quantidades de nutrientes removidas pela mesma, são conhecimentos fundamentais para o estudo da adubação, e permitem uma utilização mais eficiente dos fertilizantes.

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.

As maiores limitações do meio à produtividade da cana-de-açúcar, nas regiões canavieiras do Brasil, não se relacionam à radiação solar, à temperatura e nem mesmo, à água, mas à disponibilidade de quantidades adequadas de nutrientes minerais nos solos, com destaque ao nitrogênio (Trivelim, 2000).

A grande importância do nitrogênio para a cana-de-açúcar diz respeito ao fato de ela ser uma *Poaceae*, de metabolismo C₄, caracterizado por altas taxas de fotossíntese líquida e

eficiência na utilização do nitrogênio e da energia solar, sendo altamente eficiente na produção de matéria seca. Como o nitrogênio é parte constituinte de todos os aminoácidos, proteínas e ácidos nucléicos, participando direta ou indiretamente de vários processos bioquímicos, a sua carência promoverá a diminuição da síntese de clorofila e aminoácidos essenciais, e também da energia necessária à produção de carboidratos e esqueletos carbônicos, refletindo diretamente no desenvolvimento e rendimento da cultura (Malavolta et al. 1997).

O fósforo 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 é essencial ao desenvolvimento das plantas e muito exigido durante as fases de crescimento, vegetativa e reprodutiva, pois atua na regulação osmótica, mecanismo estomático, fotossíntese, ativação enzimática e crescimento meristemático. No interior da planta, é translocado pelo apoplasto, espaços intercelulares, até ser contido nos tecidos, onde atua de forma marcante na regulação osmótica, já que a presença do nutriente estimula o ganho de água pelo vegetal.

A importância do potássio foi acentuada após a verificação de sua correlação positiva com a formação de sacarose, pois o mesmo é requerido como ativador de muitas enzimas e citado como sendo fundamental nas reações que promovem a elaboração das proteínas (Rodrigues, 1995).

Alguns autores citam valores de N variando de 0,7 a 1,4 kg t⁻¹ de cana produzida, porém com pouca ênfase para a idade da cultura, cultivares, ambiente, tipo de solo e, o manejo diferenciado. 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. Barbosa et al. (2002) e Oliveira et al. (2002), verificam-se que a quantidade de N, P e K extraído por tonelada de matéria fresca acumulada na parte aérea foi de 1,2 , 0,30 e 1,5 kg ha⁻¹, respectivamente, valores também relatados por Raij et al. (1997), Coleti et al. (2002) e Vitti e Mazza (2002). Orlando Filho et al. (1980) encontraram 0,92 kg t⁻¹ de N, 0,23 kg t⁻¹ de P₂O₅, 0,77 kg t⁻¹ de K₂O. Silva (2007) em cana-planta observou valores médios de extração na ordem de 1,43 , 0,23 e 2,08 kg t⁻¹ de N, P e K, respectivamente. Outros pesquisadores observaram para diferentes cultivares e classes de solo, que a exigência nutricional para produção de uma tonelada de colmo por hectare (TCH) variou de 0,92 a 1,80

kg de N, 0,09 a 1,17 de P, 0,63 a 3,2 de K. (Orlando Filho et al., 1980;Coleti et al. 2006; Tasso Junior et al. 2007; Franco et al. 2008).

Com isso, a identificação da demanda por nutrientes relacionada à produção de colmos nos cultivares atualmente utilizados nos canaviais brasileiros é indispensável para obtenção de alta produtividade, assim como para recomendar corretamente cultivares para condições de baixo suprimento de nutrientes pelo solo ou para situações que permitam o máximo desenvolvimento da cultura (Karthikeyan et al. 2003; Rakkiyappan et al. 2007).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o acúmulo e eficiência de NPK em sete cultivares (SP79-1011, RB72454, RB855113, RB867515, RB92579, RB93509 e Co997) de cana-de-açúcar, durante o ciclo de cana-soca.

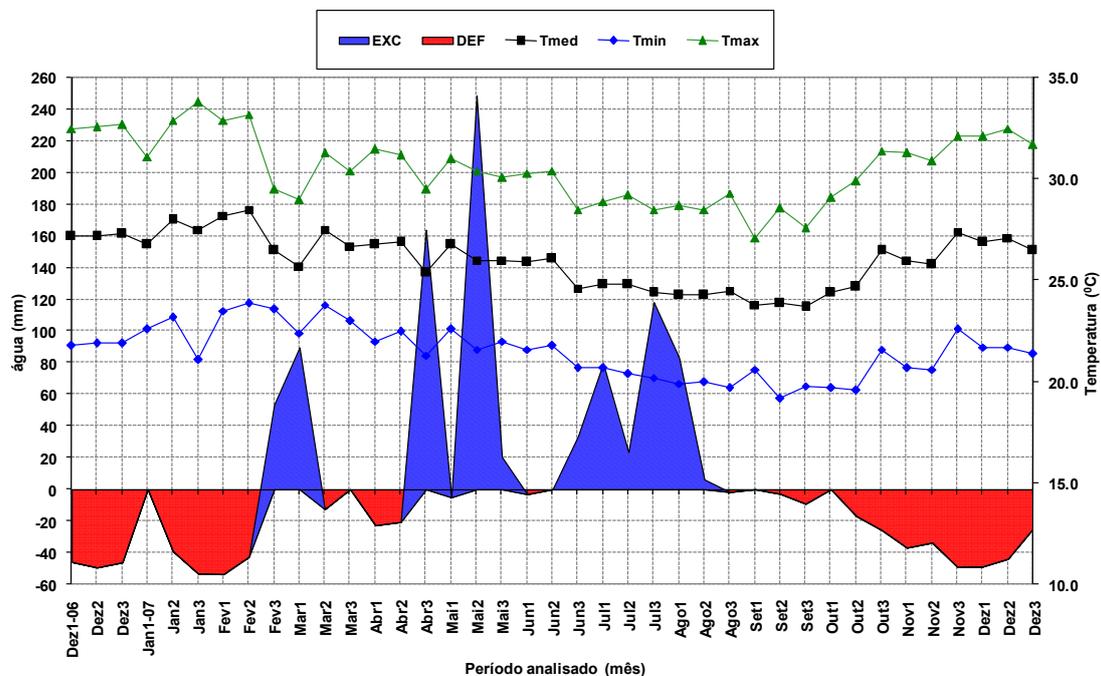
2.2 Material e Métodos

2.2.1 Caracterização do ambiente experimental

O trabalho foi realizado na Fazenda Progresso, Bloco 72 pertencente à Usina Coruripe, Coruripe – AL, durante o ciclo de cana-soca, no período de dezembro de 2006 a dezembro de 2007. Nesse período foram quantificadas temperaturas médias superiores a 25°C e precipitação pluvial anual de 1584,5 mm, distribuída nos períodos de crescimento da cultura (Figura 10).

No período que vai do primeiro decêndio de dezembro, ao segundo decêndio de fevereiro, foi o período em que o déficit hídrico foi mais acentuado, e em que a temperatura do ar obteve-se no seu máximo, com valores que variaram de 31 a 34 °C, para este período. As maiores precipitações ocorreram no período que vai do segundo decêndio de abril ao terceiro decêndio de maio, havendo nesse período uma diminuição da temperatura do ar. As precipitações pluviais nesse período variaram de 5,0 a 250 mm.

Figura 10 - Balanço hídrico e temperatura média decenal para o período de dezembro/2006 a dezembro/2007, Fazenda Progresso, Usina Coruripe, Alagoas.



Fonte: Autora, 2011

O solo é um Argissolo Amarelo Distrocoeso fragipânico, textura arenosa/argilosa, A

moderado e relevo plano.

Os cultivares em estudo foram: SP79-1011, RB72454, RB855113, RB867515, RB92579, RB93509 e Co997 os quais são os mais plantadas na Usina Coruripe-Al. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, em esquema de parcelas subdivididas, envolvendo cultivares, que constituíram as parcelas, e épocas de avaliação, como subparcelas. Foram utilizadas quatro repetições com parcelas apresentando 10 m de comprimento por 6,0 m de largura, com espaçamento entre fileiras de 1,0 m.

Foi feita uma adubação de socaria, na dose de 96 kg ha⁻¹ de N, 36 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 144 kg ha⁻¹ de K₂O.

A cada quatro 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 dos nutrientes (N, P e K), segundo método descrito por Malavolta et al. (1989).

O acúmulo de nutrientes nos componentes da parte aérea (colmo, folha e ponteiro), foi obtido multiplicando-se os valores das concentrações desses elementos pelos valores da massa verde dos referidos componentes

A eficiência de utilização nos componentes da parte aérea (colmo, folha e ponteiro), foi obtida pela relação da quantidade de nutriente extraída e a produção de massa verde dos referidos componentes.

Os dados coletados foram submetidos à análise de variância e ao teste F. As interações significativas foram desdobradas e, para avaliar o efeito de variedades dentro de cada época, utilizou-se resíduo combinado segundo a fórmula de Satterthwaite, citada por Campos (1984). As médias foram comparadas pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade utilizando para isso o programa estatístico SAEG 5.0.

2.3 Resultados e Discussão

Os dados referentes aos acúmulos de (N, P e K) no colmo, folha, ponteiro e parte aérea (colmo + ponteiro + folha) para os cultivares SP79-1011, RB72454, RB855113, RB867515, RB92579, RB93509 e Co997, encontram-se nas Tabelas 7, 8 e 9, respectivamente.

O comportamento do acúmulo de N apresentou duas fases distintas, definida pela distribuição do elemento na planta. Na fase que corresponde dos 120 aos 240 dias após corte (DAC), os maiores acúmulos de N predominou nos ponteiros com percentuais médios de 63,1 e 51,1%, respectivamente. Nas folhas, o percentual médio foi decrescente até os 360 DAC, variando de 12,6 a 4,4%. Para os colmos, o percentual médio variou de 24,3 a 45,4% dos 120 aos 360 DAC (Tabela 7).

Observa-se que os cultivares diferiram tanto entre épocas como entre cultivares nas quantidades extraídas de N dos 120 aos 360 DAC. Inicialmente os cultivares que apresentaram maiores médias de acúmulo de N no colmo foram RB855113 e RB93509, diferindo dos demais. Aos 360 DAC o cultivar que apresentou maior média de acúmulo de N no colmo foi RB867515, diferindo assim dos demais.

Para o acúmulo de N total, observa-se que aos 120 DAC os cultivares que apresentaram as maiores médias foram RB93509 e SP79-1011. Ao final do ciclo o cultivar que obteve maior acúmulo foi RB855113, com média de $(171,98 \text{ kg ha}^{-1})$. Vale salientar que esse cultivar apresentou maiores médias de acúmulo de N nos ponteiros e nas folhas ao longo do ciclo. Esses resultados corroboram com os encontrados por Silva (2007) quando manejou os mesmos cultivares em ciclo de cana-planta, em regime de sequeiro nos tabuleiros costeiros de Alagoas, constatando acúmulo de 170 kg ha^{-1} de N para o cultivar RB855113. Por outro lado, Oliveira (2008) trabalhando com onze cultivares durante o ciclo de cana-planta em regime irrigado na Zona da Mata, Norte do Estado de Pernambuco, encontrou valores superiores aos encontrados neste trabalho onde os cultivares RB92579, RB867515, RB72454 e SP79-1011 apresentaram acúmulos de aproximadamente 260, 237, 153 e 142 kg ha^{-1} . Constatando apenas um valor aproximado para o cultivar SP79-1011. Esses valores superiores aos encontrados neste trabalho podem ser atribuídos ao uso da irrigação.

Tabela 7 - Acúmulo de Nitrogênio nos colmos, folhas e ponteiros de sete cultivares de cana-de-açúcar, no ciclo de cana-soca, em três épocas de avaliação, em Coruripe, AL

Tratamentos	Nitrogênio			
	DAC (dias)	120	240	360
-----Colmo, kg ha ⁻¹ -----				
SP79-1011	30,90 Bb ⁽¹⁾	35,33 Bd	58,78 Ab	41,67
RB72454	29,55 Cb	44,30 Bc	55,55 Ac	43,13
RB855113	36,08 Ca	50,25 Bb	65,05 Ab	50,46
RB867515	29,03 Cb	67,75 Ba	82,33 Aa	33,97
RB92579	32,08 Bb	63,53 Aa	63,63 Ab	53,08
RB93509	35,73 Ca	52,85 Bb	62,48 Ab	50,35
Co997	21,50 Bc	29,80 Bd	50,60 Ac	33,97
Média	30,69	49,11	62,63	
-----Folha, kg ha ⁻¹ -----				
SP79-1011	20,33 Aa	6,60 Bc	6,13 Bb	11,02
RB72454	14,23 Ac	11,88 Ba	5,88 Cb	10,66
RB855113	14,78 Ac	12,90 Aa	11,00 Ba	12,89
RB867515	17,17 Ab	12,45 Ba	6,13 Cb	12,09
RB92579	12,15 Bd	14,48 Aa	4,05 Cb	10,23
RB93509	19,95 Aa	9,00 Ba	4,93 Cb	11,29
Co997	12,00 Ad	13,38 Aa	4,55 Bb	9,98
Média	15,88	11,53	6,09	
-----Ponteiro, kg ha ⁻¹ -----				
SP79-1011	94,89 Aa	51,83 Bc	56,50 Bd	67,74
RB72454	69,00 Ac	54,15 Bc	61,45 Bc	61,53
RB855113	71,60 Bc	55,90 Cc	95,93 Aa	74,48
RB867515	75,88 Ac	83,20 Aa	67,98 Bc	75,69
RB92579	83,60 Ab	65,03 Bb	52,53 Cd	67,05
RB93509	90,63 Aa	65,95 Bb	63,15 Bc	73,24
Co997	71,52 Bc	66,88 Bb	86,58 Ab	74,99
Média	79,59	63,28	69,16	
-----Total, kg ha ⁻¹ -----				
SP79-1011	146,13 Aa	93,75 Ce	121,40 Bd	120,43
RB72454	112,78 Bc	110,33 Bd	122,88 Ad	115,33
RB855113	122,45 Bb	119,05 Bc	171,98 Aa	137,83
RB867515	122,60 Bb	163,40 Aa	156,43 Ab	147,48
RB92579	127,83 Bb	143,03 Ab	120,20 Bd	130,35
RB93509	146,30 Aa	127,80 Bc	130,55 Bd	134,88
Co997	105,03 Bc	110,05 Bd	141,73 Ac	118,94
Média	126,16	123,92	137,88	

⁽¹⁾ Médias seguidas de letras maiúsculas não diferem na linha e médias seguidas de letras minúsculas não diferem na coluna, pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Fonte: Autora, 2011

De forma semelhante, Oliveira et al. (2002), avaliando extração de N nos cultivares RB867515 e RB72454 sob irrigação de salvação, constataram acúmulos na parte aérea de 271 e 198 kg ha⁻¹ de N respectivamente, ficando esses valores acima dos encontrados nesse estudo.

Por outro lado, os cultivares RB867515 (Silva et al. 2007) e RB72454 (Barbosa et al. 2002), apresentaram extrações de 149 e 134 kg ha⁻¹ de N, respectivamente. Os cultivares SP81-3250 (Coleti et al. 2006; Franco et al. 2008) e RB92579 (Silva et al. 2007) apresentaram

extrações de 185 e 148 kg ha⁻¹ de N, respectivamente.

Trivelin et al. (1996) estudando a utilização do nitrogênio da aquamônia (15N) e uréia na cana-de-açúcar encontrou valores muito inferiores aos verificados no presente ensaio. Os autores ainda afirmam que estes baixos valores podem ser decorrentes do baixo teor de matéria orgânica do solo, resultando em baixos teores de N mineral disponível para as plantas aliadas à textura do solo muito arenosa (Neossolos).

De acordo com Rozane et al. (2003) o acúmulo de nitrogênio pela cana-de-açúcar varia de acordo com o cultivar, a idade da cultura, a disponibilidade do N e de outros elementos na solução do solo, como também depende de fatores edafoclimáticos.

Afirmam ainda que o nitrogênio absorvido aumenta a atividade meristemática da parte aérea, resultando em maior perfilhamento e índice de área foliar (IAF) da cana-de-açúcar. Além disso, o N aumenta a longevidade das folhas. Esse incremento do IAF eleva a eficiência do uso da radiação solar, aumentando, portanto, o acúmulo de matéria verde.

Desta forma, os cultivares apresentaram a seguinte ordem decrescente de extração de N: RB855113 > RB867515 > Co997 > RB93509 > RB72454 > SP79-1011 > RB92579.

No acúmulo do P foi possível observar diferença significativa entre os cultivares de cana-de-açúcar em todas as partes da planta em todas as épocas analisadas, com exceção do colmo que apresentou diferença entre os cultivares apenas aos 360 DAC (Tabela 8). Os maiores acúmulos de P aos 120 DAC ocorreu nos ponteiros, decrescendo até o final do ciclo, com destaque para o cultivar Co997, com maior média (13 kg ha⁻¹).

Para as folhas o acúmulo foi decrescente, aos 360 DAC, o grupo dos cultivares que apresentaram as maiores médias foi SP79-1011, RB855113, RB72454 e RB867515, com médias de 1,18 a 0,90 kg ha⁻¹.

No colmo o comportamento foi crescente diferindo apenas aos 360 DAC, onde formaram-se três grupos, com destaque para o grupo formado pelo cultivar RB867515, seguido pelo grupo formado pelos SP79-1011 e RB93509, com valores de médias intermediários, e, grupo formado pelos demais cultivares que apresentaram menores médias de acúmulo de P no colmo.

Tabela 8 - Acúmulo de Fósforo nos colmos, folhas e ponteiros de sete cultivares de cana-de-açúcar, no ciclo de cana-soca, em três épocas de avaliação, em Coruripe, AL

Tratamentos	Fósforo			
	DAC (dias)	120	240	360
-----Colmo, kg ha ⁻¹ -----				
SP79-1011	5,73 Ca ⁽¹⁾	9,23 Ba	17,45 Ab	10,80
RB72454	6,63 Ca	8,88 Ba	14,90 Ac	10,14
RB855113	6,43 Ca	9,98 Ba	15,20 Ac	10,54
RB867515	6,63 Ca	11,33 Ba	19,58 Aa	12,51
RB92579	5,43 Ca	9,25 Ba	13,80 Ac	9,49
RB93509	7,13 Ba	9,00 Ba	16,63 Ab	10,92
Co997	4,33 Ca	8,15 Ba	12,85 Ac	8,44
Média	6,04	9,40	15,77	
-----Folha, kg ha ⁻¹ -----				
SP79-1011	2,10 Aa	0,78 Ca	1,18 Ba	1,35
RB72454	1,55 Ab	1,00 Ba	0,95 Ba	1,17
RB855113	1,18 Ab	0,95 Aa	1,10 Aa	1,08
RB867515	1,70 Aa	0,85 Ba	0,90 Ba	1,15
RB92579	1,25 Ab	1,15 Aa	0,45 Bb	0,95
RB93509	1,95 Aa	1,03 Ba	0,48 Cb	1,15
Co997	1,45 Ab	0,90 Ba	0,45 Cb	0,93
Média	1,59	0,95	0,79	
-----Ponteiro, kg ha ⁻¹ -----				
SP79-1011	12,45 Aa	7,35 Cb	10,05 Bc	9,95
RB72454	9,33 Ab	7,85 Ab	8,43 Ac	8,54
RB855113	9,58 Bb	8,78 Bb	12,25 Ab	10,20
RB867515	9,58 Ab	11,15 Aa	10,85 Ab	10,53
RB92579	9,73 Ab	8,40 Ab	8,30 Ac	8,81
RB93509	11,93 Aa	9,45 Bb	11,78 Ab	11,05
Co997	9,58 Bb	8,70 Bb	13,70 Aa	10,66
Média	10,31	8,81	10,77	
-----Total, kg ha ⁻¹ -----				
SP79-1011	20,28 Ba	17,35 Bb	28,68 Aa	22,10
RB72454	17,50 Bb	17,73 Bb	24,28Ab	19,84
RB855113	17,18 Bb	19,70 Bb	28,55 Aa	21,81
RB867515	17,90 Cb	23,33 Ba	31,33 Aa	24,19
RB92579	16,40 Bb	18,80 Bb	22,55 Ab	19,25
RB93509	21,00 Ba	19,48 Bb	28,88 Aa	23,12
Co997	15,35 Bb	17,75 Bb	27,00 Aa	20,03
Média	17,94	19,16	27,32	

⁽¹⁾ Médias seguidas de letras maiúsculas não diferem na linha e médias seguidas de letras minúsculas não diferem na coluna, pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Fonte: Autora, 2011

Ocorreu diferença para o acúmulo de P total, nas três épocas de avaliação. Ao final do ciclo, formaram-se dois grupos, o grupo que apresentou menor média formado pelos cultivares RB92579 e RB72454, e o grupo dos cultivares que apresentaram as maiores médias de acúmulo de P, formado pelos demais cultivares.

Silva (2007), trabalhando os mesmos cultivares em ciclo de cana-planta, em regime de sequeiro nos tabuleiros costeiros de Alagoas, encontrou valores semelhantes aos encontrados neste trabalho constatando acúmulo de 23,2 e 24,1 kg ha⁻¹ de P para os cultivares RB93509 e

RB855113, respectivamente. Resultados próximos aos encontrados neste estudo, também foram evidenciados por Oliveira (2008), com médias de 29,53 e 29,19 kg ha⁻¹ para os cultivares RB867515 e RB92579.

Mendes (2006) encontrou valores para RB72454 e RB867515 de 25,5 e 25,4 kg ha⁻¹. Enquanto Oliveira et al. (2003), trabalhando com dez cultivares, entre elas RB867515 e RB72454 encontraram valores superiores aos deste estudo para os mesmos cultivares. Por outro lado, acúmulos de apenas 5 kg ha⁻¹ de P foram obtidos por Prado et al. (2002) na parte aérea do cultivar SP80-1842 cultivada em Latossolo Vermelho Amarelo no Estado de São Paulo.

Contudo, alguns autores citam as diferenças genóticas envolvidas na absorção de fósforo, e dentre os mecanismos envolvidos na absorção estão a dinâmica de crescimento da planta, a característica do sistema radicular (principalmente arquitetura), a afinidade iônica-carregador, as transformações químicas que ocorrem na interface solo-raiz e a capacidade de absorção em baixas concentrações na solução do solo (Lauchli, 1987; Amaral, 2002; Luca et al. 2002).

No tocante ao acúmulo de potássio, constatou-se que até os 120 dias após o corte (DAC), os maiores acúmulos foram evidenciados nas (folhas + ponteiros), com 46,93%, destacando-se para folhas o cultivar SP79-1011, diferindo dos demais. Para ponteiros nesse período não houve diferença estatística entre os cultivares. Aos 360 DAC para as folhas o cultivar que apresentou maior acúmulo foi RB855113, com média de 18,5 kg ha⁻¹, para os ponteiros o cultivar que se destacou entre os demais foi Co997 com média de 139,08 kg ha⁻¹ (Tabela 9).

Para o colmo houve um crescimento linear para todos os cultivares. Aos 120 DAC os cultivares RB867515 e RB93509 apresentaram os maiores acúmulos. Aos 360 DAC apenas o cultivar RB867515 destacou-se dos demais, com média de 159,75 kg ha⁻¹.

No que se refere ao acúmulo de K total, constatou-se que aos 120 DAC apenas o cultivar Co997 diferiu dos demais, apresentando menor média. Aos 360 DAC formaram-se quatro grupos, onde o cultivar RB867515 apresentou maior média. As menores quantidades de K foram acumuladas pelos cultivares RB72454 e RB92579, sendo de apenas 213,38 kg ha⁻¹ de K no RB92579 (Tabela 9), apesar de elevada capacidade produtiva deste cultivar. Em média os cultivares acumularam 235 kg ha⁻¹ de K, que corresponderam a valores inferiores aos obtidos por Oliveira et al. (2002), os quais relataram acúmulos de 335 kg ha⁻¹ de K em sete cultivares de cana-de-açúcar irrigadas. Coale et al. (1993) também relataram acúmulos de 343 kg ha⁻¹ em condições de sequeiro para dois ciclos de cultivo na Flórida/EUA. Silva

(2007) encontrou valores abaixo dos encontrados neste estudo, porém com médias semelhantes para o cultivar RB92579 (211,9 kg ha⁻¹), corroborando com os resultados desta pesquisa.

Tabela 9 - Acúmulo de Potássio nos colmos, folhas e ponteiros de sete cultivares de cana-de-açúcar, no ciclo de cana-soca, em três épocas de avaliação, em Coruripe, AL

Tratamentos	Potássio			Média
	DAC (dias)	120	240	
-----Colmo, kg ha ⁻¹ -----				
SP79-1011	79,53 Cc ⁽¹⁾	100,65 Bc	123,75 Ab	101,31
RB72454	93,52 Ab	101,63 Ac	107,53 Ac	100,89
RB855113	92,63 Cb	134,13 Ab	122,20 Bb	116,32
RB867515	106,65 Ba	151,28 Aa	159,75 Aa	139,23
RB92579	79,39 Bc	84,05 Bd	113,38 Ac	92,27
RB93509	84,02 Ba	106,63 Ad	108,05 Ac	99,57
Co997	58,95 Bd	98,80 Ac	99,15 Ac	85,63
Média	84,93	111,02	119,12	
-----Folha, kg ha ⁻¹ -----				
SP79-1011	31,55 Aa	9,78 Cb	15,55 Bb	18,96
RB72454	20,58 Ab	10,75 Cb	13,70 Bb	15,01
RB855113	18,73 Ab	10,93 Bb	18,25 Aa	15,97
RB867515	17,88 Ab	13,38 Ba	11,65 Bc	14,30
RB92579	15,60 Ab	12,75 Aa	8,28 Bd	12,21
RB93509	18,35 Ab	5,70 Bc	7,70 Bd	10,58
Co997	11,40 Ac	13,55 Aa	11,60 Ac	12,18
Média	19,16	10,98	12,39	
-----Ponteiro, kg ha ⁻¹ -----				
SP79-1011	91,25 Aa	102,90 Ab	92,93 Ac	95,69
RB72454	97,15 Ba	115,85 Aa	78,63 Cc	97,21
RB855113	85,33 Ca	133,23 Aa	107,35 Bb	108,64
RB867515	82,80 Ba	122,08 Aa	108,10 Ab	104,33
RB92579	93,45 Aa	90,90 Ab	91,72 Ac	92,02
RB93509	97,50 Aa	96,83 Ab	109,50 Ab	101,28
Co997	86,53 Ca	117,13 Ba	139,08 Aa	114,25
Média	90,57	96,99	103,90	
-----Total, kg ha ⁻¹ -----				
SP79-1011	202,33 Ba	213,33 Bb	232,23 Ac	215,96
RB72454	211,25 Aa	228,23 Ab	199,85 Ad	213,11
RB855113	196,68 Ca	278,28 Aa	247,80 Bb	240,92
RB867515	207,33 Ba	286,73 Aa	279,50 Aa	257,85
RB92579	188,45 Ba	187,70 Bc	213,38 Ad	196,51
RB93509	222,48 Aa	186,55 Bc	225,25 Ac	211,43
Co997	156,88 Bb	229,48 Ab	249,83 Ab	212,06
Média	197,91	230,04	235,41	

⁽¹⁾ Médias seguidas de letras maiúsculas não diferem na linha e médias seguidas de letras minúsculas não diferem na coluna, pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Fonte: Autora, 2011

Valores inferiores também foram encontrados por Soriano (2007) para os cultivares RB72454, RB867515, RB92579 e RB93509 com médias de 105,4; 129,5; 94,0; e 105,4 kg ha⁻¹ de K respectivamente.

Desta forma, os cultivares apresentaram a seguinte ordem decrescente de extração de K total: RB867515 > Co997 > RB855113 > SP79-1011 > RB93509 > RB92579 > RB72454 >.

Os dados referentes à eficiência de utilização do N, P e K para a produção de 1 tonelada de colmo encontram-se na Tabela 10. Observa-se que os cultivares comportaram-se de maneira distinta com relação à exigência de N na parte aérea das plantas.

Para o colmo, os cultivares apresentaram comportamento semelhante, quanto a eficiência do N, não diferindo estatisticamente entre si, apresentando exigência entre 0,61 a 0,65 kg de N para produção de 1 tonelada de cana.

Tabela 10 - Eficiência Nutricional de Nitrogênio, Fósforo e Potássio em kg TCH⁻¹ de sete cultivares de cana-de-açúcar, aos 12 meses, em Coruripe, AL

Tratamentos	N		P ₂ O ₅		K ₂ O		
	Colmo	Total	Colmo	Total	Colmo	Total	
----- kg TCH ⁻¹ -----							
SP79-1011	0,64 A ⁽¹⁾	1,07 C	0,44 A	0,58 A	1,62 A	2,45 B	
RB72454	0,64 A	1,16 B	0,39 A	0,53 A	1,50 B	2,26 C	
RB855113	0,62 A	1,33 A	0,33 B	0,51 A	1,41 C	2,29 C	
RB867515	0,65 A	1,04 C	0,35 B	0,48 B	1,51 B	2,23 C	
RB92579	0,64 A	0,99 C	0,32 B	0,43 B	1,37 C	2,11 C	
RB93509	0,65 A	1,05 C	0,39 A	0,53 A	1,35 C	2,16 C	
CO997	0,61 A	1,23 B	0,35 B	0,54 A	1,42 C	2,59 A	
FV	GL	----- QM -----					
Blocos	03	0,0029 ^{ns}	0,0007 ^{ns}	0,0015 ^{ns}	0,0027 ^{ns}	0,0205 [*]	0,0385 [*]
Variedades (V)	06	0,0010 ^{ns}	0,0591 ^{**}	0,0071 ^{**}	0,0094 ^{**}	0,0367 ^{**}	0,1172 ^{**}
Resíduo	18	0,0032	0,0044	0,0016	0,0022	0,0053	0,0084
Média		0,64	1,12	0,37	0,51	1,45	2,29
CV (%)		8,84	5,92	10,94	9,10	4,99	3,99

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

Fonte: Autora, 2011

Quanto à exigência de N pela parte aérea das plantas (colmo + ponteiros + folhas), constatou-se que o cultivar RB85513 exigiu mais N (1,33 kg t⁻¹) do que os demais cultivares.

As menores exigências de N foram obtidas pelos cultivares RB92579, RB867515, RB93509 e SP79-1011, apresentando valores na faixa de 1,04 a 1,07 kg t⁻¹ de cana. Nesse caso, consideradas mais eficientes na utilização do N.

Soriano (2007), trabalhando com oito cultivares RB de cana-de-açúcar, em tabuleiros costeiros da região de Rio Largo, AL, encontrou valores de eficiência na utilização do N próximos aos encontrados neste estudo (1,05 a 1,21 kg t⁻¹) evidenciando o cultivar RB92579 como mais eficiente, na utilização do N. Por outro lado, Orlando Filho et al. (1980) em experimento com o cultivar CB41-76 cultivado em três solos em São Paulo, mensuraram a exigência de 1,3 kg t⁻¹ de N no colmo. Pinto (2008), encontrou valores variando de 1,13 a 1,56 kg t⁻¹ de N na parte aérea, evidenciando o cultivar RB92579 como o mais eficiente na utilização deste nutriente.

Para o P observa-se que ocorreu diferença estatística tanto no colmo como no total. Os cultivares RB92579, RB855113 e RB867515 revelaram-se mais eficiente que os demais, demandando 0,32: 0,33 e 0,35 kg t⁻¹ de P₂O₅.

Quanto a exigência de P no total apenas os RB92579 e RB867515, mostraram-se menos exigentes, demandando 0,43 e 0,48 kg t⁻¹ de P, respectivamente. Esses resultados diferem dos encontrados por Coleti et al. (2006) que trabalhando com remoção de macronutrientes em Argissolos, relataram que a exigência de P pela cana-soca era de 0,22 kg t⁻¹ de colmo. Oliveira (2008) observou que os cultivares RB867515 e RB92579, foram os mais eficientes em seu estudo, corroborando com os resultados encontrados nesta pesquisa.

Dentre os cultivares menos exigentes em K, no colmo, destacaram-se RB93509, RB92579, RB855113 e Co997, que apresentaram demandas de 1,35: 1,37: 1,41 e 1,42 kg t⁻¹ de K, respectivamente (Tabela 10). Vale salientar que o cultivar RB92579 apesar de baixa exigência em K, apresentou elevada produtividade.

Quanto ao total, observa-se a formação de três grupos, evidenciando o cultivar Co997 como o mais exigente, o SP79-1011 com exigência intermediária, e, os demais cultivares como os mais eficientes, vale salientar que apesar da alta exigência do SP79-1011, comparada aos demais, requerendo 1,62 kg t⁻¹ de K, essa exigência não foi convertida em produtividade, sobretudo quando comparada ao cultivar RB92579.

Franco et al. (2008), em dois solos do Estado de São Paulo, verificou elevada exigência de K pelo cultivar SP81-3250, esses autores observaram necessidade de 3,54 kg de K para produção de 1 TCH. Oliveira (2008), observou necessidade de 2,58 kg t⁻¹ de K, para o cultivar SP79-1011, evidenciando-o como o mais exigente em K, em sua pesquisa; corroborando assim com os resultados deste estudo.

2.4 Conclusões

1. Ocorreu diferença estatística entre os cultivares para Nitrogênio nas diversas épocas e partes da plantas analisadas.
2. Aos 360 DAC o cultivar RB867515 apresentou maior média de acúmulo de NPK no colmo.
3. O cultivar RB855113 mostrou-se como mais exigente em N e P total e no colmo, respectivamente.
4. Os cultivares RB92579, RB867515, RB93509 e SP79-1011 foram mais eficientes na utilização do N.
5. Para K os cultivares mais eficientes foram: RB92579, RB93509, RB867515, RB72454 e RB855113..

REFERÊNCIAS

- AMARAL, J. F. T. **Eficiência de produção de raízes, absorção, translocação e utilização de nutrientes em cultivares de café arábica**. Viçosa, MG: UFV, 2002. 97 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2002.
- BARBOSA, M. H. P. et al. Acúmulo e alocação de nutrientes pela RB72454 no ciclo da cana-planta. In: CONGRESSO NACIONAL DA SOCIEDADE DOS TÉCNICOS AÇUCAREIROS E ALCOOLEIROS DO BRASIL. 8. Recife. 2002. **Anais...** Recife: STAB, 2002. p. 267.
- CAMPOS, H. **Estatística aplicada à experimentação com cana-de-açúcar**. Piracicaba: FEALQ, 1984.
- COALE, F. J. et al. Nutrient accumulation and removal by sugar cane grown on everglades histosols. **Agronomy Journal**, Madison, 1993. v. 85, p. 310-315.
- COLETI, J.T. et al. 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.
- _____. Remoção de macronutrientes pela cana-planta e cana-soca em argissolos, variedades RB83486 e SP81-3250. **STAB: Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, v. 24, p. 32-36, 2006.
- FAGERIA, N. K., BARBOSA FILHO, M. P. Avaliação preliminar de cultivares de arroz irrigado para maior eficiência de utilização de nitrogênio. **Pesquisa. Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 17, p. 1709-1712, 1982.
- FRANCO, H. C. J. et al. Acúmulo de nitrogênio, fósforo e potássio, durante o ciclo de cana-planta, relacionados à adubação nitrogenada. In: CONGRESSO NACIONAL DA SOCIEDADE DOS TÉCNICOS AÇUCAREIROS E ALCOOLEIROS DO BRASIL, 8., Maceió, 2008. **Anais...** Maceió, STAB, 2008. p. 228-234.
- KARTHIKEYAN, P. K. et al. Effect of potassium fertilization on the cane yield, juice quality and economics sugar cane grown on farmers' fields of Tamil Nadu. **Fert. News**, Amsterdam, v. 48 p. 31-38, 2003.
- KOLCHINSKI, E. M.; SCHUCH, L. O. B. Eficiência no uso do nitrogênio por cultivares de aveia branca de acordo com a adubação nitrogenada. **Revista. Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 27, p. 1033-1038, 2003.
- LAUCHLI, A. Soil science in the next twenty five years: does a biotechnology play a role. **Soil Science Society of America. Journal**, Madison, v. 51, p. 1405-1409, 1987.
- LUCA, E. F. et al. Eficiência de absorção e utilização de fósforo (32P) por mudas de eucalipto e arroz. **Scientia. Agricola**, Piracicaba v. 59, p. 543-547, 2002.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional de plantas**. Piracicaba: Potafos, 1989. 201p.

_____.; _____.; _____. **Avaliação do estado nutricional de plantas**. 2. ed. Piracicaba: Potafos, 1997.

MARTINEZ, H. E. P. et al. Comportamento de variedades de soja cultivadas sob diferentes níveis de fósforo: II. Translocação do fósforo absorvido e eficiência nutricional. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v.17, p.239-244, 1993.

MENDES, L. C. **Eficiência nutricional de cultivares de cana-de-açúcar**. 2006. 46 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2006.

OLIVEIRA, M.W.; et al. Avaliação de sete variedades de cana-de-açúcar sob irrigação complementar. In: REUNIÃO BRASILEIRA DEFERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS. 15., Rio de Janeiro, 2002, **Anais...** Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2002. CD-ROM.

OLIVEIRA, E. C. A. **Dinâmica de nutrientes na cana-de-açúcar em sistema irrigado de produção**. 2008. 73 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Ciência do Solo) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2008.

OLIVEIRA, M. W. et al. Matéria seca e nutrientes na palhada de dez variedades de cana-de-açúcar. **STAB, Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, v.21, p.31, 2003.

ORLANDO FILHO, J., HAAG, H. P., E ZAMBELLO JÚNIOR., E. Crescimento e absorção de macronutrientes pela cana-de-açúcar, em função da idade em solos do Estado de São Paulo. Piracicaba, **Boletim Técnico Planalsucar**, v. 2, p.128, 1980.

PINTO, A. S. **Diagnose do estado nutricional de sete variedades de cana-de-açúcar (*Saccharum spp*) segundo corte, no município de Coruripe estado de Alagoas**. 2008. 80 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Produção Vegetal) - Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, 2008.

PRADO, R. M.; FERNANDES, F. M.; NATALE, W. Calcário e escória de siderurgia avaliados por análise foliar, acúmulo, e exportação de macronutrientes em cana-de-açúcar. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 59, p. 129-135, 2002.

RAIJ, B.V. Nova tabela de adubação e calagem para a cana-de-açúcar. In: SEMANA DA CANA-DE-AÇÚCAR DE PIRACICABA. Piracicaba, 1997. **Anais...** Piracicaba: ESALQ/IAC, 1997. p. 40-42.

RAKKIYAPPAN, P. et al. Uptake of nitrogen, phosphorus and potassium by some promising mid late maturing sugarcane clones. **Sugar Technologist**, Melbourne, v. 9, p. 27, 2007
RODRIGUES, J. D. **Fisiologia da cana-de-açúcar**. Botucatu: Instituto de Biociências – Universidade Estadual Paulista, 1995. Apostila.

ROZANE, D.E.; et AL. Acúmulo de matéria seca e de sacarose em cana-de-açúcar adubada com diferentes doses de N. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 29., Ribeirão Preto: SBCS, 2003. **Anais...** Ribeirão Preto-SP: SBCS, 2003. v.1 (CD-ROM).

SILVA, L. C. **Análise de crescimento e acúmulo nutrientes de sete cultivares de cana-de-açúcar (*Saccharum spp*) na Região de Coruripe-AL.** 2007, 74 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Produção Vegetal) - Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, 2007.

SILVA, L. C. et al. Remoção de nitrogênio em quatro variedades de cana-de-açúcar (*Saccharum spp*) na região de Coruripe-AL. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 31., Gramado, 2007. **Anais...** Gramado, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007a. CD-ROM.

SORIANO, H. L. **Extração e eficiência na utilização de macro e micro nutrientes por variedades RB de cana-de-açúcar.** 2007, 22 f. Monografia (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, 2007.

TRIVELIN, P. C. O. **Utilização do nitrogênio pela cana-de-açúcar: três casos estudados com o uso do traçador ^{15}N .** 2000. 143 f. Tese (Livre-docência) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2000.

_____.; RODRIGUES, J. C. S.; VICTORI, R. L. Utilização por soqueira de cana-de-açúcar de início de safra do nitrogênio da aquamônia ^{15}N aplicado ao solo em complemento à vinhaça. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 31, p. 89-99, 1996.

VITTI, G. C., MAZZA, J. A. Planejamento, estratégias de manejo e nutrição da cultura de cana-de-açúcar. **Informações Agrônomicas**, v. 97, p. 1-16, 2002. Encarte Técnico.

3 ACÚMULO E EFICIÊNCIA DE Ca, Mg E S EM SETE CULTIVARES DE CANA-DE-AÇÚCAR NO CICLO DE CANA-SOCA, NA REGIÃO DE CORURIFE-AL

RESUMO

Para que as exigências nutricionais da cana-de-açúcar venham a ser satisfeitas de maneira racional, torna-se fundamental o conhecimento não apenas das quantidades de nutrientes necessárias, mas também da época em que são requeridos com maior intensidade. Nesse sentido objetivou-se estudar o acúmulo e eficiência de Ca, Mg e S em sete cultivares de cana-de-açúcar, SP79-1011, RB72454, RB855113, RB867515, RB92579, RB93509 e Co997, durante o ciclo de cana-soca. O experimento foi realizado na Fazenda Progresso, pertencente à Usina Coruripe, no município de Coruripe-AL, no período de dezembro de 2006 a dezembro de 2007. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, em esquema de parcelas subdivididas, envolvendo cultivares, que constituíram as parcelas, e épocas de avaliação, como subparcelas. Foram utilizadas quatro repetições com parcelas apresentando 10 m de comprimento por 6,0 m de largura, com espaçamento entre fileiras de 1,0 m. Os dados coletados foram submetidos à análise de variância e ao teste F, e as médias foram comparadas pelo teste Scott- Knott a 5% de probabilidade. Para amostragem dos dados foi adotado um intervalo temporal de 120 dias até 360 dias após o corte. Ocorreu diferença estatística para Ca, Mg e S, nas diversas épocas e partes das plantas analisadas. Aos 360 DAC o cultivar RB867515 apresentou maior média de acúmulo de Ca, Mg e S no colmo. Os cultivares RB72454, Co997, RB867515, RB93509 e RB855113 mostraram-se mais exigentes em Ca total. Para Mg total, os cultivares mais eficientes foram: RB855113, SP79-1011 e RB92579. Os cultivares SP79-1011, RB855113, RB92579 e RB93509 foram mais eficientes na utilização do S total.

Palavras-chave: Cálcio. Magnésio. Enxofre.

ABSTRACT

For the nutritional requirements of sugar cane will be met in a rational way, it becomes important to know not only the amounts of nutrients needed, but also the time that is required with greater intensity. In that sense it was aimed to study the accumulation and efficiency of Ca, Mg and S in seven cultivars of sugar cane, SP79-1011, RB72454, RB855113, RB867515, RB92579, RB93509 and Co997, during the cycle of sugarcane-soca. The used experimental delineamento was it of blocks casualizados, in outline of subdivided portions, involving cultivate, that they constituted the portions, and evaluation times, as subparcelas. Four repetitions were used with portions presenting 10 m of length for 6,0 m of width, with spacing among arrays of 1,0 m. The collected data were submitted to the variance analysis and the test F, and the averages were compared by the test Scott - Knott to 5% of probability. To sample the data was adopted a time interval of 120 days to 360 days after cutting. There were statistical differences for Ca, Mg and S in different eras and parts of plants analyzed. At 360 DAC the cultivar RB867515 highest average accumulation of Ca, Mg and S in the stem. Cultivars RB72454, Co997, RB93509 RB855113 RB867515 and were more demanding in total Ca. For total Mg, the cultivars were more efficient: RB855113, SP79-1011 and RB92579. Os cultivars SP79-1011, RB855113, RB92579 RB93509, and were more efficient in the use of total S.

Keywords: Calcium. Magnesium. Sulfur.

3.1 Introdução

As exigências minerais da cultura da cana-de-açúcar, assim, como as quantidades de nutrientes removidas pela cultura, são conhecimentos fundamentais para o estudo da adubação, indicando a quantidade de nutrientes a serem fornecidos.

O potencial de crescimento e de desenvolvimento da cana-de-açúcar é limitado pela habilidade da planta em absorver eficientemente nutrientes disponíveis do solo.

Os nutrientes, quando solubilizados, podem ser lixiviados pelas águas superficiais e subterrâneas, permanecer adsorvido a superfície dos minerais ou serem perdidos para atmosfera.

O cálcio (Ca) estimula o desenvolvimento das raízes, aumenta a resistência a pragas e doenças e auxilia na fixação simbiótica de nitrogênio (Vitti & Otto, 2003). O mesmo é absorvido, principalmente, por fluxo de massa e em menor proporção por interceptação radicular (Prado et al. 2008). A deficiência prejudica as regiões de crescimento, o desenvolvimento radicular e o vigor dos colmos (Casagrande, 1991). No caso de deficiências severas, a gema apical e a planta podem morrer. Em excesso, o cálcio pode aumentar a absorção de magnésio e reduzir a absorção de potássio (Clementes, 1959).

O magnésio (Mg) é absorvido em maior proporção por fluxo de massa e também por interceptação radicular (Casagrande, 1991). O processo de absorção é na forma de Mg^{2+} e pode ser inibido por altas concentrações de cálcio e potássio no solo (Prado et. al. 2008).

O magnésio permanece na forma iônica nas plantas e participa na constituição da clorofila e ativador enzimático na transferência de fosfatos. Na clorofila, o Mg é o átomo central da estrutura de anel tipo porfirina junto às membranas fotossintéticas, deste modo, há relação direta na diminuição da taxa fotossintética com a deficiência deste elemento. Como ativador enzimático, exerce papel fundamental nas enzimas envolvidas na respiração, fotossíntese e síntese de DNA e RNA (Taiz & Zeiger, 2009).

O enxofre (S) é absorvido pelas raízes por fluxo de massa, na forma de SO_4^- e nas folhas na forma de SO_2^- (Casagrande, 1991). Para Wilson (1962), é conhecido que o enxofre é componente estrutural de aminoácidos como a cistina (27% de S) e metionina (21% de S). Para Vitti (1988), faz parte de reguladores de crescimento (tiamina, biotina e glutamina), que participam de reações de oxirredução. Este elemento está intimamente ligado ao metabolismo do nitrogênio, convertendo N-aminoácidos (não-protéico) em nitrogênio protéico (Prado et. al, 2008).

Os sintomas de deficiência de enxofre assemelham-se aos de nitrogênio, porém aparecem nas folhas mais jovens, as quais começam a perder a cor verde normal; surgem também pequenas manchas, ligeiramente cloróticas, de formas irregulares, dispostas paralelamente as nervuras. As

folhas jovens e senescentes podem mostrar tons arroxeados e os colmos finos (Malavolta, 1982).

Nesse sentido, vários pesquisadores vêm ao longo dos anos estudando extrações de Ca, Mg e S. Catani et al. (1959) evidenciaram que as extrações para uma tonelada de colmos de cana-planta foram de 0,36 de CaO, 0,32 de MgO, e 0,42 de SO_4^- . Orlando Filho et al. (1980) encontraram 0,83 de CaO, 0,56 de MgO e 0,84 de SO_4^- . 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. Recentemente, Silva (2007) evidenciou extração de Ca, Mg e S na ordem de 0,32: 0,28 e 0,24 kg t⁻¹. Outros pesquisadores em diferentes cultivares e classes de solo revelaram que a exigência nutricional para produção de uma tonelada de colmo por hectare (TCH) variou de 0,11 a 0,56 de Ca, 0,13 a 0,48 de Mg e 0,15 a 0,28 de S (Orlando Filho et al. 1980; Coleti et al. 2006; Tasso Junior et al. 2007a; Franco et al. 2008a).

Diante do exposto objetivou-se com este trabalho avaliar o acúmulo e eficiência de Ca, Mg e S em sete cultivares (SP79-1011, RB72454, RB855113, RB867515, RB92579, RB93509 e Co997) de cana-de-açúcar, durante o ciclo de cana-soca.

3.2 Material e Métodos

3.2.1 Caracterização do ambiente experimental

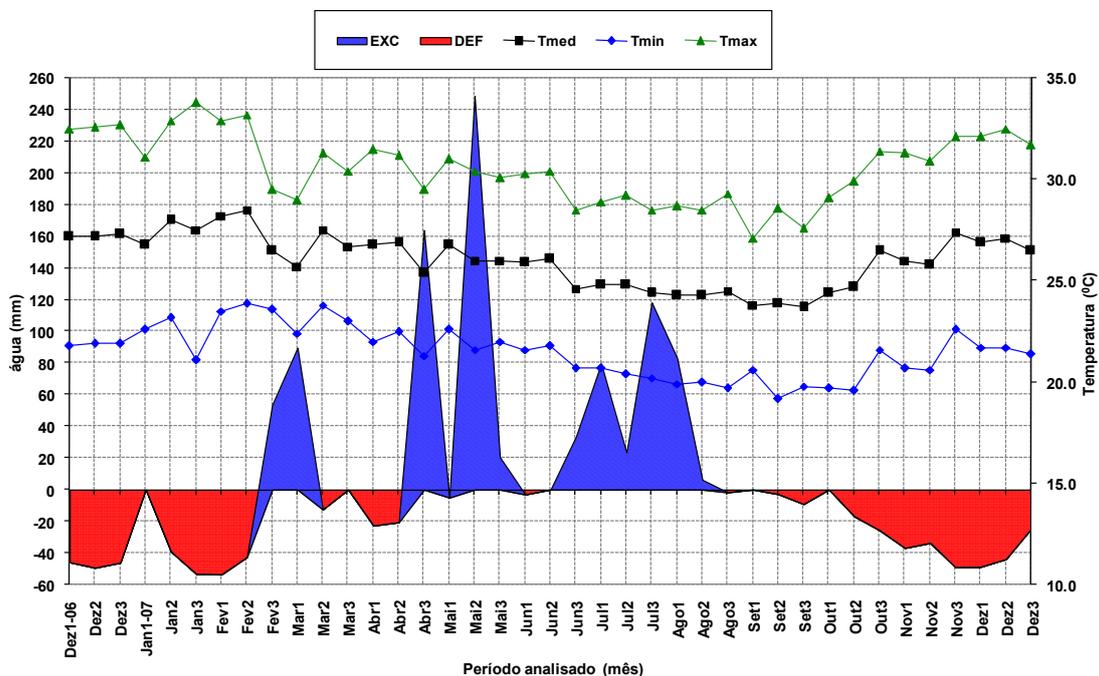
O trabalho foi realizado na Fazenda Progresso, Bloco 72 pertencente à Usina Coruripe, Coruripe – AL, durante o ciclo de cana-soca, no período de dezembro de 2006 a dezembro de 2007. Nesse período foram quantificadas temperaturas médias superiores a 25°C e precipitação pluvial anual de 1584,5 mm, distribuída nos períodos de crescimento da cultura (Figura 11).

No período que vai do primeiro decêndio de dezembro, ao segundo decêndio de fevereiro, foi o período em que o déficit hídrico foi mais acentuado, e em que a temperatura do ar obteve-se no seu máximo, com valores que variaram de 31 a 34 °C, para este período. As maiores precipitações ocorreram no período que vai do segundo decêndio de abril ao terceiro decêndio de maio, havendo nesse período uma diminuição da temperatura do ar. As precipitações pluviais nesse período variaram de 5,0 a 250 mm.

O solo é um Argissolo Amarelo Distrocoeso fragipânico, textura arenosa/argilosa, A moderado e relevo plano.

Os cultivares em estudo foram: SP79-1011, RB72454, RB855113, RB867515, RB92579, RB93509 e Co997 os quais são os mais plantadas na Usina Coruripe-Al. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, em esquema de parcelas subdivididas, envolvendo cultivares, que constituíram as parcelas, e épocas de avaliação, como subparcelas. Foram utilizadas quatro repetições com parcelas apresentando 10 m de comprimento por 6,0 m de largura, com espaçamento entre fileiras de 1,0 m.

Figura 11 - Balanço hídrico e temperatura média decendial para o período de dezembro/2006 a dezembro/2007, Fazenda Progresso, Usina Coruripe, Alagoas.



Fonte: Autora, 2011

Foi feita uma adubação de socaria, na dose de 96 kg ha⁻¹ de N, 36 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 144 kg ha⁻¹ de K₂O.

A cada quatro 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 dos nutrientes (Ca, Mg e S), segundo método descrito por Malavolta et al. (1989).

O acúmulo de nutrientes nos componentes da parte aérea (colmo, folha e ponteiro), foi obtido multiplicando-se os valores das concentrações desses elementos pelos valores da massa verde dos referidos componentes

A eficiência de utilização nos componentes da parte aérea (colmo, folha e ponteiro), foi obtida pela relação da quantidade de nutriente extraída e a produção de massa verde dos referidos componentes.

Os dados coletados foram submetidos à análise de variância e ao teste F. As interações significativas foram desdobradas e, para avaliar o efeito de variedades dentro de cada época, utilizou-se resíduo combinado segundo a fórmula de Satterthwaite, citada por Campos (1984). As médias foram comparadas pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade utilizando para isso o programa estatístico SAEG 5.0.

3.3 Resultados e Discussão

Os dados referentes aos acúmulos de (Ca, Mg e S) no colmo, folha e ponteiro para os cultivares SP79-1011, RB72454, RB855113, RB867515, RB92579, RB93509 e Co997 nas três épocas avaliadas, encontram-se nas Tabelas 11, 12 e 13, respectivamente.

O comportamento do acúmulo de Ca apresentou duas fases distintas, definida pela distribuição do elemento na planta. Na fase que corresponde dos 120 aos 240 dias após corte (DAC), os maiores acúmulos de Ca foi predominante nos + ponteiros com percentuais médios de 63,4 e 67,7%, respectivamente.

Para os colmos, o percentual médio variou de 36,6 a 50,9% dos 120 aos 360 DAC (Tabela 11).

Observa-se que os cultivares diferiram tanto entre épocas como entre cultivares nas quantidades extraídas de Ca dos 120 as 360 DAC. Inicialmente os cultivares que apresentaram maiores médias de acúmulo de Ca no colmo foram RB93509, RB867515 e RB92579 diferindo dos demais. Aos 360 DAC o cultivar que apresentou maior média de acúmulo de Ca no colmo foi RB867515, diferindo assim dos demais.

Para o acúmulo de Ca total, observa-se que aos 120 DAC ocorreu diferença estatística entre os cultivares, destacando-se entre os demais com maior média o RB93509 e com menor

média de acúmulo de Ca total o Co997. Ao final do ciclo o cultivar que obteve maior acúmulo foi RB867515, com média de (71,63 kg ha⁻¹). Vale salientar que esse cultivar apresentou maiores médias de acúmulo de Ca nos colmos, folhas e ponteiros ao longo do ciclo.

Resultados superiores ao deste estudo foram observados por Oliveira (2008) 142 kg ha⁻¹ no SP79-1011 e 272 kg ha⁻¹ no RB72579. Orlando Filho (1980) e Mendes (2006), que encontraram valores de Ca acumulados variando entre 149 e 138 kg ha⁻¹, respectivamente.

Por outro lado, valores abaixo dos encontrados neste estudo, foram observados por Silva (2007) e Soriano (2007), com médias 10,04 e 10,72 kg ha⁻¹ de Ca no colmo, respectivamente.

No entanto, valores semelhantes foram evidenciados por Pinto (2008), 46,06 e 51,02 kg ha⁻¹ de Ca para os cultivares SP79-1011 e RB855113 e Orlando Filho et al. (1980) trabalhando com o cultivar CB41-76 em diferentes solos encontraram valores de Ca entre 24,41 a 44,22 kg ha⁻¹, corroborando assim, com os resultados desta pesquisa.

Tabela 11 - Acúmulo de Cálcio nos colmos, folhas e ponteiros de sete cultivares de cana-de-açúcar, no ciclo de cana-soca, em três épocas de avaliação, em Coruripe, AL

Tratamentos	Cálcio			Média
	DAC (dias)	120	240	
-----Colmo, kg ha ⁻¹ -----				
SP79-1011	12,33 Bb ⁽¹⁾	10,53 Bb	22,78 Ad	15,21
RB72454	12,30 Bb	9,68 Bb	26,98 Ac	16,32
RB855113	12,00 Bb	9,38 Bb	22,80 Ad	14,73
RB867515	16,23 Ba	12,58 Ca	39,20 Aa	22,67
RB92579	15,23 Ba	13,40 Ba	31,70 Ab	20,11
RB93509	17,48 Ba	14,73 Ba	30,83 Ab	21,01
Co997	9,13 Bb	8,59 Bb	27,08 Ac	14,93
Média	13,53	11,27	28,77	
-----Folha, kg ha ⁻¹ -----				
SP79-1011	6,65 Ac	7,28 Ab	5,90 Aa	6,61
RB72454	7,78 Bb	11,73 Aa	6,45 Bb	8,65
RB855113	8,38 Bb	9,83 Aa	7,18 Ba	8,46
RB867515	11,30 Aa	11,03 Aa	6,38 Ba	9,57
RB92579	4,93 Bc	11,18 Aa	4,33 Bb	6,81
RB93509	9,83 Aa	7,73 Bb	5,13 Cb	7,56
Co997	4,63 Bc	10,58 Aa	4,20 Bb	6,47
Média	7,64	9,91	5,65	
-----Ponteiro, kg ha ⁻¹ -----				
SP79-1011	17,18 Aa	12,30 Bb	18,90 Ab	16,13
RB72454	14,63 Ba	10,75 Bb	21,43 Ab	15,60
RB855113	17,18 Ba	13,05 Cb	21,95 Ab	17,39
RB867515	15,88 Ca	20,43 Ba	26,05 Aa	20,79
RB92579	14,45 Aa	11,23 Ab	15,50 Ab	13,73
RB93509	16,88 Ba	14,03 Bb	23,13 Ab	18,01
Co997	14,63 Ba	14,23 Bb	27,85 Ab	18,90
Média	15,83	13,72	22,12	
-----Total, kg ha ⁻¹ -----				
SP79-1011	36,15 Bb	30,10 Bb	47,58 Ac	37,94

RB72454	34,70 Bb	32,15 Bb	54,85 Ab	40,57
RB855113	37,55 Bb	32,25 Bb	51,93 Ac	40,58
RB867515	43,40 Bb	44,03 Ba	71,63 Aa	53,03
RB92579	34,60 Bb	35,80 Bb	51,53 Ac	40,64
RB93509	44,18 Ba	36,48 Cb	59,08 Ab	46,58
Co997	28,38 Bc	33,40 Bb	59,13 Ab	40,30
Média	36,99	34,89	56,53	

⁽¹⁾ Médias seguidas de letras maiúsculas não diferem na linha e médias seguidas de letras minúsculas não diferem na coluna, pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Fonte: Autora, 2011

Para o Magnésio (Mg), foi possível observar diferença estatística em todas as épocas analisadas para todas as partes da planta.

Até os 240 dias após o corte (DAC), os maiores acúmulos de Mg, foi predominante nos ponteiros + folhas, com percentuais variando de 55,6 a 62,67% (120 e 240 DAC). A partir dos 240 DAC, os maiores incrementos foram observados nos colmos com 57,8% aos 360 DAC.

O cultivar RB867515 apresentou os maiores acúmulos de Mg no colmo aos 360 DAC, sendo diferente estatisticamente dos demais cultivares. (Tabela 12). Com menor acúmulo no colmo, evidenciou-se o SP79-1011, com média de 18,25 kg ha⁻¹ de Mg.

Tabela 12 - Acúmulo de Magnésio nos colmos, folhas e ponteiros de sete cultivares de cana-de-açúcar, no ciclo de cana-soca, em três épocas de avaliação, em Coruripe, AL

Tratamentos	Magnésio			
	DAC (dias)	120	240	360
-----Colmo, kg ha ⁻¹ -----				
SP79-1011	8,88 Bb ⁽¹⁾	7,38 Bb	18,25 Ac	11,50
RB72454	10,63 Ba	7,60 Cb	21,30 Ab	13,18
RB855113	10,93 Ba	7,03 Cb	15,20 Ad	11,05
RB867515	12,13 Ba	9,45 Ca	32,70 Aa	18,06
RB92579	11,28 Ba	8,88 Ba	23,23 Ab	14,46
RB93509	12,33 Ba	10,98 Ba	23,30 Ab	15,54
Co997	7,95 Bb	6,93 Ba	22,03 Ab	12,30
Média	10,59	8,32	22,29	
-----Folha, kg ha ⁻¹ -----				
SP79-1011	3,48 Aa	3,38 Ac	2,75 Ab	3,20
RB72454	3,45 Ca	5,78 Aa	4,55 Ba	4,59
RB855113	4,18 Aa	4,58 Ab	4,48 Aa	4,41
RB867515	4,48 Aa	5,03 Ab	3,10 Bb	4,20
RB92579	2,58 Bb	4,55 Ab	1,80 Bc	2,98
RB93509	3,75 Aa	3,93 Ac	3,08 Ab	3,59
Co997	2,85 Bb	6,45 Aa	3,00 Bb	4,10
Média	3,54	4,81	3,25	
-----Ponteiro, kg ha ⁻¹ -----				
SP79-1011	12,00 Aa	5,90 Cd	8,83 Bc	8,91
RB72454	8,80 Bb	9,63 Bb	12,80 Ab	10,41
RB855113	10,25 Ba	8,20 Bc	15,70 Aa	11,38
RB867515	9,23 Bb	12,73 Aa	15,03 Aa	12,33
RB92579	7,73 Ab	5,80 Ad	8,45 Ac	7,33
RB93509	9,00 Bb	9,58 Bb	13,60 Ab	10,73
Co997	11,00 Ba	12,30 Ba	16,80 Aa	13,37
Média	9,72	9,16	13,03	
-----Total, kg ha ⁻¹ -----				

SP79-1011	24,35 Ba	16,65 Cb	29,83 Ad	23,61
RB72454	22,88 Ba	23,00 Ba	38,65 Ab	28,18
RB855113	25,35 Ba	19,80 Cb	35,38 Ac	26,84
RB867515	25,83 Ba	27,20 Ba	50,83 Aa	34,62
RB92579	21,58 Ba	19,23 Bb	33,48 Ac	24,76
RB93509	25,08 Ba	24,48 Ba	39,98 Ab	29,85
Co997	21,80 Ba	25,68 Ba	41,83 Ab	29,77
Média	23,84	22,29	38,57	

(1) Médias seguidas de letras maiúsculas não diferem na linha e médias seguidas de letras minúsculas não diferem na coluna, pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Fonte: Autora, 2011

Para o acúmulo no total, observou-se que o cultivar RB867515, por ter apresentado maiores acúmulos no colmo e ponteiros ao longo do ciclo, destacou-se dos demais, com maiores médias de acúmulos ($50,83 \text{ kg ha}^{-1}$). Com acúmulos intermediários, identificaram-se dois grupos de cultivares, destacando o dos Co997, RB93509 e RB72454, com médias aproximadas. O cultivar SP79-1011 por ter apresentado menores acúmulos no colmo e ponteiros, apresentou menor acúmulo de Mg na parte aérea das plantas.

Oliveira (2008) trabalhando com cultivares em regime irrigado observou valores acima dos encontrados neste estudo. No entanto, constatou que o cultivar SP79-1011 foi o que menos acumulou Mg. Por outro lado, Silva (2007) e Pinto (2008) encontraram menores médias de acúmulos de Mg para o cultivar SP79-1011 corroborando assim com esta pesquisa.

Desta forma, os cultivares apresentaram a seguinte ordem decrescente de extração de Mg total: RB867515 > Co997 > RB93509 > RB72454 > RB855113 > RB92579 > SP79-1011.

No que se refere ao acúmulo de enxofre (S), observa-se que ocorreu diferença estatística entre os cultivares e entre as épocas analisadas, para todas as partes da planta (Tabela 13). Até os 240 dias após o corte (DAC) os maiores acúmulos de S predominaram nos ponteiros + folhas, com aproximadamente 56,7 e 51%, respectivamente. A partir dos 240 DAC as maiores alocações foram evidenciadas no colmo, apresentando crescimento linear, chegando ao final do ciclo com aproximadamente 61% do S acumulado.

Franco (2008b) encontrou percentual de 54% de S nos colmos. Ele afirma ainda que mais da metade do S absorvido pelas plantas é removido pelos colmos na colheita do canavial, do restante, cerca de 30% do S total está na palhada (folhas secas e ponteiro).

Constatou-se que o cultivar RB867515 apresentou maior acúmulo de S no colmo, diferindo assim dos demais cultivares. Vale salientar que este cultivar também apresentou maior acúmulo de Ca e Mg no colmo. Salienta-se ainda sua alta produtividade.

Para o acúmulo de S total, observou-se a formação de três grupos distintos, evidenciando o cultivar RB867515 como o de maior acúmulo ($28,65 \text{ kg ha}^{-1}$ de S), o grupo intermediário, foi formado pelos: Co997, RB855113 e RB93509, e, os demais com as

menores médias de acúmulo de S.

Soriano (2007) trabalhando com oito cultivares RB encontrou valores semelhantes aos deste estudo, com médias de acúmulo no colmo de aproximadamente (14 kg ha^{-1} de S), evidenciando o cultivar RB867515 como o que mais acumulou.

No entanto, os acúmulos de S encontrados neste estudo, são inferiores aos encontrados por outros pesquisadores (Tasso Junior 2007b; Silva 2007; Pinto 2008), em cana-planta.

Tabela 13 - Acúmulo de Enxofre nos colmos, folhas e ponteiros de sete cultivares de cana-de-açúcar, no ciclo de cana-soca, em três épocas de avaliação, em Coruripe, AL

Tratamentos	Enxofre			
	DAC (dias)	120	240	360
-----Colmo, kg ha^{-1} -----				
SP79-1011	6,23 Bb ⁽¹⁾	6,85 Bc	13,65 Ab	8,91
RB72454	8,30 Ba	6,75 Bc	12,13 Ab	9,06
RB855113	8,05 Ba	8,78 Bb	10,98 Ab	9,27
RB867515	7,98 Ca	14,43 Ba	18,40 Aa	13,60
RB92579	6,98 Bb	8,30 Bb	11,95 Ab	9,08
RB93509	8,03 Ba	5,68 Cc	11,68 Ab	8,46
Co997	5,35 Bb	4,95 Bc	12,18 Ab	7,49
Média	7,27	7,96	12,99	
-----Folha, kg ha^{-1} -----				
SP79-1011	3,75 Ab	0,83 Bb	1,23 Bb	1,94
RB72454	3,08 Ab	1,30 Cb	1,95 Ba	2,11
RB855113	3,48 Ab	1,38 Cb	2,40 Ba	2,42
RB867515	4,88 Aa	1,78 Ba	1,83 Ba	2,83
RB92579	2,18 Ac	1,28 Bb	0,80 Bb	1,42
RB93509	3,33 Ab	1,23 Bb	1,43 Bb	1,99
Co997	2,43 Ac	1,78 Ba	1,45 Bb	1,89
Média	3,30	1,37	1,58	
-----Ponteiro, kg ha^{-1} -----				
SP79-1011	8,23 Aa	4,28 Bc	4,25 Bb	5,59
RB72454	5,88 Ab	4,60 Ac	4,95 Ab	5,14
RB855113	6,30 Ab	7,65 Ab	7,83 Aa	7,26
RB867515	4,28 Bc	9,83 Aa	8,42 Aa	7,51
RB92579	6,55 Ab	4,70 Ac	5,00 Ab	5,42
RB93509	5,88 Bb	5,08 Bc	7,70 Aa	6,22
Co997	6,80 Bb	9,83 Aa	9,08 Aa	8,57
Média	6,27	6,57	6,75	
-----Total, kg ha^{-1} -----				
SP79-1011	18,25 Aa	11,95 Bc	19,18 Ac	16,46
RB72454	17,25 Aa	12,65 Bc	19,03 Ac	16,31
RB855113	17,83 Ba	17,80 Bb	21,20 Ab	18,94
RB867515	17,13 Ba	26,03 Aa	28,65 Aa	23,94
RB92579	15,70 Aa	14,28 Ac	17,75 Ac	15,91
RB93509	17,23 Ba	11,88 Cc	20,80 Ab	16,64
Co997	14,58 Ba	16,55 Bb	22,70 Ab	17,94
Média	16,85	15,88	21,33	

⁽¹⁾ Médias seguidas de letras maiúsculas não diferem na linha e médias seguidas de letras minúsculas não diferem na coluna, pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Fonte: Autora, 2011

Desta forma, os cultivares apresentaram a seguinte ordem decrescente de extração de S total: RB867515 > Co997 > RB855113 > RRB93509 > SP79-1011 > RB72454 > B92579.

Observa-se que os cultivares comportaram-se de maneira distinta com relação à exigência de Ca na parte aérea das plantas (Tabela 14). Para o colmo, houve a formação de dois grupos, destacando os cultivares RB855113 e SP79-1011 como os mais eficientes, com necessidade de apenas 0,22 e 0,25 kg de Ca, para a produção de 1 TCH.

Tabela 14 - Eficiência Nutricional de Ca, Mg e S em kg TCH⁻¹ de sete cultivares de cana-de-açúcar, aos 12 meses, em Coruripe, AL

Tratamentos	Ca		Mg		S		
	Colmo	Total	Colmo	Total	Colmo	Total	
----- kg TCH ⁻¹ -----							
SP79-1011	0,25 B ⁽¹⁾	0,42 B	0,20 B	0,26 C	0,15 A	0,17 B	
RB72454	0,32 A	0,52 A	0,25 A	0,37 A	0,14 A	0,18 A	
RB855113	0,22 B	0,40 B	0,15 C	0,28 C	0,11 B	0,16 B	
RB867515	0,31 A	0,48 A	0,26 A	0,34 B	0,15 A	0,19 A	
RB92579	0,32 A	0,43 B	0,24 A	0,28 C	0,12 B	0,15 B	
RB93509	0,32 A	0,47 A	0,24 A	0,32 B	0,12 B	0,17 B	
CO997	0,32 A	0,51 A	0,26 A	0,36 A	0,14 A	0,19 A	
FV	GL	----- QM -----					
Blocos	03	0,00084 ^{ns}	0,0015 ^{ns}	0,00127 ^{ns}	0,0015 ^{ns}	0,0011 ^{ns}	0,0027
Variedades (V)	06	0,0068 ^{**}	0,0086 ^{**}	0,0070 ^{**}	0,0077 ^{**}	0,00108 [*]	0,0011 [*]
Resíduo	18	0,00098	0,0013	0,0005	0,0005	0,00036	0,0004
Média		0,29	0,46	0,23	0,31	0,13	0,17
CV (%)		10,68	7,83	9,93	7,34	14,45	11,23

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

Fonte: Autora, 2011

Quanto a parte aérea (colmo + ponteiros + folhas), manteve-se a formação de dois grupos, porém o cultivar RB92579 migrou para o grupo dos menos exigentes, em Ca, comparando-se aos demais. As maiores exigências foram observadas pelos cultivares RB72454, Co997, RB867515 e RB93509. Pinto (2008) observou valores próximos aos encontrados nesta pesquisa, evidenciando os cultivares SP79-1011 e RB72454, como pouco exigentes em Ca.

O cultivar RB855113 foi mais eficiente na utilização do Mg, para o colmo, em relação aos demais cultivares, apresentando necessidade de apenas 0,15 kg de Mg, para a produção de 1 TCH. Para o total houve a formação de três grupos, evidenciando os cultivares RB855113, SP79-1011 e RB92579, como os mais eficientes na utilização do Mg. Resultados superiores aos obtidos neste estudo, foram observados por Oliveira et al. (2008), apresentando em média necessidade de 0,44 kg de Mg para produção de 1 TCH.

Com relação ao S no colmo, os cultivares RB855113, RB92579 e RB93509 foram os menos exigentes, requerendo em média 0,12 kg t⁻¹ de S. Para o total, o cultivar SP79-1011 entrou no grupo dos mais eficientes, e, junto com os RB855113, RB92579 e RB93509, diferiram dos demais, credenciando-os para utilização em ambientes mais restritivos à disponibilidade desse nutriente.

3.4 Conclusões

1. Ocorreu diferença estatística para Ca, Mg e S, nas diversas épocas e partes da plantas analisadas, aos 360 DAC o cultivar RB867515 apresentou maior média de acúmulo de Ca, Mg e S no colmo.
2. Os cultivares RB72454, Co997, RB867515 e RB93509 RB855113 mostraram-se mais exigentes em Ca total.
3. Para Mg total, os cultivares mais eficientes foram: RB855113, SP79-1011 e RB92579.
4. Os cultivares SP79-1011, RB855113, RB92579 e RB93509 foram mais eficientes na utilização do S total.

REFERÊNCIAS

- CAMPOS, H. **Estatística aplicada à experimentação com cana-de-açúcar**. Piracicaba: FEALQ, 1984.
- CASAGRANDE, A. A. **Tópicos de morfologia e fisiologia da cana-de-açúcar**. Jaboticabal: FUNEP, 1991.
- CATANI, R. A. et al. 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.
- CLEMENTS, H. F. **Sugarcane nutrition and culture**. Lucknow: Indian Institute Research, 1959.
- COLETI, J.T. et al. Remoção de macronutrientes pela cana-planta e cana-soca em Argissolos, variedades RB83486 e SP81-3250. **STAB. Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, v. 24, p. 32-36, 2006.
- CRUZ, R. A; PUYAOAN, E. B. Preliminary study on the elemental uptake of some sugarcane varieties at canlubamg State. **Sugar News**, v. 46, n. 12, p. 465-570,1970.
- FRANCO, H. C. J. **Eficiência agrônômica da adubação nitrogenada de cana-planta**. 2008b. 127f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2008b.
- _____. et al. Acúmulo de nitrogênio, fósforo e potássio, durante o ciclo de cana-planta, relacionados à adubação nitrogenada. In: CONGRESSO NACIONAL DA SOCIEDADE DOS TÉCNICOS AÇUCAREIROS E ALCOOLEIROS DO BRASIL, 8., Maceió, 2008. **Anais...** MaceióSTAB, 2008a. p.228-234.
- MALAVOLTA, E. **Nutrição mineral e adubação da cana-de-açúcar**. São Paulo: Ultrafertil, 1982. (Boletim Técnico).
- _____.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1989.
- MENDES, L. C. **Eficiência nutricional de cultivares de cana-de-açúcar**. 2006. 46 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.
- OLIVEIRA, E. C. A. **Dinâmica de nutrientes na cana-de-açúcar em sistema irrigado de produção**. 2008. 73 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Ciência do Solo) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2008.
- ORLANDO FILHO, J.; HAAG, H. P.; E ZAMBELLO JÚNIORR., E. Crescimento e absorção de macronutrientes pela cana-de-açúcar, em função da idade em solos do Estado de São Paulo. Piracicaba, **Boletim Técnico Planalsucar**, v. 2, p. 128, 1980.

PINTO, A. S. **Diagnose do estado nutricional de sete variedades de cana-de-açúcar (*Saccharum spp*) segundo corte, no município de Coruripe estado de Alagoas.** 2008. 80 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Produção Vegetal) - Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, 2008.

PRADO, R. M.; FERNANDES, F. M.; NATALE, W. Calcário e escória de siderurgia avaliados por análise foliar, acúmulo, e exportação de macronutrientes em cana-de-açúcar. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 59, p. 129-135, 2002.

SILVA, L. C. **Análise de crescimento e acúmulo nutrientes de sete cultivares de cana-de-açúcar (*Saccharum spp*) na Região de Coruripe-AL.** 2007. 74 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Produção Vegetal) - Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, 2007.

SORIANO, H. L. **Extração e eficiência na utilização de macro e micro nutrientes por variedades RB de cana-de-açúcar.** 2007. 22 f. Monografia (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, 2007.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal.** Porto Alegre: Artmed, 2009.

TASSO JUNIOR, L. C. et. al. Extração e exportação de macronutrientes em cinco variedades de cana-de-açúcar cultivadas na região centro-norte do Estado de São Paulo. **STAB, Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, v. 25, p. 38-42, 2007a.

TASSO JÚNIOR, L. C. **Caracterização agrotecnológica de cultivares de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) na região centro-norte do estado de São Paulo.** 2007. 167 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2007b.

VITTI, G. C. **Avaliação e interpretação do enxofre no solo e na planta.** Jaboticabal, FUNEP, 1988.

_____; OTTO, R. Nutrição e adubação em cana-de-açúcar. In: _____. **Curso agrícola: uso eficiente de fertilizantes na cana-de-açúcar.** Araçatuba: ESALQ-USP, 2003.

WILSON, L. G. Metabolism of sulfate reduction. **Annual Rev. Plant Physiology.** v.13, p. 201- 224,1962.

4 ACÚMULO E EFICIÊNCIA DE FERRO, COBRE, ZINCO E BORO EM SETE CULTIVARES DE CANA-DE-AÇÚCAR NO CICLO DE CANA-SOCA, NA REGIÃO DE CORURIFE-AL

RESUMO

As adubações com ferro, cobre, zinco e boro vem sendo bastante utilizada nas adubações, em solos de Tabuleiros Costeiros, na cultura da cana-de-açúcar. Nesse caso, estudos precisam ser desenvolvidos com estes elementos na cultura, especialmente com os cultivares mais modernos, os quais têm sido mais produtivos. Nesse sentido objetivou-se de estudar o acúmulo e eficiência de Fe, Cu, Zn e B em sete cultivares de cana-de-açúcar, SP79-1011, RB72454, RB855113, RB867515, RB92579, RB93509 e Co997, durante o ciclo de cana-soca. O experimento foi realizado na Fazenda Progresso, pertencente à Usina Coruripe, no município de Coruripe-AL, no período de dezembro de 2006 a dezembro de 2007. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, em esquema de parcelas subdivididas, envolvendo cultivares, que constituíram as parcelas, e épocas de avaliação, como subparcelas. Foram utilizadas quatro repetições com parcelas apresentando 10 m de comprimento por 6,0 m de largura, com espaçamento entre fileiras de 1,0 m. Os dados coletados foram submetidos à análise de variância e ao teste F, e as médias foram comparadas pelo teste Scott- Knott a 5% de probabilidade. Para amostragem dos dados foi adotado um intervalo temporal de 120 dias até 360 dias após o corte. Ocorreu diferença estatística para Fe, Cu, Zn e B nas diversas épocas e partes da plantas analisadas. Aos 360 DAC O cultivar RB855113 apresentou maior acúmulo de Fe total, e menor eficiência na utilização do Fe. Os cultivares RB855113, RB93509, Co997 e RB867515 apresentaram maior acúmulo de cobre total. Os maiores acúmulos de B foram evidenciados pelos RB867515 e RB93509. O RB72454 foi menos eficiente na utilização do zinco.

Palavras-chave: Micronutrientes. Extração. Exigência nutricional.

ABSTRACT

Fertilization with iron, copper, zinc and boron has been widely used in fertilizer in soils of Coastal Plains, the culture of sugar cane. In this case, studies need to be developed with these elements in culture, especially with the more modern cultivars, which have been most productive. In that sense it was aimed to study the efficiency and accumulation of Fe, Cu, Zn and B in seven cultivars of sugar cane, SP79-1011, RB72454, RB855113, RB867515, RB92579, RB93509 and Co997, during the cycle of sugarcane-soca. The used experimental delineamento was it of blocks casualizados, in outline of subdivided portions, involving cultivate, that they constituted the portions, and evaluation times, as subparcelas. Four repetitions were used with portions presenting 10 m of length for 6,0 m of width, with spacing among arrays of 1,0 m. The collected data were submitted to the variance analysis and the test F, and the averages were compared by the test Scott - Knott to 5% of probability. To sample the data was adopted a time interval of 120 days to 360 days after cutting. There were statistical differences for Fe, Cu, Zn and B in different eras and parts of plants analyzed. At 360 CAD RB855113 cultivar showed the greatest accumulation of total Fe, and less efficient use of Fe cultivars RB855113, RB93509, RB867515 Co997 and accumulated more total copper. The highest accumulation of B and were shown by RB867515 RB93509. The RB72454 was less efficient in the use of zinc

Keywords: Micronutrients. Extraction. Nutritional requirements.

4.1 Introdução

A importância dos micronutrientes para a cultura da cana-de-açúcar é evidenciada quando se observam as taxas de extração desses pela cultura (Orlando Filho et al. 1980). Segundo Sobral & Weber (1983) essas taxas variam de acordo com a idade da planta, tipo de solo e variedades.

A análise das curvas de absorção dos micronutrientes para a cultura da cana-de-açúcar fornece parâmetros que auxiliarão em dois aspectos: primeiro, na determinação dos períodos de maior exigência para cada micronutriente, permitindo fertilização nas épocas de maior necessidade e segundo, na quantificação da extração total desses nutrientes do solo, possibilitando uma reposição adequada para se manter o equilíbrio da sua fertilidade (Sobral & Weber, 1983).

A disponibilidade desses elementos é de fundamental importância para um bom desenvolvimento da cana-de-açúcar devido aos inúmeros processos fisiológicos vitais que esses participam.

O Ferro (Fe) é considerado metal chave para as transformações energéticas necessárias para síntese e outros processo vitais das células.

Segundo Tokeshi (1991) os sintomas de deficiência de ferro em cana-de-açúcar pode ocorrer em cana-planta ou soca, com enraizamento superficial, no período em que os brotos estão sendo alimentados pelas raízes da soca ou do colmo-mãe (tolete).

No geral os sintomas ocorrem em reboleiras, em solos arenosos e de menor fertilidade, e tende a desaparecer após seis meses de crescimento da planta. As folhas afetadas apresentam clorose internerval que se alastra por toda a extensão da lâmina foliar e atinge até nervura central. Não se observa decréscimo de alongamento do palmito (Tokeshi, 1991).

A deficiência de ferro também está associada a excesso de Mn (solos ácidos) por apresentar inibição competitiva com esse elemento, bem como a solos com reação alcalina, pela precipitação do ferro na forma de $Fe(OH)_3$.

O cobre (Cu) é elemento importante na fotossíntese, atuando no transporte eletrônico via plastocianina. Na respiração atua na oxidação terminal pela oxidase do citocromo. Também aumenta a resistência às doenças e age na síntese protéica. É componente do ácido ascórbico oxidase, tirosinase, monoamina oxidase, uricase, citocromo oxidase, fênolase, lacase e plastocianina (Taiz & Zeiger, 2009).

Na distribuição do cobre nos diversos órgãos da cana-de-açúcar, observa-se acúmulo

no palmito em quantidades muito maiores que nos demais órgãos. (Malavolta, 1980) mostrou que naquele tecido existe atividade muito alta de polifenoloxidase, um enzima ativado pelo Cu. Este micronutriente foi o fator limitante na produção de cana, na Flórida e na Louisiana, há 50 anos.

Segundo (Tokeshi, 1991), plantas com deficiência de cobre, no geral estão associadas com solos salinos ou com subsolos salinos. Nos solos sob vegetação de cerrado estão associadas com os Latossolos mais arenosos e de baixa fertilidade natural. Nas áreas deficientes, com frequência formam-se reboleiras de área variável e as plantas apresentam como sintomas mais característicos o encurtamento dos entrenós, folhas verticiladas, formando o sintoma de leque e a presença de manchas verdes na folha. As folhas ficam finas e flácidas, tendendo a tombar para um só lado se houver vento predominante.

O zinco (Zn) potencializa a produção do hormônio de crescimento (auxina) – sintetase do triptofano e metabolismo de triptamina. O zinco é constituinte do álcool desidrogenase, desidrogenase glutâmica, anidrase carbônica, etc. (Taiz & Zeiger, 2009).

Este elemento se concentra nas zonas de crescimento devido à maior concentração auxínica. Em cana-de-açúcar, as mudas provenientes e plantadas em solos deficientes em zinco, ao germinarem dão origem a plantas com pequeno alongamento do palmito, com tendência das folhas saírem todas do vértice foliar na mesma altura, formando o sintoma de “leque”. Nos casos graves, as plantas deficientes são visivelmente menores do que aquelas sem deficiência, e as folhas mais velhas apresentam manchas vermelhas na parte inferior e podem mostrar início de clorose internerval em associação com essas manchas vermelhas (Tokeshi, 1991).

A função fisiológica do boro difere dos outros micronutrientes, pois este ânion não foi identificado em nenhum composto ou enzima específica. Entre as principais funções atribuídas a este micronutriente está o metabolismo de carboidratos e transporte de açúcares através das membranas; síntese de ácidos nucléicos (DNA e RNA) e de fito hormônios; formação de paredes celulares e divisão celular (Dechen et al. 1991).

O boro está diretamente relacionado ao metabolismo do cálcio, ou seja, para formação adequada da parede celular é necessária a presença desse nutriente.

Os sintomas leves de deficiência deste micronutriente mostram pequenas estrias cloróticas e aquosas no espaço internerval das folhas jovens. As áreas cloróticas podem evoluir para a necrose e o crescimento irregular do limbo foliar tende a causar enrugamento em algumas bandas. Nos casos mais severos, os sintomas evoluem para a necrose das folhas,

encurtamento do limbo foliar e necrose do tecido meristemático intercalar, causando os sintomas de necrose interna em forma de espiral no caule, próximo ao meristema apical (Tokeshi, 1991).

Apesar da importância dos micronutrientes para a cultura da cana-de-açúcar, ainda são esporádicos os trabalhos envolvendo extração e eficiência dos mesmos, especialmente para os cultivares mais modernos.

Orlando Filho et al. (1980), trabalhando com o cultivar CB41-76 aos 12 meses para cana-planta e cana-soca, observaram médias de extração de 1719,49 e 1790,08 g ha⁻¹ de Fe, 99,5 e 307,64 g ha⁻¹ de Cu, 224,59 e 341,54 g ha⁻¹ de Zn e 147,30 e 144,94 g ha⁻¹ de B, respectivamente. Recentemente Franco (2008), observou médias de 5658 e 9412 g de Fe ha⁻¹, 105 e 73 g de Cu ha⁻¹, 326 e 295 g de Zn ha⁻¹, 167 e 214 g de B ha⁻¹, para as Usinas São Luís e Santa Adélia, respectivamente.

Silva et al. (2009a), Silva et al. (2009b), Silva et al. (2008) e Silva (2008), constataram para cana-planta média de 4736,4: 77,6: 291,9 e 258,6 g ha⁻¹ de Fe, Cu, Zn e B, respectivamente. Soriano (2007) observou em média para cultivares RB extrações na ordem de 4736,6: 77,6: 291,9 e 258,6 g ha⁻¹ de Fe, Cu, Zn e B, respectivamente

Diante do exposto, objetivou-se com este trabalho avaliar o acúmulo e eficiência dos micronutrientes (Ferro, Cobre, Zinco e Boro) em sete cultivares (SP79-1011, RB72454, RB855113, RB867515, RB92579, RB93509 e Co997) de cana-de-açúcar, durante o ciclo de cana-soca, em regime de sequeiro.

4.2 Material e Métodos

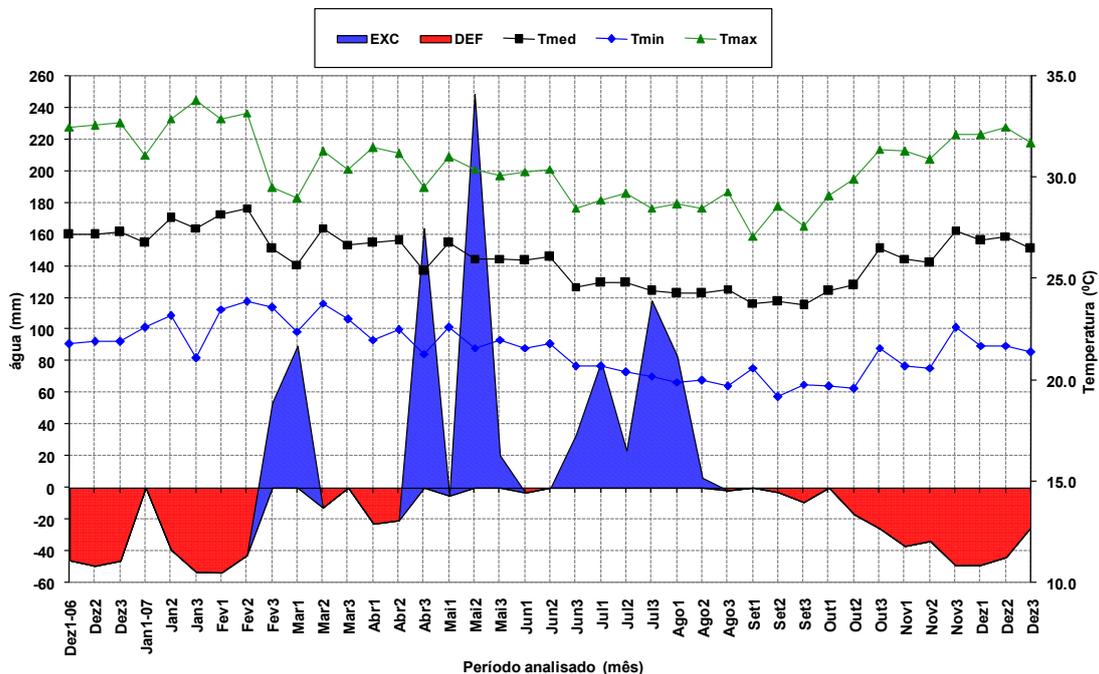
O trabalho foi realizado na Fazenda Progresso, Bloco 72 pertencente à Usina Coruripe, Coruripe – AL, durante o ciclo de cana-soca, no período de dezembro de 2006 a dezembro de 2007. Nesse período foram quantificadas temperaturas médias superiores a 25°C e precipitação pluvial anual de 1584,5 mm, distribuída nos períodos de crescimento da cultura (Figura 12).

No período que vai do primeiro decêndio de dezembro, ao segundo decêndio de fevereiro, foi o período em que o déficit hídrico foi mais acentuado, e em que a temperatura do ar obteve-se no seu máximo, com valores que variaram de 31 a 34 °C, para este período. As maiores precipitações ocorreram no período que vai do segundo decêndio de abril ao terceiro decêndio de maio, havendo nesse período uma diminuição da temperatura do ar. As precipitações pluviais nesse período variaram de 5,0 a 250 mm.

O solo é um Argissolo Amarelo Distrocoeso fragipânico, textura arenosa/argilosa, A moderado e relevo plano.

Os cultivares em estudo foram: SP79-1011, RB72454, RB855113, RB867515, RB92579, RB93509 e Co997 os quais são os mais plantadas na Usina Coruripe-AL. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, em esquema de parcelas subdivididas, envolvendo cultivares, que constituíram as parcelas, e épocas de avaliação, como subparcelas. Foram utilizadas quatro repetições com parcelas apresentando 10 m de comprimento por 6,0 m de largura, com espaçamento entre fileiras de 1,0 m.

Figura 12 - Balanço hídrico e temperatura média decenal para o período de dezembro/2006 a dezembro/2007, Fazenda Progresso, Usina Coruripe, Alagoas.



Fonte: Autora, 2011

Foi feita uma adubação de socaria, na dose de 96 kg ha⁻¹ de N, 36 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 144 kg ha⁻¹ de K₂O.

A cada quatro 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 Ferro, Cobre, Zinco e Boro. 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 dos micronutrientes (Fe, Cu, Zn e B), segundo método descrito por Malavolta et al. (1989).

O acúmulo dos micronutrientes nos componentes da parte aérea (colmo, folha e ponteiro), foi obtido multiplicando-se os valores das concentrações desses elementos pelos valores da massa verde dos referidos componentes

A eficiência de utilização nos componentes da parte aérea (colmo, folha e ponteiro), foi obtida pela relação da quantidade de micronutriente extraída e a produção de massa verde dos referidos componentes.

Os dados coletados foram submetidos à análise de variância e ao teste F. As interações significativas foram desdobradas e, para avaliar o efeito de variedades dentro de cada época, utilizou-se resíduo combinado segundo a fórmula de Satterthwaite, citada por Campos (1984). As médias foram comparadas pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade utilizando para isso o programa estatístico SAEG 5.0.

4.3 Resultados e Discussão

Os dados referentes aos acúmulos e eficiência dos micronutrientes (Ferro e Cobre) nos colmos, folhas, ponteiros e parte aérea (colmo + ponteiro + folha) para os cultivares SP79-1011, RB72454, RB855113, RB867515, RB92579, RB93509 e Co997, encontram-se nas Tabelas 15, 16 e 17, respectivamente.

O comportamento do acúmulo de Fe apresentou duas fases distintas, definida pela distribuição do elemento na planta. Até os 120 dias após o corte (DAC), os maiores acúmulos de Fe foram evidenciados nos colmos com aproximadamente 55%. A partir desse momento, os maiores acúmulos foram evidenciados nos ponteiros + folhas, chegando aos 360 DAC, com aproximadamente 53% de todo ferro acumulado na parte aérea (Tabela 15).

Observa-se que ocorreu diferença estatística entre os cultivares e, entre as épocas analisadas, para (colmo, folha, ponteiro e total).

Para o colmo, houve a formação de dois grupos, evidenciando os cultivares RB72454 e SP79-1011 como os que apresentaram menores médias de acúmulo de Fe no colmo, com valores médios de 873,58 e 898,40 g ha⁻¹ de Fe, respectivamente aos 360 DAC. Comportamento semelhante foi observado para o acúmulo de Fe total, com a formação de três grupos, evidenciando o RB855113 como o de maior acúmulo, e os RB72454 e SP79-1011 como os de menor acúmulo, os demais ficaram no grupo que apresentou médias intermediárias de acúmulo de Fe total.

Silva et al. (2009a), trabalhando os mesmos cultivares, em cana-planta, observou valores superiores, aos encontrados neste estudo, no entanto, evidenciou os cultivares RB72454 e SP79-1011 como os de menor acúmulo de Fe total.

Por outro lado, Soriano (2007), trabalhando com oito cultivares RB de cana-de-açúcar, encontrou valores médios de 1568,44 g ha⁻¹, ficando esses valores próximos aos encontrados

nesse trabalho.

No Brasil, há pouca disponibilidade de dados sobre experimentação com ferro em cana-de-açúcar. Alvarez & Wutke (1963) obtiveram aumento de 9% na produtividade agrícola da cana-planta com adição de 2 kg ha⁻¹ de Fe. Na Índia, Veluchamy et al. (1994) verificaram aumento na produtividade da variedade Co85061 com a aplicação de 120 kg ha⁻¹ de FeSO₄.

Tabela 15 - Acúmulo de Ferro nos colmos, folhas e ponteiros de sete cultivares de cana-de-açúcar, no ciclo de cana-soca, em três épocas de avaliação, em Coruripe, AL

Tratamentos	Ferro			
	DAC (dias)	120	240	360
-----Colmo, g ha ⁻¹ -----				
SP79-1011	1901,58 Ad ⁽¹⁾	759,80 Bb	898,40 Bb	1186,59
RB72454	3128,43 Aa	1091,73 Bb	873,58 Bb	1697,91
RB855113	2452,15 Ab	1656,20 Ba	1340,53 Ca	1816,29
RB867515	3119,58 Aa	972,10 Cb	1541,63 Ba	1877,77
RB92579	2065,80 Ac	856,93 Cb	1219,70 Ba	1380,81
RB93509	3266,65 Aa	774,85 Cb	1273,10 Ba	1771,53
Co997	1538,33 Ae	799,35 Bb	1012,65 Ba	1116,78
Média	2496,07	987,28	1165,66	
-----Folha, g ha ⁻¹ -----				
SP79-1011	439,70 Ad	206,85 Bb	199,18 Bb	281,91
RB72454	509,00 Ac	397,15 Ba	174,53 Cb	360,23
RB855113	648,53 Ab	373,68 Ba	278,18 Ca	433,46
RB867515	707,98 Ab	274,65 Bb	179,15 Cb	387,26
RB92579	569,65 Ac	397,10 Ba	143,55 Cb	370,10
RB93509	829,20 Aa	447,20 Ba	189,45 Cb	488,62
Co997	336,50 Ae	391,68 Aa	178,05 Bb	302,08
Média	577,22	355,47	191,73	
-----Ponteiro, g ha ⁻¹ -----				
SP79-1011	1187,00 Ab	632,30 Bc	786,65 Bd	868,65
RB72454	910,00 Ac	468,53 Bc	813,00 Ad	730,51
RB855113	813,30 Bc	458,35 Cc	1681,33 Aa	984,33
RB867515	937,63 Ac	837,40 Ab	817,83 Ad	864,29
RB92579	1276,18 Ab	551,10 Bc	1119,15 Ac	982,14
RB93509	1478,65 Aa	434,48 Bc	1346,58 Ab	1086,57
Co997	820,25 Bc	1248,75 Aa	1348,95 Ab	1139,32
Média	1060,43	661,56	1130,49	
-----Total, g ha ⁻¹ -----				
SP79-1011	3528,28 Ad	1598,95 Bc	1884,23 Bc	2337,15
RB72454	4547,43 Ab	1957,40 Bb	1861,10 Bc	2788,64
RB855113	3913,98 Ac	2488,23 Ca	3300,03 Ba	3234,08
RB867515	4765,18 Ab	2084,15 Cb	2538,60 Bb	3129,31
RB92579	3911,63 Ac	1805,13 Cc	2482,40 Bb	2733,05
RB93509	5574,50 Aa	1656,53 Cc	2809,13 Bb	3346,72
Co997	2695,08 Ae	2439,78 Aa	2539,65 Ab	2558,17
Média	4518,74	2004,31	2487,88	

⁽¹⁾ Médias seguidas de letras maiúsculas não diferem na linha e médias seguidas de letras minúsculas não diferem na coluna, pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Fonte: Autora, 2011

Para o cobre, observa-se que houve diferença estatística entre os cultivares e as épocas analisadas, para colmo, folha, ponteiro e total.

O comportamento do acúmulo de cobre apresentou duas fases distintas, definida pela distribuição do elemento na planta. Aos 120 dias após o corte (DAC), os maiores acúmulos predominou nos ponteiros + folhas com aproximadamente 54,8%. A partir desse momento ocorreu um pequeno declínio para alguns cultivares.

Dos 240 aos 360 DAC, os maiores acúmulos de cobre foram evidenciados nos colmos, com aproximadamente 56 e 55% de todo cobre acumulado.

Tabela 16 - Acúmulo de Cobre nos colmos, folhas e ponteiros de sete cultivares de cana-de-açúcar, no ciclo de cana-soca, em três épocas de avaliação, em Coruripe, AL

Tratamentos	Cobre				
	DAC (dias)	120	240	360	Média
-----Colmo, g ha ⁻¹ -----					
SP79-1011		29,63 Aa ⁽¹⁾	36,90 Ab	30,50 Ab	32,34
RB72454		27,23 Aa	33,75 Ab	28,45 Ab	29,81
RB855113		28,60 Ba	52,70 Aa	41,93 Aa	41,08
RB867515		31,25 Ba	50,23 Aa	43,48 Aa	41,65
RB92579		22,53 Ba	20,75 Bc	42,53 Aa	28,60
RB93509		31,95 Aa	19,03 Bc	41,88 Aa	30,95
Co997		19,95 Ba	32,88 Ab	35,40 Ab	29,41
Média		27,31	35,18	37,74	
-----Folha, g ha ⁻¹ -----					
SP79-1011		5,95 Aa	3,50 Ba	6,33 Ab	5,26
RB72454		5,13 Aa	5,93 Aa	5,05 Ab	5,37
RB855113		5,45 Ba	4,63 Ba	8,98 Aa	6,35
RB867515		4,43 Aa	4,53 Aa	4,38 Ab	4,45
RB92579		3,15 Aa	5,08 Aa	3,25 Ab	3,83
RB93509		4,78 Aa	4,58 Aa	5,43 Ab	4,93
Co997		3,73 Aa	4,15 Aa	4,13 Ab	4,00
Média		4,66	4,63	5,36	
-----Ponteiro, g ha ⁻¹ -----					
SP79-1011		34,98 Aa	20,15 Ba	20,28 Bb	25,14
RB72454		25,28 Ab	19,63 Aa	20,93 Ab	21,95
RB855113		25,25 Bb	23,08 Ba	32,15 Aa	26,83
RB867515		27,75 Ab	27,95 Aa	21,13 Bb	25,61
RB92579		27,03 Ab	19,60 Ba	17,53 Bb	21,39
RB93509		31,10 Aa	22,05 Ba	29,68 Aa	27,61
Co997		27,88 Bb	22,83 Ba	34,08 Aa	28,26
Média		28,47	22,18	25,11	
-----Total, g ha ⁻¹ -----					
SP79-1011		70,55 Aa	60,55 Ab	57,10 Ab	62,73
RB72454		57,63 Ab	59,30 Ab	54,43 Ab	57,12
RB855113		59,30 Bb	80,39 Aa	83,05 Aa	74,25
RB867515		63,43 Ba	82,70 Aa	68,98 Ba	71,70
RB92579		52,70 Bb	45,43 Bc	63,30 Ab	53,81
RB93509		67,83 Aa	45,65 Bc	76,98 Aa	63,49
Co997		51,55 Bb	59,85 Bb	73,60 Aa	61,67
Média		60,43	61,98	68,21	

⁽¹⁾ Médias seguidas de letras maiúsculas não diferem na linha e médias seguidas de letras minúsculas não diferem na coluna, pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Fonte: Autora, 2011

Os cultivares que apresentaram maiores acúmulos de cobre no colmo aos 360 DAC foram: RB867515, RB92579, RB855113 e RB93509, seguidos dos demais com menores médias (Tabela 16).

Para o acúmulo total, os cultivares que apresentaram maiores médias foram: RB855113, RB93509, Co997 e RB867515.

Moura Filho et al. (2006), avaliando a extração dos nutrientes em quatro cultivares em regime irrigado, observaram acúmulo de cobre aos 360 DAP na média de 140 g ha⁻¹. Esse valor superior aos encontrados neste estudo pode ser atribuído ao uso da irrigação pelos autores. Por outro lado, Soriano (2007), trabalhando com oito cultivares de cana-de-açúcar, encontrou valores médios de 38,41 g ha⁻¹ de cobre, valores abaixo dos encontrados neste trabalho. Franco (2008) trabalhando com acúmulo de nutrientes em cana-planta encontrou valores de acúmulo de cobre em torno de 75 g ha⁻¹ na Usina São Luiz e, em torno de 50 g ha⁻¹ na Usina Santa Adélia, valores esses próximos aos encontrados nesse trabalho.

Silva et al. (2009b), trabalhando os mesmos cultivares, em cana-planta, observou valores superiores, aos encontrados neste estudo, no entanto, evidenciou os cultivares RB855113 e RB867515 como os de maior acúmulo de cobre total.

Na Tabela 17, estão apresentados os dados de eficiência nutricional de ferro e cobre, respectivamente.

Observa-se que ocorreu diferença estatística para o ferro no colmo e total, evidenciando os cultivares SP79-1011 e RB72454 como os mais eficientes na utilização do ferro no colmo, com necessidades de apenas 9,79 e 10,19 g para produção de 1TCH. Para o total os mesmos cultivares foram evidenciados, porém o cultivar RB867515 entrou no grupo dos mais eficientes, diferindo dos demais apresentados como mais exigentes em ferro.

Silva et al (2009a), encontrou valores superiores para cana-planta, no entanto, evidenciou os cultivares SP79-1011 como menos exigentes em ferro para produção de 1TCH. Soriano (2007) encontrou valores para dez cultivares RB, bem próximo aos obtidos nesse experimento, de 14,54 a 21,64 g de Fe para produção de 1TCH.

No tocante a eficiência de cobre, constatou-se que não houve diferença entre os cultivares para o colmo, porém para o total, os cultivares RB855113, Co997 e RB93509, foram menos eficientes, requerendo maiores quantidades para produção de 1TCH, em relação aos demais.

Tabela 17 - Eficiência Nutricional de Fe e Cu em g TCH⁻¹ de sete cultivares de cana-de-açúcar, aos 12 meses, em Coruripe, AL

Tratamentos	Ferro		Cobre		
	Colmo	Total	Colmo	Total	
	----- g TCH ⁻¹ -----				
SP79-1011	9,79 B ⁽¹⁾	16,55 D	0,33 A	0,50 B	
RB72454	10,19 B	17,58 D	0,33 A	0,52 B	
RB855113	12,89 A	25,47 A	0,40 A	0,64 A	
RB867515	12,19 A	16,84 D	0,34 A	0,46 B	
RB92579	12,29 A	20,44 C	0,43 A	0,53 B	
RB93509	13,25 A	22,54 B	0,43 A	0,62 A	
CO997	12,10 A	22,07 B	0,43 A	0,64 A	
FV	GL	----- QM -----			
Blocos	03	0,2588 ^{ns}	0,8115 ^{ns}	0,2993 ^{ns}	0,0106 ^{ns}
Variedades (V)	06	6,9359 ^{**}	45,4692 ^{**}	0,0091 ^{ns}	0,0219 [*]
Resíduo	18	1,0281	1,4495	0,0135	0,0086
Média		11,82	20,21	0,38	0,56
CV (%)		8,58	5,96	30,19	16,68

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

Fonte: Autora, 2011

Os resultados de eficiência na utilização do Cu por diferentes cultivares de cana-de-açúcar, encontrados por Soriano (2007), mostrou que os cultivares RB867515 e RB92579 foram mais eficientes na utilização do Cu enquanto o cultivar RB72454 mostrou-se mais exigente, esses resultados ficaram bem parecidos com os encontrados nesse trabalho. Por outro lado, Silva et al. (2009b), trabalhando com cana-planta, observou que o cultivar RB867515, apresentou uma exigência de 1,4 g de Cu para produção de 1TCH, evidenciando-o como menos eficiente na utilização do cobre.

Os dados referentes aos acúmulos de Zn e B nos colmos, folhas, ponteiros e parte aérea (colmo + ponteiro + folha), para os cultivares SP79-1011, RB72454, RB855113, RB867515, RB92579, RB93509 e Co997 encontram-se nas Tabelas 18 e 19, respectivamente.

Observa-se que ocorreu diferença estatística entre os cultivares e as épocas analisadas, para colmo, folha, ponteiro e parte aérea.

Para o colmo, os cultivares apresentaram crescimento linear ao longo do ciclo, com a formação de quatro grupos aos 360 dias após o corte (DAC), com média variando de 148,23 a 292,03 g ha⁻¹ de Zinco, para os cultivares Co997 e RB867515, respectivamente.

Tabela 18 - Acúmulo de Zinco nos colmos, folhas e ponteiros de sete cultivares de cana-de-açúcar, no ciclo de cana-soca, em três épocas de avaliação, em Coruripe, AL

Tratamentos	Zinco			
	DAC (dias)	120	240	360
-----Colmo, g ha ⁻¹ -----				
SP79-1011	115,40 Bb ⁽¹⁾	220,53 Aa	197,30 Ac	177,74
RB72454	166,13 Ba	181,40 Bb	249,10 Ab	198,88
RB855113	169,95 Ba	187,08 Bb	227,95 Ab	194,99
RB867515	150,33 Ba	163,23 Bb	292,03 Aa	201,86
RB92579	114,90 Cb	165,18 Bb	240,35 Ab	173,48
RB93509	155,75 Ba	137,70 Bc	183,48 Ac	158,98
Co997	100,78 Bb	110,50 Bd	148,23 Ad	119,84
Média	139,03	165,52	219,78	
-----Folha, g ha ⁻¹ -----				
SP79-1011	38,20 Aa	22,93 Bb	18,80 Bb	26,64
RB72454	23,75 Bb	34,80 Aa	27,20 Ba	28,58
RB855113	16,15 Bd	24,15 Ab	28,33 Aa	22,88
RB867515	23,15 Ab	21,65 Ab	16,45 Bb	20,42
RB92579	13,68 Bd	23,85 Ab	13,00 Bc	16,84
RB93509	18,75 Ac	21,88 Ab	20,53 Ab	20,39
Co997	11,28 Bd	22,55 Ab	12,90 Bc	15,58
Média	20,71	24,54	19,60	
-----Ponteiro, g ha ⁻¹ -----				
SP79-1011	113,48 Ab	111,65 Aa	128,98 Ac	118,04
RB72454	106,05 Ab	106,33 Aa	124,28 Ac	112,22
RB855113	103,58 Bb	100,58 Ba	161,45 Ab	121,87
RB867515	104,78 Bb	133,90 Aa	155,40 Ab	131,36
RB92579	110,53 Ab	107,65 Aa	118,70 Ac	112,29
RB93509	139,20 Ba	122,20 Ba	190,23 Aa	150,54
Co997	118,48 Bb	113,85 Ba	171,55 Ab	134,63
Média	113,73	113,74	150,08	
-----Total, g ha ⁻¹ -----				
SP79-1011	267,08 Ba	355,10 Aa	345,08 Ac	322,42
RB72454	295,93 Ba	322,53 Ba	400,58 Ab	339,68
RB855113	289,68 Ba	311,80 Ba	417,73 Ab	339,74
RB867515	278,25 Ca	318,78 Ba	463,88 Aa	353,64
RB92579	239,10 Cb	296,68 Bb	372,05 Ac	302,61
RB93509	313,70 Ba	281,78 Bb	394,23 Ab	329,90
Co997	230,53 Bb	246,90 Bc	332,68 Ac	270,04
Média	273,47	304,79	389,46	

⁽¹⁾ Médias seguidas de letras maiúsculas não diferem na linha e médias seguidas de letras minúsculas não diferem na coluna, pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Fonte: Autora, 2011

O acúmulo de Zn total foi crescente com a idade do canavial para os sete cultivares. Aos 360 DAC, constatou-se a formação de três grupos, evidenciando o cultivar RB867515, como o de maior acúmulo e, os Co997, SP79-1011 e RB92579 como os de menor acúmulo de Zn total.

Moura Filho et al. (2006), avaliando a extração dos nutrientes em quatro cultivares, em regime irrigado, observaram que as maiores taxas de acúmulo de Zn ocorreram a partir do

sexto mês, com cerca de 95% ao oitavo mês e 99% ao décimo mês, esses valores ficaram bem acima dos encontrados nesse trabalho. Possivelmente, pelo sistema de irrigação utilizado, no caso, irrigação pena, aliado a uma maior produtividade dos cultivares estudados.

Soriano (2007), trabalhando com oito cultivares RB de cana-de-açúcar, encontrou valores médios de 143,19 g ha⁻¹ de Zn, ficando esses valores abaixo dos encontrados nesse trabalho. Esses valores mais altos encontrados nesse trabalho, pode ser atribuído ao manejo da adubação com micronutrientes que vem sendo feita ao longo dos anos pela Usina Coruripe, proporcionando um consumo de “luxo” pelos cultivares.. Franco (2008) encontrou valores de zinco na parte aérea do cultivar SP81-3250, variando de 174 a 405 g ha⁻¹, em função da adubação nitrogenada empregada.

Os resultados encontrados por Silva et al. (2008), evidenciam os cultivares RB855113, RB92579 e RB867515, como os de maior acúmulo de Zn na parte aérea, com valores na ordem de 448, 333 e 326 g ha⁻¹.

O acúmulo de boro total (B) foi crescente com a idade do canavial para os sete cultivares. O comportamento do acúmulo de B apresentou duas fases distintas, definida pela distribuição do elemento na planta. Aos 120 DAC, os maiores acúmulos de B predominou nos ponteiros + folhas com aproximadamente 59% de todo B acumulado. A partir desse momento, os maiores acúmulos foram evidenciados nos colmos, com percentual médio de 52,4% aos 360 DAC (Tabela 19).

O cultivar RB867515, diferiu dos demais, apresentando maior acúmulo de B no colmo, com 174,45 g ha⁻¹.

Para o total, houve a formação de dois grupos, os RB867515 e RB93509 como os de maior acúmulo, seguidos pelos demais com as menores médias.

Silva (2008), avaliando o acúmulo de B em sete cultivares de cana-de-açúcar no ciclo de cana-planta, em regime de sequeiro, encontrou valores semelhantes ao deste estudo, evidenciando os cultivares RB867515 e RB92579 como os de maior acúmulo, corroborando assim com os resultados deste estudo.

Tabela 19 - Acúmulo de Boro nos colmos, folhas e ponteiros de sete cultivares de cana-de-açúcar, no ciclo de cana-soca, em três épocas de avaliação, em Coruripe, AL

Tratamentos	Boro			
	DAC (dias)	120	240	360
-----Colmo, g ha ⁻¹ -----				
SP79-1011	87,18 Bb ⁽¹⁾	111,05 Ab	121,80 Ac	106,68
RB72454	114,78 Aa	128,80 Aa	99,52 Bd	114,37
RB855113	91,93 Bb	134,98 Aa	122,13 Ac	116,35
RB867515	72,35 Cc	117,80 Bb	174,45 Aa	121,53
RB92579	67,60 Cc	108,85 Bb	140,18 Ab	105,54
RB93509	105,23 Ba	118,90 Bb	145,43 Ab	123,19
Co997	40,75 Bd	105,13 Ab	93,45 Ad	79,78
Média	82,83	117,93	128,14	
-----Folha, g ha ⁻¹ -----				
SP79-1011	40,00 Aa	23,38 Bd	22,63 Ba	28,67
RB72454	40,88 Aa	35,78 Ac	19,85 Bb	32,17
RB855113	33,13 Bb	39,63 Ab	27,63 Ba	33,46
RB867515	44,68 Aa	30,08 Bc	20,38 Cb	31,71
RB92579	32,20 Bb	47,58 Aa	18,25 Cb	32,68
RB93509	43,45 Aa	33,40 Bc	17,63 Cb	31,49
Co997	23,78 Bc	35,30 Ac	14,90 Cb	24,66
Média	36,87	35,02	20,18	
-----Ponteiro, g ha ⁻¹ -----				
SP79-1011	77,10 Ab	53,60 Bb	77,75 Ab	69,48
RB72454	78,48 Ab	73,98 Aa	87,23 Ab	79,89
RB855113	80,15 Ab	76,28 Aa	96,40 Ab	84,28
RB867515	77,73 Ab	86,23 Aa	94,50 Ab	86,15
RB92579	94,08 Aa	60,55 Bb	75,23 Bb	76,62
RB93509	111,10 Aa	44,28 Bb	120,65 Aa	92,01
Co997	58,90 Cb	95,28 Ba	122,08 Aa	92,09
Média	82,51	70,03	96,26	
-----Total, g ha ⁻¹ -----				
SP79-1011	204,28 Ab	188,03 Ab	222,18 Ab	204,83
RB72454	234,13 Aa	238,55 Aa	206,60 Bb	226,43
RB855113	205,20 Bb	250,88 Aa	246,15 Ab	234,08
RB867515	194,75 Cb	234,10 Ba	289,33 Aa	239,39
RB92579	193,88 Bb	216,98 Ab	233,65 Ab	214,84
RB93509	259,78 Aa	196,58 Bb	283,70 Aa	246,69
Co997	123,43 Bc	235,70 Aa	230,43 Ab	196,52
Média	202,21	222,97	244,58	

⁽¹⁾ Médias seguidas de letras maiúsculas não diferem na linha e médias seguidas de letras minúsculas não diferem na coluna, pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Fonte: Autora, 2011

Na Tabela 20, estão apresentados os dados de eficiência nutricional de zinco e boro, respectivamente.

Observa-se que ocorreu diferença estatística para o zinco no colmo e total, evidenciando os cultivares Co997 e RB93509 como os mais eficientes na utilização do Zn no colmo, com necessidades de apenas 1,78 e 1,91 g para produção de 1 TCH. Para o total houve a formação de dois grupos, destacando o cultivar RB72454 como mais exigente em Zn, requerendo 3,78 g de Zn para produção de 1 TCH.

Para o boro no colmo, constataram-se a formação de dois grupos, evidenciando o RB855113 seguido dos RB72454 e Co997, como os mais eficientes com necessidades variando de 1,17 a 1,12 g TCH⁻¹.

O cultivar RB93509 diferiu dos demais, mostrando-se como mais exigente em B total, com necessidade de 2,28 g de B para produção de 1 TCH.

Resultados superiores aos deste estudo foram observados por Silva (2008), no entanto evidenciou o cultivar RB93509 como um dos mais exigentes em B, corroborando assim com este estudo. Por outro lado, Soriano (2007), encontrou valores médios de acúmulo de B no colmo de 1,22 g TCH⁻¹, bem próximos ao deste trabalho.

Tabela 20 - Eficiência Nutricional de Zn e B em g TCH⁻¹ de sete cultivares de cana-de-açúcar, aos 12 meses, em Coruripe, AL

Tratamentos	Zinco		Boro		
	Colmo	Total	Colmo	Total	
----- g TCH ⁻¹ -----					
SP79-1011	2,15 B ⁽¹⁾	3,03 B	1,33 A	1,96 B	
RB72454	2,91 A	3,78 A	1,16 B	1,95 B	
RB855113	2,19 B	3,22 B	1,17 B	1,90 B	
RB867515	2,32 B	3,09 B	1,38 A	1,92 B	
RB92579	2,42 B	3,07 B	1,42 A	1,93 B	
RB93509	1,91 C	3,16 B	1,51 A	2,28 A	
CO997	1,78 C	2,89 B	1,12 B	1,99 B	
FV	GL	----- QM -----			
Blocos	03	0,0766 ^{ns}	0,0875 ^{ns}	0,0634 ^{ns}	0,0361 ^{ns}
Variedades (V)	06	0,5437 ^{**}	0,3185 [*]	0,0885 [*]	0,0674 [*]
Resíduo	18	0,0738	0,0871	0,0242	0,0253
Média		2,24	3,18	1,29	1,99
CV (%)		12,14	9,29	11,97	8,00

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

Fonte: Autora, 2011

4.4 Conclusões

1. O cultivar RB855113 apresentou maior acúmulo de Fe total, e menor eficiência na utilização do Fe.
2. Os cultivares RB855113, RB93509, Co997 e RB867515 apresentaram maior acúmulo de cobre total;
3. Os cultivares RB855113, Co997 e RB92579 foram mais exigentes em cobre.
4. O cultivar RB867515 apresentou maior acúmulo de Zn no colmo e total e o RB72454 foi menos eficiente na sua utilização.
5. Os maiores acúmulos de B foram evidenciados pelos RB867515 e RB93509 e o RB93509 foi mais exigente em B.

REFERÊNCIAS

ALVAREZ, R.; WUTKE, A. C. P. Adubação de cana-de-açúcar. IX. Experimentos preliminares com micronutrientes. **Bragantia**, Campinas, v. 22, p. 647-650, 1963.

CAMPOS, H. **Estatística aplicada à experimentação com cana-de-açúcar**. Piracicaba: FEALQ, 1984.

DECHEN, A. R.; HAAG, H. P.; CARMELLO, Q. A. de C. **Função dos micronutrientes nas plantas**. Organizado por FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P. Micronutrientes na agricultura. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato e CNPq, 1991, p.66-78.

FRANCO, H. C. J. **Eficiência agrônômica da adubação nitrogenada de cana-planta**. Piracicaba: ESALQ, 2008. 127 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. p.170-202.

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.

MOURA FILHO, G. et al. 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).

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

SILVA, V. T. **Acúmulo de micronutrientes em sete cultivares de cana-de-açúcar, na região de Coruripe - Alagoas**. Rio Largo: 2008. 52 f. Monografia - (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, 2008.

SILVA, V.T.; ET al. Acúmulo e eficiência de zinco em sete cultivares de cana-de-açúcar. In: CONGRESSO NACIONAL DA SOCIEDADE DOS TÉCNICOS AÇUCAREIROS E ALCOOLEIROS DO BRASIL, Maceió, 2008. **Anais...** Maceió. Sociedade dos Técnicos Açucareiros e Acooleiros do Brasil, 2008. p. 244- 248.

SILVA, V.T.; ET al. Extração e eficiência de utilização de ferro em sete cultivares de cana-de-açúcar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, Fortaleza, 2009. **Anais...** Fortaleza. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2009a. CD-ROM.

SILVA, V.T. et al. Extração e eficiência de utilização de cobre em sete cultivares de cana-de-açúcar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, Fortaleza, 2009. **Anais...** Fortaleza. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2009b. CD-ROM.

SOBRAL, A. F.; WEBER, H. Nutrição mineral da cana-de-açúcar (micronutrientes). In: ORLANDO FILHO, J.,(Ed.). **Nutrição e adubação da cana-de-açúcar no Brasil**. 2. ed. Piracicaba, PLANALSUCAR, 1983. p.103-122.

SORIANO, H. L. **Extração e eficiência na utilização de macro e micro nutrientes por variedades RB de cana-de-açúcar**. 2007. 22 f. Monografia (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal de Alagoas. Rio Largo, 2007.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2009. 819 p.

TOKESHI, H. Cana-de-açúcar. FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P. (Org). **Micronutrientes na agricultura**. Piracicaba: POTAFOS/CNPq. 1991. p.485-499.

VELUCHAMY, M. et al. Influence of zinc and iron micronutrients on yield and quality of sugarcane. **Fertilizer News**, Amsterdam, v. 39, p. 39-41, 1994.

APÊNDICE

Figura 13 - Área experimental com os cultivares SP79-1011, RB72454, RB855113, RB867515, RB92579, RB93509 e Co997, Usina Coruripe, AL (A= 1 mês e B= 8 meses).



Fonte: Autora, 2011

Figura 14- Fotos dos cultivares SP79-1011, RB72454, RB855113, RB867515, RB92579, RB93509 e Co997, Usina Coruripe, AL (1A -7A= 1mês; 1B - 7B= 8 meses)

Continua



Figura 14- Fotos dos cultivares SP79-1011, RB72454, RB855113, RB867515, RB92579, RB93509 e Co997, Usina Coruripe, AL (1A – 7A= 1mês; 1B - 7B= 8 meses)

Continuação



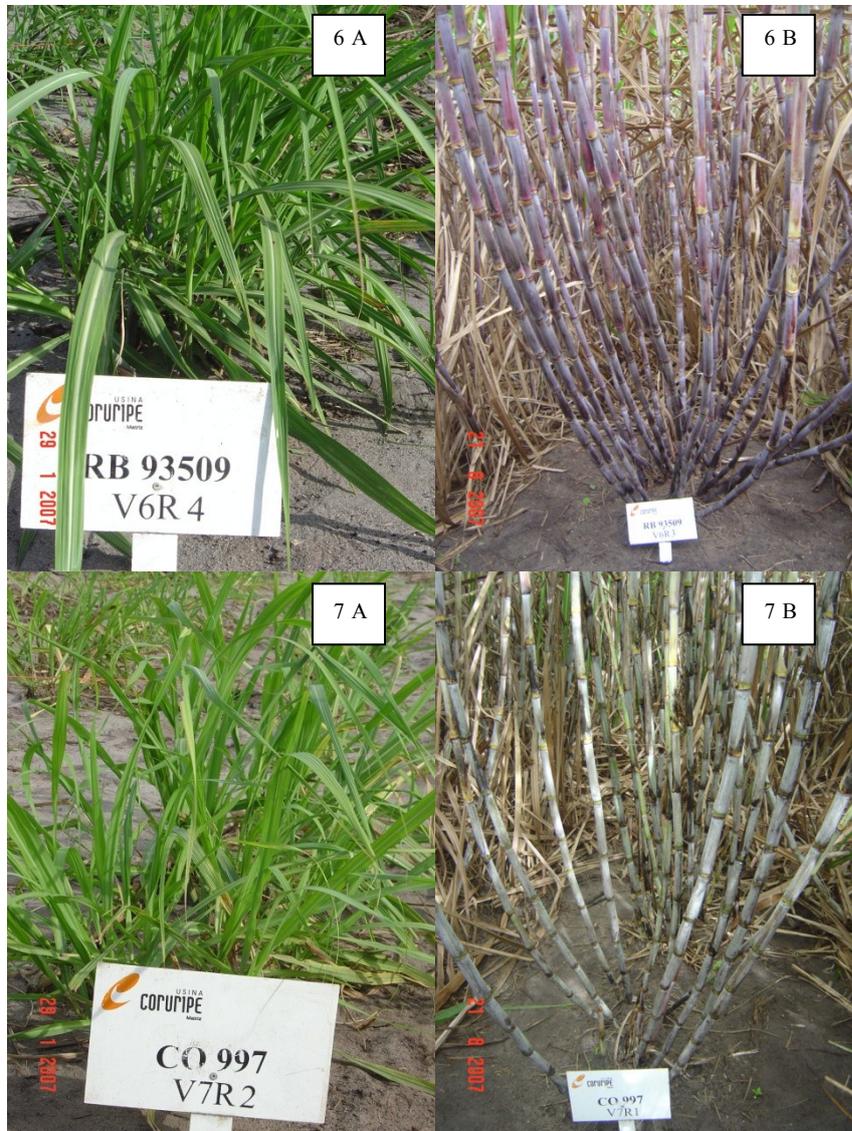
Figura 14- Fotos dos cultivares SP79-1011, RB72454, RB855113, RB867515, RB92579, RB93509 e Co997, Usina Coruripe, AL (1A - 7A= 1mês; 1B - 7B= 8 meses)

Continuação



Figura 14- Fotos dos cultivares SP79-1011, RB72454, RB855113, RB867515, RB92579, RB93509 e Co997, Usina Coruripe, AL (1A - 7A= 1mês; 1B - 7B= 8 meses)

Continuação



Fonte: Autora, 2011

Tabela 21- Resumo dos quadrados médios de massa verde e massa seca no colmo, folha, ponteiro e parte aérea.

Massa Verde					
FV	GL	Colmo	Folha	Ponteiro	Parte aérea
Efeitos	QM				
Blocos	03	30,6541*	0,3875 ^{ns}	2,1086 ^{ns}	57,2952 ^{ns}
Variedades (V)	06	2217,666**	3,8773**	102,4297**	2666,018**
Resíduo (a)	18	32,3292	0,7787	11,5013	90,2945
DAP	05	29294,48**	100,7697**	974,9935**	38780,96**
V x DAP	30	112,4496**	4,5641**	29,3535**	153,2941**
Resíduo (b)	105	10,5819	0,3695	3,3232	23,8893
Média		65,99	5,16	21,22	92,38
CV a (%)		8,61	17,10	15,98	10,29
CV b (%)		4,93	11,78	8,59	5,29

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

Fonte: Autora, 2011

Tabela 22- Resumo dos quadrados médios de acúmulo de Nitrogênio, Fósforo e Potássio no colmo, folha, ponteiro e parte aérea.

Nitrogênio					
FV	GL	Colmo	Folha	Ponteiro	Parte aérea
Efeitos	QM				
Blocos	03	46,8249 ^{ns}	6,4516 ^{ns}	68,469 ^{ns}	151,339 ^{ns}
Variedades (V)	06	866,076**	12,869**	340,119**	1633,629**
Resíduo (a)	18	35,1722	3,4498	48,2001	125,6367
DAP	02	7195,42**	672,565**	1911,39**	1574,643**
V x DAP	12	202,255**	43,644**	786,486**	1547,642**
Resíduo (b)	42	16,7783	2,4774	37,6453	62,0260
Média		47,48	11,16	70,67	129,32
CV a (%)		12,49	16,64	9,82	8,68
CV b (%)		8,83	14,09	8,68	6,09
Fósforo					
Blocos	03	2,0559 ^{ns}	0,0903 ^{ns}	4,5077 ^{ns}	11,437 ^{ns}
Variedades (V)	06	19,242**	0,2441**	10,829**	40,512**
Resíduo (a)	18	1,29201	0,0562	1,2006	2,7982
DAP	02	684,152**	5,1432**	29,235**	728,178**
V x DAP	12	4,7245**	0,3493**	8,9691**	14,344**
Resíduo (b)	42	1,79508	0,0556	1,71032	4,9590
Média		10,40	1,11	9,96	21,48
CV a (%)		10,93	21,34	11,00	7,79
CV b (%)		12,88	21,23	13,13	10,37
Potássio					
Blocos	03	169,827 ^{ns}	9,9699 ^{ns}	106,117 ^{ns}	544,283 ^{ns}
Variedades (V)	06	3792,865**	95,069**	723,990**	5227,34**
Resíduo (a)	18	83,6625	6,3228	154,4921	388,116
DAP	02	6856,228**	535,009**	3082,23**	11511,4**
V x DAP	12	766,647**	73,099**	890,569**	2832,97**
Resíduo (b)	42	60,7792	4,1807	100,0588	250,567
Média		105,03	14,17	101,91	221,12
CV a (%)		8,71	17,74	12,19	8,91
CV b (%)		7,42	14,43	9,82	7,16

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

Fonte: Autora, 2011

Tabela 23- Resumo dos quadrados médios de acúmulo de Cálcio, Magnésio e Enxofre no colmo, folha, ponteiro e parte aérea.

Cálcio					
FV	GL	Colmo	Folha	Ponteiro	Parte aérea
Efeitos	----- QM -----				
Blocos	03	0,5788 ^{ns}	3,3856 ^{ns}	17,2854 ^{ns}	28,5363 ^{ns}
Variedades (V)	06	131,755 ^{**}	16,966 ^{**}	64,418 ^{**}	326,162 ^{**}
Resíduo (a)	18	5,2798	1,5943	4,1350	17,1339
DAP	02	2536,127 ^{**}	126,826 ^{**}	534,522 ^{**}	3987,655 ^{**}
V x DAP	12	28,0136 ^{**}	12,2372 ^{**}	26,5671 ^{**}	62,1443 ^{**}
Resíduo (b)	42	4,7097	1,9335	7,7839	18,3034
Média		17,85	7,73	17,22	42,80
CV a (%)		12,87	16,33	11,81	9,67
CV b (%)		12,16	17,99	16,20	9,99
Magnésio					
Blocos	03	0,4379 ^{ns}	1,2354 ^{ns}	2,5227 ^{ns}	8,0999 ^{ns}
Variedades (V)	06	74,6297 ^{**}	4,6087 ^{**}	49,7501 ^{**}	162,1822 ^{**}
Resíduo (a)	18	3,5324	0,4710	1,9904	7,3113
DAP	02	1573,293 ^{**}	19,3344 ^{**}	122,5058 ^{**}	2259,590 ^{**}
V x DAP	12	31,8287 ^{**}	2,7063 ^{**}	16,0788 ^{**}	46,2021 ^{**}
Resíduo (b)	42	3,2502	4,4183	2,6056	7,4304
Média		13,73	3,87	10,63	28,23
CV a (%)		13,69	17,75	13,27	9,56
CV b (%)		13,13	16,73	15,18	9,66
Enxofre					
Blocos	03	4,3223 ^{ns}	0,4138 ^{ns}	4,0062 ^{ns}	16,8662 ^{ns}
Variedades (V)	06	45,2997 ^{**}	2,3591 ^{**}	19,5313 ^{**}	95,1473 ^{**}
Resíduo (a)	18	1,6558	0,2818	1,0190	4,5623
DAP	02	273,151 ^{**}	31,6694 ^{**}	1,5573 ^{ns}	236,8317 ^{**}
V x DAP	12	12,3976 ^{**}	1,1883 ^{**}	13,1442 ^{**}	32,3815 ^{**}
Resíduo (b)	42	1,8133	0,1635	1,4281	5,1919
Média		9,41	2,08	6,53	18,02
CV a (%)		13,68	25,53	15,46	11,85
CV b (%)		14,31	19,44	18,30	12,65

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

Fonte: Autora, 2011

Tabela 24. Resumo dos quadrados médios de acúmulo de Ferro, Cobre, Zinco e Boro no colmo, folha, ponteiro e parte aérea.

Ferro					
FV	GL	Colmo	Folha	Ponteiro	Parte aérea
Efeitos	----- QM -----				
Blocos	03	58988,34 ^{ns}	5236,607 ^{ns}	17094,84 ^{ns}	184613,3 ^{ns}
Variedades (V)	06	1195342,0 ^{**}	61405,11 ^{**}	237679,0 ^{**}	16666795,0 ^{**}
Resíduo (a)	18	47105,54	2694,716	11109,74	81379,69
DAP	02	0,19032 ^{**}	1048103,0 ^{**}	1791589,0 ^{**}	0,348929 ^{**}
V x DAP	12	673831,8 ^{**}	42593,15 ^{**}	423689,8 ^{**}	1654019,0 ^{**}
Resíduo (b)	42	37417,14	2947,393	14267,07	61681,91
Média		1549,67	374,81	950,83	2875,30
CV a (%)		14,01	13,85	11,09	9,92
CV b (%)		12,48	14,49	12,56	8,64
Cobre					
Blocos	03	92,2860 ^{ns}	1,7108 ^{ns}	43,3519 ^{ns}	7,2871 ^{ns}
Variedades (V)	06	371,9279 ^{**}	9,2449 ^{**}	86,2612 ^{**}	642,8350 ^{**}
Resíduo (a)	18	58,7496	1,8930	15,6133	98,5277
DAP	02	827,6157 ^{**}	4,8408 ^{ns}	276,6930 ^{**}	474,3061 ^{**}
V x DAP	12	270,2271 ^{**}	5,4344 [*]	86,7616 ^{**}	445,6466 ^{**}
Resíduo (b)	42	57,4144	2,1504	16,9829	72,2161
Média		33,40	4,88	25,25	63,54
CV a (%)		22,95	28,19	15,65	15,62
CV b (%)		22,68	30,04	16,32	13,38
Zinco					
Blocos	03	1163,81 ^{ns}	15,9713 ^{ns}	384,6136 ^{ns}	2927,218 ^{**}
Variedades (V)	06	10001,95 ^{**}	275,2639 ^{**}	2327,369 ^{**}	9528,827 ^{**}
Resíduo (a)	18	387,9927	11,6270	327,6273	1036,542
DAP	02	47186,42 ^{**}	188,3948 ^{**}	12333,56 ^{**}	100818,0 ^{**}
V x DAP	12	3584,275 ^{**}	144,3391 ^{**}	835,5896 ^{**}	3399,640 ^{**}
Resíduo (b)	42	319,2913	9,4813	225,7436	636,5394
Média		175,11	21,62	125,85	322,57
CV a (%)		11,25	15,77	14,38	9,98
CV b (%)		10,20	14,24	11,94	7,82
Boro					
FV	GL	Colmo	Folha	Ponteiro	Parte aérea
Efeitos	----- QM -----				
Blocos	03	0,7418 ^{ns}	44,1852 ^{ns}	239,2037 ^{ns}	424,7146 ^{ns}
Variedades (V)	06	2619,264 ^{**}	111,8779 ^{**}	816,5588 ^{**}	4123,856 ^{**}
Resíduo (a)	18	295,4952	25,5621	175,9480	841,6072
DAP	02	15815,03 ^{**}	2344,027 ^{**}	4822,001 ^{**}	12569,00 ^{**}
V x DAP	12	1732,481 ^{**}	203,7991 ^{**}	1488,719 ^{**}	4517,437 ^{**}
Resíduo (b)	42	175,3806	17,4227	163,8711	338,9269
Média		109,63	30,69	82,93	223,25
CV a (%)		15,68	16,47	15,99	12,99
CV b (%)		12,08	13,60	15,44	8,25

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

Fonte: Autora, 2011