



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE SOLOS E ENGENHARIA RURAL

USO DA TORTA DE FILTRO E DO MOLIBDATO DE POTÁSSIO EM CANA-DE-AÇÚCAR

ERIKSON BELO DE ATAÍDE

AREIA – PB
OUTUBRO DE 2012

ERIKSON BELO DE ATAÍDE

USO DA TORTA DE FILTRO E DO MOLIBDATO DE POTÁSSIO EM CANA-DE-AÇÚCAR.

Trabalho de conclusão de curso apresentado á Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias, campus II Areia – PB, como parte integrante dos requisitos para obtenção do título de engenheiro agrônomo.

ORIENTADOR:Dr. Roberto Wagner Cavalcanti Raposo, UFPB

CONSELHEIRO: Eng. Agrônomo João Valões, Usina Monte Alegre

**AREIA – PB
OUTUBRO DE 2012**

*Ficha Catalográfica Elaborada na Seção de Processos Técnicos da
Biblioteca Setorial do CCA, UFPB, Campus II, Areia – PB.*

A862u Ataíde, Erikson de Belo.

**Uso da torta de filtro e do molibdato de potássio em cana-de-açúcar. /
Erikson de Belo Ataíde. - Areia: UFPB/CCA, 2012.**

38 f.: il.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Agronomia) - Centro de Ciências
Agrárias. Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2012.
Bibliografia.

Orientador (a): Roberto Wagner Cavalcanti Raposo.

1. Cana-de-açúcar – adubação 2. *Saccharum officinarum* 3.
Cana-de-açúcar - nutrição I. Raposo, Roberto Wagner
Cavalcanti (Orientador) II. Título.

ERIKSON BELO DE ATAÍDE

USO DA TORTA DE FILTRO E DO MOLIBDATO DE POTÁSSIO EM CANA-DE-AÇÚCAR

Monografia aprovada em: 25 de Outubro de 2012

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Roberto Wagner Cavalcanti Raposo
Orientador

Prof. Dr. Leossávio César de Souza
Examinador

Prof.^a. Dr.^a Vânia da Silva Fraga
Examinador

AREIA – PB

OUTUBRO DE 2012

AGRADECIMENTOS

À Deus, criador do céu e da terra, pelas glórias, benção e vitórias a mim concedidas, por me ajudar a trilhar os caminhos que me levaram à concretização de mais um sonho;

Aos meus pais (Edmilson Belo de Ataíde e Maria do Socorro de Ataíde), toda a minha gratidão pelas palavras e gestos de carinho, pelo incentivo, apoio, compreensão e motivação, sempre acreditando e torcendo por minha vitória, e por dividir comigo este momento sublime;

A minha companheira (Nildete Natan) e meus filhos (Nyerickson Natan Belo de Ataíde e Nyendson Natan Belo de Ataíde), pelo incentivo e cumplicidade, sempre me apoiando nas horas mais difíceis, e por dividir comigo este momento de felicidade;

Às minhas irmãs (Emanuelle Belo de Ataíde e Elisabelle Belo de Ataíde), pelo apoio, incentivo e carinho, e por acreditar na minha capacidade de conquista;

À minha tia (Ednes Belo de Ataíde), pelo incentivo e cumplicidade, sempre me apoiando nas horas mais difíceis, e por dividir comigo este momento de felicidade;

À João Valões, pela valiosa orientação, pela compreensão e amizade a mim desprendida, ao corpo técnico, pela amizade e apoio na realização das atividades de campo e laboratoriais;

À Eugenio, pela valiosa orientação, pela compreensão e amizade a mim desprendida.

Ao professor Roberto Wagner Cavalcanti Raposo, pela valiosa orientação, pela compreensão e amizade a mim desprendida;

À Tancredo Augusto Feitosa de Souza, pela valiosa orientação e compreensão;

À todos os professores que contribuíram para a minha formação intelectual e profissional durante a minha passagem pela academia;

Ao Centro de Ciências Agrárias (CCA) da Universidade Federal da Paraíba, e a todos os seus funcionários, por propiciarem uma atmosfera favorável ao aprendizado;

Aos funcionários do RU, em especial ao senhor Assis pela consideração e estima;

Aos amigos de Curso, Altamiro, Edgley, Jefferson, Diego, Samuel, Jardelio, Junior, Roberto.

SUMÁRIO

	PG
LISTA DE FIGURAS.....	vi
LISTA DE TABELAS.....	vii
RESUMO.....	viii
ABSTRACT.....	ix
1. INTRODUÇÃO.....	10
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	11
2.1. A cultura da cana-de-açúcar.....	11
2.2. Importância da cultura da cana-de-açúcar no Brasil.....	12
2.3. Fisiologia do desenvolvimento.....	12
2.4. Conceitos e dinâmica torta de filtro.....	17
2.5. Torta de filtro.....	19
2.6. Molibdênio.....	20
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	23
3.1. Descrição da área.....	23
3.2. Descrição do Solo.....	24
3.3. Delineamento experimental e tratamentos.....	24
3.4. Instalação e condução do experimento.....	25
3.5. Parâmetros avaliados e Análises Estatística.....	26
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	27
4.1. Numero de plantas (NP) em diferentes doses torta de filtro (In natura e compostada) submetida a doses de molibdato de potássio.....	29
4.2. Diâmetro médio de colmos (DC) em diferentes doses torta de filtro (In natura e compostada), submetida a doses de molibdato de potássio.....	29
4.3. Graus Brix (Brix) em diferentes doses torta de filtro (In natura e compostada), submetida a doses de molibdato de potássio.....	29
4.4. Índice de maturação (IM) em diferentes doses torta de filtro (In natura e compostada), submetida a doses de molibdato de potássio.....	30
4.5. Altura média de planta (AP) em diferentes doses torta de filtro (In natura e compostada), submetida a doses de molibdato de potássio.....	30
4.6. Produtividade (PROD) de cana de açúcar em diferentes doses torta de filtro (In natura, compostada), submetidas a doses de molibdato de potássio.....	32
5. CONCLUSÃO.....	35
6. REFERENCIAS.....	36

LISTA DE FIGURAS

	PG
FIGURA 1. Modelo de decomposição em cascata para materiais orgânicos. S = substrato; t = tempo; A = ambiente; Qr = qualidade do material orgânico; e O = organismo.....	19
FIGURA 2. Precipitação pluvial mensal durante o período de condução do experimento no ano de 2010.....	23
FIGURA 3. Caracterização gráfica da área experimental.....	25
FIGURA 4. Altura média dos colmos da cana-planta em diferentes doses de torta de filtro in natura (TF01; TF02), submetida a doses de molibdato de potássio.....	30
FIGURA 5. Altura média dos colmos da cana-planta em diferentes doses de torta de filtro compostada (TF03; TF04), submetida a doses de molibdato de potássio.....	31
FIGURA 6. Produtividade de cana-de-açúcar ($T\ ha^{-1}$) em diferentes doses de torta de filtro in natura (TF01; TF02), submetida a doses de molibdato de potássio.....	32
FIGURA 7. Produtividade de cana-de-açúcar ($T\ ha^{-1}$) em diferentes doses de torta de filtro compostada (TF03; TF04), submetida a doses de molibdato de potássio.....	33

LISTA DE TABELAS

	PG
TABELA 1. Produção de torta de filtro de acordo com o processo industrial.....	18
TABELA 2. Características químicas do solo Podzólico Vermelho-Amarelo (PVA), da área experimental nas profundidades de 00 – 20 e 20 – 40 cm.....	24
TABELA 3. Resumo da análise de variância e NOVA da regressão para Número de planta (NP), Diâmetro de colmo (DC), Graus brix (BRIX), Índice de maturação (IM), Altura de Planta (AP) e Produtividade (Prod.), em diferentes doses de torta de filtro (In natura, Compostada) e molibdato de potássio.....	27
Tabela 4 – Médias harmônicas dos números de repetições de variância referente a Numero de Plantas (NP), Diâmetro do colmo (DC), Graus Brix (BRIX), Índice de maturação (IM), Altura média de planta (AP) Produtividade (PROD.).....	28

RESUMO

Mediante o avanço das plantações da cana-de-açúcar no setor sucroalcooleiro, principalmente identificar os fatores que melhor definem a competitividade da cadeia. Com o crescimento da produção da cana-de-açúcar, o Brasil necessita de tecnologias para que seu cultivo não cresça em área, mas sim no crescimento vertical. O presente trabalho teve como objetivo de buscar o conhecimento sobre o uso da torta de filtro e do molibdato de potássio sobre as variáveis morfológica, tecnológicas e produtividade. Com as praticas de manejo no solo adotado, a torta de filtro é um excelente produto orgânico para a recuperação de solos e retenção de umidade. Embora não existam evidências diretas, que o molibdênio seja absorvido metabolicamente, a torta de filtro contribui com liberação desse micronutriente a planta provocando a redutase de nitrato (NO_3^-) a nitrito (NO_2^-) e em NH_4^+ . O experimento foi realizado em condições de campo em sistema plantio convencional, em um solo classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo (PVA), situado geograficamente na latitude $6^\circ 51' 32.64''$ S, longitude $35^\circ 7' 42,02''$ W e altitude de 50 A 100 m, localizado na fazenda Monte Alegre II, lote 81246 da Usina Monte Alegre, no município de Mamanguape, PB. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso (DBC) em esquema fatorial $2 \times 2 \times 4 \times 4 + 4$ com quatro repetições, onde os tratamentos constaram de 2 tratamentos com torta de filtro in natura, TFI01 e TFI02 (10 e 20 t ha^{-1}) e 2 tratamentos com torta de filtro compostada (TFC), TFC03 e TFC04 (10 e 20 t ha^{-1}), com 4 doses de molibdato de potássio, onde as doses recomendadas a serem aplicadas ($0, 250, 500, 750 \text{ ml ha}^{-1}$) em $100 \text{ litros/ha}^{-1}$ no sulco, e 4 tratamento adicional ($0, 250, 500, 750 \text{ ml ha}^{-1}$) correspondente às doses de molibdênio com adubação mineral da Usina Monte Alegre-PB, perfazendo um total de 68 parcelas. Com a aplicação conjunta da torta de filtro (in natura e compostada) e molibdato de potássio (Potamol), promoveu um acréscimo na altura de plantas. A aplicação de molibdato de Potássio (Potamol) juntamente com a torta de filtro promoveu um maior crescimento no colmo, refletindo no aumento da produtividade da cana-de-açúcar.

Palavras Chaves: *Saccharumoffcinarum*L.; Molibdênio; Desenvolvimento.

ABSTRACT

Through the advancement of plantations of cane sugar alcohol sector, mainly to identify the factors that best define the competitiveness of the chain. With the growth of the production of sugar cane, Brazil needs to technologies that do not grow in their cultivation area, but in the vertical growth. The present study aimed to seek knowledge about the use of filter cake and potassium molybdate on morphological variables, technological and productivity. With the management practices adopted in the soil, the filter cake is an excellent organic product for the remediation of soil and moisture retention. Although there is no direct evidence that molybdenum is absorbed metabolically, the filter cake contributes to the release of this micronutrient plant causing the nitrate reductase (NO_3^-) to nitrite (NO_2^-) and NH_4^+ . The experiment was conducted under field conditions in conventional tillage in a soil classified as Ultisol (PVA), geographically located at latitude $6^\circ 51'32.64''\text{S}$, longitude $35^\circ 7'42.02''\text{W}$ and altitude from 50 to 100 m, located in Monte Alegre Farm II, lot of 81 246 Monte Alegre mill in the town of Mamanguape, PB. O experimental design was a randomized block design (RBD) in a factorial $2 \times 2 \times 4 \times 4 + 4$ with four replications, where treatments of 2 found tratamentos com filter cake fresh, and TFI01 TFI02 (10 and 20 t ha^{-1}) and 2 treatments with composted filter cake (TFC), and TFC03 TFC04 (10 and 20 t ha^{-1}) with 4 doses of potassium molybdate, where the recommended dose to be applied (0, 250, 500, 750 ml ha^{-1}) in litros/ ha^{-1} the groove 100, and four additional treatment (0, 250, 500, 750 ml ha^{-1}) corresponding to doses of molybdenum mineral fertilizer Plant Monte Alegre-PB, for a total of 68 plots. With the application of the filter cake (fresh and composted) and potassium molybdate (Potamol), promoted an increase in plant height. The application of potassium molybdate (Potamol) along with the filter cake promoted further growth in the stem, reflecting the increased productivity of cane sugar.

Keywords: *Saccharum L. officinarum*; Molybdenum; Development.

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, o Brasil vem obtendo aumentos significativos em sua participação mundial na produção de cana-de-açúcar e seus derivados. Considerada um dos produtos de maior competitividade no cenário do agronegócio, a cana-de-açúcar representa 8% do produto interno bruto (PIB) agrícola nacional. A área destinada ao setor sucroalcooleiro no Centro-Sul do país chega a 8,2 milhões de toneladas ou 10,2% a mais que a safra anterior. O estado de São Paulo continua com a maior parte da área, com 4,4 milhões de hectares. Em seguida vem Minas Gerais (706 mil hectares), Paraná (613,7 mil hectare), Goiás (599,3 mil hectare) e Alagoas (438,6 mil hectare) (ÚNICA 2010).

Na safra 2011/2012 no Brasil foram processados 571,47 milhões de toneladas de cana-de-açúcar, o que permitiu uma produção de 39,9 milhões de toneladas de açúcar, 9 bilhões de litros de etanol anidro e 13 bilhões de litros de etanol hidratado. Toda essa produção ocorreu numa área plantada de 8,2 milhões de hectares, alcançando produtividades médias de 68 t ha⁻¹. Nesse contexto, Paraíba foi o nove maior produtor nacional em uma área cultivada na safra atual foi de 122,590 mil hectares, com uma produção total de 6.506,0 milhões de toneladas de cana e produtividade média de 53,71 t ha⁻¹ (CONAB, 2012).

No Nordeste do Brasil o cultivo da cana-de-açúcar começou a mais de 500 anos e vem se mantendo até hoje em uma ampla diversidade de condições edafoclimáticas. De maneira geral, os solos da região cultivados com cana são altamente intemperizados, com predominância de LATOSSOLOS e ARGISSOLOS, sendo solos muito pobres, com baixa saturação por bases, baixos teores de matéria orgânica, elevada adsorção de P, elevados teores de Al trocável e alto grau de acidez ativa. Por isso, o uso de corretivos e fertilizantes tem sido determinante para a manutenção e elevação das produtividades, bem como o manejo adequado da fertilidade do solo para atender as exigências nutricionais da cultura (Oliveira, 2011).

A torta de filtro é um resíduo composto da mistura de bagaço moído e lodo da decantação, sendo proveniente do processo de clarificação do açúcar. Para cada tonelada de cana moída, são produzidos de 30 kg a 40 kg de torta. É um composto orgânico rico em cálcio, nitrogênio e potássio, com composição variável, dependendo da variedade da cana e da sua maturação.

Relatou que a torta de filtro é um excelente produto orgânico para a recuperação de solos exauridos ou de baixa fertilidade, que sai da filtragem com 75-80% de umidade, e que sua composição química média apresenta altos teores de matéria orgânica e fósforo, sendo, também,

rica em nitrogênio e cálcio, além de teores consideráveis de potássio, magnésio e micronutrientes Nunes Júnior (2008).

O fósforo existente na torta de filtro é orgânico, sendo que a liberação do mesmo e do nitrogênio se dão gradativamente, por mineralização e por ataque de micro-organismos no solo. O cálcio, que aparece em grande quantidade, é resultado da chamada caleação do caldo, durante o processo de tratamento do mesmo, para a fabricação de açúcar. Já o fósforo é adicionado juntamente com os produtos auxiliares utilizados para floculação das impurezas do caldo.

O Molibdênio está presente em diversas enzimas nos sistemas biológico sendo varias delas de elevada importância no metabolismo de vegetais superiores. Principalmente por sua efetiva participação na redutase do nitrato, em plantas e microrganismos, e na nitrogenase em bactérias diazotróficas, pois estas duas enzimas são fundamentais nas relações do N com as plantas e os microorganismos.(MENDEL e HANSCH, 2002)

O objetivo do trabalho foi avaliar uso da torta de filtro e do molibdato de potássio em cana-de-açúcar, nas variáveis morfológica, tecnológicas e produtividade.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. A cultura da cana-de-açúcar

A cana-de-açúcar, *Saccharumssp.*, é uma planta pertencente á família Poaceae e á classe monocotiledônea. As principais espécies surgiram na Oceania (Nova Guiné) e na Ásia (Índia e China) e as variedades cultivadas no Brasil e no mundo são híbridos multiespecíficos. As principais características dessa famíliasão a inflorescência em forma de espiga, o crescimento do caule em colmo, as folhas com lâminas de sílica em suas bordas e a bainha aberta. A planta na forma nativa é perene, de hábito éreto e levemente decumbente na fase inicial do desenvolvimento(Magro et al, 2011).

Considerando o panorama atual de produtividade dos canaviais naregião, diversos fatores podem ser limitantes para o desenvolvimento ideal dacultura, entre esses, a disponibilidade de nutrientes nos solos e adisponibilidade hídrica podem ser apontados como os principais fatores.Osprogramas de melhoramento genético em cana-de-açúcar veem ganhandocada vez mais força no Brasil, desenvolvendo cultivares mais produtivas e cadavez mais adaptadas às condições edafoclimáticas das regiões produtoras,exigindo modificações em relação às

exigências nutricionais, o que indica a necessidade de revisões nas recomendações de nutrientes e nas doses. Atualmente empregadas nos programas de adubação (OLIVEIRA, 2011).

2.2. Importância da cultura da cana-de-açúcar no Brasil

A cultura tem ganhado importância em decorrência de diversos fatores econômicos, sociais e ambientais, sendo o aquecimento global e a alta nos preços do petróleo e os principais. Segundo a CONAB (2012) a safra 2011/2012 de cana-de-açúcar foi de aproximadamente de 571 milhões de toneladas, com produtividade média estimada em 68 toneladas por hectare, sendo o estado de São Paulo o principal produtor com 54% da produção.

Do total de colmo industrializado, 49,80% foram destinados à produção de açúcar, com produção aproximada de 38 milhões de toneladas e, 55% da produção foram destinados à fabricação de álcool, sendo aproximadamente 40% do montante para produção de álcool anidro e o restante para álcool hidratado (etanol). Demonstrando a importância da cultura da cana-de-açúcar no Brasil. (CONAB, 2012).

2.3. Fisiologia do desenvolvimento

2.3.1. Propagação

No cultivo comercial, a propagação é assexuada e feita mediante o uso de uma porção do colmo (*setts*). O desenvolvimento do sistema radicular inicia-se logo depois do plantio. As gemas, localizadas na base do nódulo, são meristemas embriônicos laterais e se mantêm inativas durante a dominância apical, devido à produção de auxinas. Cada *sett* também contém um círculo de pontos pequenos acima do nódulo, os quais formam a raiz primordial. Cada primórdio exibe um centro negro, que é a capa da raiz, e um “halo”. A gema floresce em condições favoráveis e durante quase um mês depois da brotação. A planta jovem vive às custas das reservas presentes no *sett* e parcialmente utiliza água e nutrientes supridos pelas primeiras raízes. Cada gema pode formar um colmo principal de uma touceira. (BIONERGIA, AÇÚCAR E ALCOOL, 2010).

2.3.2. Sistema radicular

As raízes possuem como funções principais: absorção (água e nutrientes) e sustentação. A absorção é afetada pelas características morfo-fisiológicas, sendo importante seu conhecimento, principalmente na decisão do manejo a ser adotado (GOMES COSTA, 2006).

De acordo com VASCONCELOS et al (2005), o desenvolvimento radicular tem influência direta sobre as características das plantas, tais como resistência à seca, eficiência na absorção dos nutrientes do solo, tolerância ao ataque de pragas do solo, capacidade de germinação brotação, entre outros.

Raízes sett são finas e têm ramificações, que sustentam a planta em crescimento nas primeiras semanas depois da brotação. Raízes shoot são tipos secundários de raízes que emergem da base do novo shoot cinco a sete dias após o plantio. As raízes shoot são mais grossas e vigorosas que as raízes colo e se desenvolvem no sistema de raiz principal da planta. Raízes sett continuam a crescer por um período de seis a quinze dias após o plantio, a maioria desaparecendo aos 60-90 dias, enquanto os sistemas de raiz shoot desenvolve-se e apropria-se do suprimento de água e nutriente ao shoot de crescimento.(BIONERGIA, AÇÚCAR E ALCOOL, 2010).

O desenvolvimento do sistema radicular é um dos fatores determinantes na interação genótipo-ambiente. Se, por um lado, as condições ambientes influenciam a dinâmica do desenvolvimento radicular, por outro, o sistema radicular pode alterar características do solo.

O crescimento intenso em profundidade altera a estrutura do solo, pois, após a morte de raízes, permanecem canais como vias de drenagem e de aeração para camadas mais profundas. O sistema radicular também pode alterar as condições químicas do solo pela excreção de substâncias que causam alterações de pH na rizosfera. Portanto, fatores genéticos atuam sobre o ambiente por meio das raízes. Mas essa é uma relação de mão dupla, pois o conjunto das condições ambientais (fatores pedogenéticos, atributos físicos e químicos do solo, pluviosidade e temperatura) também tem efeitos sobre o desenvolvimento radicular quanto à sua arquitetura, morfologia, distribuição e dinâmica de crescimento. Como por exemplo, a ocorrência de altos teores de alumínio em camada subsuperficial do solo resulta num sistema com raízes mais grossas, com menos ramificações e com menor eficiência na absorção de água e nutrientes. A condição de seca dificulta a manutenção e o crescimento nas camadas mais superficiais e resulta em um sistema mais profundo se comparado ao desenvolvimento numa condição de boa disponibilidade hídrica. A influência desses fatores ambientais atuando sobre o desenvolvimento radicular acaba, por fim, interferindo no desenvolvimento da parte aérea (Vasconcelos, 2010)

2.3.3. Caule

Mais comumente conhecido como colmo trata-se de um órgão de reserva, envolto pelas folhas alternadas. Podendo ser ereto variando sua estrutura entre grossa e fina (diâmetro), reta ou curvilínea, mais alto ou mais baixo, variando também sua cor sendo mais avermelhado ou opaco, dependendo da variedade, presença de cerosidade e ainda conforme a presença de folhas. Uma junta é formada de um nóculo e um entrenó, sendo o nóculo o local onde a folha está acoplada, estas podendo formar uma cicatriz quando caem e onde as gemas e a raiz primordial são encontradas.(Magro et al, 2011)

2.3.4. Folhas

A folha da planta da cana-de-açúcar é dividida em duas partes: bainha e lâmina, separadas por uma junta de lâmina. A bainha, como implica seu nome, cobre completamente o talo, estendendo sobre pelo menos um entrenó completo. As folhas são normalmente acopladas de forma alternada aos nóculos, portanto formando duas fileiras em lados opostos. A planta madura de cana de açúcar tem uma superfície de folha superior total em média de 0.5 metros quadrado e o número de folhas verdes por talo é ao redor de dez, dependendo da variedade e condições de crescimento (Casagrande, 1991).

A junta de lâmina é onde se encontram duas áreas em forma de calço chamadas de "barbelas". As folhas são numeradas pelo sistema de Kuijper, como foi citado por Casagrande (1991). A primeira folha de cima para baixo do talo com barbelas vistas claramente é designada +1. Para baixo elas recebem, sucessivamente, os números +2, e +3. A folha "da barbela superior visível" (+3) é um tecido diagnóstico que é freqüentemente usado na avaliação do estado nutricional.

As folhas são numeradas pelo sistema de Kuijper (Casagrande, 1991). A primeira folha de cima para baixo do talo com barbelas vistas claramente é designada +1. Para baixo, elas recebem, sucessivamente, os números +2 e +3. A folha da barbela superior visível (+3) é um tecido diagnóstico frequentemente usado na avaliação do estado nutricional da planta (BIONERGIA, AÇÚCAR E ALCOOL, 2010).

2.3.5. Inflorescência

A inflorescência, ou tassel, de cana-de-açúcar é um panícula de ramo aberto. Também é conhecido como seta. Portanto o florescimento também é conhecido como "arrowing". Cada tassel consiste de vários milhares de florzinhas, cada uma capaz de produzir uma semente. As sementes são extremamente pequenas e pesam aproximadamente 250 per grama ou 113,500 por libra. Para a produção comercial de cana-de-açúcar, o desenvolvimento da inflorescência tem pouca importância econômica. O florescimento é importante para cruzamento e produção de variedades híbridas(Magro et al, 2011).

Quando a planta atinge a maturação e se encontra sob estímulo ambiental, o meristema apical altera de vegetativo para reprodutivo. O meristema para de forma a folha primordial e começa a produzir uma inflorescência. A inflorescência da cana-de-açúcar é uma panícula aberta, denominada “bandeira” ou “flecha”. Cada panícula consiste de vários milhares de flores, cada uma capaz de produzir uma semente. Geralmente, a extensão de um dia próximo de 12,5 horas e temperaturas noturnas entre 20 e 26° C induzem ao início da floração. Condições de crescimento ótimas na fase vegetativas (solo fértil, suprimento abundante de nitrogênio e umidade) restringem a inflorescência (BIONERGIA, AÇÚCAR E ALCOOL, 2010).

2.3.5. Fases de cultivos

2.3.5.1. Brotação e fase de estabelecimento

A brotação é um processo biológico, que como todos os outros, consomem energia. Essa energia é originária da degradação de substâncias de reserva do colmo, através do processo de respiração, isto é, moléculas de O₂ são necessárias para “queimar” essas substâncias. Num período de cerca de 60 dias, as reservas dos toletes são fundamentais para a evolução do processo de brotação, reduzindo essa dependência à medida que o sistema radicular se desenvolve, aumentando a superfície ativa de absorção de água e nutrientes do solo.

A fase de brotação é da plantação até a compleição da brotação das gemas. Sob as condições do solo, a brotação começa de 7 a 10 dias e geralmente dura ao redor de 30-35 dias. Na cana de açúcar, a brotação denota ativação e subsequente florescimento da gema vegetativa, a gema é influenciada por fatores externos e internos. Os fatores externos são a umidade do solo, temperatura do solo e aeração, os internos são a saúde da gema, a umidade do seto, a redução do

conteúdo de açúcar do seto e status do nutriente seto. Temperatura ideal para florescimento é ao redor de 28 - 30°C. A temperatura básica para brotação é ao redor de 12°C, sendo que o solo úmido e calor assegura uma brotação rápida.(MARCHIORI, 2004)

Os resultados da brotação resultam em uma respiração aumentada e assim uma boa aeração do solo é importante, portanto, solos porosos de estrutura aberta facilitam uma brotação melhor. Sob as condições do solo, ao redor de 60 por cento da brotação pode ser considerada segura para cultivo satisfatório.

2.3.5.2. Perfilhamento

Diola e Santos (2010) descrevem que o perfilhamento inicia-se em torno de 40 dias após o plantio e pode durar até 120 dias, sendo um processo fisiológico de ramificação subterrânea contínua das juntas nodais compactadas ao broto primário. Ele proporciona ao cultivo o número de colmos necessário para uma boa produção. Perfilhos formados mais cedo ajudam a produzir talos mais grossos e mais pesados, enquanto os formados mais tarde morrem ou permanecem curtos ou imaturos. A população máxima é alcançada entre 90 e 120 dias. Aos 150–180 dias, pelo menos 50% dos perfilhos morrem e uma população estável é estabelecida. Embora 6 a 8 perfilhos sejam produzidos de uma gema, observa-se atualmente que 1,5 a 2 perfilhos por gema permanecem para formar canas.

2.3.5.3. Fatores que influenciam o perfilhamento

Há alguns fatores que podem interferir no processo. Dentre eles, enumera-se a variedade, a luminosidade (quanto menor, reduz-se o perfilhamento), a temperatura que, à medida que se eleva, pode aumentar o perfilhamento até atingir 30°C, a nutrição equilibrada e a umidade adequada do solo. Também influir no perfilhamento tudo o que compete com a própria planta, por água, luz e nutrientes, como as plantas daninhas e as culturas consorciadas.

Por meio do estudo de Vasconcelos (2002), constatou-se que a palhada residual da colheita mecanizada reduz a fotossíntese inicial. Assim, uma prática que contribuiria para amenização deste problema seria a retirada da palha da linha da cana, jogando-a para as entrelinhas, como também a utilização de variedades mais tolerantes a menor luminosidade.

2.3.5.4. Fase de Maturação

Em um cultivo de cana-planta, prolonga-se por, aproximadamente, seis meses, começando aos 270 – 360 dias após o plantio. A síntese e o acúmulo rápido de açúcar acontecem durante essa fase, por isso o crescimento vegetativo é reduzido. Conforme a maturação avança, açúcares simples (monossacarídeos, frutose e glicose) são convertidas em cana-de-açúcar (sacarose, um dissacarídeo). A maturação da cana procede de baixo para cima, assim a parte inferior contém mais açúcar que a porção superior. Bastante luz solar, noites frescas e dias quentes (ex. variação diurna maior em temperaturas) e clima seco são altamente condutivos para a maturação (BIONERGIA, AÇÚCAR E ALCOOL, 2010).

O processo de maturação é definido pelos fisiologistas como o momento de acumulação máxima de produtos fotoassimilados nos órgão de reserva da planta, na cana-de-açúcar, sacarose no colmo. Esse fenômeno é determinado pelos processos de engrossamento e alongamento das células da parede, aumento sensível da matéria seca, gradual desidratação, aumento e retenção de sacarose acumulada, diminuição do alongamento das folhas do colmo e posterior desprendimento delas (ALEXANDER, 1973).

O acúmulo de reservas ocorre pronunciadamente da base ao ápice do colmo, de tal modo que, alguns poucos meses depois da formação do internódio da base, ele pode conter concentrações de sacarose semelhantes às encontradas em internódios medianos em ponto de colheita. O processo pode ser intensificado pela redução de nutrientes disponíveis ou deficiência hídrica.

2.4. Conceitos e dinâmica da torta de filtro

Silva et al. (2004) definem a torta de filtro como o conjunto de todos os componentes que contenham carbono orgânico na sua constituição, incluindo desde microorganismos (vivos e mortos), resíduos de plantas em decompostos, produtos derivados dessa decomposição e substâncias microbiológica ou quimicamente alteradas.

A torta de filtro é um resíduo composto da mistura de bagaço moído e lodo da decantação, sendo proveniente do processo de clarificação do açúcar. Para cada tonelada de cana-de-açúcar moída são produzidos de 30 a 40 kg de torta (Tabela 1). É um composto orgânico (85% da sua composição) rico em cálcio, nitrogênio e potássio com composições variáveis dependendo da variedade da cana-de-açúcar e da sua maturação.

Tabela 1. Produção de torta de filtro de acordo com o processo industrial

Sistema de extração do caldo	Processo de geração	Produção de torta Kg/t de cana processada
Moenda	Filtro “Oliver”	30 a 40
Moenda	Filtro Prensa	18 a 22
Difusor	Separador	5 a 6

Fonte: Luz e Vitti (2008).

A decomposição da torta de filtro no solo libera compostos tanto de baixa como de alta massa molecular, segundo Pavinato e Rosolem (2008), exerce influência sobre a disponibilidade de nutrientes no solo. Essa influência está muito relacionada com a complexação ou adsorção de íons competidores, inibindo a ação dos grupos funcionais do solo, deixando, assim, os nutrientes mais móveis em solução. Por isso, a decomposição da torta de filtro é considerada importante fonte de nutrientes no solo, pois sua decomposição disponibiliza os nutrientes, pelo processo de mineralização, para o solo.

Embora toda a biota do solo participe ativamente do processo de decomposição de materiais orgânicos, será dada ênfase especial ao papel dos microrganismos nesse processo. Eles apresentam, normalmente, vida curta e constituem, para as populações microbianas sucessoras, um substrato normalmente de maior facilidade de decomposição do que o material orgânico original (NITROGENIO E ENXOFRE NA AGRICULTURA BRASILEIRA, 2007). Um modelo conceitual para o processo de decomposição de materiais orgânicos, em que o mesmo ocorre em estágios ou módulos, conforme ilustrado na Figura 4.

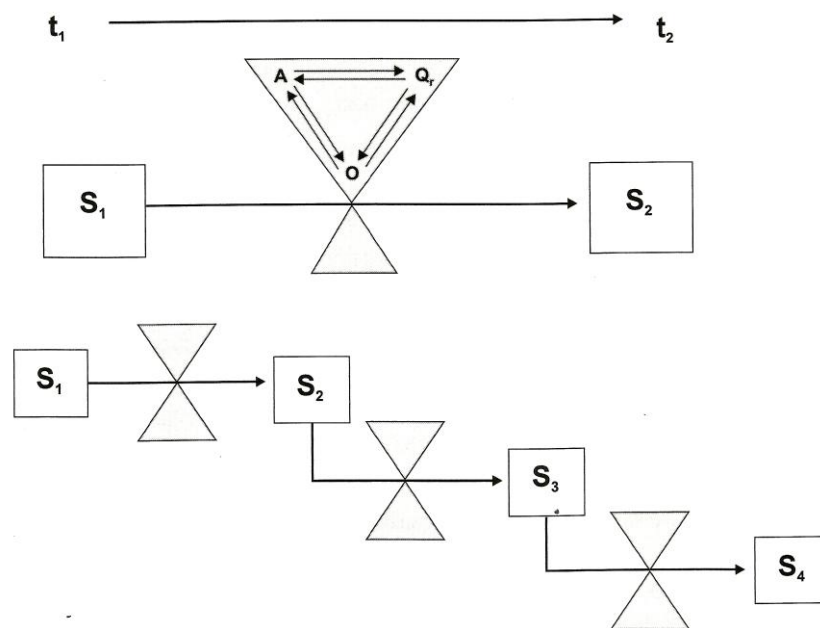


Figura 1. Modelo de decomposição em cascata para materiais orgânicos. S = substrato; t = tempo; A = ambiente; Qr = qualidade do material orgânico; e O = organismo.

Inicialmente, um substrato orgânico é transformado de um estado, S_1 , para outro, S_2 , num período de tempo determinado (T_1 a T_2). Este módulo é repetido na forma de uma cascata em que os produtos finais da decomposição de um módulo tornam-se o substrato inicial para o módulo subsequente da cascata (S_2 para S_3 e S_3 para S_4). A taxa de decomposição de S_1 para S_2 e dos módulos seguintes é regulada pela combinação de três grupos de fatores, os quais atuam de forma interativa: O ambiente físico-químico (A), a qualidade do substrato (Qr) e a comunidade de organismo decompositores (O). Três processos principais fazem com que o substrato orgânico siga a decomposição e seja redistribuído ao longo da cascata.

2.5. Torta-de-filtro

Para Santiago e Rossetti (2009), a torta de filtro é proveniente da filtração do caldo extraído das moendas no filtro rotativo, o que anos atrás era obtido apenas na produção de açúcar. Segundo os autores a torta de filtro possui uma concentração de 1,2 a 1,8% de fósforo e cerca de 70% de umidade, além de um elevado teor de cálcio, possuindo outras boas características como a de reter e manter a umidade do solo, além de liberar nutrientes ao solo. De acordo com Nardin (2007) a torta de filtro é definida como um subproduto da agroindústria canieira, tendo sua composição variável, devido à variedade de cana-de-açúcar, tipo de solo, maturadores utilizados na cana, entre outras.

De acordo com Pereira et al. (2005) a torta de filtro, é conhecida como torta de Oliver, é um resíduo obtido a partir da fabricação do açúcar, após as borras resultantes terem a sua sacarose residual extraída, possuindo um efeito positivo no melhoramento das propriedades físicas do solo atribuídas a sua maior retenção de água ocasionada pela adição da matéria orgânica no solo.

Segundo Piacente e Piacente (2009), a torta de filtro é uma mistura do bagaço moído e lodo da decantação, proveniente da clarificação do açúcar, no qual para cada tonelada de cana moída é produzida de 30 a 40 kg de torta de filtro, sendo rica em cálcio, nitrogênio e potássio, sendo variado esta composição de acordo com a variedade de cana-de-açúcar e sua maturação. A aplicação da torta de filtro é testada de diferentes formas na área de produção, podendo ser utilizada na área total até nas entrelinhas ou nos sulcos de plantio.

A torta de filtro é um nutriente rico em fósforo, indicado fazer a aplicação no sulco de plantio, substituindo a adubação fosfatada mineral e dispensa a adubação nitrogenada por apresentar na matéria seca cerca de 1,5% de nitrogênio (RIOS, 2008).

2.6. Molibdênio

O molibdênio tem sua principal função associada ao metabolismo do N, relaciona-se às enzimas redutase do nitrato e nitrogenase, de modo que os sintomas de deficiência confundem-se com aqueles do nitrogênio (MARSCHNER, 1995). É considerado um elemento essencial para os vegetais em função, principalmente, da sua participação no metabolismo do nitrogênio. Em plantas, nas quais não ocorre fixação simbiótica de nitrogênio, a essencialidade de Mo restringe-se à atividade da redutase do nitrato, enzima que catalisa a redução biológica do nitrato a nitrito (SALYSBURY e ROSS, 1991).

2.6.1. Molibdênio na planta

Os sintomas de deficiência de molibdênio na planta são frequentemente associados ao metabolismo do nitrogênio, em decorrência da exigência de molibdênio para a atividade de nitrogenase e fixação de nitrogênio (GUPTA, 2001).

O Mo é absorvido na forma do ânion MoO_4^{2-} e sua absorção é proporcional à sua concentração na solução do solo, a qual pode ser reduzida pelo efeito competitivo do SO_4^{2-} , pois

tem-se observado que quantidades significativas de sulfatos provoca uma ação depressiva na absorção de molibdênio por parte da planta (DECHEN & NACHTIGALL, 2006).

O processo de contacto entre o molibdênio e a raiz depende da sua concentração na solução do solo. Quando em altas (0,04 micromolar/L), o fluxo de massa em baixa, a difusão tem lugar seguindo-se a absorção ativa (Malavolta, 2006).

Grandes quantidades de MoO_4^{2-} podem ser absorvidas pelas plantas sem efeito tóxico. O MoO_4^{2-} é um ácido fraco que pode formar complexos polianiónicos com o P, como o fosfomolibdato, de modo que possivelmente altas concentrações sejam sequestradas sob esta forma nas plantas (DECHEN & NACHTIGALL, 2006).

Nas plantas, o molibdênio (Mo) participa das reações de transferência de elétrons, sendo considerado elemento essencial para os vegetais em razão, principalmente, da sua participação no metabolismo do nitrogênio, em que participa como co-fator das enzimas nitrogenase e nitrato redutase. O Mo, ainda, participa da estrutura da enzima oxidase do sulfato e na formação da proteína Mo-Fe-S (Martens & Westermann, 1991).

Grandes partes do Mo encontra-se na enzima nitrato redutase das raízes e colmos das plantas, a qual catalisa a redução do íon NO_3^- a NO_2^- . A nitrato redutase das plantas superiores é encontrada como uma molibdoflavoproteína solúvel. A enzima nitrato-redutase tem o Mo ligado de uma forma reversível. Plantas com deficiência de Mo apresentam acúmulo de NO_3^- , de modo que a falta de Mo tem repercussões similares à falta de N (DECHEN & NACHTIGALL, 2006).

2.6.2. Molibdênio no solo

O molibdênio é encontrado em toda a crosta terrestre, porém sempre em pequenas concentrações. As formações sedimentares são os ambientes mais ricos no elemento, especialmente os depósitos marinhos onde as concentrações podem exceder 0,04% (CAMPO & HUNGRIA, 2002).

O teor médio de Mo na litosfera é de 2,3 mg Kg^{-1} . No solo, é originário da decomposição das rochas, apresentando-se fundamentalmente na forma aniônica (MoO_4^{2-}). Suas formas no solo são: (a) não disponível, retido no interior da estrutura de minerais primários e secundários; (b) parcialmente disponível ou trocável, absorvido nas argilas, de modo particular nos óxidos de Fe e Al, como MoO_4^{2-} e disponível em função do pH e do teor de fósforo disponível; (c) ligado à matéria orgânica; e (d) na forma solúvel em água (DECHEN & NACHTIGALL, 2006).

O teor no solo é consequência principalmente da concentração na rocha – mãe: rochas básicas - 1,4 mg/Kg, ácidas – 1 mg/kg, sedimentares – 2 mg/kg. Outras fontes de Mo para o solo, todas antropogênicas deposição da atmosfera devido fundições e queima de combustíveis fósseis – concentração no ar é de 0,29 – 1,29 mg/m³ em áreas rurais a 2 – 18 nas industriais perto de siderurgias, lodo de esgoto possui de 7 a 14 mg/kg, em média (Malavolta, 2006).

Em solos ácidos e com teores elevados de óxidos de Fe e Al, a fixação do ânion MoO_4^{2-} é elevada. A fixação do Mo é mais intensa quanto maior for o teor deste óxidos e quanto menor for o pH. Em relação a MOS, os resultados são contraditórios, isto é, existem casos em que a disponibilidade de Mo aumenta com a matéria orgânica e outros em que diminui.

Normalmente, a maior parte do Mo encontra-se em formas não-disponível para a planta. A maior ou menor disponibilidade está determinada pelo pH do solo e pelo teor de óxido de Fe, Al. A presença de matéria orgânica, bem como de fosfato ou sulfato, tem pequena influência na sua disponibilidade (DECHEN & NACHTIGALL, 2006).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Descrição da área

O experimento foi realizado em condições de campo numa área em sistema de plantio convencional, situado geograficamente na latitude 6° 51'32.64" S, longitude 35° 7' 42,02" W e altitude de 50 a 100 m, localizado na fazenda Monte Alegre II, lote 81246 da Usina Monte Alegre, no município de Mamanguape, PB. Está inserida no domínio da Mata Atlântica, no litoral norte da Paraíba, no município de Mamanguape. As principais vias de acesso são a BR 101 e a PB 057, nas proximidades do distrito de Olho d'água, Capim, PB.

O clima da região é classificado Aw (quente e úmido), com chuvas de março a julho, com precipitação pluviométrica média de 1200 mm. As temperaturas que variam entre 25° e 28°. Os dados climatológicos de precipitação pluviométrica foram coletados na fazenda monte alegre II, localizada na usina monte alegre situada no município de Mamanguape – PB, apresentados na figura 2.

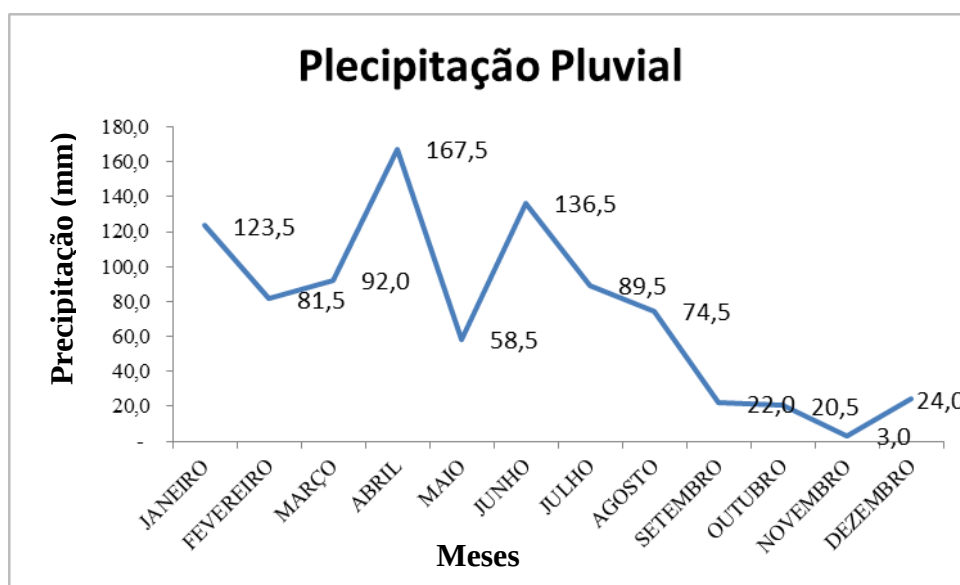


Figura 2 – Precipitação pluvial mensal durante o período de condução do experimento no ano de 2010.
Fonte: Usina Monte Alegre.

3.2. Descrição do Solo

O relevo é suavemente ondulado, em um solo classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo (EMPRAPA, 1999). As amostras foram retiradas da camada superficial do solo, até as profundidades de 00 - 20 e 20 – 40 cm, tendo antes o cuidado de limpar a superfície dos locais

escolhidos, removendo as folhas e outros detritos. As características químicas do solo da área experimental são apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2 – Características químicas do solo Argissolo Vermelho-Amarelo, da área experimental nas profundidades de 00 – 20 e 20 – 40 cm.

Profundidade	pH (1:2,5)	Ca + Mg	Ca	Al	H + Al	K	P (Mel.)	Mat. Org.
cm	H ₂ O	-----cmol _c /dm ⁻³ -----				-----mg/dm ⁻³ ---		g/kg
00 – 20	5,37	1,15	0,7	0,15	2,72	87,00	7,74	3,74
20 - 40	5,94	1,20	0,8	0,10	1,98	48,42	4,57	2,61

3.3. Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso (DBC) em esquema fatorial 2 x 2 x 4 + 4 em quatro repetições, onde os tratamentos constaram de 2 tratamentos com torta de filtro úmida ou *in natura* TFI01 e TFI02 (10 e 20 t ha⁻¹) e 2 tratamentos com torta de filtro compostada TFC03 e TFC04 (10 e 20 t ha⁻¹), com 4 tratamentos com doses de molibdato de potássio, onde as doses recomendadas a serem aplicadas (0, 250, 500, 750 mL/ha⁻¹) em 100 litros de água aplicados no sulco, e 4 tratamento adicional (0, 250, 500, 750 mL/ha⁻¹) correspondente à doses de molibdato de potássio com adubação mineral na formulação 12-18-24, Usina Monte Alegre-PB, totalizando 68 parcelas.

Cada parcela experimental constou de 6 sulcos de 8 metros de comprimento e 1,10 de largura, distinguindo-se conforme o tipo de torta de filtro utilizado (*in natura* e compostada) e doses de molibdênio, (Figura 6). A área total do experimento foi de 4.540,8 m². Os resultados foram submetidos a análise de variância utilizando-se o aplicativo SAS (SAS Institute, 1989), para verificar a significância do efeito das doses de molibdato de potássio e das tortas de filtro aplicadas nos atributos avaliados.

Equações de regressão foram ajustadas aos valores de número de plantas (NP), Diâmetro de colmo (DC), Grau brix (BRIX), Índice de Maturação (IM), altura de planta (AP) e Produtividade (PROD.) e de suas interações.

A escolha do modelo de regressão foi feita com base no coeficiente de determinação (R²), na significância da regressão e de seus coeficientes, testados pelo teste F a 5% de probabilidade.

ESTRADA			
FAZENDA MONTE ALEGRE II, LOTE 81246			
BORDADURA			
BLOCO 1	BLOCO 2	BLOCO 3	BLOCO 4
RUA			
6 SULCOS; Nº 12	6 SULCOS; Nº 25	6 SULCOS; Nº 51	6 SULCOS; Nº 10
RUA			
6 SULCOS; Nº 20	6 SULCOS; Nº 40	6 SULCOS; Nº 19	6 SULCOS; Nº 16
RUA			
6 SULCOS; Nº 32	6 SULCOS; Nº 53	6 SULCOS; Nº 64	6 SULCOS; Nº 26
RUA			
6 SULCOS; Nº 52	6 SULCOS; Nº 48	6 SULCOS; Nº 57	6 SULCOS; Nº 41
RUA			
6 SULCOS; Nº 04	6 SULCOS; Nº 60	6 SULCOS; Nº 08	6 SULCOS; Nº 21
RUA			
6 SULCOS; Nº 44	6 SULCOS; Nº 13	6 SULCOS; Nº 55	6 SULCOS; Nº 28
RUA			
6 SULCOS; Nº 17	6 SULCOS; Nº 35	6 SULCOS; Nº 56	6 SULCOS; Nº 43
RUA			
6 SULCOS; Nº 09	6 SULCOS; Nº 24	6 SULCOS; Nº 36	6 SULCOS; Nº 47
RUA			
6 SULCOS; Nº 61	6 SULCOS; Nº 30	6 SULCOS; Nº 01	6 SULCOS; Nº 37
RUA			
6 SULCOS; Nº 05	6 SULCOS; Nº 39	6 SULCOS; Nº 42	6 SULCOS; Nº 49
RUA			
6 SULCOS; Nº 14	6 SULCOS; Nº 11	6 SULCOS; Nº 22	6 SULCOS; Nº 03
RUA			
6 SULCOS; Nº 45	6 SULCOS; Nº 62	6 SULCOS; Nº 29	6 SULCOS; Nº 07
RUA			
6 SULCOS; Nº 54	6 SULCOS; Nº 33	6 SULCOS; Nº 15	6 SULCOS; Nº 58
RUA			
6 SULCOS; Nº 59	6 SULCOS; Nº 38	6 SULCOS; Nº 06	6 SULCOS; Nº 27
RUA			
6 SULCOS; Nº 18	6 SULCOS; Nº 02	6 SULCOS; Nº 46	6 SULCOS; Nº 63
RUA			
6 SULCOS; Nº 23	6 SULCOS; Nº 31	6 SULCOS; Nº 34	6 SULCOS; Nº 50
RUA			
6 SULCOS; Nº 65	6 SULCOS; Nº 66	6 SULCOS; Nº 67	6 SULCOS; Nº 68
RUA			
6,6 metros	6,6 metros	6,6 metros	6,6 metros
COMPRIMENTO TOTAL: 26,4 METROS			

Figura 3. Caracterização gráfica da área experimental.

3.4.Instalação e condução do experimento

O solo foi preparado com uma aração e uma gradagem para melhor uniformização da área. A sulcação após os 30 dias da aplicação do calcário dolomítico. A variedade utilizada no experimento foi a RB 86-3129. As distribuições dos toletes foram de dois colmos corridos no sulco de plantio, com uma densidade mínima de 12 gemas/metro. Os toletes plantados em sulco à 0,30m de profundidade.

Após 20 dias de plantio foi realizada a adubação mineral na formulação 20-00-20, numa quantidade de 300 kg/ha⁻¹, por esse motivo, a adubação mineral foi feita 20 dias após o plantio

3.5. Parâmetros avaliados e Análises Estatística

3.5.1. Numero de plantas em cada parcela (NP)

Foi obtido por contagem do número de plantas por parcela no final do ciclo.

3.5.2. Diâmetro médio do colmo (DC)

Mensurado com o auxílio de um paquímetro com graduação em mm. As leituras foram realizadas no centro do segundo entrenó localizado na base do colmo.

3.5.3. Brix % caldo de cana (BRIX)

Determinado com o auxílio de um refratômetro de campo, representado por uma leitura simples de amostra homogênea do caldo de três colmos por parcela.

3.5.4. Índice de maturação (IM)

Para determinar o índice de maturação, foram retiradas algumas gotas de caldo do 4º internódio a partir do solo e da ponta (último internódio que a bainha desprende-se facilmente do colmo), (STUPIELO, 1987). A relação existente entre o Brix da ponta e da base, indica o índice de maturação (IM) pelos seguintes valores:

IM – menor que 0,60 – cana verde

IM – 0,60 a 0,70 – maturidade baixa

IM – 0,70 a 0,84 – maturidade média

IM – maior que 0,85 – cana madura

3.5.5. Altura média de Planta (AP)

Mensurada com o auxílio de uma trena graduada. Foram utilizadas 5 (cinco) plantas por parcela.

3.5.6. Produtividade (PROD.)

Para a obtenção dos dados de produtividade agrícola, toda parcela foi colhida, e o peso em kg por parcela foi convertido em tonelada por hectare.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os potenciais quantitativos e qualitativos da produção de cana-de-açúcar são estabelecidos a partir da interação de inúmeros fatores como condições climáticas, características do solo, idade e variedade da cultura, tratamentos culturais, dentre outros.

Tabela 3.Resumo da análise de variância e NOVA da regressão para Número de planta (NP), Diâmetro de colmo (DC), Graus brix (BRIX), Índice de maturação (IM), Altura de Planta (AP) e Produtividade (Prod.), em diferentes doses de torta de filtro (In natura, Compostada) e molibdato de potássio.

F. Variação	GL	NP	DC	BRIX	IM	AP	PROD.
-----Valor F-----							
Bloco	3	1,651ns	0,251ns	0,745ns	0,774ns	1,627ns	3,148*
Tratamento	4	0,331ns	0,789ns	0,655ns	1,112ns	12,666**	23,366**
Molibdênio	3	0,491ns	0,672ns	0,463ns	0,669ns	15,961**	16,719**
T x M	12	0,546ns	0,665ns	0,784ns	0,475ns	2,036*	2,785**
Resíduo	45						
QMR		60.11	0.039	1.369	0.001	0.006	538.62
C.V(%)		11,30	7,17	6,56	4,12	2,91	4,00

*e**: significativos a 5% e 1% de probabilidade;ns – não significativo; QMR - quadrado médio do resíduo.

De acordo com análise de variância, observou-se que não houve efeito significativo na quantidade de número de plantas (NP), diâmetro de colmo (DC), grau Brix e índice de maturação (IM).

Percebe-se que os resultados apresentados para altura de planta (AP) apresentaram efeito significativo ($P < 0,01$) para a torta de filtro (tratamentos). Verificou-se a interação entre torta de filtro (tratamentos) versus doses de molibdato de potássio ($P < 0,05$) em cana-planta(Tabela 4).

Observa-se, navariável produtividade, que pelos dados apresentados houve efeito significativo($P < 0,01$) para os tratamentos. Verificou-se a interação entre torta de filtro e doses de molibdato de potássio em cana- planta ($P < 0,01$).

Tabela 4 – Médias harmônicas dos números de repetições de variância referente a Número de Plantas (NP), Diâmetro do colmo (DC), Graus Brix (BRIX), Índice de maturação (IM), Altura média de planta (AP) Produtividade (PROD.).

Tratamentos_		Variáveis				
	NP	DC (cm)	BRIX (%)	IM	AP (m)	PROD. (T ha ⁻¹)
TFI10	420 a	2,73 a	17,85a	0,89a	2,73a	111,98a
TFI20	414 a	2,81 a	17,69a	0,89a	2,71a	112,81a
TFC10	414 a	2,74 a	17,93a	0,90a	2,72a	109,38a
TFC20	408 a	2,78 a	17,66a	0,88a	2,75a	110,56a
DM	390 b	2,65 b	18,65a	0,92a	2,45 b	89,96 b

Letras iguais na mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. **DM**= doses de molibdênio. **TFC** = torta de filtro compostada; **TF** = Torta de filtro *in natura*.

Casagrande (1991), não encontrou diferença estatisticamente significativa em cana-planta, o modo que o número de plantas pode variar de tratamento para tratamento, dependendo das características genéticas e ambientais.

O diâmetro de colmos parece ser uma característica fortemente influenciada por fatores genéticos. A maior influência do ambiente para essa variável está relacionada ao teor de umidade do solo. Pedrosa et al. (2007) não encontraram diferença estatisticamente significativa em cana-de-açúcar.

Segundo César e Silva, (1993), a cana é considerada madura quando atinge Brix 18. Resultados semelhantes foram obtidos por Anjos et al. (2007), em que não foram verificados efeitos da adubação orgânica e mineral sobre essa variável. Assis et al. (2004), trabalhando com variedades de cana-de-açúcar submetidas a diferentes lâminas de irrigação e níveis da adubação, verificaram que os diversos níveis de adubação não influenciaram nos rendimentos industriais da cultura (Brix).

Este comportamento foi observado por Ramesh (2000) e por Gava et al (2001), que relataram que o crescimento máximo da cultura ocorre durante o período inicial de crescimento, seguindo de um acréscimo gradual até a fase da maturação. Segundo Gava et al (2001), esta tendência de comportamento está relacionada com o aumento da competição intraespecífica, correlacionados com os fatores ambientais responsáveis pelo crescimento vegetal, tais como: temperatura, luz, água e nutrientes.

Trabalhos realizados por Urquiaga et al, (1996, 1999), indicam aumento significativo da produção de colmos com a aplicação de 1 kg de molibdato de sódio, em solos com baixa disponibilidade deste nutriente. Em trabalho realizado por Polidoro (2001), a variedade de cana-de-açúcar RB 72-454 respondeu significativamente ($P < 0,05$) a adição de molibdênio.

4.1. Número de plantas (NP) em diferentes doses de torta de filtro (*in natura*, compostada) submetida a doses de molibdato de potássio.

O número médio de plantas na cultura da cana-de-açúcar durante o período analisado é apresentado na Tabela 4. De acordo com a análise, observou-se que não houve efeito significativo ($P \leq 0,05$) nas doses de torta de filtro (*in natura* e compostada) submetida a doses de molibdato de potássio, sobre a quantidade de número de plantas (NP).

4.2. Diâmetro médio de colmos (DC) em diferentes doses de torta de filtro (*in natura*, compostada) submetida a doses de molibdato de potássio.

Na Tabela 4 são apresentados os valores de médias para diâmetro de colmo submetido a diferentes doses de molibdato de potássio e torta de filtro (*in natura* e compostada).

O diâmetro dos colmos contribuiu com o aumento, promovendo a produtividade, o aumento em $T\ ha^{-1}$ desta cultura com uma significância de probabilidade de ($P < 0,01$ e $P < 0,05$), visto na Figura 9 e 10. Muito embora o diâmetro de colmo não tenha afetado a variável altura de plantas vistas nas Figuras 4 e 5. Mas os tratamentos com torta de filtro (*in natura* e compostada) submetida a doses de molibdato de potássio apresentaram maiores diâmetros de colmo em relação à ausência da torta de filtro (*in natura* e compostada).

Corroborando com o que foi observado na pesquisa, Felipe (2008), trabalhando com adubação em cana-planta não encontrou diferenças significativas para o diâmetro de colmo.

4.3. Graus Brix (Brix) em diferentes doses de torta de filtro (*in natura*, compostada) submetida a doses de molibdato de potássio.

Pelos resultados dos teores de graus brix (Tabela 4), percebe-se que não houve efeito significativo ($P < 0,05$). Isto é verificado não haver diferenças estatisticamente significativas no teor de brix entre os caldos.

4.4. Índice de maturação (IM) em diferentes doses de torta de filtro (*in natura*, compostada), submetida a doses de molibdato de potássio.

O índice de maturação da cana-de-açúcar é um fator importante a ser considerado, visto que o rendimento e a qualidade do caldo não diferem significativamente durante o período.

Na Tabela 4 é apresentado o resultado das médias para o índice de maturação, com diferentes doses de torta de filtro (*in natura* e compostada) submetida a diferentes doses de molibdato de potássio, observa-se que não houve efeito significativo ($P < 0,05$).

4.5. Altura média de planta (AP) em diferentes doses torta de filtro (*in natura*, compostada) submetida a doses de molibdato de potássio.

Quando se trata do Molibdênio, por se apresentar no solo na forma de ânion são possíveis de sofrer interações com a matriz do solo, o que pode afetar sua disponibilidade para as plantas e causar diferentes variações na utilização deste nutriente dependendo das condições do local. Mas com o uso da torta de filtro houve uma liberação significativa, ficando disponível a planta. Vejamos na Figura 4 e 5.

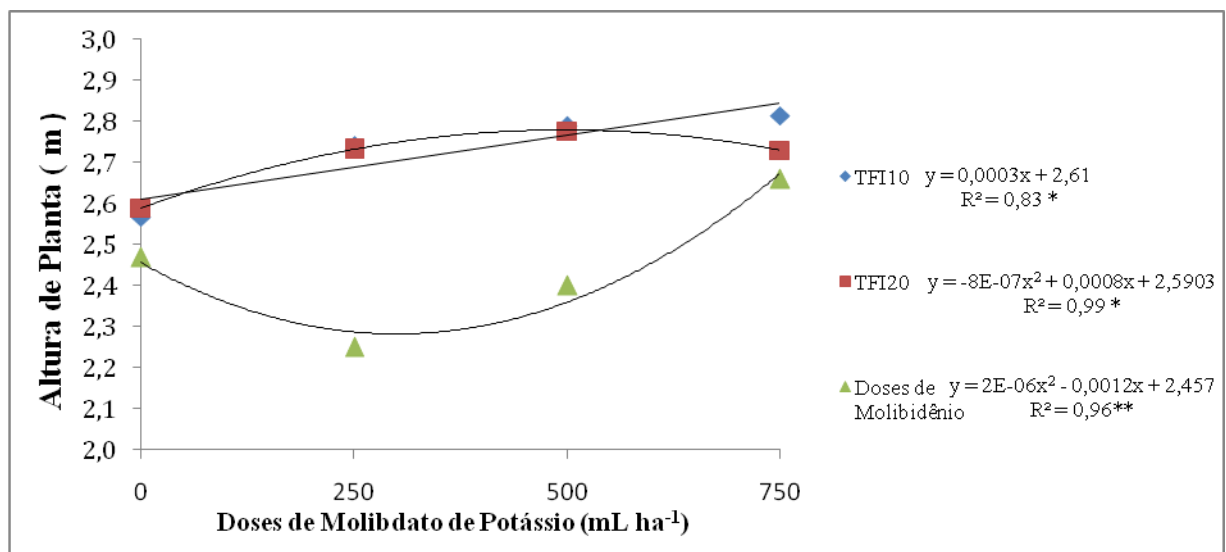


Figura 4 – Altura média dos colmos da cana-planta em diferentes doses de torta de filtro *in natura* (TFI10; TFI20) submetida a diferentes doses de molibdato de potássio.

*e**: significativos a 5% e 1% de probabilidade.

Segundo Rossetto et al. (2008), o uso da torta de filtro, em canaviais, eleva a produtividade da cultura, por fornecer matéria orgânica, fósforo e cálcio, entre outros nutrientes. Esses autores observaram que a torta de filtro *in natura* associado ao molibdênio obteve um ganho significativo em relação à compostada colocada no fundo do sulco.

Observou-se que a dose de 10 t ha⁻¹ de torta de filtro *in natura* (Figura 4) submetida à dose de 750 ml de molibdato de potássio foi a que apresentou o melhor resultado, onde obteve um ganho em altura de média (2,80 m). Então, a interação da torta de filtro e a doses de molibdato de potássio nos resultou uma significância de probabilidade de acordo com a Figura 7 em TFI10 ($P < 0,01$).

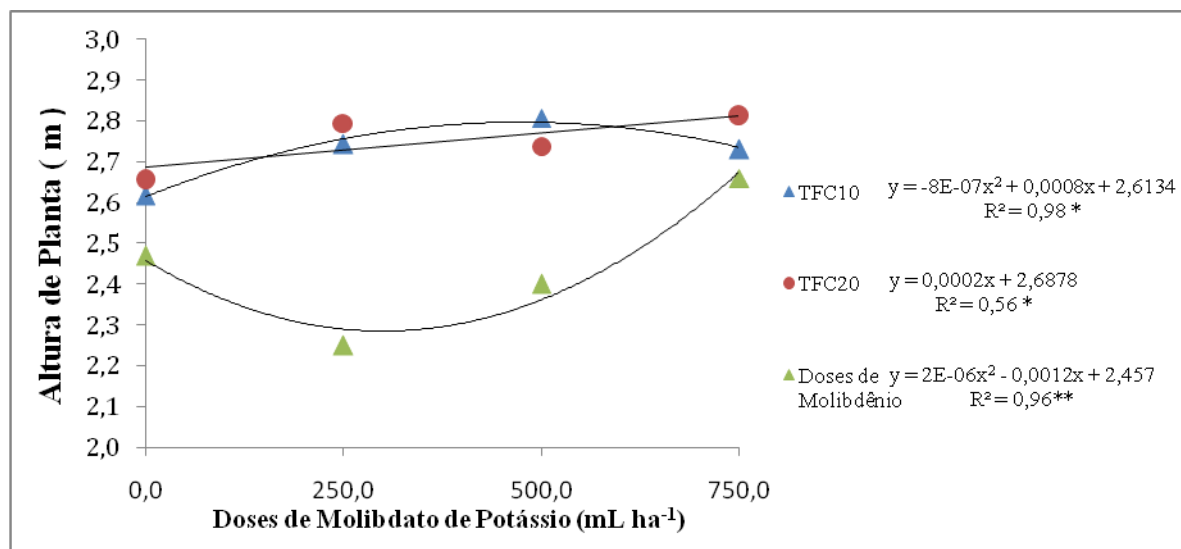


Figura 5 – Altura média dos colmos da cana-planta em diferentes doses de torta de filtro compostada (TFC10; TFC20) submetida a diferentes doses de molibdato de potássio.

*e**: significativos a 5% e 1% de probabilidade.

Observou-se que a dose de 20 T ha⁻¹ de torta filtro compostada (Figura 5) submetida à dose de 750 ml de molibdato de potássio foi a que apresentou o melhor resultado, onde obteve um ganho em altura de média (2,80 m). Então, a interação da torta de filtro e a doses de molibdato de potássio nos resultou uma significância ($P < 0,05$).

Houve um efeito entre as doses de aplicação da torta de filtro (*in natura* e compostada) e as doses de molibdato de potássio, porem esse efeito significativo para doses de torta de filtro de 1% a 5% de probabilidade. Onde exerceu um efeito linear e quadrático (Figura 4 e 5), confirmando o efeito favorável do molibdênio na altura de planta da cana-de-açúcar em um solo argissolo vermelho amarelo.

Observa-se que a altura das plantas aumentou de 2,60 m, para 2,80 m (figura 7 e 8) com aplicação do molibdênio associado à torta de filtro (*in natura* e compostada), variando um aumento de 3% a 17% na altura média das plantas.

4.6. Produtividade(PROD) de cana de açúcar em diferentes doses torta de filtro (In natura, compostada), submetidas a doses de molibdato de potássio.

Obter produtividades sempre em níveis mais elevados tem sido uma meta constante da agroindústria açucareira e alcooleira, através da introdução de novos processos tecnológicos e aperfeiçoamento do tradicional sistema de produção. Os resultados obtidos nas últimas safras comprovam a elevação do desenvolvimento do setor, consubstanciados pelos exponenciais crescimentos na produção de açúcar e álcool, viabilizando o Programa Nacional do Alcool.

Condições de locais que favoreçam a absorção de nutrientes que podem influenciar diretamente na reposta à aplicação do micronutriente, o que faz com que a precipitação deva ser considerada fator preponderante, porque quanto maior a disponibilidade de água maior será o desenvolvimento do sistema radicular e consequentemente haverá uma maior exploração do volume de solo e maior absorção do micronutriente.

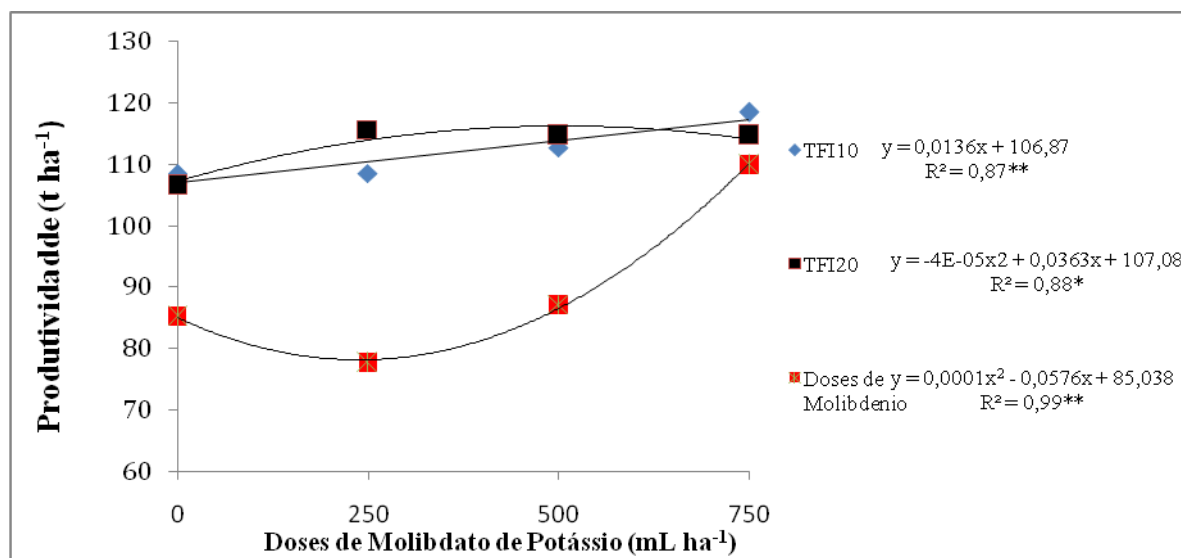


Figura 6 – Produtividade de cana-de-açúcar ($T\ ha^{-1}$) em diferentes doses de torta de filtro in natura (TFI10; TFI20) submetida a diferentes doses de molibdato de potássio.

*e**: significativos a 5% e 1% de probabilidade.

A produtividade de cana-planta apresentou resposta positiva, fato que muitas pesquisas estão sendo realizada no Brasil analisando o uso do molibdênio. Então pesquisa, mas recentes tem demonstrado a resposta linear na produtividade da cana-de-açúcar. Vejamos na Figura 6 e 7 a produtividade da cana de açúcar em diferentes doses de torta de filtro submetida a doses de molibdato de potássio.

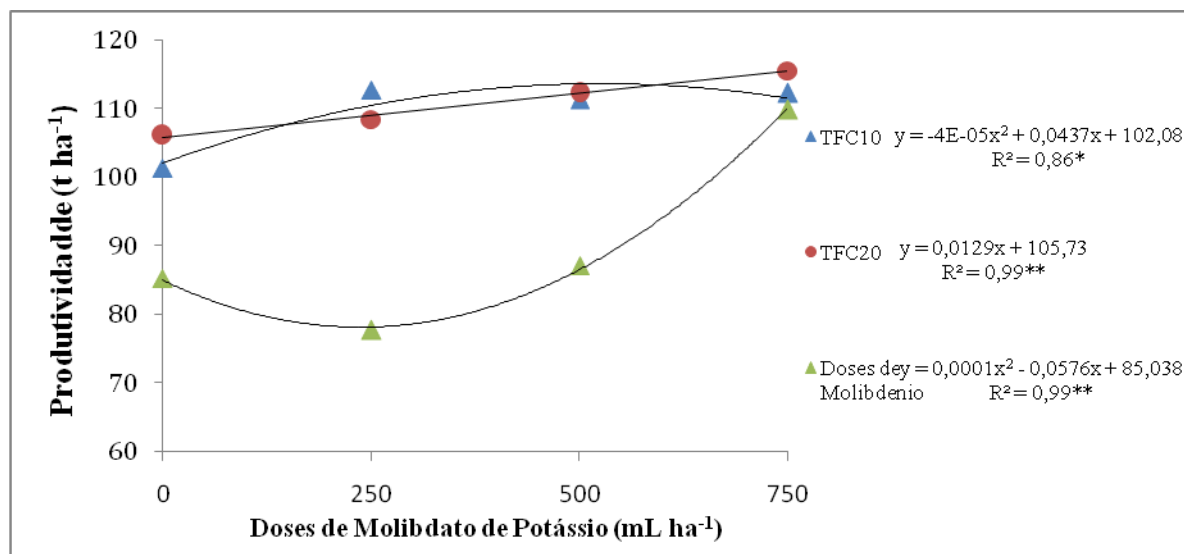


Figura 7 – Produtividade de cana-de-açúcar (T ha⁻¹) em diferentes doses de torta de filtro compostada (TFC10; TFC20) submetida a diferentes doses de molibdato de potássio (Potamol).

*e**: significativos a 5% e 1% de probabilidade.

Os dados evidenciados na figura 6 e 7 de comportamento quadrático e linear em relação a T ha⁻¹. Como aumento das doses de molibdênio e torta de filtro (*in natura* e compostada) mostramos que as diferentes doses de torta de filtro (*in natura* e compostada) aplicadas juntamente com as doses de molibdato de potássio apresentam diferença significativa ($P < 0,01$ e $P < 0,05$).

A produtividade de cana-planta foi influenciada pela interação entre torta de filtro (*in natura* e compostada) submetida a doses de molibdato de potássio. Com o aumento das doses de molibdato de potássio no sulco de plantio, teve um aumento em toneladas de cana-de-açúcar nas doses de torta de filtro (*in natura* e compostada) comparado com a testemunha que nos mostra na Figura 6 e 7.

Observou-se que com o aumento de doses de molibdato de potássio proporcionou aumento de T ha⁻¹ em relação à testemunha, porém nas menores doses 10 T ha⁻¹ e na maior 20 T ha⁻¹ de torta de filtro (*in natura* e compostada) a resposta foi representada por regressão linear crescente e quadrática com significância a 1% e 5% de probabilidade. Esses resultados revelam a importância do molibdato de potássio para a elevação da produtividade (T ha⁻¹) da cana-de-açúcar, visto que na ausência da torta de filtro teve um decréscimo na produtividade. Portanto, para esta variável, a associação da torta de filtro e o molibdato de potássio apresentou um ganho variando de 3 a 17% na produtividade. A torta de filtro *in natura* associada a 750 mL ha⁻¹ de molibdato de potássio mostrou a melhor interação, superando as doses de molibdênio na Figura 7. Visto as tortas de filtro compostadas testadas a 20 T ha⁻¹ associadas a 750 mL ha⁻¹ de molibdato de potássio, mostrou a melhor interação, superando os tratamentos de doses de molibdênio.

5. CONCLUSÃO

Com a aplicação conjunta da torta de filtro (in natura e compostada) e molibdato de potássio (Potamol), promoveu um acréscimo na altura de plantas;

A aplicação de molibdato de Potássio (Potamol) juntamente com a torta de filtro promoveu um maior crescimento no colmo, refletindo no aumento da produtividade da cana-de-açúcar;

A eficiência do molibdato de potássio (Potamol) foi maior quando utilizada a torta de filtro que influencia na liberação do molibdênio;

6. REFERENCIAS

ALEXANDER, A. G. **Sugarcane physiology**.Amsterdan: Elsevier Publishing, 1973. 752 p.

ANJOS, I. A. dos; ANDRADE, L. A. de B.; GARCIA, J. C.; FIGUEIREDO, P. A. M. de; CARVALHO, G. J. de. Efeitos da adubação orgânica e da época de colheita na qualidade da matéria-prima e nos rendimentos agrícola e de açúcar mascavo artesanal de duas cultivares de cana-de-açúcar (cana-planta). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 1, p.59-63, jan./fev. 2007.

ASSIS, P. C. O.; LACERDA, R. D.; AZEVEDO, H. M.; DANTAS NETO, J.; FARIAS, C. H. A. Resposta dos parâmetros tecnológicos da cana-de-açúcar a diferentes lâminas de irrigação e adubação. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Campina Grande, v. 4, n. 2, p. 1-12, 2004.

BIONERGIA, AÇÚCAR E ÁLCOOL – tecnologia e perspectiva/Fernando santos, Aluizio Borém, Celso Caldas, editores. – Viçosa, MG, 2010. p. 10-577.

CAMPO, R.J.; HUNGRIA, M. Importância dos micronutrientes na fixação biológica do nitrogênio In: II Congresso Brasileiro de Soja e Mercosoja, 2002, Londrina. Anais... Londrina: EMBRAPA Soja, 2002. p.355 - 366.

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

CÉSAR, M. A. A.; SILVA, F. C. da. **A cana-de-açúcar como matéria-prima para a indústria sucroalcooleira**. Piracicaba: Departamento Editorial [do] Centro Acadêmico Luiz de Queiroz, 1993. p. 39.

CONAB. Companhia Nacional de abastecimento.Acompanhamento de safra brasileira: cana-de-açúcar, oitavo levantamento, maio/2012 - Companhia Nacional de Abastecimento. – Brasília : Conab 2012.

DECHEN, A. R. & NACHTIGALL, G. R. Micronutrientes. In: Editor. Manlio Silvestre Fernandes. **NUTRIÇÃO MINERAL DE PLANTAS**. – Viçosa, MG: Sociedade Brasileira do Solo, 2006. 328 -352 p.

DIOLA, V.; SANTOS, F. Fisiologia. In: SANTOS, F. et al.(Eds.). **Cana-de-açúcar: bioenergia,açúcar e álcool –Tecnologias e perspectivas**. Viçosa: UFV, 2010. p.25-49.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa, 1999. 412p.

FERNANDES. M. S. Nutrição mineral de plantas – Viçosa, MG: Sociedade Brasileira do Solo, 2006. 348 -349 p.

FELIPE, Danielle Carvalho. Produtividade da cana-de-açúcar (*Saccharumofficinarum L.*) Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Areia- PB:UFPB/CCA, 2008. 70 f.

GAVA, G. J. de C.; TRIVELIN, P. C. O.; OLIVEIRA, M. W.; PENATTI, C. P. Crescimento e acúmulo de nitrogênio em cana-de-açúcar cultivada em solocoberto com palha. **Pesquisa agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 36, n. 11, 2001.

GOMES COSTA, M. C. Distribuição e crescimento radicular em soqueiras de cana-de-açúcar: Dois cultivares em solos com características distintas. 2006. Tese dissertação (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. Piracicaba, 2006.

GUPTA, U. C. Micronutrientes elementos tóxicos em plantas e animais. In: FERREIRA, M. E. et al. (Ed.). **Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura**. Jaboticabal/SP, CNPQ/FAFESP/POTAFOS, 2001. p.13-41.

LUZ, P. H. C. de; Vitti, G. C. 2008. Manejo e uso de fertilizantes para cana-de-açúcar. In: Tecnologia na agricultura canavieira. In: Marques, M.O et al. (Eds.). Jaboticabal FCAV. 140-167p.

MAGRO, F. J.; TAKAO, G.; CAMARGO, P.E.; TAKAMATSU, S.Y. Biometria em cana-de-açúcar. Produção Vegetal, ESALQ, Piracicaba, 2011. P. 18p.

MALAVOLTA, E. Manual de nutrição mineral de plantas. São Paulo. Agronômica Ceres, 638p.,2006.

MARSCHNER, H. Mineral nutrition of higher plants. 2. ed. New York: Academic Press, 1995. 889 p.

MARCHIORI, L. F. **Influência da época de plantio e corte na produtividade de cana-de-açúcar**. 2004. 277 f. Tese (Doutorado) – ESALQ/USP, Piracicaba, 2004.

MARTENS, D. C.; WESTERMANN, D. T. **Fertilizers applications for correcting micronutrient deficiencies**. In: MORTVEDT, J. J.; COX, F. R.; SHUMAN, L. M.; WELCH, R. M. (Eds.). Fertilizers applications for correcting micronutrient deficiencies: micronutrients in agriculture. 2ª.ed. Madison: **Soil Science Society of American Journal**, Madison, 1991. p.549-592.

MENDELL, R. R; HANSCH, R. Molybdoenzymes and molybdenum cofactor in plants. **Journal of Experimental Botany**, v.53, n.375, p.1689-1698, 2002.

NARDIN, R. R. **Torta-de-filtro aplicada em argissolo e seus efeitos agrônômicos em duas variedades de cana-de-açúcar colhidas em duas épocas**. 51 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical) – Instituto Agrônômico de Campinas-SP, 2007.

NITROGENIO E ENXOFRE NA AGRICULTURA BRASILEIRA / edição de Tsuioshi Yamada, Silva Regina Stipp e Abdalla e Godofredo Vitti. Piracicaba, IPNI, Brasil, 2007.

NUNES JÚNIOR, D. Torta de filtro: de resíduo a produto nobre. *Idea News*, Ribeirão Preto, v. 8, n. 92, p. 22-30, 2008.

OLIVEIRA, E. C. A. **Balanço nutricional da cana-de-açúcar relacionada à adubação nitrogenada**. 2011. 213 p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

PAVINATO, P. S., ROSOLEM, C. A. Disponibilidade de nutrientes no solo – decomposição e liberação de compostos orgânicos de resíduos vegetais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 32, p. 911-920, 2008.

PEREIRA, J. R. et al. Adubação orgânica com torta de filtro de cana-de-açúcar no algodoeiro semiperene BRS. 200 no Cariri Cearense. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO 5., 2005 Salvador - **Anais...** Salvador 2005.

PEDROSA, R. M. B.; SANTOS, J. S.; ALBUQUERQUE, W. G.; FARIAS, C. H. A.; Simpósio sobre Nitrogênio e Enxofre na Agricultura Brasileira (2006: Piracicaba, SP) Anais do Simpósio sobre Nitrogênio e Enxofre na Agricultura Brasileira/edição de Tsuioshi Yamada, Silvia Regina Stipp e Abdalla e Godofredo Cesar Vitti. Piracicaba, IPNI Brasil, 2007. 3 – 28 p.

PIACENTE, F. J., PIACENTE, E. A. Desenvolvimento sustentável na agroindústria canavieira: Uma discussão sobre os resíduos. Disponível em: <http://www.cori.unicamp.br/IAU/completos/Desenvolvimento%20Sustentavel%20Agroindustria%20Canavieira%20uma%20discussao%20sobre%20os%20residuos.doc>. Acesso em: 19 de agosto de 2009.

POLIDORO, J.C. O molibdênio na nutrição nitrogenada e na fixação biológica de nitrogênio atmosférico associada à cultura de cana-de-açúcar. 2001. Tese (Doutorado) - UFRRJ, Seropédica, R.J.

RAMESH, P. efeito de diferentes níveis de secagem durante a fase formativa sobre parâmetros de crescimento e sua relação com o acúmulo de matéria seca em cana. **J. Agronomy & Crop Science**. Berlim, v. 185, p. 83-89, 2000.

RIOS, M. Torta de filtro e cinza de caldeira devem passar por compostagem. **Jornal Cana**, Adamantina, 2008. Tecnologia agrícola, p.46.

ROSSETTO, R.; DIAS, F. L. F.; VITTI, A. C. Problemas nutricionais dos solos nas novas fronteiras canavieiras. *Idea News*, Ribeirão Preto, v. 8, n. 94, p. 78-90, 2008.

SANTIAGO, A. D.; ROSSETTO, R. Adubação – resíduos alternativos. EMBRAPA. Disponível em: http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01_39_711200516717.html. Acesso em: 07 de abril 2009.

SALYSBURY, F. B.; ROOS, C. W. **Plant physiology**. 4.ed. California: Wadsworth Publishing Company, 1991. 682p.

SILVA, L. S.; CAMARGO, F. A. O.; CERETTA, C. A. Composição da fase sólida orgânica do solo. In: MEURER, E.J. **Fundamentos de química do solo**. 2. ed. Porto Alegre: Genesis, 2004. p.73-99.

SAS Institute Inc. (1989), SAS/STAT User's Guide: Version 6, Fourth Edition, Volume 2, Cary NC: SAS Institute Inc.

VASCONCELOS, A. C. M. **Desenvolvimento do sistema radicular e da parte aérea de socas de cana-de-açúcar sob dois sistemas de colheita: crua mecanizada e queimada manual.** 2002. 141 f. Tese (Doutorado) – FCAV/UNESP, Jaboticabal, 2002.

VASCONCELOS, A.C.M.; GARCIA, J. C. Desenvolvimento radicular da cana-de-açúcar. In: Cana-de-açúcar: Ambientes de produção. Informações Agronômicas. n. 110. p. 1-5. 2005.

VASCONCELOS, Antônio Carlos Machado de. Dinâmica do desenvolvimento radicular da cana-de-açúcar e implicações no controle de nematoides / Antônio Carlos Machado de Vasconcelos, Leila Luci Dinardo-Miranda. - Americana, SP : Adonis, 2010. 56 p.

UNICA. União da Agroindústria Canavieira do Estado de São Paulo. Apresenta dados estatísticos da produção brasileira de cana, açúcar e álcool. Disponível em: <<http://www.portalunica.com.br/files/estatistica>> Acesso em: 20 dez 2010.

URQUIAGA S., RESENDE, A.S. de; ALVES, B.J.R.; BODDEY, R.M. Biological Nitrogen fixation as support for the sustainable production of sugar cane in Brazil: Perspectives. Anais da Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro, v.71, n. 3, part. 2, p. 505-513, 1999.

URQUIAGA, S.; RESENDE, A. S. DE; ALVES, B.J.R.; BODDEY, R.M. A importância do molibdênio na fixação biológica de nitrogênio e na nutrição nitrogenada da cultura de cana-de-açúcar. XIII Congresso Latino-Americano de Ciência do Solo, Águas de Lindóia, SP. CD-ROM, 1996.