UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"

FACULDADE DE ENGENHARIA

CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA

COMPOSTO ORGÂNICO E NITROGÊNIO EM SOQUEIRA DE CANA-DE-AÇÚCAR

JULIO CÉSAR DOS REIS PEREIRA

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia do Campus de Ilha Solteira – UNESP, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Agronomia – Área de Concentração em Sistemas de Produção.

ILHA SOLTEIRA
Estado de São Paulo – Brasil
Fevereiro - 2011

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"

FACULDADE DE ENGENHARIA

CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA

COMPOSTO ORGÂNICO E NITROGÊNIO EM SOQUEIRA DE CANA-DE-AÇÚCAR

JULIO CÉSAR DOS REIS PEREIRA

Engenheiro Agrônomo

Prof. Dr. SALATIÉR BUZETTI

Orientador

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia do Campus de Ilha Solteira – UNESP, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Agronomia – Área de Concentração em Sistemas de Produção.

ILHA SOLTEIRA
Estado de São Paulo – Brasil
Fevereiro – 2011

FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação
Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação da UNESP - Ilha Solteira.

Pereira, Julio César dos Reis.
P436c Composto orgânico e nitrogênio em soqueira de cana-de-açúcar / Julio César Dos Reis Pereira. -- Ilha Solteira : [s.n.], 2011.
65 f. : il.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Especialidade: Sistemas de Produção, 2011

Orientador: Salatiér Buzetti
Inclui bibliografia

1. Cana-de-açúcar – Cultivo. 2. Componentes biométricos. 3. Produtividade agrícola. 4. TCH. 5. Qualidades tecnológicas.

unesp **UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA**

CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA

FACULDADE DE ENGENHARIA DE ILHA SOLTEIRA

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: Composto orgânico e nitrogênio em soqueira de cana-de-açúcar

AUTOR: JÚLIO CÉSAR DOS REIS PEREIRA

ORIENTADOR: Prof. Dr. SALATIER BUZETTI

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE EM AGRONOMIA , Área: SISTEMAS DE PRODUÇÃO, pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. SALATIER BUZETTI
Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira

Prof. Dr. MARCELO ANDREOTTI
Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira

Prof. Dr. EDSON CABRAL DA SILVA
Departamento de Divisão de Produtividade Agroindustrial e Alimentos / USP/ Cena- Centro de Energia Nuclear Na Agricultura

Data da realização: 02 de março de 2011.

Dedico

Aos meus pais

Marcilio Cruzado Pereira e
Elizabeth dos Reis Pereira, exemplos de honestidade, dedicação pela criação, ensinamentos e estrutura familiar. Que cada uma das minhas conquistas seja a realização de seus sonhos.

Ofereço

A minha esposa e filha

Vanusa Pereira Pardim e Sabrina Pardim Pereira pela compreensão e dedicação a família, nos momentos difíceis e felizes desses últimos anos.

Agradecimentos

Ao professor Dr. Salatier Buzetti, pela oportunidade, orientação, confiança e amizade e ensinamentos que tornaram possível a realização desde trabalho.

A Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho" Campus de Ilha Solteira-SP, á Coordenação e aos professores do programa de Pós Graduação pela oportunidade de realização deste curso.

Aos membros da banca examinadora Professor Drs. Marcelo Andreotti e Dr. Edson Cabral pelas sugestões e orientações valiosas.

Ao departamento de fitossanidade, engenharia rural e solos pela estrutura para realização deste trabalho, aos professores Drs. Luiz Malcolm Mano de Melo, Morel de Passos e Carvalho, ao ex-orientador Ricardo Antonio Ferreira Rodrigues pela amizade.

Ao departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio Economia na presença dos Professores Drs. Orivaldo Arf pela amizade e incentivo, Edson Lazarini, Marco Eustaquio de Sá, Enes Furlani júnior.

A fazenda São Lourenço, na pessoa do Sr. Nathan Fernandes e Sra. Walderez Santos Costa Fernandes, pela área experimental e apoio para realização deste trabalho.

Aos Funcionários da Fazenda São Lourenço pela ajuda nas avaliações realizadas durante a condução do experimento ao amigo e técnico Agrícola Reinaldo Aparecido Neres.

Ao MSc. Alexandre Marques da Silva e Sua Esposa Daniela Silvia de Oliveira Canuto pelo apoio, amizade e ajuda na realização deste trabalho.

Aos amigos do Curso de Pós Graduação Ronaldo Cintra Lima, Flávio Hiroschi Kaneco, Douglas de Castilho Gitti pela amizade e incentivo.

Composto orgânico e nitrogênio em soqueira de cana-de-açúcar

Autor: JULIO CESAR DOS REIS PEREIRA
Orientador: SALATIÉR BUZETTI

RESUMO

A adubação em soqueira de cana-de-açúcar de maiores longevidade é uma questão duvidosa, quanto à viabilidade e sua classe de resposta, principalmente quanto ao uso de composto orgânico e da adubação nitrogenada. O objetivo do trabalho foi avaliar o uso do composto orgânico e adubação de N em soqueira da cana-de-açúcar. O experimento foi conduzido em uma lavoura comercial em soqueira de cana-de-açúcar de 7º corte com a variedade SP81-3250, em Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico, textura média, no município de Sud Mennucci - SP. O delineamento experimental foi o blocos casualizados em esquema fatorial (4 x 2) com quatro repetições, sendo os tratamentos constituídos de 4 doses (0, 2, 4 e 6 t ha^{-1}) do composto orgânico com ou sem aplicação da dose de 50 kg ha^{-1} de N. Foram avaliados o estado nutricional da cana-de-açúcar, os atributos químicos do solo, as características biométricas, produtividade (TCH) e as qualidades tecnológicas da cana-de-açúcar. O composto orgânico não influenciou os teores foliares de nutrientes na cana soca. A aplicação com N não alterou os teores de macronutrientes foliares, contudo proporcionou maior teor foliar de Mn. O composto orgânico e o N não interferiram na fertilidade do solo. Os maiores valores de M.O., acidez potencial (H+Al), capacidade de troca catiônica (CTC) e teores de Fe foram verificados na camada de 0,00 - 0,20 m de profundidade, entretanto, para o pH e P os maiores valores foram constatados na camada do solo de 0,20 - 0,40 m de profundidade. O composto orgânico promoveu maior número de internódios $colmo^{-1}$, propiciando efeito positivo na produtividade TCH, sem, no entanto, influenciar as qualidades tecnológicas da cana-de-açúcar. A presença de N influenciou positivamente o aumento dos números de colmos m^{-1}, comprimento de internódios e a altura dos colmos. A aplicação de 50 kg ha^{-1}de N diminuiu o Pol % do caldo, Pol % da cana e o ATR e aumentou a % Fibra na cana.

Palavras chave: *Saccharum spp*, componentes biométricos, TCH, qualidades tecnológicas.

Organic compound and nitrogen on sugar cane ratoon

Author: JULIO CESAR DOS REIS PEREIRA
Adviser: SALATIÉR BUZETT

ABSTRACT

The fertilization of sugar cane ratoon of grater longevity is a doubtful question, as viability and response class, especially regarding the use of organic compound and nitrogen fertilization. The objective this study was to evaluate the use of organic compound and nitrogen fertilization in sugar cane ratoon. The experiment was conducted at a commercial farm in sugar cane ratoon of eighth cut with the variety SP81-3250, in a sandy loam soil (Ultisol) in Sud Mennucci - SP. A randomized block design in a factorial scheme (4 x 2) with four replications, with treatments consisting of four doses (0, 2, 4 and 6 t ha^{-1}) of organic compound with or without application of 50 kg ha^{-1} N was used. They were evaluated the nutritional status of sugar cane ratoon, the soil chemical properties, biometric characteristics, yield (TCH) and the technological quality of sugar cane. The compound did not affect the nutrient content in sugar cane ratoon. The N application did not alter the macronutrient leaf content, but increased the Mn leaf content. Soil fertility was not effected by organic compound and nitrogen. The highest values of organic matter, potential acidity (H + Al), cation exchange capacity (CEC) and Fe were found in the layer from 0.00 to 0.20 m depth; however, highest pH and P values were found in the soil layer from 0.20 to 0.40 m depth. The organic compound propitiated greater number of stem $internode^{-1}$, providing a positive effect on productivity TCH, without; however, influencing on technological quality of sugar cane. The N application increased the number of stems m^{-1}, internode length and height of stems, decreased the juice Pol%, sugar cane Pol%, ATR% and increased the fiber percent in the cane.

Keywords: *Saccharum spp*, biometric components, TCH, technological quality.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Resíduos de frigoríficos, industriais, estercos de confinamento de bovinos e subprodutos de usinas de açúcar/etanol utilizados no processo de compostagem..... 32

Figura 2. Dados climatológicos obtidos durante a condução do experimento no Município de Sud Mennucci- SP, safra 2008/09..... 33

Figura 3. Números de internódios colmo^{-1} em soqueira de cana-de-açúcar, variedade SP 81-3250 em função das doses do composto orgânico em Sud Mennucci-SP, safra 2008/09..... 50

Figura 4. Produtividade de colmos (TCH), em soqueira de cana-de-açúcar variedade SP 81-3250 em função das doses do composto orgânico em Sud Mennucci, SP, safra 2008/09. 53

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Análise química do solo em soqueira da cana-de-açúcar de 8º corte em Argissolo Vermelho Amarelo, distrófico, textura media na região Sud Mennucci - SP, safra 2008/09..... 30

Tabela 2. Análise química do composto orgânico..... 32

Tabela 3. Valores dos quadrados médios das análises de variância, referentes aos teores foliares de N, P, K, Ca, Mg e S em função das doses do composto orgânico e da adubação de N em soqueira de cana-de-açúcar, variedade SP 81-3250 em Sud Mennucci-SP, safra 2008/09..... 37

Tabela 4. Valores médios dos teores foliares de N, P, K, Ca, Mg e S em função das doses do composto orgânico e da adubação com N em soqueira de cana-de-açúcar, variedade SP 81-3250 em Sud Mennucci-SP, safra 2008/09..... 38

Tabela 5. Quadrados médios da análise de variância referentes aos teores foliares de Cu, Fe, Mn, Zn e B em função das doses do composto orgânico e da adubação com N em soqueira de cana-de-açúcar, variedade SP 81-3250 em Sud Mennucci-SP, Safra 2008/09..... 39

Tabela 6. Teores médios foliares de Cu, Fe, Mn, Zn e B em função das doses do composto orgânico e da adubação com N em soqueira de cana-de-açúcar, variedades SP 81-3250, safra 2008/09..... 40

Tabela 7. Quadrados médios das análises de variância referentes valores de pH, teores de M.O., P, K, Ca, Mg e valor de V% obtidos na análise química dos solos, em função das doses do composto orgânico e da adubação com N em soqueira de cana-de-açúcar, variedades SP 81-3250, em Argissolo Vermelho Amarelo, textura media em Sud Mennucci-SP, safra 2008/09..... 42

Tabela 8. Valores médios referentes ao pH, teores de M.O., P, K, Ca, Mg e valores de V% obtidos na análise química do solo, em função das doses composto orgânico e da adubação com N em soqueira de cana-de-açúcar, variedades SP 81-3250, em Argissolo Vermelho Amarelo, textura média em Sud Mennucci- SP, safra 2008/09..... 43

Tabela 9. Quadrados médios das análises de variância referentes aos teores de acidez potencial (H + Al), soma das bases (SB), capacidade de troca catiônica (CTC) e os teores de B, Cu e Fe, em função das doses de composto orgânico e da adubação com N em soqueira de cana-de-açúcar, variedades SP 81-3250, em Argissolo Vermelho Amarelo, textura média em Sud Mennucci - SP, safra 2008/09..... 45

Tabela 10 Valores médios dos teores foliares de N, P, K, Ca, Mg e S em função das doses do composto orgânico e da adubação com N em soqueira de cana-de-açúcar, variedade SP 81-3250 em Sud Mennucci-SP, safra 2008/09..... 46

Tabela 11. Quadrados médios da análise de variância referentes aos teores foliares de Cu, Fe, Mn, Zn e B em função das doses do composto orgânico e da adubação com N em soqueira de cana-de-açúcar, variedade SP 81-3250 em Sud Mennucci-SP, Safra 2008/09..... 48

Tabela 12. Valores médios dos componentes biométricos, em função da aplicação de doses do composto orgânico e da adubação do N em soqueira de cana-de-açúcar, variedade SP 81-3250 em Sud Mennucci - SP, safra 2008/09..... 49

Tabela 13. Quadrados médios das análises de variância para diâmetro (basal, médio, ponteiro) e produtividade de colmos (TCH), em função da aplicação de doses do composto orgânico e da adubação do N em soqueira de cana-de-açúcar, variedade SP 81-3250, em Sud Mennucci-SP - safra 2008/09..... 51

Tabela 14. Valores médios das análises de variância para diâmetro dos colmos (basal, médio e ponteiro) e produtividade de colmos (TCH), em função da aplicação de doses do composto orgânico e da adubação com N em soqueira de cana-de-açúcar, variedade SP 81-3250 em Sud-Menncci, safra 2008/09..... 52

Tabela 15. Quadrados médios das análises de variância para qualidades tecnológicas da cana-de-açúcar em função da aplicação das doses do composto orgânico e da adubação com N em soqueira de cana-de-açúcar, variedade SP 81-3250, em Sud Mennucci-SP, safra 2008/09..... 55

Tabela 16. Valores médios dos parâmetros das qualidades tecnológicas da cana-de-açúcar em função da aplicação das doses do composto orgânico e da adubação com N em soqueira de cana-de-açúcar, variedade SP 81-3250, em Sud Mennucci-SP, safra 2008/09..... 56

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 13

2 REVISÃO DE LITERATURA..... 15

2.1 Matéria orgânica nas propriedades químicas do solo..... **15**

2.2 Transformação do resíduo a composto orgânico **17**

2.3 Matéria orgânica como fonte de N..... **20**

2.4 Uso do composto orgânica na cultura da cana-de-açúcar..... **21**

2.5 Nitrogênio na cultura da cana-de-açúcar **23**

2.6 Avaliação do estado nutricional da cultura da cana-de-açúcar..... **25**

2.6.1 Macronutrientes **25**

2.6.2 Micronutrientes..... **26**

2.7 Influência da Adubação nas qualidades tecnológicas da cana-de-açúcar... **28**

3 MATERIAL E MÉTODOS..... 30

3.1 Localização e caracterização da área experimental..... **30**

3.2 Descrição e características da variedade SP 81-3250..... **31**

3.3 Delineamento experimental..... **31**

3.3.1 Descrição dos tratamentos utilizados **31**

3.3.1.1 Composto orgânico **31**

3.3.1.2 Adubação nitrogenada..... **33**

3.4 Dados climatológicos obtidos durante a condução do experimento **33**

3.5 Avaliações realizadas durante a condução do experimento..... **34**

3.5.1 Amostragem foliar caracterização do estado nutricional da planta..... **34**

3.5.2 Amostragem para a caracterização química do solo após aplicação dos tratamentos. **34**

3.5.3 Características biométricas da cana-de-açúcar **35**

3.5.3.1 Número de colmos m^{-1}..... **35**

3.5.3.2 Número de internódios $colmo^{-1}$..... **35**

3.5.3.3 Comprimento dos internódios $colmo^{-1}$..... **35**

3.5.3.4 Altura do colmo **35**

3.5 4 Determinação da produtividade de colmos (TCH) **35**

3.5.5 Determinação das qualidades tecnológicas da cana-de-açúcar **36**

3.5.6 Análise estatística **36**

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO..... 37

4.1 Teores de nutrientes foliares na cana-de-açúcar..... **37**

4.2.1 Teores de macronutrientes foliares **37**

4.2.2 Teores de micronutrientes foliares..... **39**

4.3 Análises químicas do solo após aplicação dos tratamentos..... **40**

4.4 Componentes biométricos da cana-de-açúcar **47**

4.5 Produtividade de colmos (TCH) **51**

4.6 Qualidades tecnológicas da cana-de-açúcar **53**

5 CONCLUSÕES 57

REFERÊNCIAS..... 58

1 INTRODUÇÃO

O Brasil ocupa uma posição de destaque no cenário Mundial na produção de cana-de-açúcar, sua área cultivada representa cerca 8 milhões de hectare, participando somente em 2% de toda área agricultável do País. Com o fim da regulamentação governamental, iniciou-se o regime de livre mercado, sem subsídios, com os preços de açúcar dependendo da oferta e demanda Mundial, e do etanol dependente da demanda interna dos veículos flex.

Assim o setor sucroalcooleiro sofreu varias transformações provocadas pelas crises do próprio setor na safra 2007, causadas pelas quedas dos preços do açúcar e baixa remuneração paga a matéria prima, também muito fragilizada pela crise financeira global em 2009. A falta de liquidez nos mercados e baixos investimentos do setor refletiram nos canaviais, em diminutas dosagens em adubações e baixas taxas de renovações dos canaviais. Estima-se que 25 % dos canaviais estão com mais de 5 cortes, algumas soqueiras com produtividade economicamente satisfatória e muitas a espera de aporte financeiro para reforma.

Contudo devemos priorizar os canaviais com stand adequado e produtividades economicamente viáveis, que poderão receber investimento em adubações em soqueiras possibilitando resposta em aumento da produtividade e possibilidades de mais cortes sucessivos. A recuperação da soqueira através do uso de resíduos agroindustriais (frigoríficos, resíduos neutralizados á pH 7, torta de filtro e materiais orgânicos) são alternativas e possibilidades de resposta da soqueira da cana-de-açúcar.

É importante pesquisar a fertilização com resíduos, pois podem ser comparáveis à adubação mineral, em termos de produtividade e qualidade da cana-de-açúcar Camilotti et al. (2006). A matéria orgânica do solo contém cerca de 5% de nitrogênio total; assim ela serve como uma reserva de nitrogênio. Mas o nitrogênio não está imediatamente disponível para o uso pelas plantas, uma vez, que a decomposição é lenta (LOPES, 1998). Deve-se ressaltar que a sua liberação depende de vários fatores; (umidade, relação C/N, temperatura, atividade biológicas), e quando afetados, a sua

liberação pode ser lenta necessitando de aporte no fornecimento de N, através da adubação química. As maiores limitações do meio para a produtividade da cana-de-açúcar nas regiões canavieiras do Brasil se relacionam principalmente a quantidades adequadas de nutrientes minerais no solo, com destaque ao N (TRIVELIN, 2000).

A cana-de-açúcar é uma cultura eficiente em aproveitar o N do solo, devido seu longo ciclo e seu sistema radicular abundante. Varias pesquisa com fertilizantes marcados com N^{15}, demonstraram que o nutriente absorvido pela planta vem do solo (CANTARELLA; TRIVELIN; VITTI, 2007).

Desta forma, o composto orgânico poderá fornecer nutrientes, melhorias nas condições físicas e biológicas do solo, em uma soqueira de vários cultivos com teores baixos de matéria orgânica no solo, sendo associado ou não a aplicação de nitrogênio, essa combinação poderá proporcionar melhores resultados nos componentes biométricos, produtividade e nas qualidades tecnológicas da soqueira da cana-de-açúcar.

Neste contexto, o trabalho teve como objetivo estudar o uso de composto orgânico acrescido ou não da adubação nitrogenada nos componentes biométricos, produtividade e nas qualidades tecnológicas em soqueira da cana-de-açúcar de 8^{o} cortes em Sud Mennucci-SP.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Matéria orgânica nas propriedades químicas do solo

A matéria orgânica quando mineralizada é fonte de nutrientes para o solo, que complexado pela pelos colóides, fica em parte disponível para a absorção pela plantas. O subsídio da matéria orgânica para a capacidade de troca catiônica (CTC) do solo é importante principalmente em solos sob condições tropicais (RAIJ, 1981). A capacidade de troca de íons é uma importante propriedade que permite aos solos reter elementos em formas acessíveis às plantas. Essa propriedade tem origem na presença de cargas elétricas existente nas superfícies dos colóides e matéria orgânica. Predomina na maioria dos solos a troca de cátions pela maior dominância de solos eletronegativos (RAIJ, 1991), o que favorece a retenção de cátions e diminui as perdas por lixiviação. Nesses solos, o aumento da CTC é resultado dos grupos carboxílicos, fenólicos, álcoois e metoxílicos, localizados na periferia dos ácidos orgânicos presentes no húmus, que geram cargas negativas dependentes do pH (OLIVEIRA, 2000).

Deste modo, a aplicação de resíduos orgânicos no solo terá efeitos benéficos, dependendo da taxa de aplicação, da reaplicação, do tipo de matéria orgânica contidos no resíduo, da capacidade do resíduo em elevar o pH do solo e dos teores de N (ABREU JUNIOR et al., 2005).

Estudos realizados por Busato (2008), com a aplicação de vermicomposto em Latossolo promoveu aumento na CTC do solo em valores médios de 0,300 $mmol_c\ dm^{-3}$ para cada tonelada aplicada, sendo que a testemunha apresentou 67,6 $mmol_c\ dm^{-3}$, na amostra sem aplicação do resíduo, para 91 $mmol_c\ dm^{-3}$ com a dose de 80 toneladas ha^{-1}, fazendo com que a classificação da CTC nas amostras passassem de uma categoria média para outra considerada alta (RIBEIRO et al., 1999).

A matéria orgânica apresenta elevada CTC, definida pela quantidade de nutrientes (mol) que uma superfície (ou massa) pode reter. São cargas negativas geradas

pela dissociação de grupos ácidos, como, por exemplo, os ácidos carboxílicos (COOH) que, nos valores normais de pH do solo, ficam na forma ionizada (COO^-). As cargas negativas geradas pela dissociação dos grupos funcionais ácidos são capazes de reter um íon de carga contrária (íons positivos: K^+, Na^+, Ca^{+2}, Mg^{2+}). Caso a CTC do solo seja baixa, os nutrientes liberados pela decomposição (mineralização) da matéria orgânica podem ser lixiviado. (BUSATO, 2008; LOPES, 1998).

Segundo Oliveira (2000), a decomposição da matéria orgânica do solo é fundamental para o desenvolvimento vegetal, pois mediante esse processo, ocorre o fornecimento de macro e micronutrientes para as plantas. Da decomposição dos resíduos orgânicos que chegam ao solo, resulta a liberação para as plantas de N, P, K e S e micronutrientes. Dependendo da decomposição do resíduo vegetal, a taxa de mineralização durante o ano agrícola pode ser muito baixa principalmente de resíduos vegetais de cana-de-açúcar com elevada relação C/N, provocando imobilização liquida da fonte nitrogenada (MELO, 1978; KIEHL,1987).

Os grupamentos funcionais presentes na matéria orgânica podem se ligar de forma estável aos íons de carga positiva elevada. É o caso do alumínio (Al^{+3}), que em concentrações elevadas no solo, provoca danos ao crescimento radicular, reduzindo também a atividade microbiana e, portanto, diminui a produtividade. A formação de complexos estáveis do húmus com Al^{+3} e outros metais pesados desintoxica o solo. Por outro lado, solos com quantidade elevada de matéria orgânica podem apresentar problemas de carência de micronutrientes, como o cobre que, ao ser complexado pela matéria orgânica, fica pouco disponível para a absorção

Busato (2008), estudando o composto orgânico na dose de 80 toneladas, em um Cambissolo, constataram que, no período de aproximadamente 360 dias após a aplicação dos adubos. A partir desse ponto, os teores de Ca^{2+} foram bastante próximos ao observado para o solo testemunha. Isso sugere que, em solos menos intemperizados e com elevado teor de Ca^{2+}, mesmo com a aplicação de grandes quantidades de matéria orgânica, os teores desse nutriente retornam rapidamente aos níveis antes da aplicação. Essa retenção do Ca^{2+} ocorrem provavelmente devido à sua estabilização, juntamente com outros nutrientes, na matéria orgânica humificada, em função da sua elevada densidade de cargas negativas, originada principalmente em grupamentos fenólicos. Esse Ca^{2+} retido, entretanto, pode retornar à solução, na medida em que os tores desse nutriente forem diminuídos.

O Mg^{+2} é um dos macronutrientes exigidos em menor quantidade pela maioria das culturas. Na solução do solo as concentrações normalmente são pequenas, sendo que na ordem de 10 $mmol_c\ dm^{-3}$, são consideradas satisfatórias (RIBEIRO et al., 1999). Deficiências desse nutriente são observadas geralmente em solos altamente intemperizados. O teor de Mg^{+2} no Latossolo, sem a aplicação dos adubos orgânicos, foi superior a 14 $mmol_c\ dm^{-3}$, sendo considerado bom do ponto de vista agronômico (RIBEIRO et al., 1999). Nesse solo, a aplicação de 80 toneladas ha^{-1} de vermicomposto resultou num incremento em torno de 17,6 $mmol_c\ dm^{-3}$. Entretanto, aproximadamente 300 dias após a aplicação do vermicomposto, os teores desse nutriente estiveram próximos ao da amostra sem aplicação (BUSATO et al., 2008).

Teores consideráveis de micronutrientes foram verificados encontrados nas amostras de compostos analisadas, destacando-se as altas concentrações de Fe; este fato se deve, sem dúvida, à composição dos resíduos sólidos de frigorífico os quais apresentam quantidades consideráveis de sangue e conseqüentemente, altos teores de Fe, pela presença de hemoglobina; (TRINDADE et al.,1996).

2.2 Transformação do resíduo a composto orgânico

A palavra “composto” vem de muito tempo sendo utilizada para designar o fertilizante orgânico preparado pelo amontoamento de restos animais e vegetais, contendo substâncias nitrogenadas, misturados com outros resíduos vegetais pobres em nitrogênio e ricos em carbono (KIEHL, 1998). A mistura desses materiais orgânicos tem por finalidade sujeitá-los a um processo de compostagem que conduza essas matérias-primas, por processo de decomposição microbiológica, ao estado de parcial ou total humificação.

O termo compostagem está associado ao processo de tratamento dos resíduos orgânicos, sejam eles de origem urbana, industrial, agrícola ou florestal. De acordo com Pereira Neto (1998), a compostagem é definida como um processo aeróbio controlado, desenvolvido por uma população diversificada de microrganismos, efetuada em duas fases distintas: a primeira quando ocorrem as reações bioquímicas mais intensas, predominantemente termofílicas; a segunda ou fase de maturação, quando ocorre o processo de humificação.

A relação C/N ideal para a compostagem é frequentemente considerada como 30. Dois terços do carbono são liberados como dióxido de carbono, que é utilizado pelos microrganismos para obter energia, e o outro terço do carbono em conjunto com o nitrogênio é utilizado para constituir as células microbianas. Nota-se que o protoplasma microbiano tem uma relação C/N próxima de 10, mas, para efetuar a síntese de 10 carbonos com um nitrogênio, e assim constituir o seu protoplasma, os microrganismos necessitam de aproximadamente 20 carbonos para obter energia. As perdas de nitrogênio podem ser muito elevadas aproximadamente 50% durante o processo de compostagem dos materiais orgânicos, particularmente quando faltam os materiais com elevada relação C/N. Por esta razão, Lampkin (1992) refere à necessidade de uma relação C/N de 25 a 35 para uma boa compostagem.

Para relações C/N inferiores, o nitrogênio ficará em excesso e poderá ser perdido como amoníaco, causando odores desagradáveis. Para relações C/N mais elevadas, a falta de nitrogênio irá limitar o crescimento microbiano e o carbono não será todo degradado, conduzindo para que a temperatura não aumente, fazendo com que a compostagem se processe mais lentamente. Os microrganismos que realizam a decomposição da matéria orgânica absorvem carbono (C) e nitrogênio (N), sendo o tempo necessário para que ocorra a decomposição e consequente mineralização, governado pela relação entre C e N da matéria-prima. O teor de N dos resíduos a serem decompostos deve ter teoricamente 1,7% ou 17g kg^{-1} quando o conteúdo for inferior a esse valor, o tempo de decomposição será maior (KIEHL, 1985).

Os fertilizantes minerais nitrogenados podem ser adicionados na compostagem em vez de materiais orgânicos ricos em N. Neste caso, devem ser aplicados através da rega por aspersão em cada camada de 30 cm de matéria orgânica. Os fertilizantes amoniacais são preferíveis aos fertilizantes com N nítrico porque os microrganismos responsáveis pela compostagem preferem o N amoniacal ao nitrogênio nítrico.

Segundo Aquino (2005), os resíduos orgânicos sofrem transformações metabólicas desde que fornecidas às condições de umidade, aeração e microrganismos como bactérias, fungos, actinomicetos, protozoários, algas, além de larvas, insetos etc., que têm na matéria orgânica in natura sua fonte de matéria e energia. Como resultado da digestão da matéria orgânica por esses organismos, ocorre à liberação de nutrientes como nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio que se transformam em nutrientes minerais, ou seja, esses elementos, antes imobilizados na forma orgânica, tornam-se disponíveis para as plantas num processo conhecido como mineralização.

O pH do composto pode ser indicativo do estado de compostagem dos resíduos orgânicos. Jimenez & Garcia (1989) indicaram que durante as primeiras horas de compostagem, o pH decresce até valores de, aproximadamente 5,0 e posteriormente, aumenta gradualmente com a evolução do processo de compostagem e estabilização do composto, alcançando, finalmente, valores entre 7 e 8. Assim, valores baixos de pH são indicativos de falta de maturação devido à curta duração do processo ou à ocorrência de processos anaeróbios no interior da pilha em compostagem.

A matéria orgânica se divide em dois tipos de substâncias, as húmicas (SHs) e as não húmicas (DEMÉTRIO, 1988). As substâncias não húmicas incluem aquelas com características físicas e químicas ainda reconhecíveis, tais como: carboidratos, proteínas, peptídeos, aminoácidos, óleos, ceras, as quais são prontamente atacadas pelos microorganismos. Já as substâncias húmicas, principal fração da matéria orgânica, correspondem à fração mais estável as quais apresentam algumas propriedades únicas como: capacidade de interagir com íons metálicos, manutenção do pH (efeito tampão), além de ser uma potencial fonte de nutrientes para as plantas.

Segundo Kiehl (1998), a maturidade do composto ocorre quando a decomposição microbiológica se completa e a matéria orgânica é transformada em húmus. Esse produto final da decomposição (húmus) é comumente utilizado para fins agrícolas, devendo deter de características físicas e químicas que facilitem o seu uso como fertilizante e/ou condicionador de solos.

As substâncias húmicas (SHs) constituem uma fração da matéria orgânica do solo, composta por substâncias amorfas, com estruturas químicas complexas, de natureza particular e de maior estabilidade do que os materiais que as originaram (FONTANA, 2006). A utilização do ácido húmico como fertilizante visa recuperar áreas esgotadas e degradadas, aumentando as atividades químicas e bioquímicas do solo.

O cultivo dos solos sem adição de resíduos orgânicos propicia, em geral, redução dos teores de matéria orgânica com o passar dos anos. Essa redução pode ser favorecida pela prática de queimadas em canaviais e pelo revolvimento do solo excessivo. Assim ocorre queda exponencial do teor total de nitrogênio no solo, mais rápida no início e em proporção cada vez menor com o passar do tempo, até que seja atingido novo teor de equilíbrio, o que pode demorar muitas décadas para acontecer (RAIJ, 1991). Em cana crua devido á relação C/N elevada e o montante de matéria

prima acumulada sobre o solo ocorrem a imobilização do N necessitando de aporte no fornecimento do N até a estabilização da mineralização do material.

2.3 Matéria orgânica como fonte de N.

A matéria orgânica contém cerca de 5% de nitrogênio total; assim, ele serve como uma reserva de nitrogênio. Mas o nitrogênio na matéria está na forma de compostos orgânicos, não imediatamente disponíveis para o uso pelas plantas, uma vez, que a decomposição e lenta (LOPES, 1998).

Os mecanismos de adição de nitrogênio ao solo podem ser resumidos em fixações biológicas, adição de matéria orgânica, aplicação de adubos orgânicos ou minerais e adições pelas águas pluviais. Já os mecanismos de perdas adevêm de colheitas, lixiviação, erosão, volatilização e desnitrificação (MELLO, 1978). Sabe-se que resíduos orgânicos depositados na superfície do solo são fontes potenciais de nutrientes, principalmente nitrogênio. Entretanto, com os processos de mineralização e imobilização e com toda complexa dinâmica do N, fica difícil avaliar precisamente a disponibilidade desse nutriente nos diferentes resíduos vegetais (OLIVEIRA et al., 1999).

No solo, o nitrogênio pode estar na forma mineral ou orgânica e a quantidade de N orgânico é maior em relação à quantidade de N inorgânico, entretanto, existe grande número de processos que resultam em transformações das formas orgânicas em inorgânicas e vice-versa, e que podem redundar em ganhos ou perdas do sistema como um todo (RAIJ, 1991).

O processo que converte as formas orgânicas de N em formas inorgânicas denomina-se mineralização e ocorre à medida que os microorganismos do solo decompõem a matéria orgânica para obter energia. As diferentes fases que envolvem as transformações do N no solo são; amonificação e nitrificação (nitritação e nitratação). Após a amonificação, o primeiro produto resultante da decomposição da matéria orgânica é o íon amônio (NH_4^+), proveniente da decomposição de proteínas, aminoácidos e outros compostos. Em condições favoráveis para o crescimento das plantas, a maior parte do NH_4^+ do solo se converte em nitrato (NO_3^-) pela ação de bactérias nitrificantes. Esse processo denomina-se nitrificação resulta em aumento da acidez no solo devido á liberação de íons H^+ (COSTA, 2001)

Espironello et al., (1987) citam trabalhos em que não se encontrou resposta da cana-planta à adubação nitrogenada, sendo que a menor necessidade de nitrogênio foi encontrada em solos que já haviam sido cultivados com cana. Tal observação foi explicada pelo maior teor de matéria orgânica do solo, decorrente do acumulo de raízes da própria cana de cultivos anteriores, associados ao maior número de bactérias fixadoras de nitrogênio atmosférico.

2.4 Uso do composto orgânica na cultura da cana-de-açúcar

Os compostos orgânicos apresentam grandes quantidades de matéria orgânica e quando mineralizados contém conteúdos de óxidos e hidróxidos que são agentes cimentantes, tanto das partículas primárias quanto das partículas secundárias do solo. Podem-se incluir, também, os ciclos de umedecimento e secagem como importante fator ambiental que interfere na agregação do solo (CARVALHO, 1991; MALTONI, 1994)

Tasso Júnior et al. (2007), estudando, em cana-planta e cana-soca com aplicação de lodo de esgoto, observaram que não houve características de deficiência de nitrogênio - amarelecimento das folhas mais velhas. Resultados semelhantes foram constatado por Silva et al., (1995), que enfatiza que o N fornecido pelo lodo de esgoto supriu a necessidade da cultura, principalmente para a cana-soca, com maior acúmulo de N na planta, o que refletiu em maior produtividade.

A agroindústria canavieira é a principal fonte geradora de resíduos agrícolas. Costuma-se verificar no meio técnico, que as usinas que processam a matéria prima cana-de-açúcar são como “fábricas de fertilizantes”, destinando seus subprodutos como fonte de nutrientes aos canaviais. Dentre os resíduos destacam-se a vinhaça, a torta de filtro, as cinzas das caldeiras e o bagaço, que são rotineiramente utilizados na formação das compostagem, são utilizadas nas adubações como fontes de nutrientes e matéria orgânica no próprio canavial. A vinhaça é a principal resíduo industrial da usina de maior concentração em potássio, o cálcio e matéria orgânica que são utilizadas e aplicadas em soqueiras.

A torta de filtro apresenta elevado percentual de umidade aproximadamente 75 % e teores médios de P e Ca, que variam, respectivamente, entre 5,0 a 10 kg e 15 a 36 kg por tonelada de matéria seca. A torta de filtro é empregada principalmente em cana planta, sendo aplicada no sulco de plantio, principalmente em cultivos em áreas sujeitas á déficits hídricos.

A compostagem de resíduos orgânicos, principalmente do bagaço de cana é mais uma opção de usos desses resíduos na adubação da cana, melhorando as propriedades físicas e químicas do solo. Uma avaliação da viabilidade técnica e econômica do uso do composto orgânico, a base de bagaço de cana mostrou ser positiva de acordo com (OLIVEIRA et al., 2007). Os mesmos autores testaram diferentes misturas percentuais de bagaço de cana e esterço de cama de frango, desde aplicação 80 a 100 kg de bagaço + 20 kg de cama de frango, acrescidas de 5,0 kg de sulfato de amônio ao fim do processo de compostagem. Aplicaram 15 toneladas de material por hectare, no sulco de plantio da cana e sobre o composto foi distribuído o adubo químico 6-30-24 na dose de 500 kg ha^{-1}. Os resultados obtidos proporcionaram efeito positivo quando utilizado o composto na associação com a adubação química de plantio, aumentando a produtividade em 55 toneladas de colmos por hectare, em comparação ao tratamento que só recebeu adubação química.

Oliveira et al. (2007), estudando o efeito do composto orgânico com associação da adubação química de plantio, obtiveram efeitos positivos nas propriedades químicas e físicas do solo, principalmente na aeração e na capacidade de retenção de água, promovendo maior aumento de produtividade de que aqueles verificados pelos compostos mais ricos em nutrientes.

Em função da concentração dos nutrientes, a torta de filtro pode, em condições específicas, substitui completamente a aplicação de fertilizante fosfatado, quando utilizada em doses superiores a 20 Mg ha^{-1} no sulco de plantio. Além disso, a aplicação em conjunto da torta de filtro com fosfatos naturais possibilita a disponibilização mais rápida do P, uma vez que foi observada a capacidade de melhorar a solubilidade desses compostos. A aplicação de torta de filtro, ou do produto da sua compostagem, incrementa significativamente, no ciclo de crescimento da cana e na soca, a atividade biológica, a matéria orgânica e a agregação física do solo, bem como a produtividade da cultura. (BUSATO, 2008).

A extração e exportação de nutrientes em cana planta e em soqueiras de cana-de-açúcar têm sido bastante estudadas, sobretudo tendo em vista que atualmente se pretende aumentar as exportações de açúcar. Contudo, poucas são as pesquisas com uso de composto orgânico em soqueira de cana-de-açúcar, possibilitando maiores esclarecimentos em relação seu potencial uso e respostas quanto a dosagens e seus efeitos nutricionais e residuais no solo.

2.5 Nitrogênio na cultura da cana-de-açúcar

A grande importância do N para a cana-de-açúcar diz respeito ao fato desta ser uma planta de metabolismo de carbono do tipo C4, caracterizado por altas taxas de fotossíntese líquida e eficiência na utilização do N e da energia solar, sendo altamente eficiente na produção de fotoassimilados. Como o nitrogênio é parte constituinte de todos os aminoácidos, proteínas e ácidos nucléicos, participando direta ou indiretamente de vários processos bioquímicos, a sua carência promoverá a diminuição na síntese de clorofila e aminoácidos essenciais e também na energia necessária à produção de carboidratos e esqueletos carbônicos, refletindo diretamente no desenvolvimento e rendimento da cultura (MALAVOLTA et al., 1997).

O nitrogênio é o quarto elemento mais abundante na planta, depois do carbono, hidrogênio e oxigênio. É constituinte obrigatório de proteínas e ácidos nucléicos, participando direta ou indiretamente de diversos processos bioquímicos e enzimáticos, entre outros, faz parte da molécula de clorofila (MALAVOLTA, 1980; CARNAÚBA, 1990).

O nitrogênio é absorvido pelas plantas nas formas minerais, NO_3^- ou NH_4^+, sendo que o principal meio de translocação no solo é o fluxo de massa. A distância linear média percorrida pelo NO_3^- no solo é da ordem de 4,2 mm dia^{-1} (NOVAIS e; SMITH, 1999). A absorção deste elemento aumenta a atividade meristemática da parte aérea resultando em maior perfilhamento e índice de área foliar da cana-de-açúcar, além de aumentar a longevidade das folhas (SILVEIRA, 1985). No quarto mês do ciclo, as quantidades de N extraídas do solo por colmos e folhas já são elevadas, sugerindo a necessidade de adição de N no solo logo no início do ciclo de produção (ORLANDO FILHO et al. 1980).

Os trabalhos da COPERSUCAR (2000a) sobre recomendação de adubação de plantio têm indicado o seguinte: as doses de N estariam na faixa de 0 a 60 kg ha^{-1}; sendo que na média, tem-se usado de 30 a 40 kg ha^{-1}. A aplicação normalmente é realizada no fundo do sulco, e no caso de uso de leguminosas como adubos verdes como cultura secundária na reforma não se aplica N mineral.

É fato devidamente conhecido e comprovado nos meios acadêmicos e práticos que as respostas à adubação nitrogenada no plantio (cana-planta) não são conclusivas, enquanto nas socas é mais consistente, devido ás condições, não ser as mesmas apresentadas no plantio, como a mineralização da M.O incorporada ao solo, á falta do N

e nutrientes providas do tolete e principalmente da ação das bactérias azobacter. É necessário entender que o N aplicado, quando em contato com o solo, entra no complexo matéria-orgânica, morta ou viva, sofrendo as reações de imobilização e mineralização, cuja dimensão ainda é pouco conhecida em nossos solos, principalmente na cultura canavieira (DEMATTÊ, 2005).

Contrariamente à cana-planta, as soqueiras respondem favoravelmente à adubação, principalmente em relação ao N. Isto ocorre porque nas regiões do Brasil onde a cana-de-açúcar é cultivada ocorrem, durante o ciclo das soqueiras, períodos climáticos seco e frio ou seco e quente, pouco favoráveis à mineralizacao do N orgânico. Além disso, durante o ciclo das socas, o solo é pouco ou nada mobilizado por ocasião do cultivo e os corretivos, quando aplicados, não são incorporados (DEMATTÊ, 2005). De acordo com COPERSUCAR (2000b) foram verificadas respostas crescentes até a dose de 160 kg ha^{-1} de N, média de quatro experimentos e três safras.

Orlando Filho et al. (1999) desenvolveram um trabalho com objetivo de estudar o efeito de doses (0, 60 e 120 kg ha^{-1}) de N, fontes (uréia, uran e nitrato de amônio) e formas de aplicação (com e sem incorporação) de nitrogênio na produtividade agrícola e industrial da cana-planta, em três soqueiras subseqüentes, cultivada em solo de elevada fertilidade. De acordo com os resultados, verificaram que houve resposta linear às doses de nitrogênio até a dose de 120 kg ha^{-1} de N, tanto para cana-planta, como para as demais socas subseqüentes, independentemente de fontes e modos de aplicação. A pol da cana e % de fibra da cana não foram afetadas pelos tratamentos.

Marcelo (2008) estudou os efeitos da aplicação de fontes (uréia e nitrato de amônio) e doses de nitrogênio (0, 40, 80, 120 e 160 kg ha^{-1}) de N em terceira soqueira da variedade SP79-1011 sem queima prévia do canavial cultivado em solo Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, na região sudoeste de Minas Gerais. Não encontrou efeitos dos tratamentos sobre o número de colmos por metro e a produtividade de colmos, variando entre as fontes 10,51 e 10,40 perfilhos por metro para uréia e nitrato de amônio, respectivamente e de 66,15 e 66,72 t ha^{-1} de colmos para uréia e nitrato de amônio, respectivamente.

No meio técnico do setor canavieiro, há relatos, quando em determinado ano, por motivos financeiros, não ser realizada á adubação dos canaviais (soqueira) com nitrogênio, a produtividade daquela safra não será afetada de forma marcante, mas seu efeito ocorrerá nos anos seguintes, com reflexos na longevidade da soqueira. Penatti e

Donzelli (1997) e Orlando Filho et al., (1999), constataram esse efeito e afirmaram que resposta da cana planta ao nitrogênio se refletiu na maior vigor da soqueira, aumentando a produção nos cortes subsequentes entre a cana-de-açúcar com ou sem adubação nitrogenada em cana soca.

Diante do exposto, a fertilização da cultura com nitrogênio constitui uma prática importante para o aumento da produtividade e longevidade das soqueiras de cana-de-açúcar. A melhor recomendação para adubação nitrogenada em soqueiras ainda é a baseada na expectativa de produtividade e no uso da relação 1,0 a 1,2 kg de N por tonelada de colmo em cana soca (ORLANDO FILHO et al., (1999).

Desse modo, pode-se presumir que adubações nitrogenadas em soqueiras de maiores longevidades variam de 50 a 70 kg ha^{-1}de N, sendo que a decisão de adubar ou não a soqueira vai depender do valor do kg do ATR e o preço da t de cana pago ao produtor. Na prática, as Usinas e Fornecedores tomam a decisão em realizar a adubação nitrogenada em soqueiras levando com conta a sua "situação financeira", mercado futuro do açúcar e escassez de matéria prima para as próximas safras.

2.6 Avaliação do estado nutricional da cultura da cana-de-açúcar

2.6.1 Macronutrientes

A cana-de-açúcar semelhantemente às outras culturas, possui entre 65 a 90% da sua massa representada por água, e de 10 a 35% de material seco, isto dependendo do seu estádio de crescimento. Esse material seco é representado por compostos tais como, proteínas, lipídeos e carboidratos, que por sua vez são constituídos por elementos minerais. Esses minerais que estão na planta constituem-se em seus nutrientes, ou seja, a cana-de-açúcar como as demais plantas, necessita dos nutrientes para seu crescimento e pleno desenvolvimento (DIAS e ROSSETTO, 2006).

Existem várias ferramentas para saber qual elemento e quanto à cana necessita de determinado nutriente. Entre elas, usa-se a diagnose visual, a diagnose foliar, a extração de nutrientes pela cultura e a expectativa de produtividade da cultura em determinados solos. A cultura é bastante exigente quanto à nutrição, sendo que na ordem de extração de nutrientes, verifica-se que o potássio é extraído em maior quantidade que o nitrogênio (K>N>Ca>Mg>P). O mesmo é constado na exigência de macronutrientes para produzir 100 toneladas de cana, onde são necessários 143 kg de N,

174 kg de K, 87 kg de Ca, 49 kg de Mg, 44 kg de S e 19 kg de P (ORLANDO FILHO et al., 1980).

A cultura de cana-de-açúcar é grande extratora de nutrientes do solo. Considerando-se colmo + folhas + palmito, a quantidade de nutrientes extraída por uma tonelada de cana é de: 0,96 kg de N; 0,29 kg de P_2O_5; 1,19 kg de K_2O; 0,89 kg de CaO; 0,54 kg de MgO e 0,28 kg de S (MALAVOLTA et al., 1997). Desta forma, as exigências minerais da cana-de-açúcar, assim como as quantidades de nutrientes removidas pela cultura são conhecimentos fundamentais para o estudo da adubação, indicando as quantidades de nutrientes a serem fornecidas (COLETI et al., 2006).

Segundo Malavolta et al. (1997), os teores foliares de macronutrientes adequados para cana-planta são de 19 a 21 g kg^{-1} de N, 2,0 a 2,4 g kg^{-1} de P, 11 a 13 g kg^{-1} de K, 8 a 10 g kg^{-1} de Ca, 2 a 3,0 g kg^{-1} de Mg e 2,5 a 3,0 g kg^{-1} de S. E para cana-soca são 20 a 22 g kg^{-1} de N, 1,8 a 2,0 g kg^{-1} de P, 13 a 15 g kg^{-1} de K, 5 a 7 g kg^{-1} de Ca, 2 a 2,5 g kg^{-1} de Mg e 2,5 a 3,0 g kg^{-1} de S.

Marcelo (2008) avaliou os efeitos da aplicação de fontes (uréia e nitrato de amônio) e doses de nitrogênio (0, 40, 80, 120 e 160 kg ha^{-1}) de N em terceira soqueira da variedade SP79-1011 sem queima prévia do canavial cultivado em solo Latossolo vermelho-amarelo distrófico na região sudoeste de Minas Gerais. Não encontrou resposta significativa dos tratamentos para teor foliar de nitrogênio coletado a folha +3, com média 16,1 g kg^{-1} de N.

2.6.2 Micronutrientes

A adubação com micronutrientes em cana-de-açúcar, mesmo nas áreas onde os teores no solo são baixos, ainda apresenta controvérsias. Muitos dos resultados de pesquisa são contraditórios e o tradicionalismo do setor resulta por discriminar a utilização de micronutrientes nas práticas de adubação. São escassos os trabalhos de avaliação do estado nutricional para a cultura, e existem dúvidas a respeito das tabelas de interpretação de análises de solo e folha utilizados.

Neste sentido, Vale et al. (2008), com o objetivo de avaliarem o estado nutricional de micronutrientes em áreas com produção de cana-de-açúcar, realizaram amostragens em talhões produtores de cana-de-açúcar localizados nas regiões de Ribeirão Preto e Catanduva, Estado de São Paulo, durante as safras agrícolas de 2006 e 2007. Foram retiradas amostras de solo na camada 0,00 - 0,20 m em talhões logo após o

corte dos colmos, e foram analisadas quanto aos teores dos micronutrientes B, Cu, Fe, Mn e Zn. No total foram retiradas 890 amostras de solo, englobando os mais variados tipos de solo, e todos os ambientes de produção. A coleta de folhas foi realizada aos cinco meses após a data de colheita, nos pontos nos quais haviam sido colhidas as amostras de solo com o objetivo de se coletar as folhas +1 (bainha totalmente visível). Comparando-se os parâmetros de fertilidade e nutrição dos micronutrientes concluíram que o B encontrou-se bastante deficiente nas áreas (95% nos solos e 85% nas plantas), seguido pelo Zn (67% nos solos e 73% nas plantas). Para o B, essa deficiência pode ser explicada pela não utilização do mesmo nos programas de adubação, associado a sua alta movimentação no perfil do solo, tendo sido provavelmente lixiviado do sistema. Já para o Zn, essa deficiência está associada à não aplicação do elemento, associado à pobreza natural da maioria dos solos. Os elementos Fe e Mn apresentaram quantidade muito baixa de áreas com problemas, explicado pela possível alta concentração nos solos intemperizados da região, ricos em óxidos de Fe e Mn. O elemento Cu foi o que apresentou a maior variabilidade entre teores encontrados nos solos e folhas (somente 33% de áreas abaixo do nível crítico em solos e 67% nas plantas). Isso pode estar indicando falhas nos métodos de análises ou nas tabelas de interpretação apresentadas na literatura.

De acordo com Malavolta et al. (1997), os teores foliares de micronutrientes adequados para cana-planta devem estar entre 15 a 50 mg kg^{-1} de B, 8 a 10 mg kg^{-1} de Cu, 200 a 500 mg kg^{-1} de Fe, 100 a 250 mg kg^{-1}de Mn e 25 a 30 mg kg^{-1} de Zn. Para cana soca os teores foliares são de 8 a 10 mg kg^{-1} de Cu, 80 a 150 mg kg^{-1} de Fe, 50 a 125 mg kg^{-1} de Mn e 25 a 30 mg kg^{-1} de Zn.

Malavolta (1982) citado por Vitti et al. (2006) verificaram extração de micronutrientes para produção de 100 t de colmos de 149 g de B, 234 g de Cu, 1393 g de Fe, 1052 de Mn e 369 g de Zn.

Conforme o exposto, os teores foliares e quantidades de nutrientes extraídos do solo pela cana-de-açúcar variam de acordo com os métodos de cultivo, variedade, tipo de solo e disponibilidade de nutrientes no solo procurando encontrar faixas de teores de nutrientes adequados para a cultura da cana-de-açúcar. Na maioria das pesquisas as extrações dos nutrientes encontraram-se na ordem para macronutrientes de K>N>Ca>Mg>S>P e para os micronutrientes Fe>Mn>Zn>Cu>B.

2.7 Influência da Adubação nas qualidades tecnológicas da cana-de-açúcar

A época de aplicação do adubo nitrogenado também exerce influência marcante na qualidade da matéria-prima. Quanto mais tarde for realizada a adubação nitrogenada, mais tempo será necessário para atingir o ponto ideal de maturação. O atraso na maturação acaba concentrando o corte e a industrialização da cana no final da safra, o que de um modo geral, traz sérias dificuldades operacionais (KORNDÖRFER, 1994).

Tanto o excesso, quanto a deficiência de N, tem influência na qualidade tecnológica dos colmos. Na deficiência de N, decresce o teor de umidade da planta, diminuindo a qualidade do caldo, aumenta o teor de fibra, diminui a concentração de sacarose, ocorre acúmulo de sacarose nas folhas e alta relação folha, colmo. já com excesso de N, ocorre seu acúmulo no colmo, piora a qualidade do caldo e atrasa a maturação (CARNAÚBA, 1990), devido a planta ainda estar em crescimento vegetativo.

Innes (1960) citado por Korndörfer (1994) relatou que, para cada unidade de aumento porcentual na produtividade agrícola devido ao nitrogênio, ocorre um decréscimo de 0,01% no teor de açúcar dos colmos. Embora o teor de açúcar (pol % cana) diminua ou não se altere a quantidade total de açúcar produzido por hectare pode ser maior, devido o aumento da produtividade (ESPIRONELLO et al., 1982).

Marcelo (2008) analisou a aplicação de fontes (uréia e nitrato de amônio) e doses de nitrogênio (0, 40, 80, 120 e 160 kg ha^{-1}) de N em terceira soqueira da variedade SP79-1011 sem queima prévia do canavial cultivado em solo Latossolo Vermelho Amarelo distrófico na região sudoeste de Minas Gerais. O estudo não verificou influência das fontes, doses e interação fontes x doses nas qualidades tecnológicas da cana-de-açúcar, com uma média de 23,2% para brix, 17,57% para pol da cana, 87,03 para pureza da cana e 166,6 kg t de ATR.

Tasso Júnior et al. (2007) avaliaram a produtividade da variedade SP 81-3250 e sua qualidade da cana soca cultivada em solo Latossolo Vermelho Amarelo, distrófico, tratado com lodo de esgoto, vinhaça e adubos minerais, observaram que os tratamentos com resíduos proporcionaram maior produtividade quando foram aplicados separadamente. Contudo, a qualidade tecnológica da cana-de-açúcar não foi influenciada pelos tratamentos.

A qualidade tecnológica da cana-de-açúcar depende de uma série de fatores, tais como variedade, condições climáticas, ciclo da cultura e nível de adubação. A adubação é uma prática que pode interferir diretamente neste processo. Assim como a adubação

com o uso do composto orgânico e adubação nitrogenada pode interferir no processo de maturação, induzindo vigoroso crescimento vegetativo, resultando em plantas com maior teor de umidade e teores mais baixos de sacarose.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização e caracterização da área experimental

O experimento foi instalado e conduzido em uma área com canavial comercial na Fazenda São Lourenço no Município de Sud Mennucci-SP, com as seguintes coordenadas geográficas 20° 20'31'' latitude e 50° 56' 38" longitude, com altitude de 341 m, em soqueira de 7° corte com a variedade SP 81-3250, na safra agrícola 2007/2008. O solo é classificado como um Argissolo Vermelho-Amarelo distróficos, textura média, com as características químicas na camada de 0,00-0,20 m e respectivamente na camada de 0,20-0,40 m de profundidade do solo. Os resultados das amostras do solo foram retiradas na entrelinha da soqueira da cana-de-açúcar antes da aplicação do composto orgânico e da adubação nitrogenada.

Tabela 1. Análise química do solo em soqueira da cana-de-açúcar de 7 corte em Argissolo Vermelho Amarelo, distrófico, textura arenosa na região Sud Mennucci-SP, safra 2008/09, conforme metodologia descrita por Raij et al., (2001).

Prof.	pH	M.O	P-resina	SO^{-2}_4	K	Ca^{++}	Mg^{++}	Al^{+3}	H+Al	S.B	CTC	V
(m)	$CaCl_2$	g dm-3	---- mg dm-3 ---		----------			mmolc dm-3	----------			%
0,00 - 0,20	4,5	11	3	2	1,0	21	3	6	27	26	54	48
0,20 - 0,40	4,7	8	3	4	1,0	20	6	3	19	27	46	58

Análise química do solo antes da instalação do experimento, data da realização da coleta 18/06/2008.

3.2 Descrição e características da variedade SP 81-3250.

Variedade de cana-de-açúcar utilizada foi SP 81-3250, com suas características agronômicas, de bom desenvolvimento em ambiente de produção de média a baixa fertilidade do solo, alto teor de açúcar e produtividade, com boa longevidade da soqueira.

3.3 Delineamento experimental

O delineamento experimental adotado foi o blocos casualizados em esquema fatorial (4x2) com quatro repetições sendo os tratamentos constituídos de 4 doses (0, 2, 4 e 6) toneladas do composto orgânico ha^{-1} e da aplicação da dose de 50 kg ha^{-1} de nitrogênio, totalizando 32 parcelas.

As parcelas foram constituídas de 5 linhas de 10 m de comprimento, sendo sua área útil constituída das 3 linhas de 4 metros de comprimento com espaçamento de 1,4 m nas entrelinhas, para tanto foram desprezado 3 metros de cada lado da parcela, constituindo 16,8 m^2 de área útil, e a instalação do experimento foi realizada na safra 2007/2008 na data 28/06/2008 após 10 dias da colheita da cana em sistema de queima e corte manual da cana-de-açúcar.

3.3.1 Descrição dos tratamentos utilizados

3.3.1.1 Composto orgânico

O composto orgânico foi confeccionando pelos resíduos oriundos do processo produtivo de agroindústrias como; frigoríficos, bovinos, aves, suínos; (farinha de osso, farinha de sangue, lodo decantação em lagoas anaeróbicos e do bolo ruminal), indústria que neutraliza sua calda a pH 7, esterco vindos de confinamentos e subprodutos de usinas de açúcar/etanol (Figura 1).



Figura 1. Resíduos de frigoríficos, indústria, estercos de confinamento de bovinos e subprodutos de usinas de açúcar/etanol utilizados no processo de compostagem.

Para quantificação da dose do composto orgânico foi realizada análise química do composto orgânico e seus valores estão apresentados na Tabela 2. Após a análise dos teores nutricionais do composto orgânico foram definidas as 4 doses (0, 2, 4 e 6) toneladas do composto orgânico ha^{-1} ,com base na recomendação para adubação nitrogenada (N) em soqueiras baseada na expectativa de produtividade e no uso da relação 1,0 a 1,2 kg de N por tonelada de colmo em cana soca (ORLANDO FILHO et al., 1999).

As aplicações das doses do composto orgânico no experimento foram realizadas manualmente e superficialmente sobre a brotação da soqueira para evitar o efeito da subsolagem na entrelinha, sendo sua aplicação realizada em 28/06/2008.

Tabela 2. Análise química do composto orgânico.

pH	M.O	N	P	K^{+}	Ca^{++}	Mg^{++}	Al^{+3}	SO^{-2}_{4}
$CaCl_2$	g dm^{-3}	---------- g kg^{-1} ----------						
7,1	118	12,4	3,4	8.5	11,1	2,1	0	40

Micronutrientes				
Fe	Cu	Mn	B	Zn
---------- mg/kg ----------				
2.423	32	298	157	61

Umidade 22%, relação C/N =11,77

3.3.1.2 Adubação nitrogenada

Quanto ao tratamento com adubação nitrogenada foram definidos dois tratamentos em relação ao nitrogênio: sem aplicação de N (testemunha) e com aplicação do N. Desse modo, pode-se presumir que adubações nitrogenadas em soqueiras de maiores longevidades variam de 50 a 70 kg ha^{-1}de N, seguindo a relação 1,0 a 1,2 kg de N por tonelada de colmo em cana soca (ORLANDO FILHO et al., 1999).

Para tanto foi definida a dose de 50 kg de N ha^{-1}, usando como fonte o Nitrato de Amônio, sendo aplicado a 5 cm ao lado da soqueira sem incorporação, para evitar o efeito da subsolagem na entrelinha no tratamento com aplicação com N, e sua aplicação foi realizada em 20/06/2008.

Para o controle das plantas daninhas foi aplicado herbicida em pré emergência na dose de 100g ha^{-1} de Imazapic de i.a 700 g kg^{-1} e 120 g ha^{-1} do Isoxaflutole de i.a 700 g kg^{-1}, para todos os tratamentos.

3.4 Dados climatológicos obtidos durante a condução do experimento

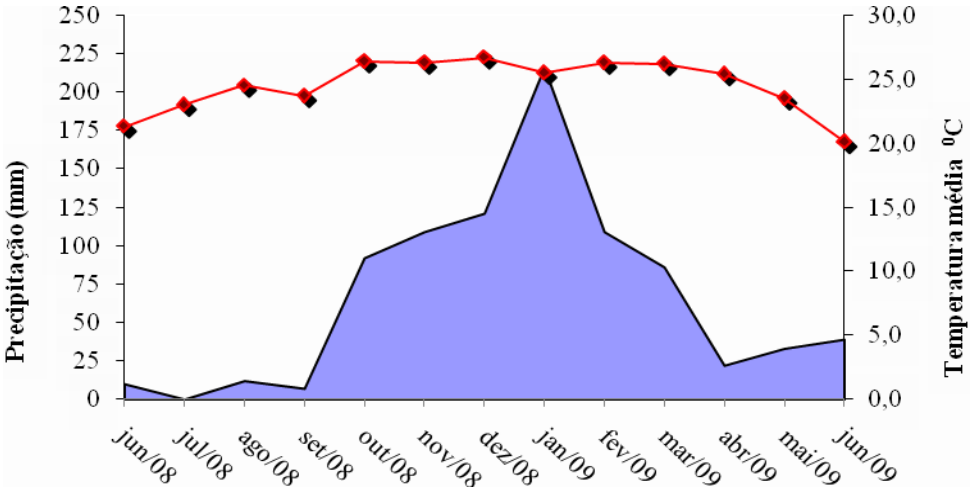


Figura 2. Dados de precipitação pluvial e temperatura ocorridos durante a condução do experimento com o uso do composto orgânico e da adubação nitrogenada em soqueira de cana-de-açúcar, em Sud Mennucci-SP, safra 2008/2009

Observa-se na Figura 2, os dados pluviais obtidos durante a condução do experimento na safra 2008/2009 localizada no município de Sud Mennucci, região Noroeste do Estado de São Paulo.

O experimento agrícola foi instalado em um canavial comercial, após a queima, corte manual e colheita da cana-de-açúcar pela Usina Pioneiros Bioenergia na safra 2007/2008 na data de 28/06/2008.

Pode-se observar que a área em estudo apresentou regime pluvial bem distribuído durante seu ciclo da cultura. Durante a fase de brotação e perfilhamento apresentou baixas precipitações e menores temperaturas. Para a fase de crescimento vegetativo verifica-se um aumento das precipitações e da temperatura, favorecendo seu desenvolvimento vegetativo. Já na fase de maturação, houve diminuição da precipitação e da temperatura favorecendo a maturação fisiológica da cana-de-açúcar.

3.5 Avaliações realizadas durante a condução do experimento

3.5.1 Amostragem foliar caracterização do estado nutricional da planta

As coletas das folhas foram realizadas após seis meses de brotação do canavial em 15/01/2009 para o experimento referente ao 7º ciclo da cultura. Foram coletadas 30 folhas + 3 por parcela dentro da área útil de cada tratamento, retirando-se o terço médio das folhas, excluindo a nervura central de acordo com Malavolta et al. (1997). As amostras foram colocadas para secar em estufa com circulação forçada de ar, com temperatura de 65 ^{o}C, por cerca de 96 horas. Depois de seco, o material foi moído para análises dos teores totais de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Mn, Fe e Zn, seguindo-se os métodos também descritos por (MALAVOLTA et al., 1997).

3.5.2 Amostragem para a caracterização química do solo após aplicação dos tratamentos.

Para avaliação do efeito do composto orgânico nos atributos químicos do solo, foram realizadas amostragens nas camadas de 0,00-0,20 m e 0,20-0,40 m de profundidade do solo em 18/06/2009 antes da colheita dos colmos do canavial. As amostras foram coletadas em cada parcela experimental no meio da linha da soqueira nas duas profundidades estudadas totalizando 64 amostras, sendo identificadas e

encaminhadas ao laboratório de análise química do solo da FEIS-UNESP, seguindo as recomendações de análise química do solo (RAIJ et al., 2001).

3.5.3 Características biométricas da cana-de-açúcar

Foram realizada em 19/06/2009 antes da colheita sem o uso do fogo em sistema de colheita crua dos colmos.

3.5.3.1 Número de colmos m^{-1}

Para tanto, foram contados somente os colmos industrializáveis de 2 linhas em 4 metros e posteriormente foi calculado para o número de colmos m^{-1}.

3.5.3.2 Número de internódios $colmo^{-1}$

Foram realizadas a contagem do número de internódios $colmo^{-1}$, em 10 colmos da área útil da parcela e realizada a contagem e posteriormente foi efetuado o cálculo da média do número de internódios $colmo^{-1}$.

3.5.3.3 Comprimento dos internódios $colmo^{-1}$

Para o comprimento dos internódios $colmo^{-1}$, foram coletados 10 colmos da área útil e realizada a contagem e posteriormente o cálculo das médias do comprimento dos internódios por colmo.

3.5.3.4 Altura do colmo

Para a altura do colmo foi realizada a medição da base do colmo ou (pé do colmo) até a inserção do palmito dos 10 colmos coletados na área útil.

3.5.4. Determinação da produtividade de colmos (TCH)

Quanto à produtividade de colmos (TCH) foi realizada a colheita dos colmos no dia 20/06/2009 na safra 2008/2009, utilizando duas linhas úteis de 4 metros de comprimento, desprezando a bordadura de 3 metros de cada lado da parcela. A produtividade dos colmos foi avaliada mediante a pesagem diretamente no campo com a balança de capacidade até 100 kg e posteriormente seus valores transformados em TCH.

3.5.5 Determinação das qualidades tecnológicas da cana-de-açúcar

Para as avaliações das qualidades tecnológicas, foram coletados 12 colmos da área útil da parcela e encaminhados para análises no laboratório de pagamento da cana pelo teor de scarose (PCTS) da Usina Pioneiros Bioenergia S/A, onde foram determinados os valores de (%) do Brix do caldo, (%) do Pol do caldo, (%) Pureza do Caldo, (%) Ar do Caldo, (%) Pol Cana, (%) Fibra da Cana, (%) AR da Cana, (%) ART da Cana e valor do ATR.

3.5.6 Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos ao teste “F” para análise de variância, sendo as comparações entre os tratamentos integrantes do esquema fatorial efetuada por meio de análises de regressão para as doses do composto orgânico, e para o tratamento com a presença ou ausência de nitrogênio utilizou-se para a comparação de médias, o teste de Tukey, à 5% de probabilidade. Para tanto foi utilizado o programa estatístico descrito em (FERREIRA, 2008).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Teores de nutrientes foliares na cana-de-açúcar

4.2.1 Teores de macronutrientes foliares

Os quadrados médios das análises de variância, referentes aos teores foliares de N, P, K, Ca, Mg e S, em função das doses do composto orgânico e da adubação de N em soqueira de cana-de-açúcar, estão apresentados na Tabela 3. Verifica-se que não houve diferença significativa para as doses do composto orgânico e para a aplicação de N. Também não foi observado efeito da interação entres os fatores (composto orgânico e nitrogênio) para os teores foliares dos macronutrientes na folha + 3 da soqueira de cana de açúcar variedade SP 81-3250.

Tabela 3. Valores dos quadrados médios das análises de variância, referentes aos teores foliares de N, P, K, Ca, Mg e S em função das doses do composto orgânico e da adubação de N em soqueira de cana-de-açúcar, variedade SP 81-3250 em Sud Mennucci-SP, safra 2008/09.

Tratamentos	N	P	K	Ca	Mg	S
C.Orgânico	0,3374 ^{ns}	0,0340 ^{ns}	0,7083 ^{ns}	0,0182^{ns}	0,0073 ^{ns}	0,0036 ^{ns}
Nitrogênio	2,0964 ^{ns}	0,0020 ^{ns}	0,1250 ^{ns}	0,0081^{ns}	0,0026 ^{ns}	0,0091 ^{ns}
C.O. x N	0,2165 ^{ns}	0,0390 ^{ns}	2,3333 ^{ns}	0,0221^{ns}	0,0032 ^{ns}	0,0088 ^{ns}

C.O = composto orgânico; N = nitrogênio; ns = não significativo

Os valores médios referentes aos teores foliares de N, P, K, Ca, Mg e S, estão apresentados na Tabela 4. Para o N, o valor médio de 16,37 g kg^{-1} de N ficou abaixo da

faixa dos teores adequados de (20-22 g kg^{-1}de N) segundo Malavolta et al. (1997) e teores de (18-25 g kg^{-1} de N) de acordo com Raij et al. (1996). Porém no Brasil, a fixação biológica de nitrogênio (FBN) pela cana-de-açúcar é uma realidade, tanto em cana planta como em soqueiras (ANDERSON ; BOWEN, 1992).

Quanto ao teor foliar de P, este não foi afetado pelos tratamentos, apresentando valores médios de 1,93 sendo adequados para a cana-de-açúcar, quando comparado com os teores de (1,8 á 2,0 g kg^{-1}de P) Malavolta et al. (1997) e de (1,5- 3,0 g kg^{-1} de P) de acordo com Raij et al. (1996).

Tabela 4. Valores médios dos teores foliares de N, P, K, Ca, Mg e S em função das doses do composto orgânico e da adubação com N em soqueira de cana-de-açúcar, variedade SP 81-3250 em Sud Mennucci-SP, safra 2008/09.

Tratamentos	Doses	N	P	K	Ca	Mg	S
		---------- g kg^{-1} ----------					
	0	16,58	1,98	16,56	0,86	0,66	0,32
Composto	2	16,15	1,90	17,18	0,84	0,62	0,36
Orgânico	4	16,24	1,91	17,06	0,82	0,59	0,37
	6	16,51	2,04	17,18	0,75	0,61	0,34
N	0	16,11	1,93	17,06	0,80	0,61	0,36
	50	16,62	1,98	16,93	0,83	0,63	0,33
Média Geral		16,37	1,96	17,00	0,82	0,62	0,35
D.M.S. (N)		0,69	0,11	1,00	0,12	0,04	0,12
CV (%)		5,74	7,97	8,01	11,25	10,4	47,5

Os teores médios de potássio também não foram afetados pelos tratamentos, porém o valor médio obtido de (17 g kg^{-1} de K) ficou acima da faixa de teores adequados para a cana-de-açúcar (13 - 15 g kg^{-1} de K) segundo Malavolta et al. (1997) (10 - 16 g kg^{-1} de K) e Raij et al. (1996).

Os teores de Ca, Mg e S também não foram influenciados pelos tratamentos e seus respectivos valores (0,82; 0,62 ; 0,35; g kg^{-1}) estão abaixo da faixa de teores recomendados de (5 a 7 g kg^{-1} de Ca; 2 a 2,5 g kg^{-1} de Mg; 2,5 a 3,0 g kg^{-1} de S) segundo Malavolta et al. (1997).

4.2.2 Teores de micronutrientes foliares

Os quadrados médios das análises de variância referentes aos teores foliares de Cu, Fe, Mn, Zn e B, em função das doses do composto orgânico e da adubação com N em soqueira de cana-de-açúcar, estão apresentados na Tabela 5. As doses do composto não apresentaram efeito significativo para os teores foliares dos micronutrientes. A adubação com N não afetou os teores foliares de Cu, Fe, Zn e B, entretanto, a adubação com N aumentou o teor de foliares de Mn.

Tabela 5. Quadrados médios da análise de variância referentes aos teores foliares de Cu, Fe, Mn, Zn e B em função das doses do composto orgânico e da adubação com N em soqueira de cana-de-açúcar, variedade SP 81-3250 em Sud Mennucci-SP, Safra 2008/09.

Tratamentos	Cu	Fe	Mn	Zn	B
C. Orgânico	2,5833 ^{ns}	22,0000 ^{ns}	1,1979 ^{ns}	2,3645 ^{ns}	96,4125 ^{ns}
Nitrogênio	2,0000 ^{ns}	40,5000 ^{ns}	22,7812**	22,7812 ^{ns}	57,9157 ^{ns}
C.O. x N	4,7500 ^{ns}	84,0000 ^{ns}	3,1145 ^{ns}	4,1145 ^{ns}	30,7397 ^{ns}

C.O. = composto orgânico; N = nitrogênio; ns = não significativo

Os teores de Cu, Fe, Mn, Zn e B encontram-se na Tabela 6, Onde verifica - se que os teores de micronutrientes não foram afetados pelas doses do composto orgânico, porém, os teores de Cu, Fe, Mn, Zn encontrados ficaram abaixo dos teores tidos como adequados para a cultura de cana-de-açúcar, (8 a 10 mg kg^{-1} de Cu, 80 a 150 mg kg^{-1} de Fe, 50 a 125 mg kg^{-1} de Mn e 25 a 30 mg kg^{-1} de Zn). Entretanto, os teores médios de B ficaram dentro da faixa adequada para a cultura da cana-de-açúcar (15 a 50 mg kg^{-1} de B) segundo Malavolta et al. (1997).

Na adubação com N, o teor de Mn foi superior, quando comparado com sua testemunha sem N. O Mn tem uma importante função como ativador enzimático na fotossíntese, por estar envolvido na estrutura, funcionamento e multiplicação de cloroplastos, de acordo com Casarin et al. (2006) e seu valor está abaixo da faixa adequada para cana soca segundo Malavolta et al. (1997).

Na Tabela 6. Teores médios foliares de Cu, Fe, Mn, Zn e B em função das doses do composto orgânico e da adubação com N em soqueira de cana-de-açúcar, variedades SP 81-3250, safra 2008/09.

Tratamentos	Doses	Cu	Fe	Mn	Zn	B
		----------	----------	mg kg $^{-1}$	----------	
	0	3,12	31,37	13,25	12,50	24,72
Composto	2	3,75	33,75	14,00	11,62	24,99
Orgânico	4	4,37	34,87	13,50	11,25	31,52
	6	3,25	34,87	13,12	11,5	30,02
N	0	3,37	32,50	12,62 b	10,87	29,16
	50	3,87	34,75	14,31 a	12,56	26,47
Média Geral		3,62	33,62	16,31	11,71	27,81
D.M.S. (N)		1,21	6,10	1,06	1,81	5,96
CV (%)		45,75	24,68	10,77	21,04	29,19

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, à 5 % de probabilidade para o N.

4.3 Análises químicas do solo após aplicação dos tratamentos

Os resultados referentes aos quadrados médios das análises de variância para os atributos química do solo, em função do composto orgânico e da adubação com N em soqueira de cana-de-açúcar, estão apresentados na Tabela 7. Verifica-se que o composto orgânico e a adubação com N não apresentaram diferença estatística para as variáveis estudadas pH, M.O, P, K, Ca, Mg, assim como para a SB. Para as profundidades estudadas houve diferença significativa para o pH, M.O. e P do solo (Tabela 7) e seus valores estão disposto na Tabela 8.

Para os valores médios referentes aos dados obtidos na análise química do solo, para as variáveis pH, M.O., P, K, Ca, Mg e SB (Tabela 8). Os valores médios obtidos não foram influenciados pelas doses do composto orgânico. Resultados semelhantes foram obtidos por Santos et al. (2010) em cana planta, onde os autores verificaram que não houve diferença entres as doses do composto orgânicos nos teores de P e nos

valores de pH, M.O, K, Mg. Também os tratamentos não foram influenciados pela aplicação de N, conforme os dados apresentados na Tabela 8.

Quanto às profundidades do solo (Tabela 8), verifica-se que o pH foi influenciado nas profundidades do solo, apresentando maiores valores na profundidade de 0,20 - 0,40 m quando comparada com a camada de 0,00 - 0,20 m de profundidade. Valores menores de pH na camada superficial podem ocorrer devido à M.O do solo estar continuamente sendo decomposta pelos microrganismo em ácidos orgânicos, dióxidos de carbono (CO_2) e água, formando ácido carbônico, que reage com os carbonatos de cálcio e magnésio no solo para formar bicarbonatos de cálcio e magnésio no solo, os quais são solúveis e são lixiviados, deixando o solo mais acido na camada superficial do solo (LOPES, 1998).

A M.O. na camada de 0,00 - 0,20 m apresentou valores superiores em função do acúmulo natural da M.O. na superfície do solo, quando comparado com a profundidade de 0,20 - 0,40 m. Também, provavelmente, pela adição do composto em superfície.

Os valores encontrados de P foram maiores na camada de 0,20 -0,40 m em comparação com a camada mais superficial do solo.

Na Tabela 7. Quadrados médios das análises de variância referentes valores de pH, teores de M.O., P, K, Ca, Mg e valor de V% obtidos na análise química dos solos, em função das doses do composto orgânico e da adubação com N em soqueira de cana-de-açúcar, variedades SP 81-3250, em Argissolo Vermelho Amarelo, textura media em Sud Mennucci-SP, safra 2008/09.

Tratamentos	pH	M.O	P - resina	K	Ca	Mg	V
Teste F	$CaCl_2$	g dm^{-3}	mg dm^{-3}	----------	$mmol_c$ dm^{-3}	----------	%
C.Orgânico	0,0239 ^{ns}	1,5572 ^{ns}	3,7656 ^{ns}	0,0568 ^{ns}	16,4322 ^{ns}	0,9375 ^{ns}	13,4739 ^{ns}
Nitrogênio	0,0264 ^{ns}	0,1406 ^{ns}	1,2656 ^{ns}	0,0189 ^{ns}	17,0156 ^{ns}	0,0625 ^{ns}	19,1406 ^{ns}
Profundidade	0,3164 *	37,5156 **	6,8906 *	0,0976 ^{ns}	17,0156 ^{ns}	1,0000 ^{ns}	213,8906 ^{ns}
C.O. x N	0,1093 ^{ns}	1,5572 ^{ns}	3,3489 ^{ns}	0,1401 ^{ns}	21,6822 ^{ns}	3,8541 ^{ns}	93,3072 ^{ns}
C.O. x Prof.	0,0226 ^{ns}	0,1822 ^{ns}	0,4739 ^{ns}	0,0380 ^{ns}	1,0989 ^{ns}	1,1250 ^{ns}	9,3906 ^{ns}
N x Prof.	0,0126 ^{ns}	0,7656 ^{ns}	9,7656 ^{ns}	0,0076 ^{ns}	9,7656 ^{ns}	0,2500 ^{ns}	0,7656 ^{ns}
C.O x N x Prof.	0,0072 ^{ns}	0,1822 ^{ns}	1,5156 ^{ns}	0,0080 ^{ns}	14,0156 ^{ns}	0;2916 ^{ns}	7,0156 ^{ns}
Média Geral	5,01	11,92	4,25	1,13	17,35	5,59	50,42
D.M.S. (N)	0,12	0,53	0,55	0,13	1,87	0,50	4,47
CV (%)	4,95	9,20	26,07	22,71	17,35	17,77	17,64

C.O =composto orgânico; N = nitrogênio; Prof = profundidade

^{ns} = não significativo

* = Significativo à 5% de probabilidade pelo teste F

** = Significativo à 1% de probabilidade pelo teste F

Na Tabela 8. Valores médios referentes ao pH, teores de M.O., P, K, Ca, Mg e valores de V% obtidos na análise química do solo, em função das doses composto orgânico e da adubação com N em soqueira de cana-de-açúcar, variedades SP 81-3250, em Argissolo Vermelho Amarelo, textura média em Sud Mennucci- SP, safra 2008/09.

Tratamentos	Doses	pH	M.O	P - resina	K	Ca	Mg	V
		$CaCl_2$	g dm^{-3}	mg dm^{-3}	----------	$mmol_c$ dm^{-3}	----------	%
	0	5,01	12,25	3,87	1,14	17,87	5,81	50,12
Composto	2	5,03	11,68	4,37	1,06	17,37	5,68	50,62
Orgânico	4	4,95	11,62	5,00	1,20	15,93	5,25	49,37
	6	5,04	12,12	4,75	1,11	18,25	5,62	51,56
N	0	4,99	11,87	4,37	1,15	17,87	5,56	50,96
	50	5,03	11,96	4,65	1,11	16,84	5,62	49,87
Prof (m)	0,00-0,20	4,94 b	12,68 a	4,18 b	1,17	16,84	5,46	48,59
	0,00-0,40	5,08 a	11,15 b	4,84 a	1,09	17,87	5,71	52,25
Média Geral		5,01	11,92	4,51	1,13	17,35	5,59	50,42
D.M.S.		0,12	0,53	0,55	0,13	1,87	0,50	4,47
CV (%)		4,95	9,20	26,11	22,71	17,35	17,77	17,64

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, à 5% de probabilidade para N e Profundidade.
C.O. = composto orgânico; N= nitrogênio prof= Profundidade

Os quadrados médios das análises de variância referentes à acidez potencial (H + Al), soma das bases (SB), capacidade de troca catiônica (CTC) e os teores de B, Cu e Fe, resultantes da aplicação das doses do composto orgânico e da adubação com N estão apresentada na Tabela 9. Verifica-se que não houve diferença significativa para as doses do composto orgânico e para a presença de N, na acidez potencial (H + Al), soma das bases (SB), capacidade de troca catiônica (CTC) e os teores de B, Cu e Fe. Para as profundidades verifica-se efeito significativo em relação à acidez potencial (H + Al), capacidade de troca catiônica (CTC) e para teores de Fe.

Os valores médios das análises químicas obtidas do solo no experimento estão apresentados na Tabela 10. Os valores da acidez potencial (H + Al), soma das bases (SB) e capacidade de troca catiônica (CTC), e os teores de B, Cu e Fe obtidos não foram alterados pelos tratamentos. Resultados semelhantes foram obtidos por Santos et al. (2010), que também não obtiveram resposta para as mesmas variáveis quando utilizadas doses de até 5 t ha^{-1}, de composto orgânico no plantio da cana-de-açúcar. Possivelmente a mineralização do composto é mais rápida, sendo aproveitada no próprio ciclo da cultura.

Na Tabela 9. Quadrados médios das análises de variância referentes aos teores de acidez potencial (H + Al), soma das bases (SB), capacidade de troca catiônica (CTC) e os teores de B, Cu, Fe, em função das doses composto orgânico e da adubação com N em soqueira de cana-de-açúcar, variedades SP 81-3250, em Argissolo Vermelho Amarelo, textura média em Sud Mennucci - SP, safra 2008/09.

Tratamentos	H + Al	Soma Base	CTC	B	Cu	Fe
Teste F	----------	$mmol_c\ dm^{-3}$ ----------		----------	$mg\ dm^{-3}$	----------
C.Orgânico	2,4322^{ns}	10,3114^{ns}	13,7114^{ns}	0,0003^{ns}	0,0464^{ns}	8,5989^{ns}
Nitrogênio	8,2656^{ns}	3,5626^{ns}	1,2939^{ns}	0,0027^{ns}	0,0451^{ns}	3,5156^{ns}
Profundidade	123,7656**	8,7764^{ns}	64,2001*	0,0001^{ns}	0,1914^{ns}	199,5156**
C.O. x N	24,8072^{ns}	21,3280^{ns}	0,3451^{ns}	0,0000^{ns}	0,0214^{ns}	25,1822^{ns}
C.O. x Prof.	1,3906^{ns}	5,1426^{ns}	2,0055^{ns}	0,0002^{ns}	0,5015^{ns}	8,0156^{ns}
N x Prof.	0,1406^{ns}	3,6576^{ns}	4,8951^{ns}	0,0012^{ns}	0,0001^{ns}	8,2656^{ns}
C.O x N x Prof.	5,6822^{ns}	4,8255^{ns}	10,7339^{ns}	0,0011^{ns}	0,0105^{ns}	15,0989^{ns}

C.O =composto orgânico ; N = nitrogênio ; Prof = profundidade
Test F ; ns = Não significativo
* = Significativo à 5% de probabilidade pelo teste F

** = Significativo à 1% de probabilidade pelo teste F

Na Tabela 10. Teores médios de acidez potencial (H + Al), Valores de Soma das Bases (SB), capacidade de troca catiônica (CTC) e os teores de B, Cu, Fe em função das doses do composto orgânico e da adubação com N em soqueira de cana-de-açúcar, variedades SP 81-3250, em Argissolo Vermelho Amarelo, textura média em Sud Mennucci - SP, safra 2008/09.

Tratamentos	Doses	H + Al	Soma Base	CTC	Boro	Cu	Fe
		----------	$mmol_c\ dm^{-3}$ ----------		----------	$mg\ dm^{-3}$	----------
	0	24,31	24,95	49,26	0,15	1,03	18,00
Composto	2	23,68	24,10	47,78	0,16	1,05	18,93
Orgânico	4	23,81	23,30	47,08	0,15	1,15	17,56
	6	23,37	24,99	48,36	0,15	1,05	19,00
N	0	23,43	24,10	47,98	0,15	1,1	18,12
	50	24,15	24,57	48,26	0,16	1,05	18,59
Prof (m)	0,00-0,20	25,18 a	23,96	49,12 a	0,15	1,13	20,12 a
	0,00-0,40	22,40 b	24,70	47,12 b	0,15	1,02	16,12 b
Média Geral		23,79	24,33	48,12	0,15	1,07	18,35
D.M.S. (N)		1,64	4,00	1,61	0,01	0,13	2,15
CV (%)		13,69	17,45	6,67	18,78	24,1	23,32

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, à 5% de probabilidade para Nitrogênio e Profundidade.

As profundidades afetaram a acidez potencial (H + Al), sendo que a camada de 0,00 - 0,20 m de profundidade do solo, apresentaram maiores valores em relação à profundidade de 0,20 - 0,40 m. De fato essa acidez na camada superficial do solo, tem suas causas mais complexas, necessitando de maiores embasamento para essa questão.

A capacidade de trocas catiônicas (CTC) foi influenciada pelas profundidades do solo, e seus maiores valores foram obtidos na camada de 0,00 - 0,20 m de profundidade quando comparação com a camada de 0,20 - 0,40 m. A capacidade de troca catiônica (CTC) normalmente é maior na camada superficial do solo devido à presença de matéria orgânica existente no composto, favorecendo a retenção dos cátions no solo pelos colóides.

O teor de Fe apresentou efeito significativo para a profundidade, apresentado maior concentração nas camadas de 0,00 - 0,20 m de profundidade, provavelmente devido à presença de Fe apresentados nos resultados da analise química do composto, no qual contribuiu para a elevação dos teores de Fe nesta camada, já que a aplicação do composto orgânico foi superficialmente sobre a soqueira da cana-de-açúcar. Trindade et al. (1996) ressaltaram que compostos de resíduos de frigoríficos apresentam altos teores de Fe, pela presença de hemoglobina.

4.4 Componentes biométricos da cana-de-açúcar

Os quadrados médios das análises de variância para os componentes produtivos, em função da aplicação de doses do composto orgânico e da adubação com N em soqueira de cana-de-açúcar, variedade SP 81-3250, estão apresentados na Tabela 11. Verifica-se que os valores dos componentes biométricos apresentaram efeito significativo para o uso do composto orgânico no componente número de internódios colmos^{-1}. Já adubação com N influenciou o número de colmos m^{-1}, o comprimento de Internódios colmos^{-1} e a altura de colmos. No entanto, não houve interação dos tratamentos composto orgânico e da adubação com N para os componentes biométricos analisados.

Tabela11. Quadrados médios das análises de variância para os componentes biométricos, em função das doses do composto orgânico e da adubação com N em soqueira de cana-de-açúcar, variedade SP 81-3250, em Sud Mennucci- SP, safra 2008/09.

Tratamentos	Nº de colmos m^{-1}	Nº de internódios $colmos^{-1}$	Comprimento de internódios (cm)	Altura dos colmos
C. Orgânico	0,1725 ^{ns}	7,0000**	0,6145 ^{ns}	0,0105 ^{ns}
Nitrogênio	3,2512 *	3,1250 ^{ns}	9,0312 **	0,1313 **
C.O x N	0,9387 ^{ns}	1,4583 ^{ns}	0,3645 ^{ns}	0,0286 ^{ns}

^{ns} = Não significativo. C.O =composto orgânico ; N = nitrogênio ;
* = Significativo à 5 % de probabilidade
** = Significativo à 1% de probabilidade.

Os valores médios para os componentes biométricos estão apresentados na Tabela 12. Verifica-se que para o número de colmos m^{-1}, houve efeito significativo na aplicação de N. As respostas à adubação nitrogenada em soqueiras são freqüentes, afetando positivamente o número de colmos m^{-1}, sendo um dos componentes produtivos que tem relação direta com a produtividade (TCH). Segundo Orlando Filho et al. (1999), na falta ou deficiência do nitrogênio principalmente em gramíneas ocorre menor número de perfilhos.

Quanto ao número de internódios por colmo (Figura 3), houve diferença significativa para as doses do composto orgânico. Os dados ajustaram à regressão linear crescente (Y = 16,9500 + 0,3500 x). As doses aplicadas de 2, 4 e 6 t ha^{-1} do composto orgânico proporcionaram efeito aditivo para o número de internódios $colmo^{-1}$. O composto orgânico, por ser considerado como condicionador de solo, pode ter favorecido a disponibilidade de nutrientes e o armazenamento de água no solo. O mesmo foi verificado por Machado et al. (2009), os quais relatam que o déficit hídrico na cana-de-açúcar causa restrição no crescimento, tanto na divisão como no alongamento e redução do número de internódios $colmo^{-1}$ na fase de crescimento inicial.

Tabela 12. Valores médios das análises de variância para os componentes biométricos, em função da aplicação de doses do composto orgânico e da adubação do N em soqueira de cana-de-açúcar, variedade SP 81-3250 em Sud Mennucci - SP, safra 2008/09.

Tratamentos	Doses	N°. de colmos m^{-1}	N°. de internódios $colmos^{-1}$	Comprimento de internódios $colmos^{-1}$ (cm)	Altura de colmos (m)
			(1)		
C. Orgânico (C.O.)	0	10,48	16,75	10,75	1,93
	2	10,57	18,00	11,25	1,97
	4	10,76	18,25	11,25	1,98
	6	10,42	19,00	11,37	2,02
N	0	10,24 b	17,68	10,65 b	1,91 b
	50	10,88 a	19,31	11,68 a	2,04 a
Média Geral		10,56	18,00	11,15	1,97
D.M.S. (N)		0,48	0,74	0,58	0,08
CV (%)		6,22	5,65	7,09	5,55

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

(1) $Y = 16,9500 + 0,3500x$ $R^2 = 0,9333$ **

Para o comprimento dos internódios $colmo^{-1}$ houve efeito significativo para aplicação de N na dose de 50 kg ha^{-1}. Esse componente tem uma relação direta com o comprimento do colmo. Costa (2001) cita que a aplicação do N aumenta o comprimento dos colmos da cana-de-açúcar. Salienta-se que o colmo é formado por nós e internódios ou entrenós os quais são responsáveis pelo acúmulo de sacarose do colmo, e quando maior for o número e o comprimento dos internódios maior é a sua capacidade de armazenamento de sacarose.

A altura dos colmos apresentou efeito significativo na adubação com N, com maior crescimento vegetativo do colmo. Segundo Costa (2001), a aplicação do N aumentou o comprimento dos colmos da cana-de-açúcar.

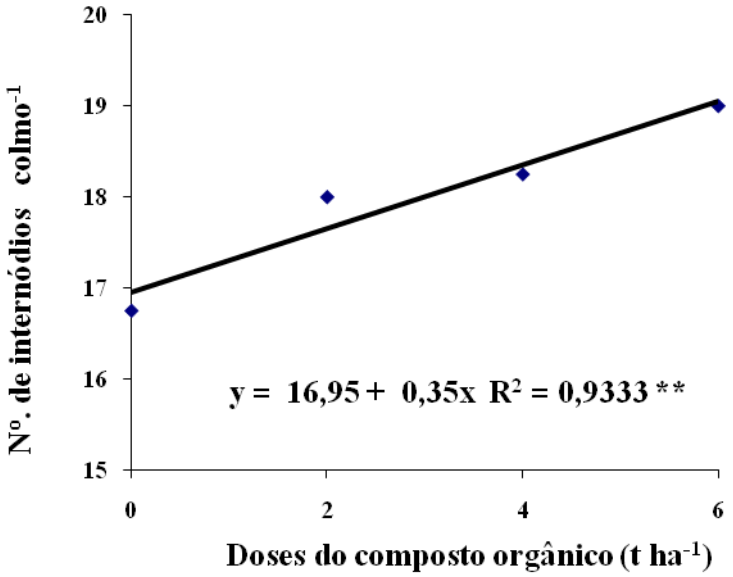


Figura 3. Número de internódios colmo^{-1} em soqueira de cana-de-açúcar, variedade SP 81-3250 em função das doses do composto orgânico em Sud Mennucci-SP, safra 2008/09.

Na Tabela 13 estão apresentados os quadrados médios das análises de variância para diâmetro (basal, médio e ponteiro), e produtividade de colmos (TCH), em função da aplicação das doses do composto orgânico e da adubação com N em soqueira de cana-de-açúcar, variedade SP 81-3250. Verifica-se, que não houve efeito significativo das doses do composto orgânico sobre o diâmetro do colmo (basal, médio e ponteiro). Entretanto, o composto orgânico propiciou efeito significativo na produtividade de colmos (TCH). A aplicação de N não influenciou o diâmetro dos colmos e a produtividade de colmos ha $^{-1}$ (TCH).

Tabela 13. Quadrados médios das análises de variância para diâmetro (basal, médio, ponteiro) e produtividade de colmos (TCH), em função da aplicação de doses do composto orgânico e da adubação do N em soqueira de cana-de-açúcar, variedade SP 81-3250, em Sud Mennucci-SP - safra 2008/09.

Tratamentos	Diâmetro basal dos colmos (cm)	Diâmetro médio dos colmos (cm)	Diâmetro do ponteiro dos colmos (cm)	Produtividade de colmos (TCH)
Teste F				
C. Orgânico	0, 0086 ^{ns}	0,0108 ^{ns}	0,0191 ^{ns}	361,4735 *
Nitrogênio (N)	0,0078 ^{ns}	0,0012 ^{ns}	0,0012 ^{ns}	338,6958 ^{ns}
C.O x N.	0,0128 ^{ns}	0,0050 ^{ns}	0,0020 ^{ns}	45,2392 ^{ns}

^{ns} = Não significativo. * = Significativo ao nível de 5 % de probabilidade

Os valores médios das análises de variância para diâmetro dos colmos (basal, médio e ponteiro) e produtividade de colmos (TCH), estão apresentados na Tabela 14. Verifica-se que os diâmetros (basal, médio e ponteiro) do colmo não foram influenciados pelos tratamentos empregados.

4.5 Produtividade de colmos (TCH)

A produtividade de TCH (Tabela 14 e Figura 4) foi afetada pelas doses do composto orgânico e os dados se ajustaram à regressão linear (Y = 61,2030 + 2,4933x). Portanto, o composto teve efeito aditivo para o TCH, sendo que, para cada tonelada da dose do composto orgânico, atribui-se um incremento de 2,5 TCH. Nessas condições pode-se observar que a soqueira no 8^{o} corte respondeu positivamente a adição das doses do composto. Porém, explicam-se tais benefícios atribuídos ao composto orgânico, devido ao seu efeito na maior retenção de água, assim como no fornecimento gradativo de nutrientes. Ressalta-se que esses benefícios possibilitaram maiores produtividades com as maiores doses do composto orgânico 71,93 TCH, assim como mais cortes da soqueira variedade SP 81-3250.

Tabela 14. Valores médios das análises de variância para diâmetro dos colmos (basal, médio e ponteiro), e produtividade de colmos (TCH), em função da aplicação de doses do composto orgânico e da adubação com N em soqueira de cana-de-açúcar, variedade SP 81-3250 em Sud Mennucci-SP, safra 2008/09.

Tratamentos	Doses	Diâmetro basal do colmo (cm)	Diâmetro médio do colmo (cm)	Diâmetro do ponteiro do colmo (cm)	Produtividade de colmos (TCH)
					(2)
	0	2,33	1,97	1,77	59,65
C. Orgânico	2	2,33	1,96	1,72	67,52
(C.O.)	4	2,4	2,03	1,81	73,15
	6	2,35	2,02	1,83	74,39
	0	2,33	1,99	1,78	65,43
N	50	2,36	2,00	1,79	71,93
Média Geral		2,35	2,00	1,78	68,68
D.M.S. (N)		0,17	0,07	0,07	7,45
CV (%)		5,38	5,15	5,56	14,75

Médias sequidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade

(2) $Y = 61,2030 + 2,4933x$ $R^2 = 0, 9172$ **

A aplicação com N não influenciou a produtividade de colmos ha^{-1} (TCH). No entanto, houve incrementos de produtividades de 6,5 TCH na ordem de 10% de percentagem quando comparados com a testemunha. Resultados positivos foram obtidos por Campanhão et al. (2005) na 3^o soqueira com ausência ou presença de 30 kg de N, onde obtiveram 6,3 TCH ou 7,6 %.

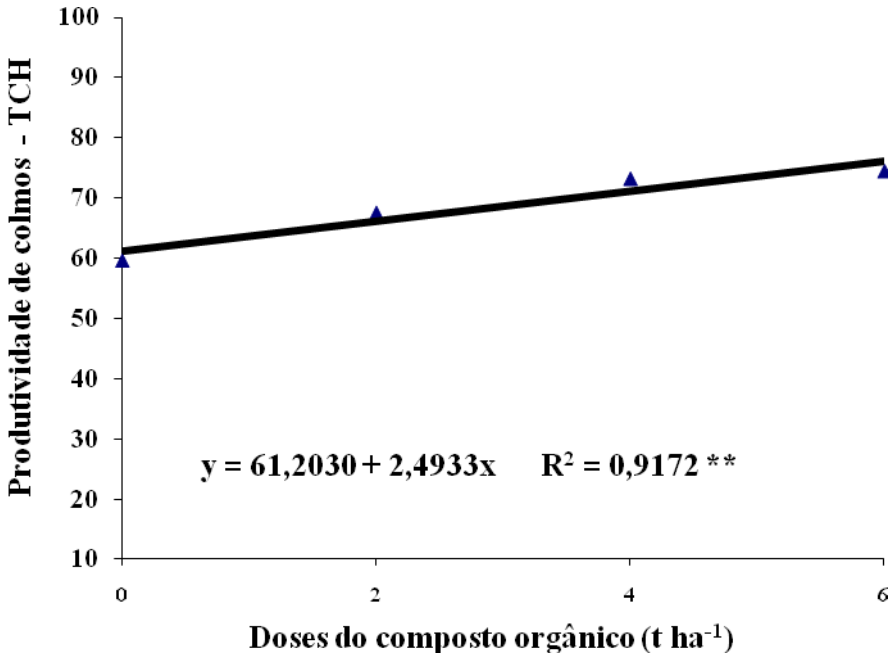


Figura 4. Produtividade de colmos ha^{-1} (TCH), em soqueira de cana-de-açúcar, variedade SP 81-3250 em função das doses do composto orgânico em Sud Mennucci-SP, safra 2008/2009.

4.6 Qualidades tecnológicas da cana-de-açúcar

Os quadrados médios das análises de variância para qualidades tecnológicas da cana-de-açúcar em função da aplicação das doses do composto orgânico e da adubação com N em soqueira de cana-de-açúcar, variedade SP 81-3250, estão apresentados na Tabela 15. Verifica-se que as doses do composto orgânico não influenciaram estatisticamente as qualidades tecnológicas da cana de açúcar. A aplicação de N afetou as variáveis Pol % caldo, Pol % da cana, fibra % da cana, ART da cana e também apresentou resposta para o ATR.

Na Tabela 16 constam os valores médios para as qualidades tecnológicos da cana soca em função da aplicação das doses do composto orgânico e da adubação com N. Verifica-se que o Brix do caldo, Pureza do caldo, AR do caldo, AR da cana não foram afetados pelos tratamentos empregados.

O Pol % do caldo e o Pol % da cana foram influenciados com a aplicação do N. Contudo, Orlando Filho et al. (1994b) indicaram que as doses de N inferiores a 100 kg

de N ha^{-1} proporcionaram pouca influência na depreciação na qualidade da cana, como redução do pol% da cana, que ocorre sob condições de aplicações de doses maiores de N. Outros autores relatam resultados diferentes como Campanhão et al. (2005), os quais obtiveram resposta para doses de N, promovendo maiores valores para o Pol. Também Prado e Pancelli (2006) verificaram que a adubação nitrogenada em soqueira não afetou a qualidade da cana-de-açúcar do primeiro corte, entretanto, no segundo corte aumentou o Pol % da cana e o rendimento teórico recuperável da cana de açúcar.

Para o teor de fibra da cana (Tabela 16), verifica-se a aplicação de N influenciou tal avaliação, apresentando maiores valores médios em comparação com testemunha sem nitrogênio. Esses resultados contrariam as expectativas de menores percentagens de fibra na cana, em decorrência de maior teor de água na planta (ORLANDO FILHO et al., 1995)

Com relação ao ART da cana, observa-se que a aplicação de N influenciou os açúcares redutores totais da cana, apresentando maiores valores médios em comparação com a ausência de nitrogênio. A aplicação de N resulta em maiores teores de açúcares redutores totais, sendo indicativo da permanência da cana por mais tempo em estágio vegetativo.

A ATR foi influenciada pela aplicação do N, diminuindo seu valor de 160,13 para 153,78. Entretanto, Orlando Filho et al. (1994a) ressaltaram que alterações nas qualidades tecnológicas da cana só ocorrem quando houveram adubações com doses elevada de N, embora no presente estudo, a aplicação foi de apenas 50 kg ha^{-1} de N.

Tabela 15. Quadrados médios das análises de variância para qualidades tecnológicas da cana-de-açúcar em função da aplicação das doses do composto orgânico e da adubação com N em soqueira de cana-de-açúcar, variedade SP 81-3250, em Sud Mennucci-SP, safra 2008/09.

Tratamentos	Brix	Pol Caldo	Pureza	AR Caldo	Pol %	Fibra	AR Cana	ART	ATR
Teste F	----------% do Caldo----------				---------- % da Cana ----------				kg acúçar t^{-1}
C.Orgânico	0,3641^{ns}	0,2919 ^{ns}	0,9124^{ns}	0,0011^{ns}	0,2988^{ns}	0,1975^{ns}	0,0007^{ns}	0,3315^{ns}	27,1497^{ns}
Nitrogênio	2,3112 ^{ns}	4,0898*	9,8568^{ns}	0,0120^{ns}	3,8642**	1,0915*	0,0066^{ns}	3,9621*	322,7070*
C.O. X N	0,4670 ^{ns}	0,5019^{ns}	1,4805 ^{ns}	0,0014^{ns}	0,3201^{ns}	0,1802^{ns}	0,0091^{ns}	0,3330^{ns}	27,1299^{ns}

^{ns} = Não significativo.

* = Significativo á 5% de probabilidade pelo Teste F

Tabela 16. Valores médios dos parâmetros das qualidades tecnológicas da cana-de-açúcar em função da aplicação das doses do composto orgânico e da adubação com N em soqueira de cana-de-açúcar, variedade SP 81-3250, em Sud Mennucci-SP, safra 2008/09.

Tratamentos	Doses	Brix	Pol Caldo	Pureza	AR Caldo	Pol	Fibra	AR Cana	ART	ATR
Teste F		----------% do Caldo----------				----------% do Cana ----------				kg acúçar T^{-1}
	0	21,38	19,25	90,03	0,55	15,87	13,56	0,45	17,16	155,45
Composto	2	21,85	19,58	89,64	0,56	16,16	13,47	0,46	17,48	158,37
orgânico	4	21,53	19,21	89,22	0,58	15,83	13,66	0,47	17,14	155,37
	6	21,77	19,55	89,74	0,56	16,20	13,25	0,46	17,52	155,29
N	0	21,36	19,76 a	89,1	0,56	16,36 a	13,28 b	0,45	17,67 a	160,13 a
	50	21,90	19,04 b	90,21	0,58	15,67 b	13,65 a	0,48	16,97 b	153,78 b
Média Geral		21,63	19,4	89,66	0,56	16,01	13,47	0,46	17,32	156,96
D.M.S. (N)		0,57	0,60	1,27	0,04	0,56	0,36	0,03	0,579	5,24
CV (%)		3,58	4,26	1,99	10,53	4,82	3,67	10,22	4,55	4,54

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, à 5% de probabilidade para o N.

5 CONCLUSÕES

1 - A aplicação de composto orgânico associado ou não a dose de 50 kg ha de N, não alterou os teores de nutrientes foliares do 8º corte da variedade SP 81- 3250.

2 - Os teores de macronutrientes do solo não foram influenciados pelas doses do composto orgânico e pela aplicação de nitrogênio.

3 - Os maiores valores de M.O, H+Al, CTC e Fe foram encontrados nas camadas de 0,00-0,20 e na camada de 0,20 - 0,40 m de profundidade houve maiores valores de pH.

4 - O composto orgânico em soqueiras promoveu maior número de internódios por colmo, com efeito linear crescente para TCH; mas não influenciando a qualidade tecnológica da cana-de-açúcar.

5 - A adubação com N em cobertura na soqueira da cana proporcionou aumentos do número de colmos m^{-1}, comprimentos dos internódios e a alturas dos colmos, mas sem efeito na produtividade TCH.

6 – A adubação nitrogenada no 8º corte da cana reduziu o Pol % do caldo, a % Pol da cana, ART da cana e o ATR, aumentando a % Fibra na cana.

REFERÊNCIAS

ABREU JÚNIOR, C.H.; BOARETTO, A.E.; MURAOKA, T.; KIEHL, J.C. Uso agrícola de resíduos orgânicos: propriedades químicas do solo e produção vegetal. In: VIAL-TORRADO, P.; ALLEONI, L.R.F.; COOPER, M.; SILVA, A.P.; CARDOSO, E.J. **Tópicos em Ciência do Solo IV**. Viçosa: SBCS, 2005. p.391-470.

ANDERSON, D. L.; BOWEN, J. E. **Nutrição da cana-de-açúca**r. In: ORLANDO FILHO, J. Piracicaba: **POTAFÓS**, 1992.

AQUINO, A.M. **Integrando compostagem e vermicompostagem na reciclagem de resíduos orgânicos domésticos**. Embrapa, 2005. (Circular técnica, n.12).

BUSATO, J. G. **Química do húmus e fertilidade do solo após adição de adubos orgânicos**. 2008. 135 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, 2008.

CAMILOTTI, F.; ANDRIOLI, I.; MARQUES, M.O.; SILVA, A.R.; TASSO JUNIOR, L.C.; NOBILE, F.O. NOGUEIRA, G.A.; PRATI, F. Produtividade e qualidade agroindustrial da cana-de-açúcar cultivada com lodo de esgoto, vinhaça e adubos minerais. **STAB: Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, v.24, n.3, p.32-35, 2006.

CAMPANHÃO, J.M.; BARBOSA. V.; MUTTUN, M.A. Manejo da soqueira da cana-de-açúcar submetida à queima acidental da palhada, remanescente da colheita mecanizada. **STAB - Açúcar e Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, v.23, n.4, p.33-37, 2005.

CANTARELLA, H.; TRIVELIIN, P.C.O.; VITTI. A.C. Nitrogênio e enxofre na cultura da cana-de-açúcar In. SIMPOSIO SOBRE NITROGÊNIO E ENXOFRE NA AGRICULTURA BRASILEIRA, 2007, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: IPNI, 2007. p. 355-392.

CARNAÚBA, B.A.A. O nitrogênio e a cana-de-açúcar. **STAB - Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, v.8, n.3, p.24-41, 1990.

CARVALHO, A.F. **Emprego da agitação horizontal na avaliação da estabilidade de agregados de cinco solos da Região Sudeste**. 1991. 73 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1991.

CASARIN, V.; VILLA NOVA, V.S.; FORLI, F. Micronutrientes em cana-de-açúcar. In: MARQUES, M.O. et al. (org.) **Tópicos em tecnologia sucroalcooleira**. Jaboticabal: Gráfica Multipress Ltda., 2006. p. 65-76.

COLETI, J.T.; CASAGRANDE, J.C.; STUPIELLO, J.J.; RIBEIRO, L.O. ;OLIVEIRA, G.R. Remoção de macronutrientes pela cultura da cana-planta e cana-soca em Argissolos, variedades RB 83-5486 e SP 81-3250. **STAB - Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, v.24, n.5, p.32-36, 2006.

COPERSUCAR. Agrícola Informa. **Adubação nitrogenada em cana-planta.** Piracicaba: Copersucar, 2000a. (Boletim, 115).

COPERSUCAR. Agrícola Informa. **Liberação de nutrientes da palha com e sem utilização de nitrogênio marcado (^{15}N) em áreas com e sem vinhaça**. Piracicaba: Copersucar, 2000b (Boletim, 116).

COSTA, M.C.G. **Eficiência agronômica de fontes nitrogenadas na cultura da cana-de-açúcar em sistema de colheita sem despalha a fogo**. 2001. 79 f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2001.

DEMATTÊ, J.L.I. Cultura da cana-de-açúcar: recuperação e manutenção da fertilidade dos solos. **Informações Agronômicas,** Piracicaba , n.111, 24p., 2005.

DEMÉTRIO, R. **Efeitos da aplicação de matéria orgânica sobre a biomassa – C microbiana do solo e o crescimento e absorção de nitrogênio em milho (Zea mays L.)** 1988. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Itaguaí, 1988.

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.

ESPIRONELLO, A., et al. Efeitos da adubação NPK, em três profundidades, em soca de cana-de-açúcar. I. Produção de cana-de-açúcar. In: CONGRESSO NACIONAL DA SOCIEDADE DE TÉCNICOS AÇUCAREIROS DO BRASIL, 2, 1981, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: STAB, 1982. v.3, p.89-110.

ESPIRONELLO, A.; COSTA, A.A.; LANDELL, M.G.A.; PEREIRA, J.C.V.N.A.; IGUE, T.; CAMARGO, A.P.; RAMOS, M.T.B. Adubação NK em três variedades de cana-de-açúcar em função de dois espaçamentos. **Bragantia**, Campinas, v.46, n.2, p. 247-268, 1987.

FERREIRA, D. F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium,** Lavras, v.6, p.36-41, 2008.

FONTANA, A. **Caracterização química e espectroscópica da matéria orgânica em solos do Brasil.** 2006. 60f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Ciência do Solo). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica, RJ, 2006.

JIMÉNEZ, E.I.; GARCIA, V.P. Evaluation of city refuse compost maturity: a review. **Biological Wastes,** Barking, v.27, p.115-142, 1989.

KIEHL, E.J. **Manual de compostagem:** maturação e qualidade do composto. Piracicaba: E.J. Kiehl, 1998.

KIEHL, E.J.; **Fertilizantes orgânicos**. Piracicaba. Editora Ceres, 1985. 492

KIEHL, J.C. Nitrogênio: Dinâmica e disponibilidade no solo. In: KIEHL, J.C. **Curso de atualização em fertilidade do solo**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. p.139-157.

KORNDÖRFER, G. H. Importância da adubação na qualidade da cana-de-açúcar. In: SÁ, M. E.; BUZETTI, S. (Ed.). **Importância da adubação na qualidade dos produtos agrícolas**. São Paulo: Ícone, 1994. p.133-142.

LAMPKIN, N. **Organic farming.** New York: Farming Press, 1992.

LOPES. S. **Manual internacional de fertilidade do solo.** Piracicaba: Instituto da Potassa e Fosfato, 1998. 177 p.

MACHADO, R.S.; RIBEIRO, R.V.; MARCHIORI, P.E.R.; MACHADO, D.F.; MACHADO, E.C.; LANDELL, M.G.A. Resposta biométrica e fisiológica ao déficit hídrico em cana-de-açúcar em diferentes fases fonológicas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira,** Brasília, DF, v.44, n.12, p.1575-1582, 2009.

MALAVOLTA, E. **ABC da análise de solo e folhas**: amostragem, interpretação e sugestões de adubação. São Paulo: Agronômica Ceres, 1992. 124 p.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. 254 p.

MALAVOLTA, E. **Potássio, magnésio e enxofre nos solos e culturas brasileiras**. 3. ed. Piracicaba: Instituto da Potassa & Fosfato, 1982. 162 p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas:** princípios e aplicações. 2. ed. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1997. 319 p.

MALTONI, K.L. **Estudo da compactação e, ou, adensamento em subsuperfície de latossolos sob diferentes usos**. 1994. 73 f. Tese (Doutorado), Viçosa, Universidade Federal de Viçosa.

MARCELO, D.N. **Efeito de fontes e doses de nitrogênio em soqueira de cana-de-açúcar, cultivar SP79-1011**. 2008. 44 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia, Área de Concentração em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2008.

MELLO, F.A.F. Fixação de nitrogênio por algumas leguminosas. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v.53, p.59-63, 1978.

NOVAIS, R.F.; SMITH, T.J. **Fósforo em solo e plantas em condições tropicais**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1999. 399 p.

OLIVEIRA, F.C. **Disposição de "resíduo orgânico" e composto de lixo urbano num Latossolo Vermelho-Amarelo cultivado com cana-de-açúcar**. 2000. 247 f. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2000.

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

OLIVEIRA, M.W.; TRIVELIN, P.C.O.; PENATTI, C.P.; PICCOLO, M. Decomposição e liberação de nutrientes da palhada de cana-de-açúcar em campo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasilia, DF, v.34, n.12, p.2359-2362, 1999.

ORLANDO FILHO, J.; BITTENCOURT, V.C.; ALVES, M.C. Aplicação de vinhaça em solos arenosos do Brasil e poluição do lençol freático com nitrogênio. **STAB - Açúcar, Álcool e Subprodutos,** Piracicaba, v.13, n.6, p.14-16, 1995.

ORLANDO FILHO, J.; CARMELLO, Q.A.C.; GLÓRIA, A.N. Adubação de soqueira de cana-de-açúcar sob dois tipos de despalha: cana crua x cana queimada. **STAB - Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, v.12, n.4, p.7-11, 1994a.

ORLANDO FILHO, J.; HAAG, H.P.; ZAMBELLO JÚNIOR, E. Crescimento e absorção de macronutrientes pela cana-de-açúcar variedade CB41-76, em função da idade, em solos do Estado de São Paulo. **Boletim Técnico Planalsucar,** v.2, n.1, p.1-128, 1980.

ORLANDO FILHO, J.; MACEDO, N.; TOKESHI, H. **Seja o doutor do seu canavial.** Piracicaba: Patafos, 1994b. p.1-6. (Arquivo do Agrônomo, 6).

ORLANDO FILHO, J.; RODELLA, A.A.; BELTRAME, J.A.; LAVORENT, N.A. Doses, fontes e formas de aplicação de nitrogênio em cana de açúcar. **STAB - Açúcar e Álcool e Subprodutos**, Piracicaba. v. 17, p.39-41, 1999.

PENATTI, C.P.; DONZELLI, J.C.L. Avaliação em cana colhida sem a queima da palha, 1997. Piracicaba, 2011, 18 p. **Relatório final do projeto n. 620**, Piracicaba: Copersucar, 1997. p. 328-339. Fase PI Safra 99/00 a 00/01.

PEREIRA, NETO, J. T.. **Lixo Urbano no Brasil**. Ação Ambiental, n 1, 1998. Viçosa MG.

PRADO, R.M.; PANCELLI, M.A. Nutrição nitrogenada em soqueiras e as qualidades tecnológicas da cana-de-açúcar. **STAB - Açúcar e Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, v. 25, n. 2, p. 60-63, 2006.

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

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

RAIJ, B. van. Mecanismos de interação entre solos e nutrientes. In: RAIJ, B. van., (ed.). **Avaliação da fertilidade do solo**. Piracicaba: Instituto da Potassa e Fosfato, 1981. p. 17-31.

RAIJ, B. van; ANDRADE, J.C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. (Ed.). **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Instituto Agronômico, 2001. 285 p.

RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G. ; ALVAREZ ,V.V.H. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais - 5ª aproximação. COMISSÃO de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais. Viçosa: UFV, 1999. 359 p.

SANTOS, D.H.; TIRITAN, C.S.; FOLONI, J.S.S.; FABRIS, L.B. Produtividade de cana-de-açúcar sob adubação com torta de filtro enriquecida com fosfato solúvel. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 40, n. 4, p. 454-461, 2010.

SILVA, F.C. da. **Uso agronômico de lodo de esgoto:** efeitos em fertilidade do solo e qualidade da cana-de-açúcar. 1995. 159 f. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1995.

SILVEIRA, J.A.G. **Interações entre assimilação de nitrogênio e o crescimento da cana-de-açúcar (*Saccharum spp*) cultivada em condições de campo**. 1985. 152 f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1985.

TASSO JÚNIOR, L.C.; MARQUES, M.O.; FRANCO, A.; NOGUEIRA, G.A.; NOBILE, F.O.; CAMILOTE, F.; DA SILVA, A.R. Produtividade e qualidade de cana-de-açúcar cultivada em solo tratado com lodo de esgoto, vinhaça e adubos minerais. **Engenharia Agrícola,** Sorocaba**,** v. 27, n. 1, p. 276-283, 2007.

TRINDADE, A.V.; AGUILAR-VILDOSO, C.I.; MUCHOVEJ, R.M.C.; COSTA, L.M. Interação de composto de lixo urbano e fungos micorrízicos na nutrição e crescimento do milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 20, n. 2, p. 199-208, 1996.

TRIVELIN, P.C.O. **Utilização do nitrogênio pela cana-de-açúcar:** três casos estudados com o uso do traçador 15N. 2000. 143 f. Tese (Livre Docência) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2000.

VALE, F.; ARAUJO, M.A.G.; VITTI, G.C. Avaliação do estado nutricional dos micronutrientes em áreas com cana-de-açúcar. In: FERTBIO 2008, desafios para o uso do solo com eficiência e qualidade ambiental: REUNIÃO BRASIEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS 28, REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS 12, SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA DO SOLO 10, REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO 7, 2008, Londrina. **Resumos...** Londrina: Embrapa Soja, SBCS, IAPAR, UEL, 2008. (CD-ROM).

VITTI, G.C.; MAZZA, J.A.; QUINTINO, T.A.; OTTO, R. Nutrição e adubação. In: RIPOLI, T.C.C.; RIPOLI, M.L.C.; CASAGRANDI, D.V.; IDE, B.Y. **Plantio da cana-de-açúcar**: estado da arte. Piracicaba:FEALQ, 2006. p. 102-144.