



Universidade Federal de Alagoas - UFAL
Centro de Ciências Agrárias - CECA
Curso de Graduação em Agronomia



VINICIUS SANTOS GOMES DA SILVA

**ESTADO NUTRICIONAL, ACÚMULO DE NUTRIENTES, QUALIDADE
DO CALDO E PRODUÇÃO DE AÇÚCARES POR QUATRO
VARIEDADES DE CANA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação do Curso de Agronomia, do Centro de
Ciências Agrárias - CECA, da Universidade Federal
de Alagoas – UFAL, como requisito para obtenção do
título de Engenheiro Agrônomo.

RIO LARGO/AL
2012



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
COORDENAÇÃO DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**



i

VINICIUS SANTOS GOMES DA SILVA

**ESTADO NUTRICIONAL, ACÚMULO DE NUTRIENTES, QUALIDADE
DO CALDO E PRODUÇÃO DE AÇÚCARES POR QUATRO
VARIEDADES DE CANA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso de Agronomia, do Centro de Ciências Agrárias - CECA, da Universidade Federal de Alagoas – UFAL, como requisito para obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Mauro Wagner de Oliveira

RIO LARGO/AL
2012

ATA DE REUNIÃO DE BANCA EXAMINADORA DE DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Aos 01 (um) dias do mês de Fevereiro do ano de 2012, às 9 horas, sob a Presidência do (a) Professor **Mauro Wagner de Oliveira**, em sessão pública na sala do PPG – AGRONOMIA sala 03, do Centro de Ciências Agrárias, km 85 da BR 104 Norte, Rio Largo-AL, reuniu-se a Banca Examinadora de defesa do Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) intitulado ESTADO NUTRICIONAL, ACÚMULO DE NUTRIENTES, QUALIDADE DO CALDO E PRODUÇÃO DE AÇÚCARES POR QUATRO VARIEDADES DE CANA” do (a) aluno (a) **Vinicius Santos Gomes da Silva**, sob matrícula **2008G0264**, requisito obrigatório para conclusão do Curso de Agronomia, assim constituída: Prof. Dr. **Mauro Wagner de Oliveira**, CECA/UFAL (Orientador); Prof. MSc. **Jakes Halan de Queiroz Costa**, CECA/UFAL e Prof. MSc. **Cícero Alexandre da Silva**, CECA/UFAL. Iniciados os trabalhos, foi dado a cada examinador um período máximo de 30 (trinta) minutos para a argüição ao candidato. Terminada a defesa do trabalho, procedeu-se o julgamento final, cujo resultado foi o seguinte, observada a ordem de argüição: Prof. MSc. **Cícero Alexandre da Silva**, nota 10,00 (dez), Prof. MSc. **Jakes Halan de Queiroz Costa**, nota 10,00 (dez) e Prof. Dr. **Mauro Wagner de Oliveira**, nota 10,00 (dez). Apuradas as notas, o candidato foi considerado **APROVADO**, com média geral 10,00 (dez). Na oportunidade o candidato foi notificado do prazo de máximo de 30 (trinta) dias, a partir desta data, para entregar a Coordenação do Trabalho de Conclusão de Curso, devidamente protocolada, da versão definitiva do trabalho defendido, em 4 (quatro) vias, impressas e encadernadas e uma cópia digitalizada em CD com as correções sugeridas pela Banca, sem o que está avaliação se tornará sem efeito, passando o aluno a ser considerado reprovado. Nada mais havendo a tratar, os trabalhos foram encerrados para a lavratura da presente ATA, que depois de lida e achada conforme, vai assinada por todos os membros da Banca Examinadora, pelo coordenador (a) do Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) e pelo coordenador (a) do Curso de Agronomia do Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal de Alagoas. Rio Largo/AL, 01 de Fevereiro de 2012.

1º Examinador _____

Prof. Dr. Mauro Wagner de Oliveira (Orientador)

2º Examinador _____

Prof. MSc. Jakes Halan Queiroz Costa

3º Examinador _____

Prof. MSc. Cícero Alexandre Silva

Coordenador do TCC _____

Profa. Dra. Roseane Cristina Prêdes Trindade

Coordenador do Curso de Agronomia _____

Profa. Dra. Leila de Paula Rezende

*Ao meu pai José Valdemir Gomes da
Silva.*

OFEREÇO

Bom mesmo é ir a luta com determinação, abraçar a vida e viver com paixão. Perder com classe e vencer com ousadia, pois o triunfo pertence a quem mais se atreve. A vida é muito para ser insignificante.

Charlie Chaplin

A minha mãe Eliane e a minha irmã Elaine;

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, pai de infinita bondade, por ter concedido o dom da vida.

Ao meu orientador e amigo Prof. Mauro Wagner de Oliveira, um grande exemplo de profissional.

Aos professores José Paulo Vieira da Costa, Jakes Halan de Queiroz Costa e Cícero Alexandre da Silva que contribuíram bastante para minha formação profissional.

Aos meus amigos de classe Paulo Ricardo Aprígio Clemente, Luiz Eduardo Rocha e Silva, Rivan Júnior Estrela Pinto e Yolanda de Melo Oliveira.

A companheira Edna Aristides pela sua grande amizade e, sobretudo, pela grande ajuda na condução do trabalho de conclusão.

A todos que contribuíram de maneira direta ou indireta para minha formação profissional.

SUMÁRIO	Pág.
RESUMO	6
1. INTRODUÇÃO	7
2. REVISÃO DE LITERATURA	8
2.1 PANORAMA ATUAL.....	8
2.2 CARACTERÍSTICAS BOTÂNICAS	8
2.3 FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO MINERAL.....	9
2.3.1 Avaliação da fertilidade do solo	9
2.3.2 Calagem	10
2.3.3 Gessagem	12
2.3.4 Adubação mineral	12
2.4 ANÁLISE DO CRESCIMENTO E DO ESTADO DE NUTRICIONAL.....	12
2.4.1 Análise quantitativa do crescimento	13
2.4.2 Avaliação do estado nutricional	14
3. MATERIAL E MÉTODOS	16
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	18
4.1 ANÁLISE DE CRESCIMENTO	18
4.2. ESTADO NUTRICIONAL.....	19
4.3. ACÚMULO DE NUTRIENTES	20
4.4. QUALIDADE DO CALDO	22
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	24
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	25

RESUMO

SILVA, Vinicius Santos Gomes da. **Estado nutricional, acúmulo de nutrientes, qualidade do caldo e produção de açúcares por quatro variedades de cana.** Rio Largo: CECA – UFAL, 2012. (Trabalho de Conclusão de Curso).

No presente trabalho estudou-se no ciclo de cana-planta, a área foliar, o estado nutricional, o acúmulo de nutrientes, a qualidade do caldo e a produção de açúcares em quatro variedades: RB867515, RB92579, SP813250 e VAT90212. O experimento foi conduzido na Usina Triunfo, localizado no município de Boca da Mata, Alagoas. Adotou-se o esquema em delineamento experimental em blocos casualizados, com 4 tratamentos e 5 repetições. Os tratamentos foram constituídos de parcelas de seis sulcos de 10,0 m comprimento, espaçados de 1,00 m. Na fase do crescimento máximo da cultura avaliou-se a área foliar fotossinteticamente ativa e o estado nutricional. A área foliar fotossinteticamente ativa foi avaliada por medidas lineares da folha. Por ocasião da maturação, em janeiro de 2011, foram avaliados o acúmulo de nutrientes na biomassa da parte aérea, a produção de colmos industrializáveis, produção de açúcar, teores de fósforo e fenóis no caldo. Os valores médios de área foliar fotossinteticamente ativa, estado nutricional, acúmulos de nutrientes na biomassa da parte aérea, a produção de colmos industrializáveis, produção de açúcar, teores de fósforo e fenóis no caldo, foram submetidos à análise de variância e a teste de médias. A maior área foliar foi observada na RB92579, com valor médio de 5,08, significativamente maior que os das demais variedades. Em relação ao estado nutricional observou-se diferença varietal quanto aos teores foliares de nutrientes, mas não houve nenhuma variedade com maior teor foliar para todos os elementos. Todas as variedades apresentaram-se deficientes em nitrogênio e cobre. Não houve diferença entre as variedades quanto à produção de colmos industrializáveis e de açúcares, que oscilaram em torno de 130 e 14 t ha⁻¹, respectivamente. Por outro lado, houve diferença significativa entre os teores de fenóis e Pi no caldo. A VAT90212 apresentou os maiores teores de Pi e os menores de fenóis: 89 e 692 mg L⁻¹ de caldo. Para a RB867515, RB92579 e SP813250, os teores de Pi e fenóis, foram respectivamente de 35 e 791, 52 e 887 e, 54 e 826 mg L⁻¹ de caldo.

Palavras-chave: cana-planta, acúmulo de nutrientes, qualidade do caldo.

1. INTRODUÇÃO

A cultura da cana-de-açúcar está entre as mais plantadas no Brasil, sendo a área cultivada inferior apenas a de soja e milho, uma vez que na safra 2010/2011 foram cultivados cerca de 8,5 milhões de hectares (IBGE, 2011). Atualmente o setor sucroalcooleiro ocupa uma posição destaque no cenário socioeconômico brasileiro, devido sua importância na geração de empregos, rendas e divisas para o país.

O Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar, com previsão do total de cana moída na safra 2010/2011 de 624,9 milhões de toneladas de cana. Este volume representa, para o setor sucroalcooleiro, um incremento de 3,40 % em relação à safra 2009/2010, sendo que, do total produzido, 46,2% destinam-se à fabricação de açúcar e 53,8% à produção de etanol. O Estado de Alagoas encontra-se o sexto lugar, com produção média estimada em 26,752 milhões de toneladas de cana, sendo superado apenas por São Paulo, Minas Gerais, Goiás, Paraná e Mato Grosso do Sul com rendimentos médios de produção de 359,2; 55,1; 47,9; 43,9 e 34,3 milhões de toneladas de cana, respectivamente (CONAB, 2011).

Segundo Vitti e Mazza (2002) para uma maior exploração econômica da cana de açúcar é necessário que os canavicultores realizem o planejamento de suas atividades desde o plantio até a colheita, visto que a análise dos componentes de produção permite uma escolha mais racional das técnicas a serem adotadas, insumos, máquinas, implementos, serviços, variedades a serem utilizadas, distribuição destas nos tipos de solos a serem explorados, épocas de plantio, entre outras.

Com a finalidade de elevar o rendimento da cultura da cana-de-açúcar e torná-la ainda mais competitiva, os produtores rurais têm escolhido uma série de técnicas agrícolas, que possibilitam a melhoria das propriedades físico-químicas do solo e permitem a sustentabilidade da cultura ao longo dos anos. Entre estas práticas estão incluídas a calagem, gessagem, adubação química, adubação verde e uso de composto orgânico (OLIVEIRA et al., 2007). Outra prática de grande importância para o sucesso da lavoura canavieira é a escolha de variedades de cana-de-açúcar que ampliem a produtividade de energia (açúcar, álcool e fibra), pois cultivares obtidos a partir de seleções regionais comumente promovem ganhos substanciais de produção (LANDELL e BRESSIANI, 2008).

Ante a estas considerações, no presente estudo, avaliou-se, no ciclo de cana planta das variedades RB867515, SP 813250, RB92579 e VAT 90212 o estado nutricional, acúmulo de nutrientes, qualidade do caldo e produção de açúcares.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 PANORAMA ATUAL

A cultura da cana-de-açúcar está entre as mais plantadas no Brasil, sendo a área cultivada inferior apenas a de soja e milho, uma vez que na safra 2010/2011 foram cultivados cerca de 8,5 milhões de hectares (IBGE, 2011). Atualmente o setor sucroalcooleiro ocupa uma posição destaque no cenário socioeconômico brasileiro, devido sua importância na geração de empregos, rendas e divisas para o país.

O Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar, com previsão do total de cana moída na safra 2010/2011 de 624,9 milhões de toneladas de cana. Este volume representa, para o setor sucroalcooleiro, um incremento de 3,40 % em relação à safra 2009/2010, sendo que, do total produzido, 46,2% destinam-se à fabricação de açúcar e 53,8% à produção de etanol. O Estado de Alagoas encontra-se o sexto lugar, com produção média estimada em 26,752 milhões de toneladas de cana, sendo superado apenas por São Paulo, Minas Gerais, Goiás, Paraná e Mato Grosso do Sul com rendimentos médios de produção de 359,2; 55,1; 47,9; 43,9 e 34,3 milhões de toneladas de cana, respectivamente (CONAB, 2011).

2.2 CARACTERÍSTICAS BOTÂNICAS

A cana-de-açúcar pertence a família Poaceae e ao gênero *Saccharum*. É uma planta monocotiledônea, perene e própria de climas tropicais e subtropicais. Seus atuais cultivares são híbridos interespecíficos, sendo que nas constituições genéticas participam principalmente as espécies *S. officinarum* e *S. spontaneum*. O centro de origem dessas espécies tem sido reportado por diversos autores, como sendo as Ilhas do Arquipélago da Polinésia, a Nova Guiné e a Índia, dessa forma acredita-se que a cana de açúcar seja nativa do sudeste da Ásia, embora o exato centro de origem seja incerto (FIGUEIREDO, 2008).

Trata-se de uma planta de reprodução sexuada, porém, quando cultivada comercialmente, é multiplicada assexuadamente, por propagação vegetativa. É caracterizada pela inflorescência do tipo panícula, flor hermafrodita, caule de crescimento cilíndrico composto de nós e entrenós, e folhas alternas, opostas, presas aos nós dos colmos, com lâminas de sílica em suas bordas, e bainha aberta (SILVA et al., 2010).

2.3 FERTILIDADE DO SOLO E NURIÇÃO MINERAL

O solo é o meio principal para o crescimento das plantas (LOPES e GUILHERME, 2007), fato que o torna um dos componentes mais importantes na construção de altas produtividades. Com a finalidade de alavancar sempre produtividades elevadas faz-se necessário a obtenção de informações referentes à exigência nutricional da cana-de-açúcar a fim de indicar as quantidades de nutrientes que devem ser fornecidos a cultura (COLETI et al., 2006).

A cultura da cana-de-açúcar é grande extratora de nutrientes do solo, Malavolta et al. (1997) considerando colmo, folhas e palmito, afirmam que a quantidade de nutrientes extraída por 1,25 t de cana é de: 1,2 kg de N; 0,37 kg de P_2O_5 ; 1,49 kg de K_2O ; 1,12 kg de CaO; 0,68 kg de MgO e 1,07 kg de SO_4 . Em relação aos micronutrientes, a quantidade extraída é de 300 g de B, 270 g de Cu; 8.900 g de Fe; 5.700 g de Mn e 720 g de Zn.

Estando ciente da alta capacidade de remoção de nutrientes pela cultura, faz-se necessário o uso de avaliações para determinar a capacidade de fornecimento desses nutrientes pelo solo e, se necessário, complementá-la com adubações químicas, orgânicas e resíduos agroindustriais (OLIVEIRA et al., 2007).

2.3.1 Avaliação da fertilidade so solo

A análise de solo é uma ferramenta bastante usada na canavicultura com a finalidade de avaliar o estado de fertilidade do solo para possíveis correções seja para aplicação de corretivos, fertilizantes ou condicionadores de solo.

Para Orlando Filho et al. (1994) análise química do solo pode ser dividida em 4 etapas ou fases distintas, a amostragem, análise química, interpretação dos resultados e recomendação de adubação. A amostragem consiste no fator mais restritivo, visto que um volume muito pequeno de solo é utilizado na representação de alguns hectares, nesse sentido faz-se necessário a tomada de uma amostra que represente bem a área estudada, além disso, conforme Anghioni e Salet (1998) os erros contidos na amostra não mais poderão ser corrigidos, resultando em recomendações de quantidades insuficientes ou excessiva de insumos, que se refletirá em qualquer um dos casos, em prejuízos e rendimentos das culturas e lucros do produtor.

A exatidão ou acurácia dos resultados obtidos através da análise de solo será maior quanto maior for à homogeneidade do solo. Assim a área amostrada deve ser dividida em

estratos, glebas ou talhões, fundamentando-se em indicadores de macrovariações, facilmente perceptíveis (CANTARUTTI et al., 2007).

Para a cana-de-açúcar tem sido recomendado coletar amostras de solo das camadas de 0 a 20 e de 20 a 40 cm de profundidade (DEMATTE, 2005; OLIVEIRA et al., 2007; VITTI & MAZZA, 2002). Os resultados da análise da camada de 0 a 20 cm serão utilizados para calcular a adubação e a calagem e os da camada de 20 a 40 cm, para os cálculos da necessidade de gessagem. Antecedendo a coleta das amostras de solo, é necessário dividir a área em unidades homogêneas, levando-se em consideração, dentre outros, o histórico da área, os tipos de solo (cor, textura, profundidade), a localização e topografia (várzea, encosta, platô), a cobertura vegetal e as adubações anteriores (OLIVEIRA et al., 2007). Em relação aos resultados da análise química do solo, o potássio, o cálcio, o magnésio, o sódio e o alumínio são analisados quanto ao teor trocável e, mesmo havendo grande variação dos extratores químicos utilizados por diferentes laboratórios, a precisão e exatidão dessas análises são muito grandes (DEMATTE, 2005, OLIVEIRA et al., 2007).

2.3.2 Calagem

A maioria dos solos brasileiros apresenta limitações ao estabelecimento e desenvolvimento dos sistemas de produção de grande parte das culturas em decorrência dos efeitos de acidez. Essa pode estar de modo geral associada à presença de Al e Mn em concentrações tóxicas e de baixos teores de cátions de caráter básico, como Ca e Mg (SOUSA et al., 2007).

Os solos podem ser naturalmente ácido, em decorrência da pobreza dos materiais de sua formação, que podem apresentar baixos teores de cátions básicos, ou em virtude das condições de pedogênese ou de formação do solo que podem proporcionar a remoção de elementos químicos do solo. Além disso o processo de acidificação dos solos pode ser incrementado através de determinados fertilizantes e cultivos sucessivos (RAIJ, 1985).

Segundo Rajj (1991) a reação do solo é primeiro fator que deve ser conhecido em uma gleba a cultivar. Isso porque, caso ela não seja favorável, dever ser tomadas medidas corretivas com antecedência aos cultivos e até o preparo do solo.

A prática da calagem é de vital importância na agricultura uma vez que a mesma proporciona a correção da acidez, neutralização do alumínio tóxico, fornece cálcio e magnésio, eleva a disponibilidade de alguns nutrientes a melhoria da estrutura dos solos e a atividade microbiana (BRADY, 1989).

Para Alcarde (1992) o sucesso da calagem depende fundamentalmente de três fatores: da dosagem adequada, do produto ou melhor, das características do corretivo utilizado e da aplicação correta.

Vários materiais podem ser usados como corretivos da acidez de solos, sendo os mais empregados os calcários calcíticos, magnesianos e dolomíticos e os silicatos de cálcio e magnésio, designados de escórias de siderurgias. Nessas escórias, o teor de óxido de magnésio oscila em torno de 8%, enquanto os calcários calcíticos possuem teores de MgO inferiores a 5%, os magnesianos entre 6 e 12% e os dolomíticos acima de 12%. A eficiência desses produtos na correção da acidez do solo depende, dentre outros fatores, da sua granulometria, da distribuição uniforme no campo e da disponibilidade hídrica do solo. Em relação à dosagem do corretivo, existem alguns métodos para estimar a quantidade do produto a ser aplicado. Esses métodos baseiam-se na granulometria e poder neutralizante do corretivo, bem como nas características químicas do solo, principalmente teores de cálcio, magnésio, potássio, alumínio e hidrogênio (MORELLI et al., 1992; OLIVEIRA et al., 1997; OLIVEIRA et al., 2007).

São vários os métodos para a determinação da necessidade de calagem como: Método da incubação, método do $Al^{3+} + (Ca^{2+} + Mg^{2+})$, Método da Saturação por bases e Método SMP.

Na maioria dos Estados brasileiros, a dose de corretivo a ser aplicada tem sido estimada pelo método da neutralização da acidez trocável e da elevação dos teores de cálcio e magnésio (SOUZA et al., 1997) ou pelo método de saturação por bases (RAIJ et al., 1996). Para a cana-de-açúcar, tem sido recomendado elevar a saturação por bases (V) a 60%. Segundo Raij et al. (1996), a quantidade de calcário (QC) a ser usada, quando se emprega o método de saturação por bases, é calculada pela seguinte expressão:

$$QC \text{ (t ha}^{-1}\text{)} = [(60 - V) \times T] \div PRNT \quad (\text{Eq. 1})$$

sendo V = saturação por bases atual do solo; T = capacidade de troca catiônica a pH 7,0; e PRNT = poder relativo de neutralização total do corretivo utilizado.

Dias e Rossetto (2006) recomendam um acréscimo de 20% na necessidade da calagem, esse adicional deve-se, principalmente à deriva de aplicação, à acidificação do solo provocada pelo adubo, e ao processo de decomposição do sistema radicular da cana-de-açúcar.

2.3.4 Gessagem

De acordo Sousa et al. (2007) uma opção de manejo da acidez em profundidade é o uso do gesso com a finalidade de melhorar o ambiente radicular. É um produto que tem sido utilizado em solos ácidos como um complemento ao calcário, com o objetivo de diminuir a toxicidade do Al e aumentar a concentração de Ca em profundidade, a grande mobilidade vertical de cátions ocasionada pelo gesso deve-se a maior solubilidade desse produto em relação ao calcário, a inalteração das cargas elétricas, e a permanência do anião sulfato quase que totalmente na solução do solo.

Em trabalhos com a utilização de gesso agrícola são propostos mecanismos de correção da acidez em profundidade que se baseiam na possibilidade do SO_4^{2-} , proveniente da solubilização do $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, movimentar-se no perfil do solo e acumular-se nas camadas mais profundas, neutralizando os efeitos nocivos do Al^{3+} pela formação de AlSO_4^+ , bem como liberação de OH^- da superfície de óxidos e hidróxidos que podem reagir com o alumínio e formar precipitados como o $\text{Al}(\text{OH})_3$ (SALDANHA et al., 2007).

Na cultura da cana-de-açúcar Oliveira et al. (2007) informa que as doses de gesso a serem aplicadas podem se basear na necessidade de calagem ou na textura do solo. A quantidade de gesso a ser aplicada tem variado de 25 a 30% da necessidade de calagem, multiplicado por um fator de correção de profundidade (perfil a ser corrigido/20).

2.3.4. Adubação mineral

O uso de fertilizantes tem possibilitado ganhos em produtividade, fazendo com que se necessite de áreas menores para a obtenção de uma mesma produção. Dentre as culturas de alta expressão em termos de extensões de áreas, a cana-de-açúcar ocupa o segundo lugar em consumo de fertilizantes, contando com cerca de 15 % dos fertilizantes utilizados no Brasil (ANDA, 2005).

A adubação mineral da cana com nitrogênio, fósforo e potássio baseia-se nos resultados da análise de solo, na camada de 0 a 20 cm, e na produtividade que se deseja obter (OLIVEIRA et al., 2007). Conforme Demattê (2005) a extração de N, P e K oscilam em torno de 1,2, 0,15 a 0,3 e, 1,5 kg por tonelada de matéria natural da parte aérea.

2.4. ANÁLISE DO CRESCIMENTO E DO ESTADO NUTRICIONAL

Nos estudos de nutrição e adubação conduzidos com a cultura da cana-de-açúcar, além das avaliações da produção de colmos industriais e de sacarose aparente, recomenda-se

determinar a área foliar fotossinteticamente ativa, a densidade populacional (plantas/m²), o estado nutricional das plantas e o acúmulo de matéria seca e de nutrientes na biomassa. Quando houver interesse em se conhecer mais detalhadamente o crescimento da cultura, sugere-se realizar a análise quantitativa do crescimento (OLIVEIRA et al., 2011).

2.4.1. Análise quantitativa do crescimento

O estudo de área foliar em cultivares de cana de açúcar permite correlacioná-la com o seu potencial produtivo, seja em massa seca, quantidade de açúcar ou taxas de crescimento. A folha é a estrutura responsável pela produção da maior parte dos carboidratos essenciais ao crescimento e desenvolvimento dos vegetais (HERMANN & CÂMARA, 1999).

Leme et al.(1984) citam que o índice de área foliar (IAF) é efetivo para avaliar o rendimento final, sendo que os maiores valores durante o ciclo de desenvolvimento estariam relacionados com a maior produção final de colmos. Nesse sentido, o conhecimento da dinâmica de desenvolvimento da área foliar, bem como da arquitetura do sistema foliar poderá permitir melhor compreensão das relações dessas características com o rendimento final.

Nos estudos de área foliar tem-se usado com bastante frequência o método proposto por Hermann e Câmara (1999), uma adaptação do método de Francis et al. (1969). No método de Francis et al. (1969), a área é obtida pelo produto do C x L, sendo C o comprimento do limbo sobre a nervura principal desde o ponto de inserção do limbo com a bainha até o ápice da folha e L, a maior largura perpendicular à nervura principal da folha. O referido produto deverá ser corrigido pelo fator 0,75. Este método prevê a tomada de medidas de todas as folhas fotossinteticamente ativa da planta. O segundo, uma simplificação proposta por Hermann e Câmara (1999), baseia-se na maior largura perpendicular à nervura principal da folha +3 e no comprimento do limbo sobre a nervura principal da folha +3, “sistema Kuijper” descrito por Bacchi (1983), multiplicado pelo fator 0,75 proposto por Francis et al. (1969). A área foliar da planta é obtida após correção pelo coeficiente N+2, sendo N, o número de folhas totalmente abertas e com, pelo menos 20% de área verde e 2, fator de correção que considera a existência de pelo menos, duas folhas mais novas que a folha zero.

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

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

AF = área foliar estudada; C = comprimento da folha estudada; L = largura da folha estudada; 0,75 = fator de forma.

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

C = comprimento da folha +3 estudada; L = largura da folha +3 estudada;

N = nº de folhas totalmente abertas com mais 20% de área verde; 2 = fator de correção.

2.4.2. Avaliação do estado nutricional

A análise química das folhas da cana-de-açúcar é uma das formas de avaliar o estado nutricional das lavouras. A preferência pelas folhas deve-se ao fato de elas serem a parte da planta que, de um modo geral, melhor refletem as variações no suprimento de nutrientes, tanto do solo quanto das adubações. Em cana-de-açúcar tem sido recomendado coletar as folhas +2 ou +3. A folha +1 é, no sentido descendente do caule, a primeira que apresenta a lígula (região de inserção da bainha foliar no colmo) totalmente visível (Figura 1). Para a análise química utiliza-se o terço mediano da folha +2 ou +3, excluindo a nervura central.

O uso de uma tesoura de aço inoxidável para coletar das folhas +3, ao invés de um canivete ou faca inoxidáveis, evita cortes acidentais em quem realiza a coleta, além de aumentar o rendimento do trabalho. As amostras do terço mediano devem ser primeiramente lavadas em água corrente limpa e, posteriormente, em água destilada. A seguir o material deve ser seco a 65 °C até peso constante, caso não seja possível esta secagem, deve-se enviar rapidamente as amostras para o laboratório onde serão analisadas.

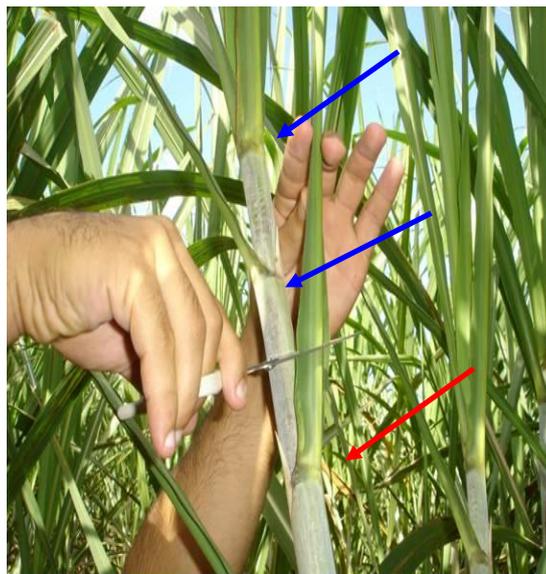


Figura 1- Identificação das folhas +1, + 2 e + 3. A folha +3 é a indicada pela seta vermelha e que está sendo cortada com a tesoura, para posterior análise química.

Os valores de concentração de nutrientes no terço médio das folhas +3 serão comparados com valores de referências, para se avaliar o estado nutricional das plantas. Na tabela 1 estão citadas as faixas de concentrações de nutrientes, consideradas adequadas, conforme citação de pesquisadores brasileiros.

Tabela 1- Faixas de concentração de nutrientes no terço médio da folha +2, ou +3, consideradas adequadas.

Autores	Nutrientes					
	N	P	K	Ca	Mg	S
	----- g kg ⁻¹ -----					
Malavolta et al. (1989)*	19-21	2,0-2,4	11-13	8,0-10	2,0-3,0	2,5-3,0
Malavolta et al. (1989)**	20-22	1,8-2,0	13-15	5,0-7,0	2,0-2,5	2,5-3,0
Raij et al. (1996)	18-25	1,5-3,0	10-16	2,0-8,0	1,0-3,0	1,5-3,0
Orlando Filho (1983)	16 - 26	2,0-3,5	6 -14	4,3-7,6	1,1-3,6	1,3-2,8
Autores	B	Cu	Fe	Mn	Mo	Zn
	----- mg kg ⁻¹ -----					
Malavolta et al. (1989)*	15-50	8-10	200-500	100-250	0,15-0,30	25-50
Malavolta et al. (1989)**	-----	8-10	80-150	50-125	-----	25-30
Raij et al. (1996)	10-30	6-15	40-250	25-250	0,05-0,20	10-50
Orlando Filho (1983)	6-29	9-17	76-392	73-249	-----	----

* e **: Faixas de concentração para a cana-planta e rebrotas, respectivamente.

3. MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida na Usina Triunfo, localizada no município de Boca da Mata, Alagoas, onde os invernos são chuvosos e os verões secos.

Antecedendo a implantação do estudo foram coletadas amostras de solo da área experimental, nas camadas de 0 a 20 e de 20 a 40 cm. De posse dos resultados da análise química dessas amostras de solo foi avaliada a necessidade de aplicação de calcário e de gesso, visando elevar a saturação por bases a 60% na camada arável e, reduzir a saturação por alumínio na camada de 20 a 40 cm, conforme proposto por Oliveira et al. (2007). Após a aplicação do calcário, a área experimental foi arada e gradeada, sulcando-se a seguir. A densidade de plantio oscilou em torno de 15 a 18 gemas por metro de sulco.

Para a condução do estudo adotou-se o esquema em delineamento experimental em blocos casualizados, com 4 tratamentos e 5 repetições. Os tratamentos foram quatro variedades de cana-de-açúcar RB867515, RB92579, SP813250 e VAT90212, cultivada em parcelas de seis sulcos de 10,0 metros de comprimento, espaçados de 1,00 metro. A adubação química, aplicada no fundo do sulco, foi a utilizada rotineiramente pela usina: 60;100 e 150 kg.ha⁻¹ de nitrogênio, fósforo e potássio respectivamente.

Foi avaliada a área foliar fotossinteticamente na fase de crescimento máximo. Nesta avaliação adotou-se o método proposto por Hermann e Câmara (1999), que se baseia em medidas lineares do comprimento e da largura da folha + 3 e, no número de folhas totalmente abertas e com pelo menos 20% de área verde.

Na fase de crescimento máximo da cana, também foi realizada a coleta das folhas + 3, para avaliação do estado nutricional das plantas, seguindo-se métodos descritos por Malavolta et al. (1989). As amostragens foram realizadas nos quatro sulcos centrais da parcela. O limbo foliar foi analisado quanto aos teores de N, P, K, Ca, Mg, S, boro, cobre, ferro, manganês e zinco.

Por ocasião da maturação da cana, no início de janeiro, foi realizada a colheita da cana e avaliados os acúmulos de matéria seca e de nutrientes na parte aérea das quatro variedades, a produção de colmos industrializáveis e a qualidade do caldo. À semelhança da coleta da folha +3, as amostragens foram realizadas nos quatro sulcos centrais da parcela.

Após a determinação da matéria fresca, uma subamostra de toda a parte aérea foi passada em picadeira de forragem e seca a 65 °C em estufa de ventilação forçada até massa constante, para posteriormente realizar a determinação da matéria seca. Essas subamostras foram passadas em moinho tipo Willey, sendo, posteriormente quantificado o teor de

nutrientes (N, P, K, Ca, Mg, S, boro, cobre, ferro, manganês e zinco), segundo método descrito por Malavolta et al. (1989).

Outra subamostra constituída dos colmos industrializáveis foi passada em picadeira de forragem, homogeneizada, prensada e o caldo obtido avaliado quanto à qualidade, determinando-se os teores de sacarose aparente (“Pol”), sólidos solúveis (“Brix”), fósforo orgânico e inorgânico e fenóis, seguindo-se métodos descritos por Delgado et al. (1984), Malavolta et al. (1989), Caldas (1998) e Qudsieh et al. (2002).

Os valores médios da área foliar, do estado nutricional, do acúmulo de matéria seca e de nutrientes em toda a planta, de sacarose aparente, de sólidos solúveis, de fósforo orgânico e inorgânico, potássio e fenóis, foram submetidos à análise de variância e a teste de médias.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 ANÁLISE DE CRESCIMENTO

Os resultados da análise de variância para o comprimento das folhas, largura das folhas, número de plantas, número de folhas e índice de área foliar nas variedades VAT90212, RB92579, RB867515 e SP813250 encontra-se na tabela 2. Para as variáveis supracitadas foi verificado diferença significativa, exceto para largura de folhas.

TABELA 2- Quadrados médios da análise de variância do comprimento das folhas (CF), largura das folhas (LF), número de plantas (NP), número de folhas (NF) e índice de área foliar (IAF) de quatro variedades de cana-de-açúcar.

Fonte de variação	CF	LF	NP	NF	IAF
	-----QUADRADO MÉDIO-----				
Variedade	313,009**	0,1051ns	6,9833**	493,933**	0,7554**
	-----cm-----		NP	NF	IAF
Média Geral	160,42	4,7009	8,85	78,30	4,52
C. V (%)	3,78	4,83	8,51	7,52	7,79

¹ns,** e *: não significativo e, significativo a; 1; 5%, respectivamente, pelo teste F.

Observa-se que apesar da variedade RB 92579 ter o menor comprimento de folhas, a mesma como consequência de apresentar o maior número de plantas e de folhas, apresenta o maior índice de área foliar tabela 3.

Silva (2007) em estudo conduzido no CECA/UFAL, com avaliações realizadas a intervalos médios de 30 dias, observou que o índice médio de área foliar e densidade populacional variedade RB92579 foi, estatisticamente, sempre maior que a RB867515. No período de 130 a 370 dias após o plantio da cana, o valor médio do índice de área foliar da RB867515 e RB92579 foi, respectivamente de 2,3 e 3,0, enquanto para a densidade populacional observaram-se médias de 10 e 14 plantas/m². Na fase de crescimento máximo o índice de área foliar da RB92579 alcançou valores próximos a 5,0, enquanto para a RB867515 o índice de área foliar foi de aproximadamente 4,0, concordantes, portanto com os valores obtidos no presente estudo.

TABELA 3- Médias de comprimento das folhas (CF), largura das folhas (LF), numero de plantas (NP), número de folhas (NF) e índice de área foliar (IAF) de quatro variedades de cana-de-açúcar.

VARIEDADE	CF	LF	NP	NF	IAF
VAT90212	167,80b	4,82a	8,40a	72,40a	4,52a
SP813250	159,44b	4,50a	9,00a	77,40a	4,27a
RB867515	164,70b	4,72a	7,60a	70,80a	4,24a
RB92579	149,74a	4,82a	10,40b	92,60b	5,08b

¹Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

4.2 ESTADO NUTRICIONAL

Os resultados da análise de variância para teores de nitrogênio ,fósforo ,potássio , cálcio, magnésio, enxofre, zinco, ferro, manganês, cobre e boro no terço médio da folha +3, e os testes de médias de quatro variedades de cana encontram-se nas tabelas 4 e 5.

Foi observado efeito varietal para a concentração de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre e zinco no terço médio da folha +3, utilizada na avaliação do estado nutricional das plantas.

Comparando-se os teores de nutrientes das folhas +3 das variedades, com os relatados por Malavolta et al. (1989), Rajj et al. (1996) e Orlando Filho (1983), constantes na tabela 1, constata-se que todas as variedades estavam deficientes em nitrogênio e cobre. Para o fósforo, apenas a RB867515 e a RB92579 apresentaram teores médios inferiores a 1,5 g kg⁻¹, limite inferior da concentração adequada. Em relação ao enxofre, a RB92579 e VAT90212 estavam deficientes, mas por outro lado somente a VAT90212 apresentou-se com teor médio adequado de Mn, Houve deficiência generalizada de cobre, reforçando resultados obtidos em estudos conduzidos no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas (CECA-UFAL) por Aristides et al. (2009). Em pesquisas recentes conduzidas por Oliveira et al. (2011) em diversas lavouras de cana de açúcar do Estado de Alagoas e do vale do Mucuri, no nordeste de Minas Gerais, também observou-se que os teores foliares de cobre e manganês estavam em concentração inferior ao valor mínimo citados por Malavolta et al. (1989) e Oliveira et al. (2007).

TABELA 4- Quadrados médios da análise de variância para os teores de macro e micronutrientes na folha +3 das variedades de cana-de-açúcar VAT90212, RB92579, RB867515 e SP813250.

Fonte de variação	N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Fe	Mn	Cu	B
	-----Quadrados médios-----										
Variedade	3,36 ^{**}	0,21 ^{**}	1,97 [*]	1,00 [*]	1,62 ^{**}	0,13 [*]	11,53 [*]	3499,51 ^{ns}	56,18 ^{ns}	0,20 ^{ns}	1,01 ^{ns}
	-----g kg ⁻¹ -----						-----mg kg ⁻¹ -----				
Média Geral	14,005	1,615	8,840	3,625	3,245	1,38	14,30	59,75	23,350	2,10	6,97
C. V (%)	5,35	10,14	8,62	10,62	10,30	15,36	11,22	96,55	18,63	28,83	9,63

¹ns, ** e *: não significativo e, significativo a; 1; 5%, respectivamente, pelo teste F.

TABELA 5 – Médias dos teores de macro e micronutrientes na folha +3 das variedades de cana-de-açúcar VAT90212, RB92579, RB867515 e SP813250.

Variedade	N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Fe	Mn	Cu	B
	-----g kg ⁻¹ -----						-----mg kg ⁻¹ -----				
VAT90212	13,24a	1,68b	9,76b	3,08a	3,52b	1,24 ^a	15,2b	45,4a	28,0a	2,20a	7,10a
RB813250	13,70a	1,88b	8,40a	3,94b	3,42b	1,50b	12,4a	99,4a	22,8a	2,20a	7,10a
RB867515	13,92b	1,44a	8,72a	3,44a	3,64b	1,54b	15,8b	48,0a	22,6a	2,20a	6,32a
RB92579	15,16b	1,46a	8,48a	4,04b	2,40a	1,24 ^a	13,8a	46,2a	20,0a	1,80a	7,36a

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

4.3 ACÚMULO DE NUTRIENTES

Os resultados da análise de variância para o acúmulo de nutrientes na biomassa das variedades VAT90212, RB92579, RB867515 e SP813250 e testes de médias para acúmulo de nutrientes na biomassa da cana encontram-se na tabela 6 e 7, respectivamente. Não foi constatado efeito de variedades sobre o acúmulo de nutrientes na biomassa da parte aérea das variedades de cana.

TABELA 6- Quadrados médios da análise de variância para acúmulo de macro e micronutrientes na biomassa da parte aérea das variedades de cana-de-açúcar VAT90212, RB92579, RB867515 e SP813250.

Fonte de variação	N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Fe	Mn	Cu	B
	-----Quadrados médios-----										
Variedade	185,22 ^{ns}	52,01 ^{ns}	1735,13 ^{ns}	120,78 ^{ns}	79,14 ^{ns}	200,40 ^{ns}	4803,83 ^{ns}	374167,01 ^{ns}	36456,71 ^{ns}	53,27 ^{ns}	4322,17 ^{ns}
Média geral	-----kg/ha-----						-----g/ha-----				
Média Geral	182,10	27,75	219,83	66,62	60,26	59,49	345,39	4204,59	578,83	74,63	349,31
C. V (%)	14,87	21,15	10,81	10,62	22,83	15,36	31,72	19,91	18,63	18,85	30,41

¹ns, ** e *: não significativo e, significativo a; 1; 5%, respectivamente, pelo teste F.

Tabela 7 - Médias de acúmulo de nutrientes de quatro variedades de cana-de-açúcar.

Variedade	N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Fe	Mn	Cu	B
	-----kg ha ⁻¹ -----						-----g ha ⁻¹ -----				
VAT90212	176	29	221	65	57	51	313	4.395	639	75	341
SP813250	177	26	216	71	59	64	335	4.438	634	78	345
RB867515	190	31	243	69	66	64	387	4.138	585,42	73	389
RB92579	183	24	198	60	57	58	345	3.845	456	71	319

Para uma produção de cerca de 100 t de colmos industrializáveis, o acúmulo de nutrientes na parte aérea da planta é da ordem de 150, 40, 180, 90, 50 e 40 kg de N, P, K, Ca, Mg e enxofre, respectivamente. No caso dos micronutrientes ferro, manganês, zinco, cobre e boro, os acúmulos na biomassa da parte aérea, também para uma produção de 120 t, são por volta de 8,0; 3,0; 0,6; 0,4; e 0,3 kg, respectivamente (OLIVEIRA et al, 2002; ORLANDO FILHO, 1993).

4.4 QUALIDADE DO CALDO.

Os resultados da análise de variância para produção de colmos industrializáveis (TCH) e sacarose por hectare (TPH), massa do total de açúcares recuperáveis por tonelada de colmos industrializáveis (TAR), fibra, pureza do caldo (Pureza), percentual de sacarose nos colmos (Sac. Colm.) e teores de fenóis (Fenóis) e de fósforo inorgânico (Pi) no caldo das variedades RB867515, RB92579, SP813250 e VAT90212, estão citados nas tabelas 8 e 9.

Essa produção pode ser considerada de média a alta para o Estado de Alagoas, onde a fase de máximo crescimento máximo da cana de açúcar ocorre em dias curtos e, portanto sob baixa luminosidade, diferentemente do Centro-Sul do Brasil, onde o aumento da luminosidade coincide com a maior disponibilidade hídrica (OLIVEIRA et al., 2011). A não coincidência da máxima disponibilidade hídrica com a luminosa influencia negativamente menor produtividade da cana em Alagoas, quando comparada ao Centro-Sul (OLIVEIRA et al., 2007). Em trabalhos conduzidos em Viçosa-MG, em solos com baixo teor de P e média saturação por bases, Silveira et al. (2002) avaliaram o crescimento e a produção de sacarose por seis variedades de cana e verificaram que a RB867515 destacou-se pelo acúmulo de matéria seca e açúcares recuperáveis, com médias de 56 e 16,6 toneladas por hectare, respectivamente.

As concentrações de sólidos solúveis, sacarose aparente no caldo, pureza e açúcares recuperáveis (ATR) situaram-se próximas as citadas por Fernandes (2000); Barbosa et al. (2002), Oliveira et al (2011) observadas em canaviais bem conduzidos e com alto rendimento industrial, podendo-se, portanto, inferir que as variedades estavam madura e o caldo tinha bons teores de açúcares. Em relação aos teores de fenóis e fósforo no caldo foi constatado efeito varietal: a variedade VAT90212. descatou-se positivamente pelo maior teor de fósforo e menor de fenóis. Contudo, o teor de fósforo inorgânico de todas as variedades, inferior a 90 mg dm⁻³ (Tabela 9), é considerado baixo, uma vez que segundo César et al. (1987) para que ocorra boa clarificação, o teor de fósforo inorgânico deve ser superior a 100 mg por litro de caldo.

Os teores de fenóis no caldo das quatro variedades de cana foram, a exceção da VAT90212, superiores a 750 mg L⁻¹, próximos aos observados em estudos anteriores conduzidos por este grupo de pesquisa em diversas lavouras de cana de açúcar do Estado de Alagoas e do vale do Mucuri, no nordeste de Minas Gerais (OLIVEIRA et al., 2011), porém cerca do dobro dos relatados para a cana do centro-sul do Brasil (SIMIONI et al., 2006) e na Malásia (QUDSIEH et al., 2002). A deficiência de cobre e de manganês, constatada pelo

estado nutricional das plantas (Tabela 5), além de comprometer o potencial produtivo das variedades, possivelmente causou alterações metabólicas na qualidade do caldo, pois esses nutrientes são constituintes das metaloenzimas polifenol oxidase e amilase (MALAVOLTA et al., 1989) e, portanto, sob atuação deficiente destas enzimas há acúmulo de compostos fenólicos e de amido (ROBSON et al, 1981; OLIVEIRA et al., 2007). Os compostos fenólicos, o amido e as clorofilas são substâncias que influenciam negativamente na cor do caldo e conseqüentemente na do açúcar, diminuindo a qualidade e a aceitabilidade do produto (QUDSIEH et al., 2002; SIMIONI et al., 2006, OLIVEIRA et al., 2011).

TABELA 8. Análise de variância para produção de colmos industrializáveis (TCH) e de sacarose por hectare (TPH), massa do total de açúcares recuperáveis por tonelada de colmos industrializáveis (TAR), fibra, pureza do caldo (Pureza), percentual de sacarose nos colmos (Sac. Colm.) e teores de fenóis (Fenóis) e de fósforo inorgânico (Pi) no caldo das variedades RB867515, RB92579, SP813250 e VAT90212.

Fonte de variação	TCH	TPH	TAR	Fibra	Pureza	Sac. Colm.	Fenóis	Pi
Variedade	176,58 ^{ns}	3,07 ^{ns}	21,70 ^{ns}	0,167 ^{ns}	0,596 ^{ns}	0,247 ^{ns}	33.132**	2.533**
	t ha ⁻¹	t ha ⁻¹	kg t ⁻¹	-----%	-----	-----	-----mg L ⁻¹ -----	
Média geral	126,7	14,17	145,6	12,76	85,74	14,84	799	57,6
C.V. (%)	11,26	14,17	5,84	4,15	2,43	5,95	6,75	30,38

ns; ***, ** e *: não significativo e, significativo a 0,1; 1; 5%, respectivamente, pelo teste F.

TABELA: 9 Teores médios de fósforo inorgânico e fenóis no caldo das variedades RB867515, RB92579, SP813250 e VAT90212.

Variedade	Fósforo inorgânico	Fenóis
	-----mg L ⁻¹ -----	
RB867515	35 a	791 b
RB92579	52 a	887 c
SP813250	54 a	826 b
VAT 90212	89 b	692 a

¹Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidades.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos no presente estudo permitem concluir que as variedades RB867515, RB92579, SP813250 e VAT90212 são de alto potencial produtivo, mas apresentam diferenças quanto a área foliar, estado nutricional e qualidade do caldo. A maior área foliar foi observada na RB92579, com valor médio de 5,08, significativamente maior que os das demais variedades. Em relação ao estado nutricional embora houvesse diferença varietal quanto aos teores foliares de nutrientes, nenhuma variedade apresentou generalizadamente maior concentração foliar para todos os nutrientes, contudo, todas as variedades apresentaram teores foliares deficientes em nitrogênio e cobre. Em relação aos teores de fenóis e Pi no caldo houve destaque para a VAT90212 que apresentou os maiores teores de Pi e os menores de fenóis: 89 e 692 mg L⁻¹ de caldo. Para a RB867515, RB92579 e SP813250, os teores de Pi e fenóis, foram respectivamente de 35 e 791, 52 e 887 e, 54 e 826 mg L⁻¹ de caldo. O estudo está em andamento e novas avaliações serão realizadas, visando avaliar a área foliar, o estado nutricional, acúmulo de nutrientes, produção e qualidade do caldo nas rebrotas.

6 . REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALCARDE, J.C. **Corretivo de acidez dos solos: características e interpretações técnicas**. São Paulo: Associação Nacional para Difusão de Adubos e Corretivos Agrícolas, 1992, p. 26. (Boletim Técnico, 6).

ANDA – Associação Nacional para difusão de adubos. Disponível em: <<http://www.anda.org.br/estatisticas.aspx>>. Acesso em: 15 de setembro de 2011.

ANGHINONI, I.; SALET, R.L. Amostragem de solo e as recomendações de adubação e calagem para o sistema plantio direto. In: NUERNBERG, N.J., ed. **Conceitos e fundamentos do sistema plantio direto**. Lages, Núcleo Regional Sul/SBCS, 1998. p.27-52.

ARISTIDES, E. V. S.; FERRO, J. H. A.; OLIVEIRA, M. W.; OLIVEIRA, T. B. A.; PAULINO, A. S. Qualidade do caldo de duas variedades de cana adubadas com doses de cobre e manganês. IN: IV Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte e Nordeste de Educação Tecnológica- Belém - PA, 2009. CD ROOM.

BACCHI, O.O.S. Botânica da cana-de-açúcar. In: ORLANDO FILHO, J. (Coord). Nutrição e adubação de cana-de-açúcar no Brasil. Piracicaba: IAA/Planalsucar, 1983. v.2, p. 25-37.

BARBOSA, M. H. P.; OLIVEIRA, M. W.; SILVEIRA, L. C. I., DAMASCENO, C. M.; MENDES, L. C. Acúmulo e alocação de nutrientes pela RB72454 no ciclo da cana-planta. **Anais do 8 Congresso Nacional da STAB**. Pernambuco, 234-238, 2002.

BRADY. N.C. **Natureza e Propriedade dos solos**. 7ed. New York: John Willey, 1989. 898p.

CALDAS, C. **Manual de análises selecionadas para indústrias sucroalcooleiras**. Maceió. Sindicato da Indústria do Açúcar e do Álcool no Estado de Alagoas. 1998. 422 p.

CANTARUTTI, R.B.; BARROS, N.F.; MARTINEZ H.E.; NOVAIS, R.F. Avaliação da Fertilidade do Solo. In: NOVAIS, F.R. et al. **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 770 - 845.

CESAR, M.A.A.; DELGADO, A.A.; CAMARGO, A.P.; BISSOLI, B.M.A.; SILVA, F.C. Capacidade de fosfatos naturais e artificiais em elevar o teor de fósforo no caldo de cana-de-

açúcar (cana-planta), visando o processo industrial. **STAB – Açúcar, Álcool e Subprodutos**, 5:32-38, 1987.

COLETI, J.T.; CASAGRANDE, J.C.; STUPIELLO, J.J.; RIBEIRO, L.D. ; OLIVEIRA, G.R. Remoção de macronutrientes pela cana-planta e cana-soca, em Argissolos, variedades RB83486 e SP81-3250. **STAB**, 24:32-36, 2006.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira: cana-de-açúcar**. Terceiro Levantamento, janeiro/2011, 19p.

DELGADO, A. A.; CESAR, M. A. A.; FERREIRA, L. J.; MICHELON, J. A. A determinação de fosfatos no caldo de cana-de-açúcar nas indústrias açucareiras e alcooleiras. **STAB** – p.31-34, maio-junho 1984.

DEMATTÊ, J. L. I. Recuperação e manutenção da fertilidade dos solos. **Informações Agronômicas**, n 111, set., 2005.

DIAS, F.L.F.; ROSSETO, R. Calagem e adubação da cana-de-açúcar. In: SEGATO, S. V. et al. (org). **Atualização em produção de cana-de-açúcar**. Piracicaba: CP, 2006. p.107-119.

FERNANDES, A.C. **Cálculos na agroindústria da cana-de-açúcar**. STAB - Sociedade dos Técnicos Açucareiro e Alcooleiros do Brasil. 2000. 193p.

FIGUEIREDO, P. Breve história da cana-de-açúcar e o papel do Instituto Agrônomo no seu estabelecimento no Brasil. In: DINARDO-MIRANDA, L.L.; VASCONCELOS, A.C.M.; LANDELL, M.G.A.. (Org.). **Cana-de-Açúcar**. 1 ed. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas 2008, v. 1. p.31-44.

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

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

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA– IBGE. Levantamento sistemático da produção agrícola. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa_201105_4.shtm> Acesso em 28 jun. 2011.

LANDELL, M. G. A. ; BRESSIANI, José Antônio . Melhoramento genético e manejo varietal. In: DINARDO-MIRANDA, L.L.; VASCONCELOS, A.C.M.; LANDELL, M.G.A.. (Org.). **Cana-de-Açúcar**. 1 ed. Campinas: Instituto Agronômico de Campinas, 2008, v. 1, p. 101-156.

LEME, E.A.J.; MANIERO, M.A.; GUIDOLIN, J.C. Estimativa da área foliar da cana-de-açúcar e a relação com a produtividade. *Cadernos Planalsucar*, Piracicaba, 2: 3-9, mar. 1984.

LOPES, A. S.; GUILHERME L. R. G. Fertilidade do solo e produtividade agrícola. In: NOVAIS, F.R. et al. **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 1-64.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. **Avaliação do estado nutricional das plantas** – princípios e aplicações. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1997.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. Avaliação do estado nutricional das plantas. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1989. 201p.

MORELLI, J.L. ; DALBEN, A.E.; ALMEIDA, J.O.C; DEMATTÊ, J.L.I. Calcário e gesso na produtividade da cana-de-açúcar e nas características químicas de um latossolo de textura média álico. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.16, p.187-194, 1992.

OLIVEIRA, E.L.; PARRA, M.S.; COSTA, A. Resposta da cultura do milho em um latossolo vermelho escuro álico, à calagem. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.21, p.65-70, 1997.

OLIVEIRA, M. W.; FREIRE, F. M.; MACÊDO, G. A. R.; FERREIRA, J. J. Nutrição mineral e adubação da cana-de-açúcar. In: **Informe Agropecuário**, v. 28, n.239, 2007. Belo Horizonte. p. 30-43.

OLIVEIRA, M.W.; TRIVELIN, P.C.O; BOARRETTO, A. E.; MURAOKA, T & MORTATI, J. The leaching of N, K, Ca and Mg a sandy soil cultivated with sugarcane. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.37, n. 6, p.861-868, 2002.

OLIVEIRA, Mauro Wagner de ; MAGRINI, J. L. ; Lyra, F.E.V. ; VALDUGA, G. R. ; PEREIRA, M. G. ; TENORIO, C. J. M. ; Aristides, E.V. S. . Produção da RB867515

influenciada pela aplicação de substâncias húmicas, aminoácidos e extrato de algas marinhas. STAB (Piracicaba), v. 30, p. 30-33, 2011.

ORLANDO FILHO, J. Calagem e adubação da cana-de-açúcar. In: CÂMARA, GM.S; OLIVEIRA, E.A.M. (eds). Produção de cana-de-açúcar. Piracicaba: FEALQ/USP, 1993. p. 133-146.

ORLANDO FILHO, J. **Nutrição e adubação da cana-de-açúcar no Brasil**. Instituto do Açúcar e do Alcool. Programa Nacional de Melhoramento da Cana-de-Açúcar. Planalsucar. 1983. 368 p.

ORLANDO FILHO, J.; MACEDO, N.; TOKESHI, H. 1994. Seja o Doutor do seu Canavial. Arquivo do Agrônomo. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, n. 67, setembro 12 p.

QUDSIEH, H. Y. M.; YOSOF, S.; OSMAN, A.; RAHMAN, R. A. Effect of maturity on chlorophyll, tannin, color, and polyphenol oxidase (PPO) activity of sugarcane juice (*Saccharum officinarum* Var. Yellow Cane). **J. Agric. Food Chem.** v.50, p.1615-1618, 2002 .

RAIJ, B. V. **Avaliação da fertilidade do solo**. 2. ed. Piracicaba: Instituto da Potassa & Fosfato, 1985. 142 p.

RAIJ, B. V. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: Ceres Potafos, 1991. 343 p.

RAIJ, B. Van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A & FURLANI, A.M.C., eds. **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas, Instituto Agronômico de Campinas & Fundação IAC (Boletim Técnico, 100), 1996. 255p.

ROBSON, A.D.; HARTLEY, R.D.; JARVIS, S.C. Effect of copper deficiency on phenolic and other constituents of wheat cell walls. **New Phytol.**, v.89, p.361-371, 1981.

SALDANHA, E.C.M.; ROCHA, A.T.; OLIVEIRA,E.C.A.; NASCIMENTO,C.W.A.; FREIRE, F.J. Uso do gesso mineral em latossolo cultivado com cana de açúcar. Caatinga. v.20. n1. 2007.

SILVA, E.T. **Análise de crescimento e produtividade de duas variedades de cana-de-açúcar (*saccharum spp*) influenciadas por doses de fósforo**. Rio Largo –AL, 2007, 56p. (Dissertação de Mestrado).

SILVA, M.A.; SANTOS, C.M.; ARANTES, M.T.; PINCELLI, R.P. Tópicos em ecofisiologia da cana-de-açúcar. In: CRUSCIOL, C.A.C.; SILVA, M.A.; ROSSETTO, R.; SORATTO, R.P. (org.). Fenologia da cana-de-açúcar. Botucatu: FEPAF – Fundação de Estudos Pesquisas Agrícolas e Florestais, 2010. p. 8-21.

SILVEIRA, L. C. I.; OLIVEIRA, M. W.; BARBOSA, M. H .P. Crescimento e acúmulo de sacarose por seis variedades de cana. In: Congresso Nacional da Sociedade dos Técnicos Açucareiros e Alcooleiros do Brasil, 8, Recife, 2002. **Anais.....** Recife: 2002.

SIMIONI, K. R.; SILVA, L. F. L. F.; BARBOSA, V.; RÉ, F. E.; BERNADINO, C. D.; LOPES, M. L.; AMORIM, H. V. Efeito da variedade e época de colheita no teor de fenóis totais em cana-de-açúcar. **STAB**, v.24, n.3, p.36-39, 2006.

SOUSA, D.M.G. et al. Acidez do solo e sua correção. In: NOVAIS, F.R. et al. **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 205 - 274.

SOUZA, D.M.G.; MIRANDA, L.N.; LOBATO, E. Avaliação dos métodos da necessidade de calagem em solos do cerrado. Planaltina, EMBRAPA-CPAC, 1997.14p. (Circular Técnica n. 27).

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