

PAULO ROBERTO FÁVERO DE FRAVET

**DOSES E FORMAS DE APLICAÇÃO DE TORTA DE FILTRO NA
PRODUÇÃO DE CANA SOCA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Uberlândia,
como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em
Agronomia – Mestrado, área de concentração em Solos, para
obtenção do título de “Mestre”.

Orientadora

Prof^ª. Dr^ª. Regina Maria Quintão Lana

UBERLÂNDIA
MINAS GERAIS – BRASIL
2007

PAULO ROBERTO FÁVERO DE FRAVET

**DOSES E FORMAS DE APLICAÇÃO DE TORTA DE FILTRO NA
PRODUÇÃO DE CANA SOCA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Uberlândia,
como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em
Agronomia – Mestrado, área de concentração em Solos, para
obtenção do título de “Mestre”.

APROVADA em 05 de dezembro de 2007.

Prof. Dr. Elias Nascentes Borges	UFU
Prof. Dr. José Emílio Teles de Barcelos	UFU
Prof. Dr. Hamilton Seron Pereira	UFG

Prof^ª. Dr^ª. Regina Maria Quintão Lana
ICIAG-UFU
(Orientadora)

UBERLÂNDIA
MINAS GERAIS – BRASIL
2007

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	i
LISTA DE TABELAS.....	ii
RESUMO.....	iii
ABSTRACT.....	iv
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DA LITERATURA.....	2
2.1. O agronegócio sucroalcooleiro.....	2
2.2. A cultura da cana-de-açúcar.....	4
2.3. Cultivo da cana-de-açúcar.....	6
2.3.1. Disponibilidade de nutrientes no solo.....	6
2.3.2. Matéria orgânica do solo.....	7
2.3.3. Nutrição e adubação da cana-de-açúcar.....	7
2.3.3.1 Nutrição e adubação da cana soca.....	8
2.4. Influência da adubação da cana-de-açúcar na qualidade do caldo de cana.....	11
2.5. Sub-produtos da indústria sucroalcooleira.....	14
2.5.1. Aplicação de torta de filtro no cultivo da cana-de-açúcar.....	15
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	21
3.1. Local e características do solo.....	21
3.2. Caracterização da torta de filtro utilizada.....	23
3.3. Delineamento experimental e tratamentos.....	23
3.4. Avaliações Previstas.....	26
3.5. Procedimento amostral.....	26
3.6. Determinações analíticas.....	27
3.6.1. Aferições quantitativas.....	27
3.6.2. Aferições qualitativas.....	27
3.6.2.1 Fibra (%).....	27
3.6.2.2 Sólidos solúveis totais do caldo (°Brix).....	28
3.6.2.3 Sacarose aparente na cana-de-açúcar (POL).....	28
3.6.2.4 Toneladas de POL por hectare (TPH).....	29
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	30
4.1. Número de perfilhos por hectare.....	30
4.1.1. Dose de torta de filtro.....	30
4.1.2. Interação entre modo de aplicação e época de amostragem.....	32
4.1.3. Interação entre dose de torta de filtro e época de amostragem.....	34
4.1.4. Interação entre dose de torta de filtro e modo de aplicação.....	35
4.1.5. Interação entre dose de torta de filtro, modo de aplicação e época de amostragem.....	36
4.1.6. Contrastes.....	37
4.2 Modo de aplicação.....	40
4.3 Dose de torta de filtro.....	41
4.4 Interação entre dose de torta de filtro e modo de aplicação.....	47
4.5. Contrastes.....	50
5. CONCLUSÕES.....	53
6. REFERÊNCIAS.....	54

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1.	Produção de açúcar no Brasil e sua distribuição nas regiões Norte-Nordeste e Centro-Sul, no período de 2000/2001 até 2005/2006 (COSAN, 2006).....	2
FIGURA 2.	Produção de álcool no Brasil e sua distribuição nas regiões Norte-Nordeste e Centro-Sul, no período de 2000/2001 até 2005/2006 (COSAN, 2006).....	3
FIGURA 3.	Produção de cana-de-açúcar no Brasil e sua distribuição nas regiões Norte-Nordeste e Centro-Sul, nas safras de 2000/2001 até 2005/2006 (COSAN, 2006).....	5
FIGURA 4.	Localização geográfica do município de Goianésia/GO.....	21
FIGURA 5.	Precipitação pluviométrica no município de Goianésia/GO no ano de 2003 e a média observada para o período de 1985 a 2002 (dados expressos em mm).....	22
FIGURA 6.	Precipitação pluviométrica no município de Goianésia/GO no ano de 2004 e a média observada para o período de 1985 a 2003 (dados expressos em mm).....	22
FIGURA 7.	Procedimento utilizado para a aplicação da torta de filtro, na linha, durante o cultivo da cana-de-açúcar.....	25
FIGURA 8.	Procedimento utilizado para a aplicação da torta de filtro, na entrelinha, durante o cultivo da cana-de-açúcar.....	25
FIGURA 9.	Altura média dos colmos da cana-de-açúcar em função das diferentes doses de torta de filtro aplicadas; Goianésia/GO, 2004.....	42
FIGURA 10.	Produtividade média de colmos de cana-de-açúcar (TCH) em função das diferentes doses de torta de filtro aplicadas; Goianésia/GO, 2004..	42
FIGURA 11.	Produtividade média de sacarose na cana-de-açúcar (TPH) em função das diferentes doses de torta de filtro aplicadas; Goianésia/GO, 2004..	42
FIGURA 12.	Teor médio de sólidos totais do caldo da cana-de-açúcar (BRIX%) em função das diferentes doses de torta de filtro aplicadas; Goianésia/GO, 2004.....	43
FIGURA 13.	Teor médio de sacarose da cana-de-açúcar (POL%) em função das diferentes doses de torta de filtro aplicadas; Goianésia/GO, 2004.....	44

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Análise química e física do solo antes da implantação do experimento em 2003.....	22
Tabela 2 - Composição mineral da matéria seca da torta de filtro da Usina Jalles Machado S.A.....	22
Tabela 3 - Tratamentos utilizados no experimento conduzido na Usina Jalles Machado S.A.....	24
Tabela 4 - Fornecimento de nutrientes em cada adubação realizada no ensaio.....	24
Tabela 5 - Efeito do fator dose de torta de filtro sobre o número de perfilhos ha ⁻¹ da cana-de-açúcar; Goianésia/GO, 2004.....	31
Tabela 6 - Efeito da interação entre modo de aplicação da torta de filtro e época de amostragem sobre o número de perfilhos ha ⁻¹ da cana-de-açúcar; Goianésia/GO, 2004.....	32
Tabela 7 - Efeito do modo de aplicação da torta de filtro sobre o número de perfilhos ha ⁻¹ da cana-de-açúcar; Goianésia/GO, 2004.....	33
Tabela 8 - Efeito da época de amostragem sobre o número de perfilhos ha ⁻¹ da cana-de-açúcar; Goianésia/GO, 2004.....	33
Tabela 9 - Efeito da interação entre dose de torta de filtro aplicada e época de amostragem sobre o número de perfilhos da cana-de-açúcar; Goianésia/GO, 2004.....	35
Tabela 10 - Efeito da interação entre dose de torta de filtro aplicada e modo de aplicação da torta de filtro sobre o número de perfilhos da cana-de-açúcar; Goianésia/GO, 2004.....	36
Tabela 11 - Efeito da interação entre dose de torta de filtro aplicada, modo de aplicação da torta de filtro e época de amostragem sobre o número de perfilhos da cana-de-açúcar; Goianésia/GO, 2004.....	37
Tabela 12 - Efeito dos contrastes sobre o número de perfilhos ha ⁻¹ aos 60 dias após a instalação do experimento; Goianésia/GO, 2004.....	38
Tabela 13 - Efeito dos contrastes sobre o número de perfilhos ha ⁻¹ aos 120 dias após a instalação do experimento; Goianésia/GO, 2004.....	39
Tabela 14 - Efeito dos modos de aplicação da torta de filtro sobre variáveis morfológicas, tecnológicas e de produtividade da cana-de-açúcar; Goianésia/GO,2004.....	40
Tabela 15 - Diâmetro médio de colmos de cana-de-açúcar em função das diferentes doses de torta de filtro aplicadas; Goianésia/GO, 2004.....	44
Tabela 16 - Efeito da interação entre dose de torta de filtro aplicada e modo de aplicação da torta de filtro sobre a altura e diâmetro de colmos de cana-de-açúcar; Goianésia/GO, 2004.....	48
Tabela 17 - Efeito da interação entre dose de torta de filtro aplicada e modo de aplicação da torta de filtro sobre o BRIX %no caldo da cana-de-açúcar e POL %da cana-de-açúcar; Goianésia/GO, 2004.....	49
Tabela 18 - Efeito da interação entre dose de torta de filtro e modo de aplicação da torta de filtro sobre o TCH e TPH da soqueira; Goianésia/GO, 2004.....	49
Tabela 19 - Efeito dos contrastes sobre as variáveis morfológicas, tecnológicas e de produtividade da cana-de-açúcar; Goianésia/GO, 2004.....	50

RESUMO

FRAVET, PAULO ROBERTO F. **Doses e formas de aplicação de torta de filtro na produção de cana soca.** 2007. 61f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Solos) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia-MG¹.

O Brasil é o maior produtor de cana-de-açúcar, açúcar e etanol do mundo, o que implica na geração de grande volume de subprodutos pela indústria sucroalcooleira, destacando-se o bagaço, a torta de filtro e a vinhaça. A torta de filtro, apresenta-se como excelente produto orgânico para a recuperação de solos exauridos e com baixa fertilidade, bem como, para o fornecimento de nutrientes. Entretanto, existem poucos estudos sobre a quantidade e forma de aplicação desse subproduto em cana soca. A presente pesquisa foi realizada em solo de textura argilosa, numa área de lavoura comercial com sistema de plantio convencional e sem irrigação, e teve por objetivo avaliar a produtividade e características morfológicas e tecnológicas da cana-de-açúcar (3ª soca) para diferentes formas de aplicação e doses de torta de filtro. O experimento foi instalado utilizando-se o delineamento experimental de blocos ao acaso (DBC) com onze (11) tratamentos e cinco (5) repetições, em esquema fatorial 5 X 2 + 1 que correspondem a 5 doses crescentes de torta de filtro com 71,4 % de umidade (0, 10, 20, 40 e 80 t ha⁻¹) combinadas a 2 modos de aplicação (na linha superficial e na entre linha incorporada) e um tratamento adicional correspondente a uma adubação mineral. A variedade da cana-de-açúcar utilizada no experimento foi a SP 81-3250 de ciclo médio e exigente em fertilidade do solo, sendo seu plantio realizado em outubro de 2000. O experimento foi instalado após o 3º corte do canavial, em 11 de setembro de 2003, e colhido (4º corte do canavial) em 28 de junho de 2004. Foram avaliados número de perfilhos por hectare, aos 60 e 120 dias após a instalação do experimento, altura e diâmetro médio de colmos (m), Brix do caldo (%), POL da cana (%), produtividade de colmos por hectare (TCH) e produtividade de sacarose por hectare (TPH). Os resultados obtidos mostraram que houve diferença estatística para número de perfilhos por hectare na interação entre modo de aplicação e época de amostragem. Não foi observado diferença significativa, em nenhuma das variáveis avaliadas, para os diferentes modos de aplicação da torta de filtro. As diferentes doses de torta de filtro aplicadas apresentaram diferença significativa para altura de colmos, Brix, POL, TCH e TPH.. A partir dos resultados apresentados neste estudo concluiu-se que a aplicação de torta de filtro apresentou efeitos positivos sobre a cana soca, mesmo na dose de 10 t ha⁻¹, independentemente do modo de aplicação.

Palavras-chave: Cana-de-açúcar. Agricultura orgânica. Sustentabilidade. Matéria orgânica. Cana soca.

¹Orientadora: Prof^ª. Dr^ª.Regina Maria Quintão Lana – UFU.

ABSTRACT

FRAVET, PAULO ROBERTO F.. **Doses e formas de application of filter cake in the production of sugarcane ratun.** 2007. 61p. Dissertation (Master's degree in Agronomy/Soils) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia-MG¹.

The great agricultural potential of Brazil is recognized internationally, occupying the position of producing greater of sugarcane of the world. The projected growth for production of sugarcane in the country will imply in the generation of great volume of the residues for the sugarcane industry, that if made use inadequately can cause great damages to the environment. On the other hand, these same residues can be used as source of nutrients, reducing the ambient contamination and the costs with fertilization. However, few studies exist on the amount and form of application of these residues in sugarcane-beats. The filter cake, one of the residues of the sugarcane industry, is presented as excellent organic product for the recovery of ground and with low fertility, as well as, for the supply of nutrients. The present research was carried through in ground of argillaceous texture, an area of commercial farming with system of conventional plantation and without irrigation, having for objective to evaluate the morphologic, technological, and productivity characteristics of the sugarcane (3rd raton) for different forms of application and dosage of filter cake. The experiment was installed using the experiment delineation of blocks design with ten (10) treatments and five (5) repetitions, in 5 factorial project X 2 + 1 that they correspond the 5 increasing dosage of filter cake (0, 10, 20, 40 and 80 t ha⁻¹) combined the 2 ways of application (in the superficial line and the one between incorporated line) and a corresponding additional treatment to a mineral fertilization. The variety of the sugarcane used in the experiment was the SP 81-3250 with average cycle and demanding in fertility of the ground, being its plantation carried through in October of 2000. The experiment was after installed 3^o cut of the canavial in September, 11 of 2003 and (4^o cut of the canavial) in June, 28 of 2004. Were had been evaluated number of sptout for hectare to the 60 and 120 days after the installation of the experiment, average height and average diameter of sugarcane stalks (m), Brix of the broth (%), POL of the sugarcane (%), productivity of sugarcane for hectare and productivity of sucrose for hectare. The gotten results had shown that it had difference statistics for number of sptout for hectare in the interaction between application way and time of sampling. Significant difference was not observed, in none of the evaluated variable, for the different ways of application of the filter cake. The different dosage of applied filter cake had presented significant difference for height of sugarcane stalks, Brix, POL, TCH and TPH. From the results presented in this study, it was concluded that the filter cake application presented effect positive on sugarcane stalks, exactly in the dosage of 10 t ha⁻¹, independently in the application way.

Keywords: Sugar cane. Organic agriculture, sustentabilidade. Organic substance. Sugar cane-ratun

¹Advisor: Prof^ª. Dr^ª.Regina Maria Quintão Lana – UFU.

1 INTRODUÇÃO

O Brasil destaca-se internacionalmente por seu grande potencial agrícola, ocupando a posição de maior produtor de cana-de-açúcar, açúcar e etanol do mundo. A safra 2007/2008 deverá alcançar a marca de 547,2 milhões de toneladas, indicando um aumento de 15,20% em relação à safra 2006/2007 (Companhia Nacional de Abastecimento – CONAB, 2007).

O crescimento projetado para o consumo de açúcar e álcool exigirá uma grande expansão da área plantada com cana-de-açúcar. Isto implicará na produção de grandes volumes de subprodutos provenientes da agroindústria sucroalcooleira, destacando-se o bagaço, a torta de filtro e a vinhaça.

A cada tonelada de cana moída pela usina são gerados cerca de 35 quilos de torta de filtro e 150 quilos de bagaço. Estes subprodutos podem ser utilizados como fonte de nutrientes, reduzindo os custos com adubação.

Dentre os subprodutos provenientes do beneficiamento da cana-de-açúcar, a torta de filtro apresenta-se como um excelente produto orgânico para a recuperação de solos exauridos e com baixa fertilidade, bem como para o fornecimento de nutrientes, principalmente fósforo.

A torta de filtro pode ser aplicada em área total em pré-plantio, no sulco de plantio ou nas entrelinhas de plantio. Entretanto, existem poucos estudos sobre a quantidade e forma de aplicação destes subprodutos em cana soca.

Neste contexto, o objetivo deste trabalho é avaliar a resposta de diferentes doses de torta de filtro, bem como, o modo de aplicação (superficial na linha e incorporado na entrelinha) sobre as variáveis morfológicas, tecnológicas e produtividade da cana soca.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1. O agronegócio sucroalcooleiro

O agronegócio sucroalcooleiro movimenta cerca de R\$ 36 bilhões por ano, com faturamentos diretos e indiretos, que correspondem a aproximadamente 3,5% do PIB nacional. Além de fortalecer a economia nacional, é um dos setores que mais empregam no país, gerando de 3,6 milhões de empregos diretos e indiretos, beneficiando, também, mais de 70 mil agricultores (ÚNICA, 2005).

A produção mundial de açúcar está concentrada em 10 países, que são responsáveis por 74% de toda a produção de açúcar no mundo. O Brasil ocupa a liderança, tanto na produção, como na exportação de açúcar, apresentando os menores custos de produção, garantidos pela superioridade em produtividade e rendimento industrial, pelo desenvolvimento de pesquisas sobre novas variedades, pela utilização de novas técnicas agrícolas e por seus solos férteis. A Figura 1 apresenta a produção de açúcar no Brasil e a distribuição da produção nacional entre as regiões Norte-Nordeste e Centro-Sul, no período de 2000/2001 até 2005/2006.

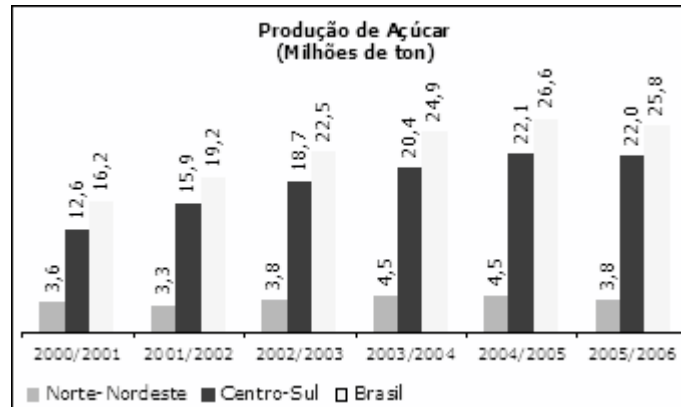


Figura 1 - Produção de açúcar no Brasil e sua distribuição nas regiões Norte-Nordeste e Centro-Sul, no período de 2000/2001 até 2005/2006 (COSAN, 2006).

Observa-se um crescente interesse pelo uso do etanol como combustível. Esta tendência se deve, em grande parte, ao aumento nos preços do petróleo e à necessidade de redução de emissão de gases causadores do efeito estufa. Vários países estão voluntariamente aderindo à metas de redução de gases, entre os quais se destacam: Inglaterra, Alemanha, Holanda e Japão. Este cenário impulsiona o crescimento do mercado de etanol.

O Brasil é o maior produtor mundial de etanol, seguido pelos EUA, e novamente ganha destaque, já que as vantagens competitivas brasileiras do binômio cana e açúcar, também se aplicam ao binômio cana e etanol (COSAN, 2006). A Figura 2 apresenta a produção de álcool no Brasil e a distribuição da produção nacional entre as regiões Norte-Nordeste e Centro-Sul, no período de 2000/2001 até 2005/2006.

As exportações de etanol no ano de 2006 chegaram a 2,1 bilhões de litros (12% da produção) e, as de açúcar, a 18,15 milhões de toneladas (quase 70% da produção). As vendas geraram receitas de US\$ 3,9 bilhões, no caso do açúcar, e de US\$ 765,53 milhões em álcool combustível, valores 100% maiores que os observados em 2005 (ÚNICA, 2006).

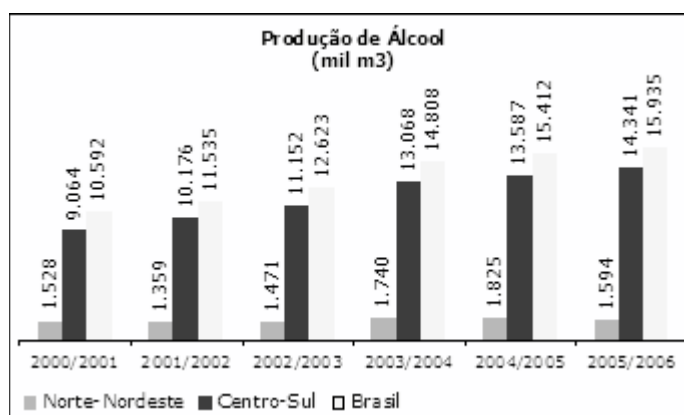


Figura 2- Produção de álcool no Brasil e sua distribuição nas regiões Norte-Nordeste e Centro-Sul, no período de 2000/2001 até 2005/2006 (COSAN, 2006).

A área destinada ao cultivo da cana-de-açúcar no ano de 2004 foi ampliada em 4,5% atingindo os 5,9 milhões de hectares em 2005, tendo como principal fator impulsionador a crescente demanda nacional e internacional por álcool combustível (ÚNICA, 2006).

O aumento da produção de cana também vai ao encontro dos interesses de agricultores brasileiros em ocuparem um mercado de US\$1,2 bilhão ao ano, que supostamente será aberto, após a decisão da Organização Mundial do Comércio (OMC) em declarar ilegais os subsídios da União Européia (UE) às exportações de açúcar deste grupo. A eliminação dos subsídios na Europa permitirá aos demais produtores disputarem uma demanda internacional de cinco milhões de toneladas de açúcar ao ano, abastecida, hoje, pelos europeus (PRODUÇÃO..., 2006).

A expansão do mercado de açúcar e álcool leva o setor sucroalcooleiro a projetar a necessidade de aumento na produção de cana-de-açúcar, que deverá atingir 580 milhões de toneladas na safra 2010/2011. A Confederação da Agricultura e Pecuária do

Brasil (CNA) propõe ao governo a união de usineiros independentes em cooperativas, para viabilizar esse avanço (PRODUÇÃO..., 2005).

Cerca de 75% da área plantada no país pertencem a grupos industriais e os 25% restantes estão com 50 mil usinas independentes. Segundo a CNA, este cenário mostra uma significativa mudança em relação ao perfil de plantio apresentado na década passada, onde metade dos canaviais era dividida entre indústrias e usineiros (PRODUÇÃO..., 2005).

2.2. A cultura da cana-de-açúcar

A cana-de-açúcar é uma planta alógama, da família Graminae, da tribo Andropogoneae e do gênero *Saccharum*, do qual se destacam as espécies *S. robustum* e *S. officinarum*, (DANIELS; ROACH, 1987). Trata-se de uma gramínea perene, de grande porte, formadora de rizomas e touceiras, cujas formas cultivadas produzem colmos de alguns metros de altura, suculentos e doces em função do armazenamento de sacarose (MATSUOKA *et al.*, 1999).

Não se pode definir com precisão a época do surgimento da cana-de-açúcar no mundo, tampouco dizer, com exatidão, seu berço geográfico, principalmente devido à quantidade de gramíneas híbridas existentes e à falta de documentação a respeito.

Alguns pesquisadores admitem que a cana-de-açúcar tenha surgido primeiramente na Polinésia, outros sugerem a Nova Guiné como o primeiro local de ocorrência e registro da gramínea. Para esses estudiosos, a primeira aparição da cana no mundo se deu há 6 mil anos. Nos 2 mil anos subsequentes, já havia traços na Indonésia, nas Filipinas e no norte da África (ÚNICA, 2005).

Os portugueses plantavam cana nas ilhas de Cabo Verde, Açores e Madeira, mas em pequena quantidade, suficiente apenas para pagar suas dívidas, por exemplo, com a Inglaterra. Com a conquista do Brasil, a cana-de-açúcar foi trazida para a América em 1532. As primeiras mudas foram transportadas no farnel de marinheiros vindo com a expedição de Martim Afonso de Souza. A primeira referência à cultura da cana-de-açúcar em nosso território data de 1519. Entretanto, a indústria da cana-de-açúcar propriamente dita só começou a ser explorada no país em 1535, iniciando-se em Pernambuco. Nesta época, ocorreu um "verdadeiro surto açucareiro", quando o simples estabelecimento de um novo engenho dava lugar à formação de novos núcleos de povoamento. O avanço da cana-de-açúcar proporcionava o desbravamento de novas

terras, impulsionando a expansão da colonização brasileira. Antes do fim do século XVI, o Brasil se tornou o maior produtor e fornecedor de açúcar do mundo. A produção de açúcar foi, seguramente, o primeiro empreendimento econômico a funcionar, de modo organizado, nas terras brasileiras. Outras atividades surgiram, mas a atividade açucareira se manteve na liderança, por mais de um século.

Atualmente, a cana-de-açúcar é cultivada em diversas regiões de clima tropical do planeta, totalizando 19,5 milhões de hectares; sendo 8,6 milhões de hectares na Ásia, 6,1 milhões de hectares na América do Sul, 2,9 milhões de hectares na América Central e do Norte, 1,4 milhões de hectares na África e 0,5 milhões de hectares na Oceania. Os maiores produtores de cana-de-açúcar, no mundo, são o Brasil, com uma área plantada de 5 milhões de hectares e a Índia, com 3,7 milhões de hectares (PINTO, 2002).

O cultivo desta gramínea, no Brasil, é feito no Centro-Sul e no Norte-Nordeste, permitindo dois períodos de safra distintos, o que representa uma grande vantagem competitiva para o país. A região norte-nordeste colhe sua safra no período de novembro a abril, enquanto que a região centro-sul realiza essa atividade de maio a outubro. Assim, o país desfruta não apenas de interessante diversificação geográfica, mas também de maior equilíbrio na safra (NUNES JUNIOR *et al.*, 1999; COSAN, 2006). A Figura 3 apresenta a produção de cana-de-açúcar no Brasil e a distribuição da produção nacional entre as regiões Norte-Nordeste e Centro-Sul, para as safras de 2000/2001 até 2005/2006.

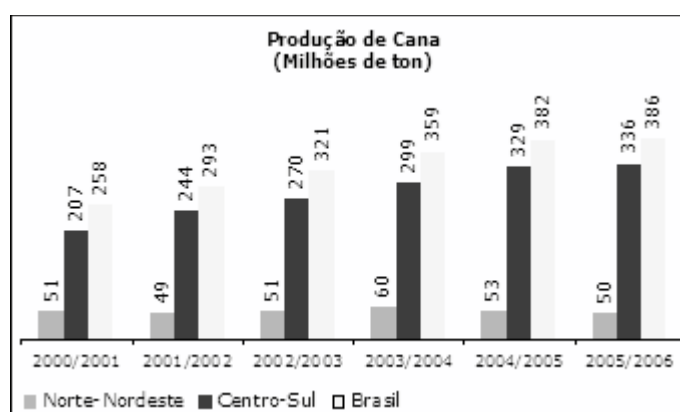


Figura 3 - Produção de cana-de-açúcar no Brasil e sua distribuição nas regiões Norte-Nordeste e Centro-Sul, nas safras de 2000/2001 até 2005/2006 (COSAN, 2006).

Nos últimos anos, a produtividade agrícola teve significativa evolução. Na região Centro-Sul, que responde por cerca de 85% da produção brasileira, a média oscila entre 78 e 80 toneladas por hectare, em ciclo de cinco cortes. São Paulo, responsável por cerca de 60% da produção nacional, apresenta uma produtividade

média de 80 a 85 toneladas por hectare, também em ciclo de cinco cortes (ÚNICA, 2005).

A qualidade da matéria-prima, medida pela sacarose contida na planta, na região Centro-Sul e em São Paulo, está entre 14 e 15,5% de POL, que equivale a um rendimento médio de 140 a 145 kg de açúcares totais por tonelada de cana. Expressando em termos de álcool, apresentaria um rendimento de 80 e 85 litros de álcool por tonelada de cana-de-açúcar (ÚNICA, 2005).

Qualquer que seja a matéria-prima (cana-de-açúcar, beterraba, milho, etc.) da qual se extraia açúcar e álcool, o setor sucroalcooleiro do Brasil está entre os mais competitivos do mundo. Esta competitividade pode ser atribuída, também, ao elevado teor de fibra da cana-de-açúcar, que lhe confere independência em relação à energia externa. A cana-de-açúcar apresenta, em termos energéticos, vantagens competitivas claras na comparação com outras culturas (NUNES JUNIOR *et al.*, 1999).

2.3. Cultivo da cana-de-açúcar

A cana-de-açúcar é uma cultura que proporciona de cinco a seis cortes a cada plantio, sendo a primeira colheita proveniente do plantio a partir de mudas, denominada cana-planta e as demais colheitas feitas a partir da rebrota da cana-planta, que passa a ser denominada de cana soca ou soqueira. A definição de uma nutrição e adubação adequadas para cultura da cana-de-açúcar deve considerar, em primeiro lugar, as necessidades nutricionais desta planta, bem como a disponibilidade de nutrientes e matéria orgânica no solo.

2.3.1. Disponibilidade de nutrientes no solo

Paschoal (1994) já afirmava que fertilizantes minerais solúveis promovem graves desequilíbrios no solo, com conseqüente desequilíbrio bioquímico nas plantas, especialmente, pela redução da síntese protéica. Bonilla (1992) assegura que o desequilíbrio produzido nas plantas é devido ao fato daqueles elementos fertilizantes serem absorvidos diretamente por elas, alterando-se profundamente o metabolismo vegetal; além disso, tais fertilizantes aumentam drasticamente a pressão osmótica no solo, inibindo o desenvolvimento e atividade dos microrganismos nele contidos. Contrapondo-se, Paschoal (1994) sugere que fertilizantes orgânicos e minerais pouco

solúveis são capazes de fornecer, em quantidade e proporção adequadas, todos os nutrientes que as culturas precisam, sem promover no vegetal, pelo estímulo à proteossíntese, acúmulo de substâncias livres.

2.3.2. Matéria orgânica do solo

O termo matéria orgânica é empregado para designar todos os constituintes do solo que contêm compostos de carbono orgânico.

A matéria orgânica do solo é composta essencialmente por restos frescos de vegetais (folhas, raízes, etc.) e animais, capazes de sofrer decomposição e liberar nutrientes e húmus, que melhora a capacidade de troca catiônica (CTC) do solo (LEITE et al. 2003).

A matéria orgânica atua de forma primordial na estruturação do solo, promovendo uma melhor agregação e arranjo das partículas sólidas, aumentando a porosidade, facilitando a infiltração e o armazenamento de água, além de promover aumento na CTC.

2.3.3. Nutrição e adubação da cana-de-açúcar

Segundo dados levantados por Bittencourt et al. (2006), para se obter uma produtividade de 100 t ha⁻¹ de colmos industrializáveis, ocorre uma extração de 30 a 40 kg ha⁻¹ de N, 20 a 30 kg ha⁻¹ de P₂O₅, 70 a 100 kg ha⁻¹ de K₂O, 30 a 50 kg ha⁻¹ de CaO, 15 a 20 kg ha⁻¹ de MgO e 140 a 160 kg ha⁻¹ de Si.

O nitrogênio (N) é um elemento essencial para o crescimento das plantas, sendo exigido em grandes quantidades em comparação aos demais macronutrientes. Nas situações em que ocorre deficiência de N, as plantas apresentam sintomas típicos como clorose generalizada das folhas mais velhas e redução do crescimento; no caso da cana-de-açúcar, há redução da altura dos colmos e redução do número de perfilhos (MELGAR, et al. 1999).

Inicialmente, as recomendações sugeriam doses de 100 a 140 kg ha⁻¹ de P₂O₅ no plantio da cana, enquanto que acreditava-se que a cana soca não respondia à adubação com este nutriente (Bittencourt *et al.* (2006).)

Para as variedades mais plantadas atualmente, trabalhos conduzidos por Barbosa *et al.* (2002) e por Oliveira *et al.* (2002) mostraram que a extração de

fósforo oscila de 0,2 a 0,3 kg de P por tonelada de matéria natural da parte aérea da planta, valores também relatados por Raij (1997) e Vitti e Mazza (2002).

2.3.3.1. Nutrição e adubação da cana soca

A cana-de-açúcar para produção de álcool e açúcar é cultivada, em média, por quatro a cinco cortes. Os quatro ciclos da cana soca podem representar até 90% da área plantada. Apesar dessa representatividade, recomendações de adubação para soqueiras têm sido pouco estudadas, sobretudo tendo em vista que atualmente se pretende aumentar a eficiência e diminuir custos do sistema de produção dessa cultura. O nitrogênio e o fósforo são os principais nutrientes responsáveis pelo perfilhamento da cana-de-açúcar. A deficiência de fósforo limita o perfilhamento, resultando em baixo *stand* da cultura, menor diâmetro do colmo e encurtamento dos internódios (DILLEWIJ, 1952; SILVA; MALAVOLTA *et. al.*, 1967; CASAGRANDE, 1983; CLEMENTS, 1980).

Para a maioria das regiões canavieiras do Brasil, Marinho (1974), em Alagoas, Santos *et al.* (1979), em Pernambuco e Paraíba, Azeredo *et al.* (1984), no Espírito Santo, Azeredo *et al.* (1980), em Minas Gerais, e Zambello Jr. e Azeredo (1983), em São Paulo, relatam que nos ciclos da cana soca a resposta à adubação nitrogenada é maior que para a cana-planta.

Orlando Filho e Rodella (1995), Weber *et al.* (1998) e Teixeira (2005), estudando os efeitos de diversas doses e épocas de aplicação de nitrogênio sobre soqueiras de cana-de-açúcar, não observaram diferença significativa no número de perfilhos ha^{-1} .

Humbert (1974) cita que a aplicação de nitrogênio, normalmente, resulta em aumento na produção de perfilhos novos.

Em Latossolo Roxo, no Estado de São Paulo, Orlando Filho (1978) verificou que uma tonelada de colmos de cana soca requereu 0,68 kg de nitrogênio.

Raij *et al.* (1996) recomendam que a aplicação de nitrogênio em cana soca seja baseada na produtividade esperada, indicando que se aplique um quilograma de nitrogênio por tonelada estimada de colmos.

De acordo com Clement *et al.* (1941) com o aumento do teor de N no solo, a cana-de-açúcar produz mais fitomassa. O N aumenta o comprimento dos colmos

ocasionando a redução da espessura da parede celular podendo refletir numa diminuição do teor de fibras das plantas (DAS *apud* ORLANDO FILHO, 1983).

Segundo Zambello Jr. e Orlando Filho (1981) em solos com baixo teor de fósforo, a adubação de plantio proporciona importante efeito residual nas socas subseqüentes considerando-se a baixa extração pela cultura e ausência de perdas no solo. Contudo, este efeito residual depende de muitos fatores tais como: poder de fixação do fósforo pelo solo, nível inicial de fósforo disponível, modo, fonte e dose do fósforo aplicado.

No Estado de São Paulo, Zambello Jr. *et al.* (1980) constataram que o fósforo provocou aumentos significativos na produção de soqueiras de cana-de-açúcar em três tipos de solos que se encontravam com teores deste elemento abaixo ou igual ao nível crítico proposto por Bittencourt *et al.* (1977).

De acordo com Bolsanello *et al.* (1993) quando a aplicação do fósforo é feita corretamente, por ocasião do plantio, ele é suficiente para atender, pelo menos, a quatro cortes e a aplicação tardia desse nutriente poderá aumentar a produtividade, mas não irá recuperar o potencial produtivo da cultura. A dose de 100 kg ha⁻¹ de P₂O₅, aplicada nesses experimentos, foi decorrente das fórmulas disponíveis por ocasião da instalação dos mesmos. Para Raij *et al.* (1996) a dose de P₂O₅ recomendada para a cana soca é de 30 kg ha⁻¹, em canaviais adubados no plantio, quando P (resina) for menor que 15 mg dm⁻³.

A resposta à aplicação de P₂O₅, em relação à adubação fosfatada de soqueira, se dará quando as condições de acidez do solo forem satisfatórias, isto é, a Saturação por Bases for maior que 50% e os teores de P no solo forem baixos (P-resina < 10 mg dm⁻³). Assim, sabendo-se que 10 mg dm⁻³ de P equivalem a 46 kg ha⁻¹ de P₂O₅, na camada de 0 - 20 cm e que 100 t ha⁻¹ de colmos extraem cerca de 45 kg ha⁻¹ de P₂O₅, pode-se concluir que o não fornecimento de P levará a um esgotamento desse nutriente no solo, necessitando, portanto, da reaplicação de P₂O₅ (VITTI; MAZZA, 2002).

Albuquerque *et al.* (1981) estudando competição entre fontes de fósforo e efeitos residuais em soqueiras, observaram reações significativas à adubação fosfatada, a qual proporcionou efeito residual igualmente significativo nos solos em que o teor de fósforo foi inferior ao nível crítico de 9 mg dm⁻³ proposto por Marinho e Albuquerque (1978). Constataram também, aumentos significativos da produtividade de cana-de-açúcar para a adubação com fósforo em soqueiras, nestes solos pobres em fósforo.

Já, Guimarães *et al.* (1976) estudando adubação fosfatada em soqueiras de cana-de-açúcar concluíram que as mesmas não reagiram ao fósforo em dois tipos de solo,

Latossolo Roxo (LR) e Latossolo Vermelho Escuro (LE), independentemente do sistema de aplicação (superficial ou em profundidade), sugerindo que a adubação de plantio fora suficiente para fornecer o nutriente à cultura por dois ou mais cortes consecutivos.

Demattê (2005), avaliou a produtividade das soqueiras de cana para diferentes doses de P_2O_5 (100 kg ha⁻¹, 200 kg ha⁻¹ e 400 kg ha⁻¹) quando não observou diferença significativa para as diferentes doses.

Sabe-se que a localização do adubo no solo é de fundamental importância para a eficiência na absorção de nutrientes pela cana, principalmente para a absorção do fósforo, devido à sua imobilidade. Dessa forma, admite-se que, aumentando o volume de solo fertilizado ao redor das raízes, ocorrerá uma maior interceptação do adubo e, portanto, um aumento na absorção do nutriente (SLEIGHT *et al.*, 1984). Este aumento do volume de solo fertilizado não deverá ultrapassar determinados valores, pois aí haverá uma maior fixação, pelo solo, e a eficiência passará a decrescer (KOVAR; BARBEER, 1989).

Neste sentido, Schroo (1956) cita que é importante e preferível aumentar o teor de fósforo em um volume limitado e seletivo ao redor do meio radicular, do que no volume total ocupado pelas raízes, ou mesmo em toda área.

Uma alternativa viável para a obtenção de fósforo são as fontes orgânicas, dentro as quais se destaca a torta de filtro proveniente das indústrias sucroalcooleiras. Entretanto, quando da utilização da torta de filtro, que é um material rico em cálcio e com certa quantidade de magnésio, deve-se considerar que tais elementos podem combinar-se com as formas solúveis de fósforo, precipitando compostos como o ortofosfato de cálcio e magnésio, que são bastante insolúveis. A incorporação de rocha fosfática também não é recomendada porque o material orgânico (torta de filtro) apresenta pH alcalino, o que dificulta a solubilização do fósforo (BITTENCOURT *et al.*, 2006).

Segundo Medeiros (1998), a utilização de doses elevadas de fósforo no plantio (até 300 kg ha⁻¹ de P_2O) pode ser insuficiente ao longo dos cortes da cultura, necessitando suprir as soqueiras. O fornecimento de fósforo às soqueiras promove aumentos significativos de produção e proporciona efeito residual também significativo.

Conforme trabalhos, entre outros, os conduzidos por Silva *et al.* (1977) e Zambello Jr. *et al.* (1977), se forem aplicadas as doses recomendadas de nitrogênio, fósforo e potássio para as soqueiras, existe a probabilidade de haver pouca ou nenhuma

interferência na qualidade industrial da cultura. Ainda, segundo os mesmos autores, a variação na produção de açúcar, quando ocorre, é devida aos efeitos positivos da adubação sobre a produtividade de colmos.

Segundo Golden (1961), mesmo aplicados tardiamente nitrogênio, fósforo e potássio teriam grande importância, relatando que soqueiras de cana-de-açúcar, após a décima semana de idade, absorvem 77% do nitrogênio, 85% do fósforo e 84% do potássio.

Weber *et al.* (1998), estudando a recuperação da produtividade em soqueiras de cana-de-açúcar com adubação NPK em Cambará/PR, constataram que não houve diferença significativa para número de perfilhos com a aplicação ou não de adubo fosfatado. Observaram, ainda, que ocorreu um ganho na produção de colmos nas parcelas que receberam fósforo em cobertura, incorporado lateralmente à linha de cana juntamente com o nitrogênio e com o potássio. O ganho com a aplicação dos três nutrientes foi de 53,9%, quando comparado às produtividades das testemunhas, sem adubação, e de 4,9%, quando comparado aos tratamentos que receberam N e K. Como a cultura não havia sido adubada anteriormente, observou-se pequena recuperação das soqueiras com a aplicação do fósforo tardiamente, em terceira soqueira.

Deficiência de K^+ pode levar ao acamamento por diminuição da turgescência celular, bem como à menor fotossíntese por fechamento dos estômatos (CLEMENT *et al.*, 1941).

Segundo Zambello Jr. e Azeredo (1983), a reação da cana soca ao potássio, normalmente, é da mesma ordem de grandeza da observada para a cana-planta.

2.4. Influência da adubação da cana-de-açúcar na qualidade do caldo de cana

Nos colmos industrializáveis, os açúcares, especialmente a sacarose, são os componentes de maior valor econômico da cana, embora nos últimos anos, em decorrência da demanda energética, o bagaço e os restos culturais têm gerado receitas.

A adubação fosfatada realizada por ocasião do plantio aumenta a produção de colmos industrializáveis e de sacarose e influencia positivamente os teores de fósforo do caldo e no acúmulo de nutrientes: N, P, K, Ca e Mg, pela parte aérea da cana. Segundo César *et al.* (1987), a composição do caldo de cana-de-açúcar é um dos fatores que afetam as diversas operações unitárias de um processo industrial, em especial a purificação do caldo e, no caso da destilaria, a fermentação alcoólica.

O fósforo é encontrado no caldo de cana-de-açúcar na forma mineral e orgânica. A maior parte deste elemento encontra-se na forma solúvel (DELGADO; CÉSAR, 1977).

Segundo César *et al.* (1987), para que ocorra boa clarificação, o teor de fósforo deve ser superior a 100 mg por litro de caldo. O P orgânico (Po) presente no caldo da cana oscila em torno de 15% e sua concentração nos colmos varia menos que o Pi, mas à medida que a cana amadurece o Po passa para a forma inorgânica. Assim, a adubação fosfatada e outras práticas culturais que promovam maior disponibilidade de P para a planta influenciarão tanto na produtividade da lavoura, quanto na qualidade do caldo.

No processo de clarificação, o fósforo livre reage com a cal $[Ca(OH)_2]$ formando fosfato tricálcico $[Ca_3(PO_4)_2]$, o qual, ao flocular e sedimentar, realiza o arraste das impurezas que se depositam no fundo do decantador (KORNDORFER, 1990).

Os teores de fosfato no caldo podem variar de 200 a 1000 mg de P_2O_5 por litro de caldo (HONIG, 1969), Já, Delgado e César (1984) relatam uma variação de 70 a 800 mg de P_2O_5 por litro de caldo. Segundo Honig (1969) teores de fosfato (P_2O_5) no caldo menores que 150 mg L⁻¹ são considerados baixos, entre 150 e 500 mg L⁻¹ são considerados normais, e maiores que 500 mg L⁻¹ são considerados altos.

Segundo Meade (1963), Honig (1969), Delgado *et al.* (1973) e Delgado e César (1977), o teor necessário de fosfato (P_2O_5) no caldo de cana, para uma boa clarificação, é de 300 a 350 mg. L⁻¹, sendo recomendada a correção do caldo sempre que valores inferiores a estes forem encontrados.

Korndörfer (2003) afirma que quanto maior o teor de fósforo extraível do solo, maior a quantidade de fosfato no caldo da cana-de-açúcar.

O fósforo em colmos de cana-de-açúcar, embora encontrado em menores quantidades (13 kg ha⁻¹) que o nitrogênio (93 kg.ha⁻¹) e o potássio (98 kg ha⁻¹), exerce função chave no metabolismo da planta, particularmente na formação de proteínas, no processo de divisão celular e fotossíntese (MEYER, 1980). A presença do fosfato é necessária para a síntese de compostos fosforilados e a falta deste nutriente causa distúrbios imediatos no metabolismo e no desenvolvimento das plantas (CÉSAR *et al.*, 1987).

Segundo Alexander (1973), o fósforo tem um papel importante na formação de sacarose quando o composto glicose-1-fosfato se junta à frutose para formar a sacarose. Porém, os estudos de Orlando Filho e Zambello Jr. (1980), Silva (1983), Korndörfer

(1990) e Pereira et al. (1995) não mostraram resposta positiva à adubação fosfatada com relação ao acúmulo de sacarose, ou seja, não ocorreram aumentos na produção de açúcar por área.

Borden e Denílson (1942) relatam que em um experimento com adubação fosfatada onde somente a cana planta recebeu aplicação da mesma, o caldo de cana soca apresentou maior teor de fósforo que aquele da cana-planta. César (1970) também obteve maior teor de fósforo no caldo de cana soca.

Apesar das inúmeras referências ao benefício da adubação fosfatada para a qualidade do caldo de cana, Medeiros (1998) relata que adubações fosfatadas podem depreciar a qualidade da matéria-prima, com relação ao teor de sacarose aparente na cana (POL% na cana), inibindo efeito benéfico na produção agrícola, resultando em ganhos inexpressivos na produção de açúcar por unidade de área.

Torna-se necessário caracterizar a necessidade de adubação fosfatada na cana soca, seu impacto sobre a produtividade e seus efeitos residuais na soqueira subsequente.

A qualidade do caldo da cana também é influenciada pelo potássio. Este elemento é o nutriente absorvido em maior quantidade pela cana, com acúmulos médios oscilando em torno de 1,5 kg de K por tonelada de matéria natural da parte aérea da cana (BARBOSA et al., 2002; OLIVEIRA et al., 2002; VITTI; MAZZA, 2002; RAIJ, 1997).

O potássio possui importante ação na translocação de sacarose, seja no transporte via floema ou no transporte célula a célula da sacarose em direção ao floema, ou deste no sentido de armazenamento (CLEMENT et al., 1941).

A despeito de suas inúmeras funções metabólicas, quando o potássio se encontra em concentração elevada na planta, ocorre atraso na maturação da cana, aumentando proporcionalmente os teores de açúcares redutores, glicose e frutose, e as cinzas do caldo. O aumento dos açúcares redutores e do potássio no caldo da cana é indesejável na industrialização devido à suas ações melassigênicas, o que dificulta o processo de cristalização do açúcar. Segundo Casagrande et al. (1999), para que o potássio não interfira negativamente no processo de cristalização da sacarose, sua concentração deve ser inferior a 2.000 mg por litro de caldo.

2.5. Subprodutos da indústria sucroalcooleira

O setor sucroalcooleiro foi o pioneiro na reciclagem de subprodutos, promovendo o uso racional dos mesmos na cultura da cana-de-açúcar.

O aproveitamento agrícola dos subprodutos da indústria sucroalcooleira no Brasil já é uma prática bastante generalizada, tanto no caso dos efluentes líquidos, principalmente vinhaça, como dos sólidos, cujos representantes principais são o bagaço e a torta de filtro (POLO *et al.*, 1988).

Segundo Kiehl (1985), a relação C/N na matéria orgânica do solo é fator importante sobre vários aspectos. Dentre estes aspectos, os mais significativos são: a motivação da competição pelo N disponível entre os microrganismos e as plantas, quando da adição ao solo de resíduos com relação C/N elevada. Por outro lado, a adição de resíduos com relação C/N baixa (leguminosas) pode favorecer o desenvolvimento microbiológico no processo de decomposição, implicando em maior quantidade de N mineralizado.

Segundo Cerri *et al.* (1988), a vinhaça apresenta relação C/N igual a 15, alto teor protéico e 22% de cinzas minerais, principalmente potássio; enquanto o bagaço é predominantemente lignocelulósico, com relação C/N igual a 200. Já a torta de filtro é intermediária aos dois primeiros, porém com potencial nutricional mais próximo ao da vinhaça.

Complementando o trabalho de Cerri *et al.* (1988), Pólo *et al.* (1988) enfatizam que, mediante o controle da evolução dos materiais originais, a compostagem destes subprodutos (vinhaça, bagaço e torta de filtro) oferece a possibilidade de manter ou melhorar as propriedades benéficas do composto. Cardoso e Toledo (1984) salientam que compostos mistos, usando proporções adequadas destes subprodutos, além de aumentarem a disponibilidade dos nutrientes, promovem a redução da relação C/N.

A matéria orgânica pode ser considerada como uma fonte de nitrogênio e outros nutrientes, sendo que sua decomposição libera os elementos associados ao carbono tetravalente (C^{4+}) nos compostos orgânicos (MELO, 1978). Neste sentido, a utilização de resíduos orgânicos para fornecer N e outros nutrientes para as plantas é uma prática antiga que pode trazer o duplo benefício de incrementar a fertilidade dos solos e usá-los como um meio depurador da carga orgânica potencialmente poluente, inserindo-se, neste contexto, a aplicação de torta de filtro em solos agrícolas.

2.5.1. Aplicação de torta de filtro no cultivo da cana-de-açúcar

Sabe-se que a disponibilidade de água e nutrientes exerce grande influência na produtividade das culturas. Atualmente, há uma tendência em substituir a adubação química da cana soca pela aplicação de subprodutos, cuja quantidade por hectare depende da composição do resíduo bem como da exigência da lavoura.

Na adubação com subprodutos da indústria sucroalcooleira, a vinhaça e a torta de filtro podem ser dispostos diretamente no solo, ou ainda, na forma de composto (vinhaça, torta de filtro e bagaço de cana). Trata-se de uma adubação orgânica, capaz de atender a demanda por nutrientes da cultura de cana-de-açúcar e reduzir custos com tratamentos culturais.

No início da década de 80, a torta de filtro foi descoberta como um excelente produto orgânico para recuperação de solos exauridos ou de baixa fertilidade, bem como para o fornecimento de nutrientes, principalmente fósforo (NUNES, 2005).

O processo industrial para a fabricação de açúcar e etanol possui várias etapas, dentre elas a clarificação tem especial interesse neste trabalho.

A etapa denominada clarificação é destinada à purificação do caldo obtido da moenda. Neste processo, adiciona-se ao caldo aquecido uma suspensão de hidróxido de cálcio, que promove a elevação do pH e, como consequência, a floculação de colóides orgânicos, bem como a precipitação de sais de cálcio, sobretudo fosfato (NUNES, 2005).

A suspensão obtida no processo descrito anteriormente é mantida em repouso, resultando em um caldo límpido e um precipitado formado pelos compostos orgânicos e inorgânicos que foram insolubilizados. O precipitado formado ainda contém uma grande quantidade de caldo clarificado, que deverá ser recuperado por um processo de filtração ou prensagem. Como o precipitado não tem consistência apropriada para ser trabalhado, ele é misturado ao bagaço da cana, finamente moído, e esta mistura é submetida à filtração a vácuo, resultando em uma matéria com umidade em torno de 75% que se denomina torta de filtro (T.F.) (NUNES, 2005).

A torta de filtro apresenta umidade entre 75 a 80%, na saída do filtro rotativo do tipo “Oliver”, e composição química com altos teores de matéria orgânica, fósforo, nitrogênio e cálcio, possuindo ainda, teores consideráveis de potássio, magnésio e micronutrientes. Os teores de micronutrientes variam com a região: Ferro (0,8 a 1,20%),

Manganês (500 a 800 ppm), Cobre (40 a 80 ppm) e Zinco (150 a 220 ppm) (NUNES, 2005).

A composição da torta de filtro é variável, sendo função da variedade da cana, tipo de solo, maturação da cana, processo de clarificação do caldo e outros (Almeida, 1944). Segundo Korndörfer (1993), a origem da geração da torta de filtro, se por usinas ou destilarias autônomas, é fator diferencial para a definição da composição química deste subproduto.

A torta de filtro gerada por usinas têm aproximadamente o dobro de fósforo que as produzidas pelas destilarias (aproximadamente 2% de P_2O_5 na torta de usina e 1% na de destilaria, na base seca). Já com relação ao teor de nitrogênio, a torta proveniente de destilarias tem 25% a mais de N do que a torta gerada pelas usinas (nas destilarias: média de 1,6% de N; nas usinas: média de 1,3%, na base seca).

O fósforo existente na torta, provém da adição de produtos auxiliares para a floculação das impurezas do caldo, e sua liberação no solo ocorre gradativamente por mineralização e ataque de microrganismos do solo. Assim, torna-se necessário considerar a relação C/N do resíduo para se aplicar a quantidade adequada, cuidando para que as características químicas e físicas do solo não sejam danificadas e os nutrientes necessários, para a adubação, sejam fornecidos (NUNES, 2005).

Cerca de 30% do conteúdo total de fósforo aparece na forma orgânica e o nitrogênio predomina na forma protéica, propiciando lenta liberação desses elementos e conseqüentemente alto aproveitamento pelas plantas (BRASIL SOBRINHO, 1958 *apud* KOFFLER *et al*, 1987).

Já o cálcio, que aparece em grande quantidade na torta de filtro, é resultado da chamada caleação (adição de cal) do caldo, durante o processo de tratamento do mesmo para a fabricação do açúcar e etanol (NUNES, 2005).

Conforme dito anteriormente, a torta de filtro é considerada uma excelente fertilizante, além de propiciar melhores condições para a germinação da cana. Existem muitos estudos sobre o valor da torta de filtro na nutrição da cana-de-açúcar e sua contribuição para um substancial aumento da produtividade desta cultura. Uma das formas para o aproveitamento da torta de filtro é a possibilidade de aplicá-la na agricultura, misturada com fosfatos naturais, uma vez que a torta de filtro teria uma capacidade de melhorar a solubilidade destes compostos, disponibilizando mais rapidamente o P, quando comparado à aplicação deste, sem a torta de filtro (PENSO *et al.*, 1982).

Interações significativas com N e P no aumento da produção levaram Prasad (1976) a concluir que, quando se aplica torta de filtro em nível superior a 20 t ha⁻¹, no sulco de plantio, é desnecessário o uso de P adicional.

Segundo Beauclair (1984), a matéria orgânica da torta de filtro tem um importante papel na melhoria da fertilidade do solo e nas suas propriedades físicas, tais como: aumentar a capacidade de retenção de água, pois a torta de filtro é hidrocópica, chegando a reter água em até 6 vezes o seu próprio peso; reduzir a densidade aparente do solo e aumentar sua porosidade total, formando agregados capazes de reduzir a erosão e aumentando a capacidade de absorção do solo; aumentar a capacidade de troca catiônica pela ação de micelas húmicas coloidais, com atividade superior às argilas; aumentar os teores de nitrogênio, fósforo e enxofre a partir da decomposição e mineralização da matéria orgânica; aumentar o teor de matéria orgânica; reduzir a fixação do fósforo pelos óxidos de ferro e alumínio, bloqueando os sítios de fixação com os radicais orgânicos; formar quelatos solúveis de ferro, manganês, zinco e cobre, disponibilizando-os às raízes; favorecer a atividade microbiológica e a adição de novos microrganismos, diversificando a flora e a microflora do solo; proporcionar um excelente ambiente radicular, mesmo em solos mais pobres, pela reação da torta de filtro no solo e formação de húmus, potencializando a absorção de nutrientes.

A matéria orgânica presente na torta de filtro traz grandes benefícios à cana-de-açúcar, dentre eles: a presença de micronutrientes na matéria orgânica; os minerais nela contidos estão menos sujeitos a lixiviação; o aumento da CTC dos solos na região onde a torta foi aplicada; a capacidade de reter maiores quantidades de água, que podem suprir deficiências hídricas, principalmente na brotação; proporcionar melhores condições físico-químicas e microbiológicas para o desenvolvimento da planta (PENATTI, 1991).

A capacidade de reter maiores quantidades de água pode se tornar fator fundamental no desenvolvimento da cana-de-açúcar. Duruoha (2001) mostra que o teor de umidade aumenta o desenvolvimento radicular, principalmente o comprimento das raízes, na camada superior do solo, quando se compara um solo a 70% e a 100% da capacidade de campo, em solos arenosos. Em solos argilosos, a mesma resposta não foi observada.

Nunes Júnior (1988), trabalhando com 35 t ha⁻¹ de torta de filtro fresca aplicadas no sulco de plantio em um solo do tipo Areia Quartzosa, observou respostas positivas de produtividade em todos os vinte clones estudados, com um ganho médio de 13,4%

em produtividade e em sacarose, no decorrer dos quatro cortes analisados. Ainda no mesmo ensaio, observou que a variedade SP71-1406 foi a que mais respondeu, com ganho de 92 toneladas em quatro colheitas. Não foi observado prejuízo na maturação das variedades.

Cardozo (1988), trabalhando com 5 t ha⁻¹ de torta seca aplicado no sulco e 30 e 50 t ha⁻¹ de composto de torta de filtro e bagaço aplicados em área total e adubação mineral, observou que com apenas 5 t ha⁻¹ de massa seca houve melhoria na disponibilidade de nutrientes, sendo que a melhor produtividade ocorreu com 50 t ha⁻¹ de composto aplicadas em área total.

Ruiz (1997), avaliando o uso da torta-de-filtro, gesso e vinhaça na recuperação de um solo salino-sódico na cultura do arroz, observou que o uso conjunto de gesso e torta-de-filtro mostrou-se o melhor corretivo em relação à testemunha e ao uso de ambos isoladamente, inclusive com o dobro do número de perfilhos aos 60 dias e com aumento da matéria seca da parte aérea da planta no uso conjunto de torta-de-filtro e gesso.

Trabalhando em um Latossolo Vermelho Amarelo, com a variedade SP70-1143, PENATTI (1989A) variou doses de torta de filtro fresca em 5, 10 e 15 t ha⁻¹, todas juntamente com a adubação mineral, e concluiu que a partir do terceiro corte do canavial, passou-se a ter diferenças significativas em produtividade favoráveis às doses crescentes de torta de filtro, mostrando efeito residual da torta, além de observar um aumento no teor de cálcio no solo em relação à área não tratada com torta. Em outro ensaio, o mesmo autor trabalhou com doses crescentes de torta de filtro (0, 3, 6, 9 t ha⁻¹ aplicadas no sulco), com e sem adubação mineral de cobertura com nitrogênio e potássio. Os resultados mostraram que a resposta em produtividade nas doses crescentes de torta é positiva, não havendo, entretanto, efeito da adubação mineral de cobertura na produtividade. Com relação à POL % cana, observa-se um pequeno decréscimo com o aumento nas doses de torta (PENATTI, 1989B).

A torta de filtro apresenta diferentes composições químicas e pode ser aplicada por diferentes modos e doses. Existem aspectos ambientais que, associados ao tipo de resíduo e solo, contribuem para definir a dosagem e forma de aplicação da torta de filtro. Dentre estes aspectos, citam-se: as características químicas e físicas do solo, o regime pluviométrico, a localização da área e a profundidade do lençol freático.

Conforme relata Cerri *et al.* (1988), a composição mineral da matéria seca da torta de filtro é constituída de aproximadamente 40% de C; 7,6% de SiO₂, 1,4% de N,

0,9% de Pi; 0,4% de Po; 0,3% de K; 4,0% de Ca; 0,4% de Mg; 1,3% S; 1,4 ppm de Co; 65 ppm de Cu; 2500 ppm de Fe; 624 ppm de Mn; 89 ppm Zn e 60% de matéria orgânica com umidade de 76%.

É preciso esclarecer que a matéria orgânica da torta de filtro, recém preparada, é constituída essencialmente por bagaço de cana fresco, que apresenta em sua composição 11% de lignina, 34% de hemicelulose e 38% de celulose, com uma pequena fração mineral onde predomina o silício. Trata-se de material com C/N muito elevada, característica de materiais altamente carbonáceos, como palhas. Entretanto, a inclusão na torta de filtro dos compostos orgânicos nitrogenados, floculados do caldo, faz com que o teor de nitrogênio do material se eleve, determinando uma relação C/N com o valor médio 27, a qual é compatível ao observado para as leguminosas e estrume, que apresentam uma relação C/N de 20 a 30 (BRADY; WEIL, 2002).

Rodella *et al.* (1990) mostraram que a torta, de filtro aplicada em área total na quantidade de 100 t ha⁻¹ promoveu alterações nas propriedades químicas do solo, como o aumento do fósforo, cálcio, carbono orgânico e da capacidade de troca catiônica, bem como, a diminuição do alumínio trocável. O fato do bagaço de cana ser finamente moído tem influência benéfica sobre a decomposição do produto quando aplicado ao solo.

Conforme citado anteriormente, a cada mil toneladas de cana moída são produzidos de 30 a 40 toneladas de torta de filtro. Portanto, uma usina que industrializa 1 milhão de toneladas por ano de cana, produz de 30 a 40 mil toneladas deste resíduo orgânico. Este volume possibilita o plantio de no mínimo 1,5 mil hectares de cana, se aplicado no fundo do sulco, com uma dose de aproximadamente 20 t ha⁻¹ do produto com de 75% de umidade. Quando a aplicação for em área total, a dose adequada é de 80 t ha⁻¹, o que reduz em quatro vezes a quantidade de hectares que poderiam receber este produto.

Uma dose de 20 t ha⁻¹ de torta de filtro na base úmida corresponde a 5 t ha⁻¹ de torta de filtro na matéria seca (M. S.), e pode fornecer as seguintes proporções de elementos necessários na adubação e correção dos solos: 100% do nitrogênio, 50% de fósforo, 15% de potássio, 100% de cálcio e 50% de magnésio (NUNES, 2005).

A liberação destes elementos para o solo é feita gradativamente, proporcionando um residual médio de 2 a 3 cortes do canavial, dependendo do clima e da localidade. Nos climas tropicais, a torta de filtro apresenta residual por 2 anos, ao passo que nos climas mais

amenos, como o dos Estados de São Paulo e Paraná, a torta de filtro pode agir por 3 anos (NUNES, 2005).

A torta de filtro, quando incorporada ao solo em grandes quantidades (até 268 t ha⁻¹), apresenta propriedades corretivas da acidez do solo, devido aos efeitos quelantes da matéria orgânica sobre o alumínio, apresentando vantagem sobre o calcário por provocar menor alteração no balanço catiônico do solo (PRASAD, 1974 e 1976), e também por possuir quantidades expressivas de Fe, Mn, Zn e Cu (CERRI *et al.*, 1988).

No plantio da cana, recomenda-se a complementação da aplicação de torta de filtro com fósforo, de preferência, que se use o MAP, que possui 10% de nitrogênio, visando acelerar a decomposição da torta de filtro por microrganismos do solo (NUNES, 2005).

Em experimento realizado em areia quartzosa, Paggiaro *et al.* (1988) observaram que a aplicação de torta de filtro em área total permitiu as maiores produtividades de cana-de-açúcar, mesmo com pouca complementação mineral.

Segundo Nunes (1998), a torta de filtro aplicada no sulco de plantio pode retardar a maturação da cana, pois a coloca em vegetação por mais tempo. Porém, no decorrer da safra e com o aumento do período seco e frio, a cana adubada com torta de filtro alcança aquela que não recebeu esta adubação.

Um ensaio realizado por Nunes (1999), na usina Nova América, mostrou que não é necessário incorporar a torta de filtro quando a cana é colhida sem queimar.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Local e características do solo

O trabalho foi conduzido com a cultura da cana-de-açúcar numa área de sistema de plantio convencional e sem irrigação, em solo de textura argilosa, localizado na Fazenda Pai João, talhão 15, da Usina Jalles Machado S.A., município de Goianésia/GO, situada a 170 km ao norte de Goiânia/GO. O experimento foi instalado após o terceiro corte do canavial, em 11 de setembro de 2003, e colhido (4º corte do canavial) em 28 de junho de 2004. A produtividade observada no terceiro corte foi de 78 toneladas de colmos ha^{-1} .

A área experimental encontra-se situada geograficamente na latitude $15^{\circ} 18' S$, longitude $49^{\circ} 7' W$, numa altitude de 650 m em relação ao nível do mar e em Latossolo Vermelho Amarelo (LVA), conforme indicado na Figura 4.

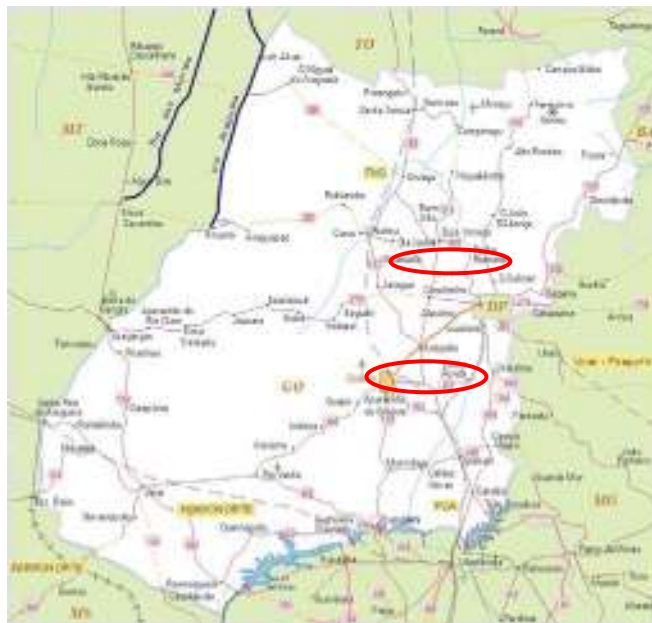


Figura 4 – Localização geográfica do município de Goianésia/GO.

Nesta região predomina o tipo climático Aw (Megatérmico), segundo a classificação de Köppen, com inverno seco e verão chuvoso, com temperaturas médias de $23,7^{\circ}C$ e $25,4^{\circ}C$, respectivamente. O índice pluviométrico anual médio é de 1515 mm, irregularmente distribuídos no período compreendido entre os meses de outubro a abril. As Figuras 5 e 6 apresentam a distribuição pluviométrica mensal nos anos de 2003 e 2004, para o município de Goianésia/GO.

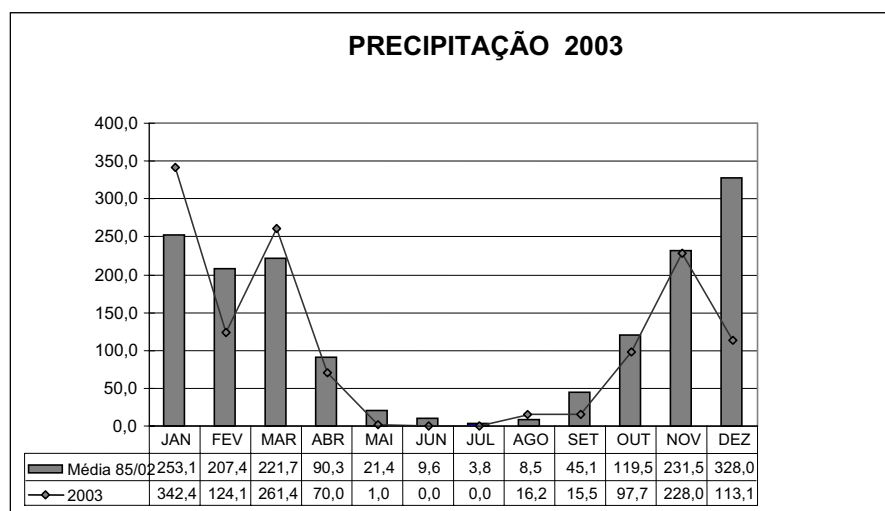


Figura 5 – Precipitação pluviométrica no município de Goianésia/GO no ano de 2003 e a média observada para o período de 1985 a 2002 (dados expressos em mm).

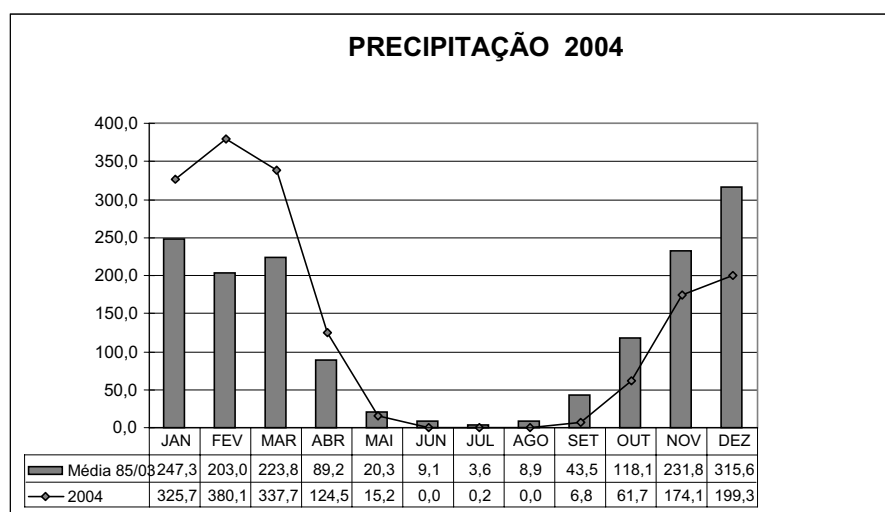


Figura 6 – Precipitação pluviométrica no município de Goianésia/GO no ano de 2004 e a média observada para o período de 1985 a 2003 (dados expressos em mm).

Anteriormente à implantação da cultura da cana, esta área permaneceu por vários anos sob pastagem (*Brachiaria humidicula*), seguido por um ano sob cultura de soja.

A Tabela 1 apresenta a caracterização química e física do solo realizada antes da implantação do experimento. As amostras de solo analisadas foram retiradas da seguinte forma: 4 (quatro) sub-amostras da linha e 1 (uma) sub-amostra da entrelinha.

Tabela 1 - Análise química e física do solo antes da implantação do experimento em 2003.

Profundidade (cm)	pH H ₂ O 1:2,5	mgdm ³		cmol _c dm ⁻³						%	dag kg ⁻¹	%		
		P	K	Ca ²⁺	Mg ²⁺	H+Al	SB	t	T	V	MO	Areia	Silte	Argila
0 - 20	5,6	2,4	75	1,2	0,9	2,8	2,2	2,2	5	44	2,56	58,3	6,4	35,3
20 - 40	5,1	0,4	14	0,5	0,5	3,1	1	1,6	4,1	25	2,44	57,2	5,1	37,7

P e K: extraídos com solução de HCl 0,05 mol l⁻¹ e H₂SO₄ 0,025 mol l⁻¹.

Ca, Mg e Al: extraídos com solução de KCl 1,0 mol l⁻¹.

M.O. = Método Walkley-black

3.2. Caracterização da torta de filtro utilizada

A Tabela 2 apresenta as características físico-químicas da torta de filtro da Usina Jalles Machado S.A.

Tabela 2 – Composição mineral da matéria seca da torta de filtro da Usina Jalles Machado S.A..

pH	Relação C/N	Relação C/P	%									
			MO	N	Ca	Mg	S	P ₂ O ₅ (H ₂ O)	P ₂ O ₅ (CNA + H ₂ O)	P ₂ O ₅ (Ácido Cítrico 2%)	P ₂ O ₅ (Total)	K ₂ O
4,5	20,9	17,65	70,28	1,9	2,43	0,26	1,36	0,75	0,92	0,92	2,25	0,3

3.3. Delineamento experimental e tratamentos

O experimento foi conduzido utilizando-se o delineamento experimental de blocos ao acaso (DBC) com 11 (onze) tratamentos e 5 (cinco) repetições, em esquema fatorial 5 x 2 + 1, que correspondem a 5 doses crescentes de torta de filtro com 71,4 % de umidade (0, 10, 20, 40 e 80 t ha⁻¹) combinadas a 2 modos de aplicação (na linha superficial e na entrelinha incorporada) e um tratamento adicional correspondente à adubação mineral da Usina Jalles Machado S.A. Os tratamentos encontram-se descritos na Tabela 3.

Tabela 3 – Tratamentos utilizados no experimento conduzido na Usina Jalles Machado S.A.

Tratamento	Dose (t ha ⁻¹)	Modo de Aplicação
T1	Adicional (adubação mineral da usina) *	Na linha
T2	10	Torta úmida na linha (superficial)
T3	20	Torta úmida na linha (superficial)
T4	40	Torta úmida na linha (superficial)
T5	80	Torta úmida na linha (superficial)
T6	10	Torta úmida na entrelinha (incorporada)
T7	20	Torta úmida na entrelinha (incorporada)
T8	40	Torta úmida na entrelinha (incorporada)
T9	80	Torta úmida na entrelinha (incorporada)
T10	Testemunha absoluta	Na linha
T11	Testemunha absoluta	Entre linha

* Adubação mineral da Usina Jalles Machado S.A.: 61 kg ha⁻¹ de amônia anidra, 73 kg ha⁻¹ de MAP e 198 kg ha⁻¹ de cloreto de potássio.

A Tabela 4 apresenta o fornecimento (kg ha⁻¹) dos nutrientes N, P₂O₅, K₂O Ca, Mg, S, M.O. E H₂O proporcionada por cada uma das adubações avaliadas neste trabalho.

Tabela 4 – Fornecimento de nutrientes em cada adubação realizada no ensaio

Adubação	kg ha ⁻¹							l Qtde. de H ₂ O aplicada
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg	S	M.O.	
Adubação mineral da usina	50	35	120	13,14	-	7,5	-	0
10 t ha ⁻¹ de torta de filtro	54,34	26,31	8,58	69,5	7,44	11,15	2010	7140
20 t ha ⁻¹ de torta de filtro	108,68	52,62	17,16	139	14,88	22,3	4020	14280
40 t ha ⁻¹ de torta de filtro	217,36	105,24	34,32	278	29,76	44,6	8040	28560
80 t ha ⁻¹ de torta de filtro	434,72	210,48	68,64	556	59,52	89,2	16080	57120

As Figuras 7 e 8 mostram o procedimento utilizado para aplicação da torta de filtro na linha e na entrelinha, respectivamente, durante o cultivo da cana soca.



Figura 7 – Procedimento utilizado para a aplicação da torta de filtro, na linha, durante o cultivo da cana-de-açúcar.



Figura 8 Procedimento utilizado para a aplicação da torta de filtro, na entrelinha, durante o cultivo da cana-de-açúcar.

O tamanho das parcelas foi de 280 m² (10 linhas de 20 m de comprimento). A área útil da parcela foi de 126 m², ou seja, 5 linhas de 18 m de comprimento com espaçamento entre as linhas de 1,40 m.

Antes do plantio da cana, aplicou-se, na área, 1,0 t ha⁻¹ de calcário dolomítico (PRNT 90%).

Também aplicou-se, para a adubação de plantio, 600 kg ha⁻¹ de 04-28-20 + 3% de zinco. A variedade utilizada no experimento foi a SP 81-3250, que é de ciclo médio e exigente em fertilidade do solo, sendo seu plantio realizado em outubro de 2000. O experimento foi instalado após o 3º corte do canavial, em 11 de setembro de 2003, e colhido (4º corte do canavial) em 28 de junho de 2004.

Os resultados relacionados ao modo de aplicação da torta de filtro foram submetidos à análise de variância e teste de médias (Tukey), a 5% de significância e, para avaliação dos dados obtidos relacionados às doses de torta de filtro aplicadas, procedeu-se a análise de regressão. Todas as análises foram realizadas com o auxílio do *software* SANEST[®].

Com o auxílio do *software* SISVAR[®], foram efetuados contrastes ortogonais para comparação do tratamento adicional com os demais tratamentos para todas as variáveis.

3.4. Avaliações Previstas

As avaliações previstas neste estudo foram: número de perfilhos da cana-de-açúcar (colmos ha⁻¹), 60 e 120 dias após a instalação do experimento (07/11/2003 e 06/01/2004, respectivamente); altura de colmos (m); diâmetro de colmos (cm); Brix do caldo (%); POL da cana (%); produtividade de colmos em toneladas por hectare (TCH); produtividade de sacarose em toneladas de POL por hectare (TPH).

3.5. Procedimento amostral

A amostragem para obtenção das avaliações previstas considerou tanto a coleta direta de dados, quanto de amostras, realizadas no campo experimental.

Contou-se, após 60 dias e também 120 dias de aplicação da torta de filtro, o número de perfilhos, existentes em 18 metros lineares de cada parcela.

Em 28 de junho de 2004, colheu-se, pelo método de colheita manual sem fogo e de forma aleatória, a parte aérea da cana-de-açúcar (colmos) correspondente a 5 metros lineares de cada parcela.

3.6. Determinações analíticas

As amostras são compostas por colmos de 5 metros lineares de uma mesma parcela, os quais foram aleatoriamente colhidos. As amostras foram individualmente identificadas e, em seguida, foram levadas ao laboratório industrial, para aferições quantitativas e qualitativas.

3.6.1. Aferições quantitativas

As amostras foram submetidas às seguintes aferições quantitativas: medida da altura dos feixes da cana-de-açúcar (m), com a utilização de uma trena; medida do diâmetro médio dos colmos (cm) da cana-de-açúcar, com utilização de um paquímetro; determinação da produtividade de cana-de-açúcar ($t\ ha^{-1}$), por meio da aferição de suas massas em balança eletrônica digital.

3.6.2. Aferições qualitativas

As amostras foram desintegradas em desintegrador elétrico, gerando partículas de aproximadamente 1 (um) milímetro. Retirou-se 500 g de cada amostra e transferiu-se para uma prensa hidráulica, sob uma pressão de $250\ kgf\ cm^{-2}$, durante 1 (um) minuto.

Recolheu-se individualmente, em frascos estéreis, o caldo extraído para a condução das aferições qualitativas. O bagaço úmido gerado foi imediatamente pesado, para avaliação do teor de fibra.

As aferições qualitativas foram conduzidas conforme orientações do Conselho dos Produtores de Cana, Açúcar e Álcool do Estado de São Paulo (CONSECANA-SP, 2003).

3.6.2.1. Fibra (%)

Esta análise quantifica o teor de sólidos insolúveis em água, que pode ser obtido conforme indicado a seguir:

$$F = 0,08 \times PBU + 0,876$$

Onde:

F: teor de fibra;

PBU: peso do bagaço úmido.

3.6.2.2. Sólidos solúveis totais do caldo (°Brix)

Homogeneizou-se, individualmente, cada amostra de caldo extraída, filtrando-as, em seguida, com papel filtro qualitativo. As primeiras seis gotas de cada filtrado foram desprezadas. Uma amostra de cada filtrado, mantida a uma temperatura 20⁰ C, foi levada ao refratômetro digital automático, para a realização da leitura do teor de sólidos solúveis totais. Após a leitura de cada amostra, procedeu-se a lavagem do prisma do refratômetro com água destilada.

3.6.2.3. Sacarose aparente na cana-de-açúcar (POL)

Retirou-se 150 ml do caldo extraído e não filtrado, de cada uma das amostras. Transferiu-se, individualmente, cada uma das alíquotas retiradas, para frascos estéreis, acrescentando 9 g de mistura clarificante (cloreto de alumínio: 28,6%; hidróxido de cálcio: 14,3%; e celite: 57,1%) em cada um dos frascos. Homogeneizaram-se as misturas por agitação, submetendo-as à filtração em papel de filtro qualitativo. As primeiras seis gotas de cada filtrado foram desprezadas. Colocou-se uma amostra de cada filtrado, mantida à temperatura de 20°C, no tubo polarimétrico do sacarímetro digital automático e procedeu-se a leitura (LAI).

Para a determinação do POL da cana as seguintes equações foram utilizadas:

$$S = (1,00621 \times LAI + 0,05117) \times (0,2605 - 0009882 \times B)$$

Onde:

S: POL do caldo;

LAI: leitura sacarimétrica ;

B: Brix do caldo.

$$PC = S \times (1 - 0,01 \times F) \times C$$

Onde:

PC: POL da cana;

S: POL do caldo;

F: Fibra da cana;

C: Coeficiente de transformação.

O coeficiente de transformação do pol do caldo extraído, em pol do caldo absoluto, é determinado pela equação:

$$C = 1,0313 - 0,00575 \times F$$

3.6.2.4. Toneladas de POL por hectare (TPH)

A produtividade de sacarose por hectare pode ser determinada pela equação descrita a seguir:

$$TPH = PC \times TCH$$

Onde:

TPH = Tonelada de POL por hectare;

PC: POL da cana;

TCH: Tonelada de colmos por hectare.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os potenciais quantitativos e qualitativos da produção de cana-de-açúcar são estabelecidos a partir da interação de inúmeros fatores como condições climáticas, características do solo, estado nutricional, idade e variedade da cultura, tratos culturais, dentre outros. A seguir, apresentam-se os resultados e discussão sobre a resposta de diferentes doses de torta de filtro, bem como, o modo de aplicação deste subproduto (superficial, na linha, e incorporado, na entrelinha), sobre variáveis morfológicas (altura e diâmetro de colmos), tecnológicas (BRIX do caldo e POL da cana) e produtividade (TCH e TPH) da cana-de-açúcar.

4.1. Número de perfilhos por hectare

O perfilhamento é a fase pela qual a gema desenvolve-se em colmo primário, que por sua vez dá origem a colmos secundários, dos quais brotam os colmos terciários, e assim sucessivamente, formando as touceiras. Sabe-se que o perfilhamento da cana-de-açúcar é influenciado por fatores como água, luz, temperatura, nutrição, época de plantio, pragas, doenças, espaçamentos e profundidade de plantio (BACCHI 1983). Neste item, serão discutidos os efeitos sobre o número de perfilhos da cana-de-açúcar relacionados aos fatores: modo de aplicação de torta de filtro, época da contagem de perfilhos (60 e 120 dias após a instalação do ensaio) e dose de torta de filtro ha⁻¹, sendo as interações entre estes fatores e os contrastes entre diferentes tratamentos comparados à adubação convencional da Usina Jalles Machado S.A..

O efeito do fator época de amostragem foi avaliado apenas para a variável número de perfilhos, considerando as seguintes interações: época de amostragem x modo de aplicação, época de amostragem x doses de torta de filtro e época de amostragem x modo de aplicação x doses de torta de filtro. Optou-se pela discussão em separado desta variável morfológica, por se tratar da única variável avaliada quanto ao efeito do fator época de amostragem.

4.1.1. Dose de torta de filtro

Os resultados apresentados na Tabela 5 mostram que não houve diferença significativa no número de perfilhos ha⁻¹ nas diferentes doses de torta de filtro, concordando

com Silva e Casagrande (1983), Orlando Filho e Rodella (1995), Teixeira (2005) e Weber *et al.* (1998).

Tabela 5 - Efeito do fator dose de torta de filtro sobre o número de perfilhos ha⁻¹ da cana-de-açúcar; Goianésia/GO, 2004.

Doses de torta de filtro (t ha ⁻¹)	Número médio de perfilhos ha ⁻¹
0	226542,95 a
10	246160,81 a
20	228892,94 a
40	223985,80 a
80	227143,94 a
CV%	8,863

Médias seguidas de mesma letra, não diferem entre si pelo, teste de Tucey, a 5%.

O nitrogênio e o fósforo são os principais nutrientes responsáveis pelo perfilhamento da cana-de-açúcar. A deficiência de fósforo limita o perfilhamento, resultando em baixo stand cultura, reduzindo o diâmetro do colmo e provocando o encurtamento dos internódios (DILLEWIJ, 1952; SILVA; MALAVOLTA *et. al.*, 1967; CASAGRANDE, 1983; CLEMENTS, 1980).

Orlando Filho e Rodella (1995), Weber *et al.*(1998) e Teixeira (2005) estudaram os efeitos de diversas doses e épocas de aplicação de nitrogênio sobre soqueiras de cana-de-açúcar e também não observaram diferença significativa no número de perfilhos ha-1.

Weber *et al.* (1998), estudando a recuperação da produtividade em soqueiras de cana-de-açúcar com adubação NPK em Cambará/PR, constataram que não houve diferença significativa para número de perfilhos, com a aplicação ou não de adubo fosfatado.

No caso do fósforo, mesmo com os baixos teores de P₂O₅ (2,4 mg dm⁻³) apresentados na amostra de solo coletada antes da instalação do experimento, as diferentes doses de torta de filtro aplicadas não influenciaram significativamente no número

de perfilhos observados, concordando com resultados obtidos por Weber et al. (1998), Orlando Filho e Rodella (1995), Weber et al.(1998),e Teixeira (2005).

4.1.2. Interação entre modo de aplicação e época de amostragem

Houve diferença significativa no número de perfilhos na interação entre modo de aplicação da torta de filtro e a época de amostragem (Tabela 6). Observou-se um maior número de perfilhos para a torta de filtro aplicada na entrelinha incorporada ao solo aos 120 dias após a instalação do ensaio.

6 - Efeito da interação entre modo de aplicação da torta de filtro e época de amostragem sobre o número de perfilhos ha^{-1} da cana-de-açúcar; Goianésia/GO, 2004.

Época de amostragem (dias após aplicação da torta)	Número médio de perfilhos ha^{-1}	
	Modo de aplicação: na linha superficial	Modo de aplicação: na entrelinha incorporada
60	221648,66 a A	228131,52 a B
120	227203,76 b A	245197,24 a A
CV%	8,883	

Letras minúsculas na linha e maiúsculas na coluna. Médias seguidas por letras iguais não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5%.

Como a interação entre o modo de aplicação da torta de filtro e a época de amostragem foi significativa, os efeitos individuais observados para a época de amostragem (Tabela 7) e para o modo de aplicação da torta de filtro (Tabela 8) foram ignorados. Quando a interação entre dois ou mais fatores é significativa, sabe-se que o efeito potencial de cada fator sobre a variável em estudo dependerá dos demais fatores da interação, não sendo adequado avaliá-los isoladamente.

Tabela 7 - Efeito do modo de aplicação da torta de filtro sobre o número de perfilhos ha⁻¹ da cana-de-açúcar; Goianésia/GO, 2004.

Modo de aplicação	Número médio de perfilhos ha ⁻¹
Linha superficial	224426,20 b
Entrelinha incorporada ao solo	236664,38 a
CV%	8,863

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tuckey, a 5%.

Tabela 8 - Efeito da época de amostragem sobre o número de perfilhos ha⁻¹ da cana-de-açúcar; Goianésia/GO, 2004.

Época de amostragem (dias após aplicação da torta)	Número médio de perfilhos ha ⁻¹
60	224890,10 b
120	236200,50 a
CV%	8,863

Médias seguidas de mesma letra, não diferem entre si, pelo teste de Tuckey, a 5%.

A avaliação do número de perfilhos mostrou que o modo de aplicação da torta de filtro na linha sem incorporação ao solo inibiu o perfilhamento da cana-de-açúcar. Comportamento distinto foi observado quando o modo de aplicação adotado foi a aplicação da torta de filtro na entrelinha incorporada ao solo, sendo verificado um perfilhamento maior da cana-de-açúcar aos 120 dias após a aplicação da torta de filtro incorporada ao solo.

O maior número de perfilhos observado quando se aplicou a torta de filtro na entrelinha incorporada ao solo, com amostragem e contagem dos perfilhos conduzida após 120 dias da instalação do ensaio, pode ser atribuído a muitos fatores, alguns dos quais são discutidos a seguir.

A cultivar em estudo apresenta um ciclo de produção com pico de perfilhamento próximo aos 120 dias após o seu corte, justificando o maior número de perfilhos observado

quando se aplicou a torta de filtro na entrelinha incorporada ao solo, com contagem dos perfilhos conduzida após 120 dias da aplicação da torta de filtro, em relação ao observado para a contagem realizada após 60 dias da aplicação da torta de filtro, concordando com as observações feitas por Machado *et al.* (1982), Rocha (1984) e Prado (1988). Estes autores também verificaram que, durante o ciclo da cana-de-açúcar, o número de perfilhos atinge seu pico entre os 90 a 160 dias após o corte da cana, dependendo da variedade, época de colheita e fatores ambientais.

O menor número de perfilhos, quando a torta de filtro foi aplicada sobre a linha sem incorporação ao solo, também pode ser atribuído ao impedimento físico causado pela presença da torta de filtro. Campanhão (2003), analisando variáveis quantitativas e qualitativas da cultura da cana-de-açúcar, verificou, na ocasião da colheita, um número de colmos 11,4% inferior no tratamento onde o palhicho foi mantido sobre o solo, em relação ao tratamento onde o palhicho foi queimado. Associado ao impedimento físico, as altas temperaturas geradas pela fermentação da torta de filtro, favorecida pela aplicação da torta sem incorporação ao solo, podem levar à queima da cultura, contribuindo também para a redução e/ou paralisação no número de perfilhos (CARDOSO C.O.N. COPERSUCAR, 1984).

A incorporação da torta de filtro ao solo, quando aplicada na entrelinha, otimiza a reação da matéria orgânica da torta de filtro no solo formando húmus, proporcionando um excelente ambiente radicular e potencializando a absorção de nutrientes. Em concordância com o resultado observado, Lima e Anderson (1997) observaram que a incorporação da torta de filtro até aproximadamente 0,30 m de profundidade promove uma melhor atividade da micro, meso e macrofauna do solo, permitindo maior interação entre as frações orgânica e mineral do solo. Tais observações também concordam com Nunes (2005) que também relata que a matéria orgânica da torta de filtro reduz a fixação do fósforo pelos óxidos de ferro e alumínio, bloqueando os sítios de fixação com os radicais orgânicos, formando quelatos solúveis de ferro, manganês, zinco e cobre, disponibilizando-os às raízes, mesmo quando aplicada na entrelinha da cultura.

4.1.3. Interação entre dose de torta de filtro e época de amostragem

Não houve diferença significativa no número de perfilhos ha⁻¹ na interação entre as diferentes doses de torta de filtro aplicadas e as diferentes épocas de amostragem para contagem de perfilhos (Tabela 9). Como a interação não foi significativa, conclui-se que

os efeitos sobre o número de perfilhos atribuídos à época de amostragem não dependem das doses aplicadas e vice-versa. Os efeitos das variáveis individuais doses de torta de filtro aplicadas em épocas de amostragem, encontram-se descritos nos itens 4.1.1 e 4.1.2, respectivamente.

Tabela 9 – Efeito da interação entre dose de torta de filtro aplicada e época de amostragem sobre o número de perfilhos da cana-de-açúcar; Goianésia/GO, 2004.

Dose de torta de filtro aplicada (t ha ⁻¹)	Número médio de perfilhos ha ⁻¹	
	Época de amostragem: 60 dias após a aplicação	Época de amostragem: 120 dias após a aplicação
0	228985,80	224100,10
10	242992,95	249328,68
20	225614,38	232171,51
40	209428,64	238542,96
80	217428,66	236859,24
CV%	8,863	

Médias não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5%.

4.1.4. Interação entre dose de torta de filtro e modo de aplicação

Não houve diferença significativa no número de perfilhos ha⁻¹ na interação entre as diferentes doses de torta de filtro aplicadas e os modos de aplicação da torta de filtro (Tabela 10). Como a interação não foi significativa, conclui-se que os efeitos sobre o número de perfilhos atribuídos às doses de torta de filtro aplicadas não dependem do modo de aplicação da torta de filtro e vice-versa. Os efeitos individuais das variáveis: doses de torta de filtro aplicadas e modo de aplicação da torta de filtro, encontram-se descritos nos itens 4.2.1 e 4.2.2, respectivamente.

Tabela 10 – Efeito da interação entre dose de torta de filtro aplicada e modo de aplicação da torta de filtro sobre o número de perfilhos da cana-de-açúcar; Goianésia/GO, 2004.

Dose de torta de filtro aplicada (t ha ⁻¹)	Número médio de perfilhos ha ⁻¹	
	Modo de aplicação: na linha superficial	Modo de aplicação: na entrelinha incorporada
0	226542,96	226542,96
10	240257,24	252064,39
20	228357,24	229428,65
40	215778,67	232192,95
80	211194,94	243092,95
CV%	8,863	

As médias não diferem entre si, pelo teste de Tuckey, a 5%.

4.1.5. Interação entre dose de torta de filtro, modo de aplicação e época de amostragem

A interação entre dose de torta de filtro, modo de aplicação da torta e época de amostragem não apresentou diferença significativa sobre o número de perfilhos da cana-de-açúcar (Tabela 11). Como a interação não foi significativa, conclui-se que os efeitos sobre o número de perfilhos atribuídos ao modo de aplicação independem das doses aplicadas em qualquer época de amostragem e vice-versa. Os efeitos das variáveis individuais: dose de torta de filtro aplicada, modo de aplicação e época de amostragem, encontram-se descritos nos itens 4.1.1 e 4.2.2, respectivamente.

Tabela 11 - Efeito da interação entre dose de torta de filtro aplicada, modo de aplicação da torta de filtro e época de amostragem sobre o número de perfilhos da cana-de-açúcar; Goianésia/GO, 2004.

Dose de torta de filtro aplicada (t ha ⁻¹)	Número médio de perfilhos ha ⁻¹			
	Época de amostragem: 50 dias após a aplicação		Época de amostragem: 80 dias após a aplicação	
	Modo de aplicação: na linha superficial	Modo de aplicação: na entrelinha incorporada	Modo de aplicação: na linha superficial	Modo de aplicação: na entrelinha incorporada
0	228985,80	228985,80	224100,10	224100,10
10	244242,95	241742,96	236271,53	262385,82
20	228542,95	222685,80	228171,52	236171,50
40	202628,64	216228,65	228928,68	248157,25
80	203842,92	231014,38	218546,96	255171,52
CV%	8,863			

As médias não diferem entre si, pelo teste de Tuckey, a 5%.

4.1.6. Contrastes

O efeito sobre o número de perfilhos da cana-de-açúcar para diferentes tratamentos comparados à adubação convencional da Usina Jalles Machado S.A. foi avaliado neste estudo.

Os tratamentos considerados foram: aplicação de 0, 10, 20, 40 e 80 t ha⁻¹ de torta de filtro na linha superficial e as mesmas doses aplicadas na entrelinha incorporada ao solo e a adubação mineral da usina (Tabela 3). A adubação mineral aplicada pela Usina Jalles Machado S.A. foi a seguinte: 61 kg ha⁻¹ de amônia anidra, 73 kg ha⁻¹ de MAP e 198 kg ha⁻¹ de cloreto de potássio, o que corresponde a 50 kg ha⁻¹ de N, 35 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 120 kg ha⁻¹ de K₂O.

A contagem do número de perfilhos para cada um dos tratamentos considerados foi realizada após 60 dias e 120 dias da instalação do experimento.

Não houve diferença significativa entre os contrastes dos diferentes tratamentos em relação à adubação mineral feita pela Usina Jalles Machado S.A., tanto na amostragem feita a 60 dias (Tabela 12), como a 120 dias (Tabela 13) da instalação do experimento.

Tabela 12 – Efeito dos contrastes sobre o número de perfilhos ha^{-1} aos 60 dias após a instalação do experimento; Goianésia/GO, 2004.

Contraste	Tratamentos	Diferença do número médio de perfilhos do contraste
1	T1 X T2	-10057,15 ns*
2	T1 X T3	5642,90 ns
3	T1 X T4	31557,15 ns
4	T1 X T5	30342,87 ns
5	T1 X T6	-7128,57 ns
6	T1 X T7	11500,00 ns
7	T1 X T8	17957,15 ns
8	T1 X T9	4600,00 ns
9	T1 X T10	5200,00 ns
10	T1 X T11	5200,00 ns
CV%		10,99

* ns não significativo, pelo teste F, a 5% de probabilidade.

Médias com sinal (-) significam que o tratamento adicional (T1) obteve média inferior ao fator que esta sendo comparado.

Através destes contrastes, observa-se que o número de perfilhos ha^{-1} obtidos no T1 foi igual aos obtidos nos demais tratamentos. Considerando a análise de solo da área do experimento, para se obter uma produtividade acima de 80 t ha^{-1} de cana-de-açúcar, seriam necessários 100 kg ha^{-1} de N, 40 kg ha^{-1} de P_2O_5 , 60 kg ha^{-1} de K_2O , 30 kg ha^{-1} de S (RIBEIRO *et al.*, 1999).

Tabela 13 – Efeito dos contrastes sobre o número de perfilhos ha⁻¹ aos 120 dias após a instalação do experimento; Goianésia/GO, 2004.

Contraste	Tratamentos	Diferença do número médio de perfilhos por contraste
1	T1 X T2	4685,71 ns
2	T1 X T3	12785,72 ns
3	T1 X T4	11971,43 ns
4	T1 X T5	22414,30 ns
5	T1 X T6	- 21428,58 ns
6	T1 X T7	4785,71 ns
7	T1 X T8	- 7200,00 ns
8	T1 X T9	- 14214,30 ns
9	T1 X T10	16857,15 ns
10	T1 X T11	16857,15 ns
CV%		7,35

* ns não significativo, pelo teste F, a 5% de probabilidade.

Médias com sinal (-) significam que o tratamento adicional (T1) obteve média inferior ao fator que esta sendo comparado.

Conforme discutido anteriormente, apesar da matéria orgânica da torta de filtro ter um importante papel na melhoria da fertilidade do solo e em suas propriedades físicas e microbiológicas, o efeito não significativo sobre o número de perfilhos dos tratamentos com torta de filtro comparados à adubação mineral da usina pode ser atribuído ao fato do fósforo e do nitrogênio da torta de filtro encontrarem-se na forma orgânica.

4.2 Modo de aplicação

O item 4.1 e seus subitens apresentaram as discussões sobre os efeitos dos diferentes fatores em estudo sobre a variável número de perfilhos. A partir deste item, as discussões serão apresentadas por fator avaliado, relatando-se, a cada fator, os resultados obtidos e os efeitos observados sobre as variáveis altura, diâmetro de colmos, BRIX do caldo, POL da cana, TCH e TPH.

Avaliou-se os efeitos da aplicação da torta de filtro na linha superficial e na entrelinha incorporado ao solo sobre variáveis altura, diâmetro, BRIX, POL, TCH e TPH. Os resultados mostram que os efeitos sobre as variáveis em estudo revelaram-se estatisticamente iguais para os dois modos de aplicação da torta de filtro (Tabela 14). Estes resultados concordam com os obtidos por Tasso Júnior *et al.* (2000), em estudos sobre a produtividade e qualidade de cana-de-açúcar cultivada em solo tratado com adubação orgânica a base de lodo de esgoto, quando observaram que o modo de aplicação do lodo de esgoto (na linha ou na entrelinha da cana) não interferiu nas características quantitativas e qualitativas da soqueira.

Tabela 14 – Efeito dos modos de aplicação da torta de filtro sobre variáveis morfológicas, tecnológicas e de produtividade da cana-de-açúcar; Goianésia/GO,2004.

Modo de aplicação da torta de filtro	Altura média dos colmos (m)	Diâmetro médio dos colmos (cm)	BRIX médio (%)	POL médio (%)	TCH médio (t ha ⁻¹)	TPH médio (t ha ⁻¹)
Na linha superficial	2,98 a	2,136 a	22,55 a	16,78 a	89,74 a	15,19 a
Na entrelinha incorporada	2,93 a	2,14 a	22,86 a	16,99 a	89,79 a	15,02 a
CV%	6,144	4,838	3,091	2,61	10,24	9,993

Médias, em mesma coluna, seguidas de mesma letra, não diferem entre si, pelo teste de Tucey, a 5%.

Conforme mencionado anteriormente, os diferentes modos de aplicação da torta de filtro não apresentaram diferença significativa sobre as variáveis em estudo. Sabe-se, porém, que devido à mobilidade do fósforo, a localização do adubo fosfatado no solo é

de fundamental importância para a eficiência da absorção deste nutriente. Schroo (1956) e Kovar e Barber (1989) observaram que para reduzir a fixação do fósforo pelo solo é importante aumentar o teor de fósforo num volume limitado de solo ao redor do sistema radicular das plantas. Já Nunes (2005) afirma que a matéria orgânica da torta de filtro tem um importante papel na melhoria da fertilidade do solo e em suas propriedades físicas, reduzindo a fixação do fósforo pelos óxidos de ferro e alumínio, bloqueando os sítios de fixação de fósforo com os radicais orgânicos e disponibilizando-o às raízes, mesmo quando a torta de filtro é aplicada na entrelinha da cultura. Além disso, a incorporação da torta de filtro promove uma melhor atividade da micro, meso e macrofauna do solo, otimizando a reação da matéria orgânica da torta de filtro no solo e formando húmus, permitindo maior interação entre as frações orgânica e mineral do solo com uma maior estabilidade de agregados, proporcionando um excelente ambiente radicular e potencializando a absorção de nutrientes. Diante destas considerações, os resultados observados mostram que as vantagens proporcionadas pela incorporação da torta de filtro, quando aplicada na entrelinha, igualaram-se às vantagens alcançadas pela aplicação da torta de filtro na linha superficial, justificando-se assim o efeito não significativo sobre as variáveis em estudo para os dois modos de aplicação avaliados.

4.3 Dose de torta de filtro

Avaliou-se os efeitos da aplicação de diferentes doses de torta de filtro sobre as variáveis altura e diâmetro de colmos, TCH, TPH, BRIX e POL. Foram consideradas as doses de 10, 20, 40 e 80 t ha⁻¹ de torta de filtro e a testemunha absoluta.

As variáveis que apresentaram ganho com o aumento das doses de torta de filtro foram: altura de colmos (Figura 9), TCH (Figura 10) e TPH (Figura 11).

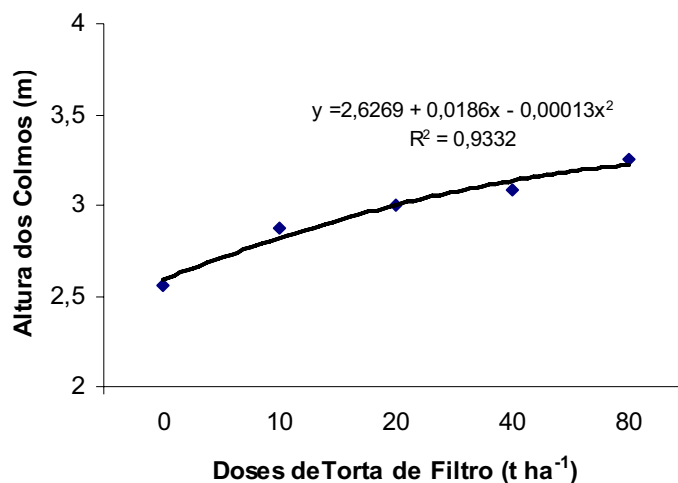


Figura 9- Altura média dos colmos da cana-de-açúcar em função das diferentes doses de torta de filtro aplicadas; Goianésia/GO, 2004.

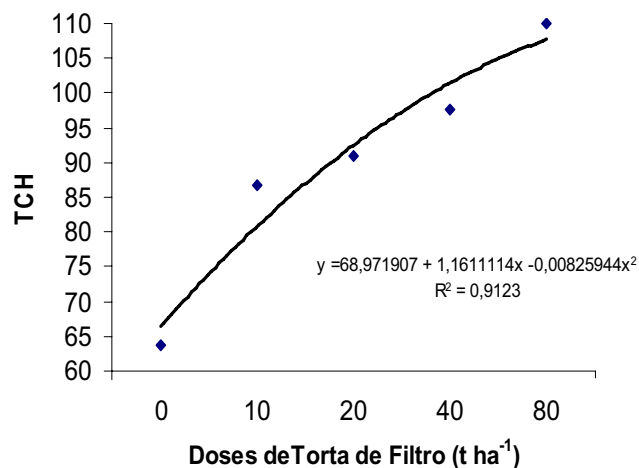


Figura 10. Produtividade média de colmos de cana-de-açúcar (TCH) em função das diferentes doses de torta de filtro aplicadas; Goianésia/GO, 2004.

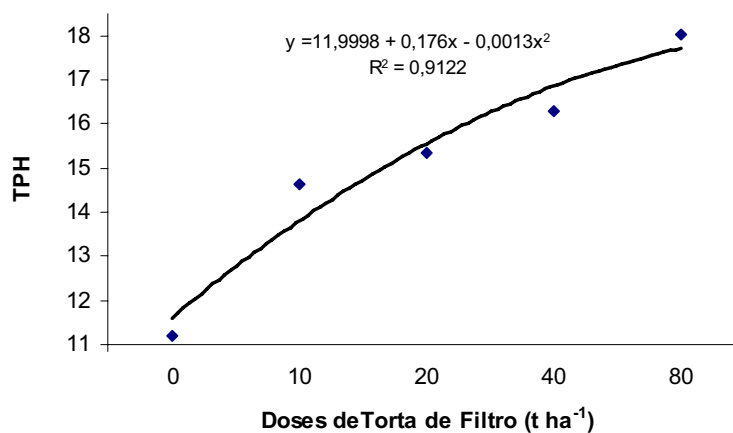


Figura 11 - Produtividade média de sacarose na cana-de-açúcar (TPH) em função das diferentes doses de torta de filtro aplicadas; Goianésia/GO, 2004.

As Figuras 9, 10 e 11 mostram que os polinômios de regressão, para avaliar os efeitos das diferentes doses de torta de filtro aplicadas sobre as variáveis altura de colmos, produtividade de colmos e produtividade de sacarose, resultaram em equações quadráticas, com valores elevados para os coeficientes de determinação (R^2), indicando que grande proporção da variação do eixo y pode ser atribuída às diferentes doses de torta de filtro aplicadas.

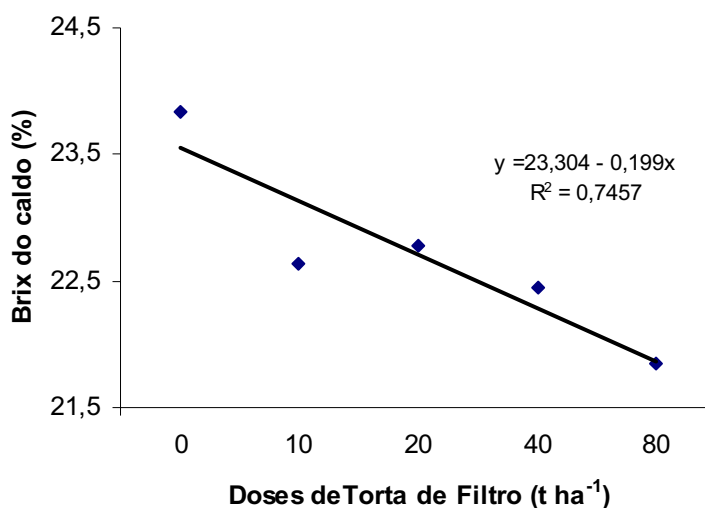


Figura 12 – Teor médio de sólidos totais do caldo da cana-de-açúcar (BRIX%) em função das diferentes doses de torta de filtro aplicadas; Goianésia/GO, 2004.

As variáveis BRIX (Figura 12) e POL (Figura 13) apresentaram queda em seus valores com o aumento das doses de torta de filtro aplicadas.

A Figura 12 mostra que BRIX no caldo da cana-de-açúcar apresentou resposta linear para as diferentes doses de torta de filtro aplicadas, com inclinação da reta negativa indicando uma relação inversamente proporcional entre Brix do caldo da cana e dose de torta de filtro aplicada.

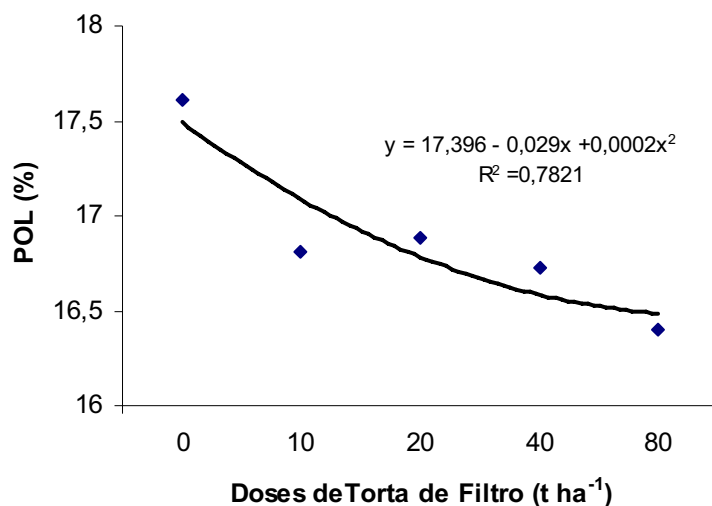


Figura 13 – Teor médio de sacarose da cana-de-açúcar (POL%) em função das diferentes doses de torta de filtro aplicadas; Goianésia/GO, 2004.

A Figura 13 mostra que o polinômio de regressão, para avaliar os efeitos das diferentes doses de torta de filtro aplicadas sobre a variável POL% da cana, resultou em uma equação quadrática, com valor elevado para o coeficiente de determinação (R^2), indicando que grande proporção da variação do eixo y pode ser atribuída às diferentes doses de torta de filtro aplicadas.

O fator diâmetro dos colmos não apresentou diferença significativa para as diferentes doses de torta de filtro aplicadas, conforme se pode observar na (Tabela 15).

Tabela 15 - Diâmetro médio de colmos de cana-de-açúcar em função das diferentes doses de torta de filtro aplicadas; Goianésia/GO, 2004.

Doses de torta de filtro aplicadas (t ha ⁻¹)	Diâmetro médio de colmos (cm)
0	2,12 a
10	2,07 a
20	2,17 a
40	2,16 a
80	2,17 a
CV%	4,838

Médias seguidas de mesma letra, não diferem entre si, pelo teste de Tucey, a 5%.

A aplicação de torta de filtro proporcionou ganho na altura (m) (Figura 9) e na produtividade de colmos da soqueira ($t\ ha^{-1}$) (Figura 10) e mesmo com a queda na qualidade tecnológica da cana, medida pelo BRIX % (Figura 12) e POL % (Figura 13), houve aumento da produtividade sacarose por área ($t\ ha^{-1}$) (Figura 11).

Os ganhos observados podem ser explicados pela alteração da fertilidade do solo proporcionada pela torta de filtro, que leva a uma nutrição mais adequada da cana-de-açúcar. Os efeitos das diferentes doses de torta de filtro sobre as variáveis diâmetro e altura de colmos, TCH, TPH, BRIX e POL podem ser atribuídos, em grande parte, aos benefícios proporcionados pela matéria orgânica da torta de filtro e pelos nutrientes nela encontrados, destacando-se o fósforo e nitrogênio.

Em estudo sobre torta de filtro aplicada em argissolo e seus efeitos agrônômicos em de cana-de-açúcar, realizado por Nardin (2007), não foi observado efeito da aplicação deste subproduto no teor de sacarose da cana (POL % cana), entretanto a produção de sacarose por hectare ($t\ pol\ ha^{-1}$), que representa o efeito associado da produtividade agrícola e da maturação, apresentou diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade.

Menores valores de $pol\ ha^{-1}$ ocorridos no tratamento onde se aplicou torta de filtro no sulco poderiam ser explicadas por alto teor de matéria orgânica e alta capacidade de retenção de água proporcionada pela aplicação da torta juntamente ao sistema radicular (PENATTI, 1989), comprometendo a indução de maturação. Entretanto, a diminuição da POL pela aplicação da torta de filtro no sulco não é verificada nas condições de plantios comerciais, conforme observado por Nunes Júnior (1983).

Silva *et al.* (1997), em ensaio sobre produtividade de cana-de-açúcar cultivada em solo adubado com lodo de esgoto, observaram ganho de produtividade de biomassa de colmos (TCH) da soqueira e aumento da produtividade em sacarose (TPH), atribuindo estes aumentos à alteração da fertilidade do solo promovida pela aplicação do lodo de esgoto. Ferreira *et al.* (1986), em ensaios conduzidos em três usinas, para diferentes doses de torta de filtro (0, 5 e $10\ t\ ha^{-1}$) aplicadas em soqueira de cana-de-açúcar, também observaram uma regressão quadrática para a variável TCH, não verificando, entretanto, efeito significativo do uso da torta de filtro sobre as variáveis tecnológicas da cana-de-açúcar.

Oliveira *et al.* (2004), em ensaio sobre análise técnica e econômica do uso de compostos orgânicos na adubação de cana soca, também observaram aumento

significativo na produtividade de cana ha^{-1} (TCH) com o aumento das doses de composto orgânico, atribuindo este incremento de produtividade à melhoria na estrutura do solo, ao aumento da capacidade de infiltração e retenção de água, da aeração, da atividade e biomassa microbiana e, principalmente, à maior disponibilidade de nutrientes, especialmente do fósforo adicionado como fertilizante.

Estudos feitos por Korndörfer *et al.* (1997), sobre o efeito do fósforo na produção da cana-de-ano e cana soca em solo de cerrado, mostram um aumento de 17,8 para 21,6 t ha^{-1} na produção acumulada de açúcar (TPH), cana-de-ano mais cana soca, com o aumento das doses de fósforo aplicadas. Neste sentido, Humbert (1963) relata que somente 11% dos experimentos avaliados por ele apresentaram aumentos significativos nos rendimentos de açúcar em virtude da aplicação de fósforo.

Como os resultados das análises estatísticas da POL% da cana revelaram efeitos significativos para as diferentes doses de torta de filtro aplicadas, havendo diminuição de POL% com o aumento das doses de torta de filtro aplicadas, infere-se que as variações observadas nas produções de açúcar (TPH) foram conseqüências do aumento da produção agrícola (TCH), concordando com Silva *et al.* (1977) e Zambello Jr. *et al.* (1977), que atribuem as variações na produção de açúcar, quando ocorrem, aos efeitos positivos da adubação sobre a produtividade de colmos. Neste sentido, Nunes *et al.* (1988), em ensaio realizado na Usina Barra Grande, sobre o desempenho de quatro variedades de cana-de-açúcar, em quatro cortes, conduzidos na presença e ausência de torta de filtro, observaram que parcelas que receberam torta de filtro no sulco de plantio apresentaram valores de POL% um pouco menores, quando comparadas com áreas que não receberam a torta de filtro, tanto em cana planta, como em cana soca, atribuindo este efeito à melhoria da fertilidade do solo, que induziu a cana-de-açúcar a uma maior vegetação e, como conseqüência, a um menor acúmulo de sacarose. Já Ferreira *et al.* (1986), em ensaios conduzidos em três usinas, para diferentes doses de torta de filtro (0, 5 e 10 t ha^{-1}) aplicadas em soqueira de cana-de-açúcar, não observaram efeito significativo do uso da torta de filtro sobre as variáveis tecnológicas da cana-de-açúcar.

Humbert (1963), em ensaio sobre diferentes doses de adubação fosfatadas, não verificou diferença significativa nos teores de POL da cana para as diferentes doses aplicadas, apresentando os seguintes valores de POL da cana: 14,65; 14,51;

14,38 e 13,77%, para as doses 0, 60, 160 e 180 kg ha⁻¹ de P₂O₅, respectivamente. Neste sentido, Samuels e Landrau Jr. (1954), Zambello Jr. *et al.* (1977), Orlando Filho e Zambello Jr. (1980), Silva (1983), Korndörfer (1990), Pereira *et al.* (1995) e Jarussi (1998), em ensaio conduzido para avaliar os efeitos da aplicação de diferentes doses de fósforo, também não observaram diferença significativa para o POL % da cana, tanto em cana planta, como em cana soca, independentemente da fonte de fósforo utilizada. Já Cardoso e Toledo (1988), em experimento com terceira soca, observaram que as médias de POL % da cana decresceram significativamente com doses crescentes de fósforo aplicadas por ocasião do cultivo.

Teixeira (1999), para avaliação do efeito de diferentes doses de nitrogênio (0, 100, 150, 200 e 250 kg ha⁻¹) sobre o parâmetro TCH em segunda soca, revelou resposta positiva entre as diferentes doses de nitrogênio aplicadas para este parâmetro. Em ensaio semelhante, Weber *et al.* (1998) também observaram resposta positiva na produtividade de colmos de cana entre diferentes doses de nitrogênio (0, 50, 100 e 150 kg ha⁻¹) aplicadas em terceira soca de cana-de-açúcar.

Resende (2000) observou que a aplicação de nitrogênio (80 kg ha⁻¹ na forma de uréia) afetou negativamente as características tecnológicas da cana, sendo este efeito compensado pelo ganho verificado para na produtividade de colmos de cana, o que leva a uma maior produção de açúcar. No mesmo sentido, Korndörfer (1992) observou que a adubação nitrogenada está normalmente associada ao maior crescimento vegetativo, o que determina, invariavelmente, plantas com maior teor de umidade. Como o teor de sólidos totais (Brix %) é inversamente proporcional ao teor de umidade do caldo, pode-se concluir que os resultados observados corresponderam ao comportamento esperado.

Silva e Casagrande (1983) afirmaram que a deficiência de fósforo reduz o diâmetro do colmo e provoca o encurtamento dos internódios, justificando assim a resposta positiva em relação à adubação com torta de filtro, para a altura dos colmos de cana.

4.4 Interação entre dose de torta de filtro e modo de aplicação

Avaliou-se os efeitos da interação entre doses de torta de filtro e modos de aplicação da torta sobre as variáveis altura e diâmetro de colmos (cm), TCH, TPH, BRIX (%) e POL (%).

Os resultados encontrados mostram que não houve diferença significativa, para a interação entre dose de torta de filtro e o modo de aplicação, para nenhuma das variáveis avaliadas. Portanto, a dose de torta de filtro que favorece o aumento das variáveis altura e diâmetro de colmos (Tabela 16), TCH e TPH (Tabela 17), BRIX e POL (Tabela 18) não depende do modo de aplicação da torta de filtro.

Tabela 16 – Efeito da interação entre dose de torta de filtro aplicada e modo de aplicação da torta de filtro sobre a altura e diâmetro de colmos de cana-de-açúcar; Goianésia/GO, 2004.

Dose de torta de filtro aplicada (t ha ⁻¹)	Altura média de colmos (m)		Diâmetro médio de colmos (cm)	
	Modo de aplicação: na linha superficial	Modo de aplicação: na entrelinha incorporada	Modo de aplicação: na linha superficial	Modo de aplicação: na entrelinha incorporada
	0	2,56	2,56	2,12
10	2,88	2,86	2,08	2,06
20	2,92	3,08	2,12	2,22
40	3,14	3,02	2,14	2,18
80	3,38	3,12	2,22	2,12
CV%	6,144		4,838	

As médias não diferem entre si, pelo teste de Tuckey a 5%.

Tabela 17 – Efeito da interação entre dose de torta de filtro aplicada e modo de aplicação da torta de filtro sobre o BRIX %no caldo da cana-de-açúcar e POL %da cana-de-açúcar; Goianésia/GO, 2004.

Dose de torta de filtro aplicada (t ha ⁻¹)	BRIX do caldo (%)		POL da cana (%)	
	Modo de aplicação: na linha superficial	Modo de aplicação: na entrelinha incorporada	Modo de aplicação: na linha superficial	Modo de aplicação: na entrelinha incorporada
0	23,84	23,84	17,61	17,61
10	22,61	22,67	16,58	17,03
20	22,44	23,12	16,73	17,04
40	22,20	22,68	16,67	16,78
80	21,67	22,00	16,28	16,51
CV%	3,091		2,610	

As médias não diferem entre si, pelo teste de Tuckey, a 5%.

Tabela 18 – Efeito da interação entre dose de torta de filtro e modo de aplicação da torta de filtro sobre o TCH e TPH da soqueira; Goianésia/GO, 2004.

Dose de torta de filtro aplicada (t ha ⁻¹)	Produtividade média de colmos de cana-de-açúcar (TCH) (t ha ⁻¹)		Produtividade média de sacarose na cana-de-açúcar (TPH) (t ha ⁻¹)	
	Modo de aplicação: na linha superficial	Modo de aplicação: na entrelinha incorporada	Modo de aplicação: na linha superficial	Modo de aplicação: na entrelinha incorporada
0	63,67	63,67	11,22	11,22
10	85,57	87,74	14,36	14,90
20	91,32	90,59	15,27	15,43
40	97,90	97,36	16,30	16,30
80	110,24	109,59	17,96	18,09
CV%	10,237		9,993	

As médias não diferem entre si, pelo teste de Tuckey, a 5%.

4.5. Contrastes

Conforme relatado anteriormente, os tratamentos considerados foram: aplicação de 10, 20, 40 e 80 t ha⁻¹ de torta de filtro na linha superficial e as mesmas doses aplicadas na entrelinha incorporada ao solo; adubação mineral da usina e a testemunha absoluta (Tabela 3). A adubação mineral aplicada pela Usina Jalles Machado S.A. foi a seguinte: 61 kg ha⁻¹ de amônia anidra, 73 kg ha⁻¹ de MAP e 198 kg ha⁻¹ de cloreto de potássio, o que corresponde a 50 kg ha⁻¹ de N, 35 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 120 kg ha⁻¹ de K₂O.

Avaliou-se o efeito sobre as variáveis altura e diâmetro de colmos, TCH, TPH, BRIX e POL para diferentes tratamentos comparados à adubação convencional da Usina Jalles Machado S.A. (Tabela 19).

Tabela 19 - Efeito dos contrastes sobre as variáveis morfológicas, tecnológicas e de produtividade da cana-de-açúcar; Goianésia/GO, 2004.

Contraste	Tratamentos	Diferenças observadas por contraste					
		Altura de colmos	Diâmetro de colmos	BRIX	POL	TCH	TPH
		(m)	(cm)	(%)	(%)	(t ha ⁻¹)	(t ha ⁻¹)
1	T1 X T2	-0,06 ns*	-0,06 ns	0,38ns	0,00 ns	-10,60s	-1,78s
2	T1 X T3	-0,13 ns	-0,08 ns	0,55ns	0,05 ns	-16,36s	-2,70s
3	T1 X T4	-0,34 s**	-0,12 ns	0,79ns	0,11 ns	-22,94s	-3,72s
4	T1 X T5	-0,56 s	-0,20 ns	1,32s	0,50 ns	-35,27s	-5,38s
5	T1 X T6	-0,04 ns	-0,04 ns	0,32ns	-0,24 ns	-12,78s	-2,33s
6	T1 X T7	-0,26 s	-0,20 ns	-0,13ns	-0,16 ns	-15,63s	-2,77s
7	T1 X T8	-0,21 s	-0,16 ns	0,31ns	0,004 ns	-22,39s	-3,72s
8	T1 X T9	-0,30 s	-0,10 ns	0,99s	0,27 ns	-34,60s	-5,51s
9	T1 X T10	0,24 s	-0,10 ns	-0,85ns	-0,83 s	11,30s	1,36s
10	T1 X T11	0,24 s	-0,10 ns	-0,85ns	-0,83 s	11,30s	1,36s
CV%		5,48	5,29	3,08	2,56	6,40	6,42

*ns não significativo, pelo teste F a 5% de probabilidade.

** s significativo pelo teste F a 5% de probabilidade.

Médias com sinal (-) significam que o tratamento adicional (T1) obteve média inferior ao fator que está sendo comparado.

O tratamento adicional T1 (adubação mineral da usina) foi significativamente inferior aos tratamentos T4, T5, T7, T8, T9, e superior aos tratamentos T10 e T11, não apresentando diferença significativa em relação aos demais tratamentos, para a altura de colmos. Observamos também que, para altura de colmos, a dose de 20 t ha⁻¹ de torta de filtro aplicada na entrelinha foi significativamente diferente de T1, enquanto que não houve diferença significativa para a mesma dose em relação a T1, quando a torta de filtro foi aplicada na linha sem incorporação. Este resultado pode ser atribuído ao fato da torta de filtro, quando incorporada ao solo, acarretar melhor disponibilidade de matéria orgânica, maior estabilidade de agregados, macroporosidade e teor de água no solo e menor densidade e valores de resistência do solo à penetração, comparando ao sistema sem incorporação, concordando com ensaios semelhantes feitos por Lima e Anderson, (1997) e Blair (2000).

Não houve diferença significativa entre o tratamento adicional e os demais tratamentos, para diâmetro de colmos.

O tratamento adicional foi significativamente superior aos tratamentos T5 e T9, não apresentando diferença significativa em relação aos demais tratamentos, para a variável BRUX do caldo. Os resultados observados mostraram diferença significativa a favor do T1, quando comparado a tratamentos com dose de 80 t ha⁻¹ de torta de filtro. Este comportamento pode ser atribuído ao maior crescimento vegetativo da cana, favorecido pela dose mais elevada de torta de filtro, levando a plantas com maior teor de umidade e com a conseqüente redução nos teores de sólidos totais no caldo (BRUX). Resultado semelhante a este foi observado por Resende (2000).

O tratamento adicional foi significativamente inferior apenas aos tratamentos T10 e T11, não apresentando diferença significativa em relação aos demais tratamentos, para a variável POL da cana. Embora o POL da cana diminua com o aumento das doses de torta de filtro, esta variável não foi influenciada quando comparado à adubação mineral da usina aos diferentes tratamentos com torta de filtro. Esperava-se uma diminuição do teor de sacarose da cana (POL %), para tratamentos com maior dose de torta de filtro (maior dose de nitrogênio e fósforo). Entretanto, observou-se que só houve diferença significativa entre a adubação mineral da usina em relação à testemunha absoluta, mostrando que houve maior POL na ausência de torta de filtro, e que as doses de tortas de filtro, mesmo as mais elevadas, não foram suficientes para reduzir o POL da cana, em relação a quando comparado à adubação mineral da usina.

O tratamento adicional foi significativamente superior a T10 e T11 e inferior aos demais tratamentos para a variável TCH e TPH. Considerando os resultados obtidos, observou-se, de maneira geral, que a aplicação da torta de filtro teve maior influência sobre as variáveis que responderam positivamente aos contrastes, que a adubação mineral da usina. Os resultados

obtidos podem ser atribuídos à deficiência em nutrientes apresentada pela adubação mineral da usina, que não forneceu as quantidades de N e P₂O₅ recomendadas por Ribeiro *et al.* (1999). Soma-se à deficiência apresentada pela adubação mineral da indústria o fato da torta de filtro, mesmo quando aplicada em doses baixas, ainda insuficientes para o fornecimento dos referidos nutrientes, fornecer outros nutrientes como matéria orgânica, Mg, Fe, Cu e Zn, influenciando positivamente o desempenho das variáveis. Neste sentido, verificou-se que mesmo doses baixas de torta de filtro (10 t ha⁻¹) proporcionaram diferenças significativas a favor dos tratamentos contendo torta de filtro, para TCH e para TPH, mostrando que, neste caso, os efeitos da matéria orgânica, acrescidos dos demais nutrientes (Mg, Fe, Cu, Zn) da torta de filtro, não fornecidos pela adubação mineral da usina, promoveram a diferença positiva em relação ao tratamento adicional. Para as doses mais elevadas de torta de filtro (20,40 e 80 t ha⁻¹), além dos efeitos da matéria orgânica fornecida pela torta de filtro, houve também o efeito do fornecimento de quantidades de N e P₂O₅ maiores que a quantidade fornecida pela adubação mineral da usina. Embora as quantidades de K₂O de todos os tratamentos com torta de filtro tenham sido inferiores a quantidade fornecida pela adubação mineral da usina, estas quantidades atenderam o recomendado por Ribeiro *et al.* (1999), não representando, portanto, nenhuma desvantagem para a torta de filtro em relação à adubação mineral da usina.

5. CONCLUSÕES

Com os resultados obtidos neste experimento, pode-se concluir:

- A produtividade de sacarose por hectare (TPH), a produtividade de colmos por hectare (TCH) e altura de colmos foram crescentes conforme se aumentou as doses de torta de filtro.
- POL e Brix foram decrescentes conforme se aumentou as doses de torta de filtro.
- O diâmetro médio dos colmos e o número de perfilhos não apresentaram resposta significativa para as diferentes doses de torta de filtro.
- O número de perfilhos da cana soca foi maior aos 120 dias após o corte, quando se aplicou a torta de filtro incorporada na entrelinha.
- Os diferentes modos de aplicação da torta de filtro não influenciaram na altura dos colmos, diâmetro dos colmos, Brix do caldo, POL da cana, produtividade de colmos (TCH) e produtividade de sacarose (TPH).
- Obteve-se melhores produtividades de sacarose por hectare (TPH) e de colmos por hectare (TCH) com a aplicação de torta de filtro do que com a adubação mineral da usina, mesmo quando na dose de 10 t ha^{-1} de torta de filtro.

6. REFERÊNCIAS

- ALEXANDER, A. G. **Sugarcane physiology**. Amsterdam: Elsevier, 1973. 172p.
- ALEXANDER, M.I.H. **Introduction to soil microbiology**. 4.ed. New York, John Wiley, 1967. 472p.
- AZEVEDO, H. M. DE. **Resposta da cana-de-açúcar a níveis de irrigação e de adubação de cobertura nos tabuleiros da Paraíba**. 2002, 112f, (Dissertação Mestrado)- UNIVERSIDADE FEDERA (Campina Grande: UFCG, 2002, 112p..
- BARBOSA, M.H.P.; OLIVEIRA, M.W.; DAMASCENO, C.M.; MENDES, L.C. **Acúmulo e alocação de nutrientes pela RB72454 no ciclo da cana-planta**. In. CONGRESSO NACIONAL DA SOCIEDADE DOS TÉCNICOS AÇÚCAREIROS E ALCOOLEIROS DO BRASIL, 8., Recife, 2002. **Anais**: Recife: STAB, 2002. p. 264-267.
- BEAUCLAIR, E.G.F. **Produtividade de cana-de-açúcar em função de alguns macronutrientes presentes no caldo e no solo**. 1994. 97f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas)—Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1994.
- BITTENCOURT, V. C.; PAIXÃO, A. C. S.; CESARIN, L. G.; SOUZA, S. R. Cana conquista o Mato Grosso do Sul. **IDEA News**, Ribeirão Preto, n. 63 jan. 2006. Disponível em: <<http://www.ideaonline.com.br/>>. Acesso em: 10 dez. 2006.
- BITTENCOURT, V.C.; ORLANDO FILHO, J; ZAMBELLO JÚNIOR, E. Determination of available P for sugarcane in tropical soil by extraction with H₂SO₄ 0,5N. In CONGRESS OF THE INTERNATIONAL SOCIETY OF SUGARCANE TECHNOLOGISTS – 16, 1977 São Paulo, **Proceedings**.. Sao Paulo: Inpress., 1978. v. 2, p.1175- 1186.
- BORDEN, R. J.; DENÍLSON, F. C. A study of optimum crop length. **Hawai Planters Records**, v.46, n.3, p.119-137, 1942.
- BRADY,N.C.; WEIL,R.R. **The nature and properties of soils**. Upper Saddle River: Prentice Hall,2002. 960p.

CALDEIRA, D.S.A. **Cinética e degradação de compostos orgânicos no solo.** Piracicaba, 1997. 62f. Dissertação (Mestrado) Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1997.

CAMPANHÃO, J.L. **Manejo da soqueira da cana-de-açúcar submetida à queima acidental da palhada remanescente da colheita mecanizada.** 2003. 76f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista. São Paulo-SP, 2003

CARDOSO, C. O. N.; TOLEDO, A. C. D. Compostagem de sub-produtos industriais: torta de filtro e vinhaça. In: SEMINÁRIO DE TECNOLOGIA AGRONÔMICA, 2., 1984, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Copersucar, 1984. p.205-214.

CASAGRANDE, A.A.; BUZOLIN, P.R.S.; MUTTON, M.A.; CAMPOS, M.S.; BARBOSA, J.C. Teores de fósforo e potássio no caldo de cana-de-açúcar crua e queimada, com e sem vinhaça e diferentes doses de nitrogênio. In: CONGRESSO NACIONAL DA SOCIEDADE DOS TÉCNICOS AÇÚCAREIROS E ALCOOLEIROS DO BRASIL, 7., Londrina, 1999. **Anais:** Piracicaba, STAB, 1999. p. 210-214.

CERRI, C. C.; POLO, A.; ANDREUX, F.; LOBO, M. C.; EDUARDO, B. P. Resíduos orgânicos da agroindústria canavieira: 1. características físicas e químicas. **STAB – açúcar, álcool e subprodutos**, Piracicaba, v.6, n.1, p.34-37, 1988.

CÉSAR, M. A. A.; DELGADO, A. A., CAMARGO, A. P.; BISSOLI, B. M. A.; SILVA, F. C. Capacidade de fosfatos naturais e artificiais em elevar o teor de fósforo no caldo da cana-de-açúcar (cana planta), visando o processo industrial. **STAB – açúcar, álcool e subprodutos**, Piracicaba, v.5, n.5/6, p.32-38, 1987

CÉSAR, M. A. A. **Estudo sobre o comportamento da cana “Bis” em relação às suas características agroindustriais.** 1970. 32f. Tese (Doutorado), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1970.

CONSELHO DOS PRODUTORES DE CANA, AÇÚCAR E ÁLCOOL DO ESTADO DE SÃO PAULO **Normas de avaliação da qualidade da cana-de-açúcar:** a qualidade da cana fornecida às unidades industriais São Paulo, 2003. Disponível em: <<http://www.unica.com.br/files/consecana/normaseprecos.pdf>>. Acesso em: 13 maio 2003.

COPERSUCAR. Projeto BRA/96/g31 – Gestão de energia por biomassa, bagaço da cana-de-açúcar e resíduos. **STAB – açúcar, álcool e subprodutos**, Piracicaba, v.16, n.5, p.21-22, maio/jun. 1998.

CORTEZ, L.; MAGALHÃES, P.; HAPPI, J. (1992) Principais subprodutos da agroindústria canaveira e sua valorização. **Revista Brasileira de Energia**, Universidade Federal de Campinas-SP, vol.2, nº. 2, 1992.

COSAN. **Mercado:** o Brasil no mercado mundial. Piracicaba, 2006. Disponível em: http://www.cosan.com.br/mercado_brasil.aspx. Acesso em: 08 dez. 2006.

COTRUFO, M. F.; SANTO, A.V. de, ALFANIA, A.; et al. Effects of urban heavy metal pollution on organic matter decomposition in *Quercus ilex* l. woods. **Environmental Pollution**, v.89, p.81-7, 1995.

DANIELS, J.; ROACH, B. T. Taxonomy and evolution. In: HINZ, D. J. (Ed.) **Surgacane improvement through breeding**. Amsterdam: Elsevier, 1987. 84p.

DELGADO, A. A.; CÉSAR M. A. A. Determinação de fosfatos em caldo e mosto de cana-de-açúcar. **STAB – açúcar, álcool e subprodutos**, Piracicaba, v. 2, n. 4, p. 42-45, maio/jun. 1984.

DELGADO, A. A.; CÉSAR M. A. A. **Elementos de tecnologia e engenharia do açúcar de cana**. Sertãozinho: Zanini, 1977. 3v.

DELGADO, A. A.; FERREIRA, L. J.; BARBIN, D. **Estudos sobre o comportamento do fósforo na clarificação do caldo de cana**. Brasil Açucareiro, Rio de Janeiro, v.82, n.1, p.55-75, jul. 1973.

DEMATTÊ, J.L.I. **Recuperação e manutenção da fertilidade dos solos**. KP Piracicaba: **POTAFOS** – (Encarte técnico. Informações Agronômica, Piracicaba, 2005 2ªp, h111)

FULLER, W. H; WARRICK, A.W. Soils in waste treatments and utilization. v. 1. Land treatment, v. 2. Pollutant Containment, Monitoring and Closure. CRC Press, Boca Raton, Flórida, v. 1. 268 p. v. 2. 235 p., 1986.

GLÓRIA, N. A. da; SANTA ANA, A. G.; BIAGI, E. **Composição dos resíduos de usina de açúcar e destilarias**. Brasil Açucareiro, Rio de Janeiro, v, 81 n.6, p. 78-87, 1973.

HONIG, P. **Principios de tecnologia azucarera**. México:Continental, 1969. v.1.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (BRASIL) **Produção agrícola municipal 2005** - Culturas temporárias e permanentes. Rio de Janeiro, 22 nov. 2006. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=740&id_pagina=1>. Acesso em: 08 dez. 2006.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (BRASIL). **Acompanhamento da Safra Brasileira Cana-de-Açúcar Safra 2007/2008**, primeiro levantamento. Brasília, maio. 2007. Disponível em: < <http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 01 jul.2007.

JARUSSI, R.O. **Efeito da adubação com termofosfato Yoorin na Produção Agrícola, absorção de P e qualidade do caldo da cana soca**. p.31, Universidade Federal de Uberlândia, 1998.

KIEHL, E.J. **Fertilizantes orgânicos**. Piracicaba: Agronômica Ceres, 1985. 492p.

LOPES, A. S; GUIMARÃES, P.T.G. (Coord.) **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 4ª aproximação**. Lavras, CFSEMG. 1989. 176p.

KORNDÖRFER, G. H. Resposta da cultura da cana-de-açúcar à adubação fosfatada. **Informações Agrônomicas**, Piracicaba, SP. v.102, p.7, jun. 2003.

KORNDÖRFER, G. H. **Fertilizantes fosfatados sólidos e fluidos na cana-de-açúcar**. 1990.91f Tese (Doutorado), Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1990.

KOVAR, J. L.; BARBER, S. A. Reasons for differences among soils in placement of phosphorus for maximum predicted uptake. **Soil Sci. Soc. Am. J.**, v.53, p.1733-1736, 1989.

LEITE, L.F.C.; MENDONÇA, E.S.; NEVES, J.C.L. et al. Estoques totais de carbono orgânico e seus compartimentos em argissolo sob floresta e sob milho cultivado com adubação mineral e orgânica. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Universidade Federal de Viçosa, MG, v.27, n.5, p.821-832, set./out.,2003.

MANHÃES, S. M. . Compostagem de resíduos agroindustriais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, EMBRAPA, Brasília-DF v. 28, n. 12, p. 1357 – 1361, dez. 1993.

MARINHO, M.L.; ALBUQUERQUE, G.A.C. Calibration of extractable phosphorus in soils for sugarcane in Alagoas, Brasil. In CONGRESS OF THE INTERNATIONAL SOCIETY OF SUGARCANE TECHNOLOGISTS, 16, São Paulo, 1977. **Proceedings**, Sao Paulo: Inpress., 1978. v. 2, p. 1283- 1292.

MATSUOKA, S.; GARCIA, A. A. F.; CALHEIROS, G. G. Hibridação em cana-de-açúcar. In: BOREM, A. (Ed.). **Hibridação artificial de plantas**. Viçosa:MG, 1999. p.221-254.

MEDEIROS, S.C.L.; RIBEIRO,S.R.;CONEGLIAN,C.M.R. Impactos da agroindústria canavieira, sobre o meio ambiente, In Fórum de Estudos Contábeis, 3.,2003, Limeira, 2003,p 7.

MEDEIROS, S.C.L. **Efeito da adubação fosfatada em plantio e em soqueiras de cana-de-açúcar**, 1988.

MEYER, J. H. The role of phosphorus in the production of sugarcane in South Africa. **Phosphorus in Agriculture**, n.78, p.23-32, 1980.

NUNES JÚNIOR, D. O insumo torta de filtro. **IDEA News**, 2005.

NUNES JÚNIOR, D. A redução da adubação e a produtividade. **STAB**, Piracicaba, v.17, n.3, p. 16, 1999.

NUNES JÚNIOR, D.; PINTO, R.S.A.; KIL, R.A. **Indicadores de desempenho da agroindústria canavieira**. Ribeirão Preto : Instituto de desenvolvimento agroindustrial, 1998, 119p.

OLIVEIRA, F. C.; MATTIAZZO, M. E.; MARCIANO, C. R.; ROSSETO, R. Efeitos de aplicações sucessivas de lodo de esgoto em Latossolo Amarelo distrófico cultivado com cana-de-açúcar: carbono orgânico, condutividade elétrica, pH e CTC. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Viçosa,MG v.26, p.505-519, 2002

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

ORLANDO, J.F.; SILVA, G.M.A.; LEME, E.J.A. Utilização agrícola dos resíduos da Agroindústria Canavieira. Nutrição e Adubação da Cana-de-açúcar no Brasil. **Coleção Planalsucar 2**. Piracicaba. 1983. (Coleção Planalsucar, 1).

ORLANDO FILHO, J.; ZAMBELO JÚNIOR, E. Influência da adubação NPK nas qualidades tecnológicas da cana-planta, variedade B41-76. **Brasil Açucareiro**, Rio de Janeiro, v.96, n.3, p.37-44, 1980.

PENSO, J.S.A.; BRAGA, J.M.; THIÉBAUT, J.T.L. Avaliação da solubilidade de fosfato de Patos. III - Mistura com torta de filtro e vinhaça. **Ceres**, v.29, p.516-525, 1982.

PEREIRA, J.R.; FARIA, C.M.B.; MORGADO, L.B. Efeito de níveis e do resíduo de fósforo sobre a produtividade de cana-de-açúcar em vertissolo. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília-DF, v.30,n.1, p.43-48, jan. 1995.

PINTO, L. F. G. **Avaliação do cultivo da cana-de-açúcar em sistemas agroflorestais em Piracicaba**. 2002,116f Tese (Doutorado em Agronomia - Fitotecnia), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba-SP 2002,

POLO, A.; ANDREUX, F.; CERRI, C.C.; LOBO, M. L. C. Resíduos orgânicos da agroindústria canavieira: 2. Decomposição biológica sob condições controladas. **STAB – açúcar, álcool e subprodutos**, Piracicaba, v.6, n.4/5, p.53-56, mar./jun. 1988.

PRASAD, M. Response of sugarcane to filter press mud and N, P and K fertilizers. I. Effect on sugarcane yield and sucrose content. **Agron. J.**, v.68, p.539-43, 1976.

PRASAD, M. The effect of filter press mud on the availability of macro and micronutrients. In: CONGRESS OF THE ISSCT, 15, 1974 Durban, 1974. **Proceedings...** v.2, p.568-575, 1974.

PRODUÇÃO de cana-de-açúcar deve bater recordes na safra 2005-2006. **UOL Economia**. São Paulo; 04 jan. 2006. Disponível em: <http://noticias.uol.com.br/economia/ultnot/efe/2006/01/04/ult1767u58086.jhtm>. Acesso em: 08 dez. 2006.

RAIJ, B. VAN; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. (Ed.) Cana-de-açúcar. In: **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas: Instituto Agrônomo, 1997. p.237-239 (Boletim Técnico, 100).

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 Agrônomo, 1996. 255p. (Boletim Técnico, 100).

RAMALHO, J.F., SOBRINHO, N.M. **Metais pesados em solos cultivados com cana-de-açúcar pelo uso de resíduos agroindustriais.** v. 8, n. 1, p. 120-129, 2001.

RODELLA, A.A.; SILVA, L.C.F. DA; FILHO, J.O. Effects of filter cake application on sugarcane yields. **Turrialba**, v. 40, n.3, p. 323 – 326,1990.

RODELLA, A.A.; ZAMBELLO JR., E.; ORLANDO FILHO, E. Effects of vinasse added to soil on pH and exchangeable aluminium content. In : CONGRESS OF INTERNATIONAL SOCIETY OF SUGARCANE TECHNOLOGISTS, 17,1983 Havana, **Proceedings**. Havana : José Marti, 1983. p.237-245.

RODELLA, A. A.; FERRARI, S. E. A composição da vinhaça e efeitos de sua aplicação como fertilizante na cana-de-açúcar. **Brasil Açucareiro**, Rio de Janeiro, v.90, n.7, p.380-387, 1977.

ROSSETTO, A.J.; RESENDE, L.C.L & ALONSO,J.C.; BUSSIOLI FILHO, S. MARGUERON, L.N.;SILVA, J.A.; MILLER, L.C. Sistemas de distribuição de vinhaça na Usina São João-SP.Saccharum **STAB**, São Paulo, v.1, n.3, p.37-47, 1978.

SILVA, G. M. de A. Influência da adubação na qualidade da cana-de-açúcar. In: ORLANDO FILHO, J. **Nutrição e adubação da cana-de-açúcar no Brasil.** Piracicaba: IAA/PLANALSUCAR, 1983. p.317-332.

SIQUEIRA, J.O. E FRANCO, A.A. Biotecnologia do solo: fundamentos e perspectivas. Brasília, MEC/ABEAS/ESAL/FAEPE, 1988. 236p. In: **Encontro sobre Matéria Orgânica do solo Problemas e Soluções**, 1992, Botucatu **Anais**: Botucatu: Faculdade de Ciências Agrônômicas, 1992. p.203.

SLEIGHT, D. M.; SANDER, D. H.; PETERSON, G. A. Effect of fertilizer of phosphorus. placement on the availability of phosphorus. **Soil. Sci. Soc. Am. J.**, v. 48, p.336-340, 1984.

SCHROO, H. The efficient use of phosphate fertilizers on acid phosphate fixing sugarcane soils. **Soc. Sug. Cane Technol.** Part 1, India, p.497-503, 1956.

UNIÃO DA AGROINDÚSTRIA CANAVIEIRA DE SÃO PAULO – ÚNICA.
Informação Única, ano 7, n.63, jan./fev. 2005.

VITTI, G.C.; MAZZA, J.A. Planejamento, estratégias de manejo e nutrição da cultura de cana-de-açúcar. **Informações Agronômicas**, 97:1-16.2002 (Encarte Técnico).

WARDLE, G.J.F. Quantitative use of phosphate fertilizers for sugarcane and factors affecting their efficiency. **South African Sugar Journal**, v. 52, n. II, p. 3-8, 1968.

ZAMBELLO JR., E. & ORLANDO FILHO, J. Efeito residual da adubação fosfatada em soqueiras de cana-de-açúcar. **Saccharum - STAB**, São Paulo, v. 4 n.12 p. 31- 36, jan. 1981.

ZAMBELLO JR., E.; HAAG, H.P.; ORLANDO FILHO J. Adubação NPK e localização do fertilizante em soqueiras de cana-de-açúcar, variedade **CB 41-76 - Brasil Açucareiro**, Rio de Janeiro, v.96 n.4 p.34 - 46, out. 1980.

ZILBILSKÉ, L. M. Dynamics of nitrogen and carbon in soil during papermill sludge decomposition. **Soil Science**, v. 143, p. 26 – 33, 1987.