**INFLUÊNCIA DA APLICAÇÃO DE COMPOSTO
DE LIXO URBANO NA CANA-DE-AÇÚCAR (*Saccharum* spp) E NA
FERTILIDADE DO SOLO**

ARIOVALDO FAUSTINO SOARES DA SILVA

Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof. Dr. **MARCO ANTONIO AZEREDO CESAR**

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Mestre em Ciências, Área de concentração: Ciência e Tecnologia de Alimentos.

PIRACICABA

Estado de São Paulo - Brasil

Março - 1999

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - Campus "Luiz de Queiroz"/USP

Silva, Ariovaldo Faustino Soares da

Influência da aplicação de composto de lixo urbano na cana-de-açúcar (*Saccharum spp*) e na fertilidade do solo / Ariovaldo Faustino Soares da Silva. - Piracicaba, 1999.
70 p.

Dissertação (mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1999.
Bibliografia.

1. Adubo de lixo 2. Adubo orgânico 3. Cana-de-açúcar 4. Compostagem 5.
Fertilidade do solo 6. Resíduo urbano I. Título

CDD 633.61

“Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte - O Autor”

Aos meus pais, **Ayrton** (*in memoriam*) e **Cremilde**

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À todos que contribuíram para a realização deste trabalho, em especial:

- Ao Prof. Dr. Marco Antonio Azeredo Cesar, por me conceder a oportunidade, pela dedicação e atenção dispensadas;
- Ao Dr. Fábio Cesar da Silva, que muito me apoiou, dedicou e assistiu na elaboração e confecção da presente dissertação;
- Ao Prof. Dr. Jorge Horii;
- A Rubens Cesar Pereira, Sylvino Torrezan e Luiz Carlos Rodrigues;
- À Nazareno Travagline Junior, Leandro Cesar Bizelli, Beatriz Mastrodi, Carlos A. F. Ribeiro e Hilkias Arruda Nicolau, André Vinicius Sesso;
- À Gislane Maria Martins Nóbilo, Regina Lúcia de M. Loureiro e Rosemary L. S. Mandro;
- À Constante Christofolletti, Eduardo Giovani Arthuso, Pedro Dorival Lucentini, Pedro Rossini Filho e Wilson Januário e Benedito Araújo;
- Ao Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" da Universidade de São Paulo, pela oportunidade concedida;
- Ao CNPq, pelo auxílio concedido na forma de Bolsa de Estudos, e da oportunidade de integrar às atividades de pesquisa do projeto integrado (Processo 350162/97-2).

SUMÁRIO

	Página
SUMÁRIO.....	i
LISTA DE FIGURAS.....	iv
LISTA DE TABELAS.....	vi
RESUMO.....	ix
SUMMARY.....	x
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1. O lixo urbano.....	3
2.1.1. Conceito e destino.....	3
2.1.2. Compostagem.....	4
2.2. Uso agrícola do composto.....	10
2.3. Potencialidade de Uso de Materiais Orgânicos (Composto de Lixo) na Cultura de Cana-de-Açúcar.....	15
2.3.1. Efeitos benéficos da adição de matéria orgânica ao solos e resposta da cultura de cana-de-açúcar à aplicação de fontes orgânicas de nutrientes.....	15
2.3.2. Efeito de matéria orgânica e do potássio na qualidade tecnológica da cana- de-açúcar: análise de riscos à maturação pela adição de composto de lixo...	16
3. MATERIAIS E METODOS.....	23
3.1. Características gerais do local, do composto de lixo domiciliar e do cultivar de cana de açúcar.....	23
3.1.1. Localização.....	23

3.1.2. Clima.....	23
3.1.3. Características de fertilidade do solo.....	23
3.1.4. Composição do composto de lixo.....	24
3.1.5. Cana-de-açúcar.....	25
3.2. Delineamento experimental.....	26
3.3. Amostragens e colheitas.....	27
3.3.3. Preparo das amostras de massa vegetal.....	27
3.4. Análises tecnológicas da cana.....	28
3.4.1. Brix % do caldo extraído (Brix % CE).....	28
3.4.2. Pol % do caldo extraído (Pol % CE).....	28
3.4.3. Pureza aparente % do caldo extraído - calculado (Pu % CE).....	28
3.4.4. Açúcares redutores % caldo extraído (AR % CE).....	28
3.4.5. Cinzas % caldo extraído (Cinzas % CE).....	28
3.4.6. Potássio.....	28
3.4.7. Fósforo.....	29
3.5. Transformação dos resultados %caldo em %cana.....	29
3.5.1. Fibra % Cana (F).....	29
3.5.2. Pol % Cana.....	29
3.5.3. Brix % Cana.....	29
3.5.4. Açúcares Redutores % Cana (AR%Canas).....	30
3.6. Peso de cana por hectare.....	30
3.7. Peso de açúcar por hectare.....	30
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	31
4.1. Condições Agrometeorológicas durante o Experimento.....	31
4.2. Composto de Lixo: Composição e Legislação.....	31
4.3. Composto de Lixo Urbano e a Fertilidade do Solo.....	31
4.4. Efeitos da aplicação de CL nas características tecnológicas da cana.....	37
4.4.1. Brix na cana.....	37
4.4.2. Pol na cana.....	40

4.4.3 Açúcares Redutores%Cana.....	41
4.4.4 Fibra e Umidade%Cana.....	42
4.4.5 Cinzas%Cana.....	44
4.4.6 Pureza aparente da cana.....	45
4.4.7 Açúcar Teórico Recuperável.....	46
4.5. Efeitos da aplicação de CL no número e peso dos colmos (t.ha-1) e de açúcar total (tPol.ha-1) e recuperável (TAH).....	47
4.6. Efeitos da aplicação de CL nos teores de P e de K no caldo	54
5. CONCLUSÃO	59
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	60

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Influência da aplicação de doses de composto de lixo na correção da acidez do solo, medida pela acidez ativa (a= pH), potencial (b= H + Al), soma (c= SB) e saturação por bases (d= V) aos 120 dap.....	34
Figura 2. Influência da aplicação de doses de composto de lixo na capacidade de troca de cátions (a = CTC), teores de cálcio (b=Ca) e de magnésio (c=Mg) aos 120 dap.....	35
Figura 3. Influência da aplicação de doses de composto de lixo nos teores de fósforo (a=P) e de potássio (b=K), com e sem interação com a fonte mineral do elemento (0, P, K, PK).....	36
Figura 4. Influência da aplicação de composto de lixo ao solo sobre as características tecnológicas da cana-de-açúcar (a=fibra; b=cinzas; c=umidade).....	39
Figura 5. Influência da aplicação de composto de lixo ao solo sobre a quantidade (a) e produtividade de colmos (b) e nas produções de açúcar total (Pol - c) e recuperável (ATR - d) por hectare.....	48
Figura 6. Influência da aplicação de doses de composto de lixo, suplementados	

ou não com P e/ou K nos teores de fósforo (a) e de potássio (b) no caldo de cana-de-açúcar.....	55
--	----

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1. Composição química e física do composto de lixo urbano	9
Tabela 2. Teores permissíveis de metais pesados no composto de lixo urbano em alguns países da Europa e Estados Unidos.....	10
Tabela 3. Teores totais máximos de metais pesados considerados admissíveis no solo.....	14
Tabela 4. Composição química média da torta de filtro (100g de torta úmida)....	17
Tabela 5. Composição média de diferentes tipos de vinhaça (Kg.m^{-3}).....	21
Tabela 6. Análise química e física do solo da área experimental.....	24
Tabela 7. Composição média do composto de lixo utilizado no experimento.....	25
Tabela 8. Valores médios obtidos para Brix na cana em função da adição de doses (t.ha^{-1}) de composto de lixo no decorrer das épocas, em dias após a sua aplicação.....	38
Tabela 9. Valores médios obtidos para Pol na cana em função das doses de composto de lixo no decorrer das épocas, em dias após a sua aplicação.....	40

Tabela 10.	Efeitos da adição combinada de doses de composto de lixo e de suplementação P,K e PK na Pol na cana (média de julho a outubro de 1997)	41
Tabela 11.	Valores médios obtidos para AR % Cana em função da aplicação de doses ($t.ha^{-1}$) de composto de lixo no decorrer das épocas em dias após a sua aplicação.....	42
Tabela 12.	Valores médios obtidos para Fibra % Cana em função da adição de doses ($t.ha^{-1}$) de composto de lixo no decorrer das épocas, em dias após a sua aplicação.....	43
Tabela 13.	Valores médios obtidos para Umidade % Cana em função da adição de doses ($t.ha^{-1}$) de composto de lixo no decorrer das épocas, em dias após a sua aplicação.....	44
Tabela 14.	Valores médios obtidos para Cinzas % Cana em função da adição de doses ($t.ha^{-1}$) de composto de lixo no decorrer das épocas, em dias após a sua aplicação.....	45
Tabela 15.	Valores médios obtidos para Pureza na cana em função da adição de doses de composto de lixo no decorrer das épocas, em dias após a sua aplicação.....	46
Tabela 16.	Efeitos da adição combinada de doses de composto de lixo e de suplementação P, K e PK na concentração de Açúcar Teórico Recuperável (ATR) em cana-de-açúcar, expresso em Kg/t. (média de 4 meses no decorrer de 1997).....	47
Tabela 17.	Efeitos da adição combinada de doses de composto de lixo e de	

suplementação P, K e PK no número de colmos de cana-de-açúcar por hectare (média de 6 meses finais no decorrer de 1997).....	49
Tabela 18. Efeitos da adição combinada de doses de composto de lixo e de suplementação PK na produtividade de colmos (TCH) de cana-de-açúcar em t.ha ⁻¹ na colheita do experimento (meados de outubro/1997).....	50
Tabela 19. Efeitos da adição combinada de doses de composto de lixo e de suplementação P,K e PK na produtividade em açúcar, em toneladas de Pol por hectare.....	52
Tabela 20. Efeitos da adição combinada de doses de composto de lixo e de suplementação PK na produtividade de Açúcar Teórico Recuperável por hectare (TAH).....	53
Tabela 21. Teores de fósforo no caldo (mg.L ⁻¹) em função das doses de composto de lixo no decorrer das épocas	54
Tabela 22. Teores de potássio no caldo (mg.L ⁻¹) em função das doses de composto de lixo no decorrer das épocas... ..	57
Tabela 23. Valor de correlação entre as produtividades da cana-planta, expressa em colmos colhidos aos 369 dap, em relação aos testes de algumas espécies químicas do solo, amostrados aos 120 dap.....	58

INFLUÊNCIA DA APLICAÇÃO DE COMPOSTO DE LIXO URBANO NA CANA DE AÇÚCAR (*Saccharum spp*) E NA FERTILIDADE DO SOLO

Autor: Ariovaldo Faustino Soares da Silva

Orientador: Marco Antonio Azeredo Cesar

RESUMO

Foram estudadas as características agrotecnológicas e os teores de P e K no caldo de cana-de-açúcar (variedade RB76-5418), como resposta à adubação com composto de lixo urbano aplicado isoladamente ou suplementado com P e/ou K, acompanhado pelos resultados de fertilidade do solo. O experimento foi conduzido em condições de campo em Piracicaba-SP., utilizando doses de 0, 30, 60 e 90 t.ha⁻¹ de composto de lixo (CL) também combinadas com doses de 120Kg.ha⁻¹ de P₂O₅ e 120Kg ha⁻¹ de KCl. Comparou-se ainda estes tratamentos com a adubação convencional (NPK na formulação 4-20-20) na base de 600Kg ha⁻¹, segundo recomendações baseadas na análise do solo realizada pela Cooperativa dos Plantadores de Cana de Piracicaba e interpretadas pelo critério do sistema IAC, utilizando a adubação fosfatada e potássica, isoladas ou em conjunto, comparadas com a fertilidade original do solo. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com 3 repetições, sendo os tratamentos estudados em esquema fatorial 4X2X2 (CL,P,K), totalizando 48 parcelas experimentais. Os dados obtidos permitiram o estabelecimento de relações com os tratamentos e ainda verificações das potencialidades de utilização do composto de lixo urbano como fertilizante na cultura de cana.

O CL aplicado ao solo neutralizou a acidez potencial totalmente, provocando ainda aumentos no seu pH, na CTC, na soma e na saturação por bases. A adição de CL elevou linearmente os teores de P e K no solo que promoveu aumentos proporcionais de seus teores no caldo. Todavia os teores de P e K no caldo foram também influenciados pela adição de fertilizantes fosfatado e potássico, respectivamente.

Não houve atraso na maturação da cana-de-açúcar pela adição de composto de lixo. Entretanto, a resposta ótima da cultura em acumulação de açúcar dos colmos ocorreu na combinação do composto com fertilizante (P ou K)

A adubação na forma de CL proporcionou aumento linear na resposta em produtividade de colmos e açúcar por hectare.

INFLUENCE OF THE MUNICIPAL WASTE COMPOST APPLICATION ON SUGAR CANE (*Saccharum spp.*) AND ON THE SOIL FERTILITY

Author: Ariovaldo Faustino Soares da Silva

Adviser: Marco Antonio Azeredo Cesar

SUMMARY

There were studied the agrotecnological characteristics and the P and K contents of sugar cane juice (RB76-5418 variety) as response of municipal waste compost (WC) fertilization, applied alone or supplemented with P and or K, in addition to the soil fertility results. The assay was conducted at field conditions at Piracicaba (Brazil), using 0, 30, 60, and 90t.ha⁻¹ WC dosages also combined with 120 Kg.ha⁻¹ of P₂O₅ and 120 Kg.ha⁻¹ of KCl. These treatments were compared to the conventional fertilization (NPK at 4-20-20 formulation) using 600Kg ha⁻¹ according to the soil analysis results recommendations of the “Cooperativa dos Plantadores de Cana de Piracicaba” (integrated for IAC system), and also to the P and K fertilization, alone or together, and to the soil original fertility. The assay was set up at random blocks with 3 repetitions, being studied at the 4x2x2 (WC, P, K) factorial scheme totalising 48 experiment parcels. The results allowed the establishment of relationships between the treatments and also verify the WC potentialities as a sugar cane culture fertilizer.

The WC applied to the soil totally neutralised the potential acidity, rising the pH, CTC, the bases sum and saturation the WC linearly rised the P and K contents of the soil, that promoted proportional increases of their contents in the juice. Nevertheless,

the juice P and K contents were also influenced by the phosphated and potassic fertilizers addition, respectively.

The WC manuring proportioned linear rise on stalk and sugar productivity responses.

1. INTRODUÇÃO

Uma das grandes preocupações da humanidade é a crescente geração de lixo domiciliar, o qual sofre destino inadequado. A compostagem do material orgânico desse lixo minimizará esse efeito, quando utilizado na adubação do solo, melhorará sua fertilidade para a agricultura. Assim sendo, o uso como insumo agrícola do composto do lixo sólido domiciliar reduz o custo de fertilizantes, sendo melhor opção do que depositar em lixões ou nos chamados aterros sanitários, comuns no Brasil. As vantagens podem ser mensuradas pelo baixo custo operacional; o uso do produto na fertilização do solo para a agricultura e a subsequente redução da poluição do ar e da água subterrânea, evitando a poluição ambiental reduzindo a carga orgânica e aumentando sua degradabilidade.

Com a população crescente nas cidades brasileiras, há um aumento nas gerações de resíduos denominados de lixo doméstico. A população brasileira é considerada predominantemente urbana, pois a maioria dos habitantes, 75% do total residem em cidades com mais de 20.000 habitantes.

Devido ao crescente aumento da população brasileira, a maior parte da matéria orgânica produzida na agricultura é encaminhada às cidades nas formas de alimentos e matérias-primas, que ao serem utilizadas transformam-se em resíduos orgânicos que após o descarte irão somar aos resíduos inorgânicos descartados

A composição desse lixo urbano varia de acordo com o local de origem, mas de modo geral, contém cerca de 50 a 60% de material orgânico, o que favorece a sua compostagem

A compostagem do lixo sólido diminui o volume a ser descartado e

obtendo-se, a partir dele, como produto final, um composto que pode ser utilizado na fertilização do solo, onde proporciona melhorias das características físicas, químicas e biológicas, devido à adição de matéria orgânica e aproveitamento dos nutrientes contidos na fração orgânica do lixo, para nutrir as plantas.

A aceitação e a aplicação de compostos de lixo urbano pela sociedade, encontra ainda barreiras e está relacionado com as características do composto. Os critérios que determinam a qualidade de um composto variam de acordo com seu uso. Contudo pode-se observar que a baixa aceitação se deve a requisitos tais como, aparência física incluindo odor e a presença de materiais inertes (pedaços de metais, madeiras, vidros e plásticos); nível de contaminação com elementos traços, compostos químicos orgânicos tóxicos e patógenos.

No caso concreto da cana-de-açúcar onde as operações agrícolas, na maioria dos casos, são mecanizadas e, portanto, há uma movimentação constante de máquinas e equipamentos, o que causa enormes prejuízos ao solo quanto à sua estrutura. Nesta ótica de idéias pode se considerar que o composto de lixo urbano, quando empregado na agricultura (cana-de-açúcar), redundará numa elevação considerável na produção e produtividade da cultura, em solos de baixa fertilidade. Além disso, o processo industrial da produção do açúcar e do álcool não devem permitir a passagem do metal pesado, eventualmente contido na planta vinculado à adição de composto de lixo na lavoura, para o produto final.

Todavia, apesar das vantagens enumeradas do uso agrícola do composto é necessário que se defina critérios que regulem a sua aplicação no solo, visando salvaguardar a qualidade ambiental. Pois, pode trazer problemas como a acumulação de metais pesados pela adição prolongada do composto de lixo, apesar dos teores originais no resíduo e no solo serem baixos, no caso particular da cana-de-açúcar.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. O lixo urbano

2.1.1. Conceito e destino

A geração de lixo domiciliar atinge patamar abundante e crescente, o qual traz grandes problemas ao meio ambiente e conseqüentes preocupações no intuito de amenizá-los.

O lixo é definido como os resíduos urbanos sólidos e semi-sólidos resultantes de toda e qualquer atividade humana ou animal e que não tenham valor ou utilidade suficiente para serem conservados (Resende, 1991).

As quantidades geradas diariamente de lixo urbano por habitante variam em função do tamanho da cidade, a saber:

- a) pequeno e médio porte: estima-se de 400-600g, valores que podem chegar a 1500g/hab/dia;
- b) grandes centros urbanos: a exemplo de São Paulo, em 1995, a produção diária de lixo foi da ordem de 12000t, das quais 9000 t eram de lixo domiciliar.

Entretanto, a compostagem do material orgânico desse lixo virá minimizar aquele efeito, e poderá participar melhorando a fertilidade do solo. Sendo assim, a compostagem do lixo sólido domiciliar é melhor opção do que depositar em lixões ou nos chamados aterros sanitários. As vantagens em comparação à deposição dos resíduos domiciliares a céu aberto podem ser mensuradas pelo baixo custo operacional: o uso do

produto obtido na agricultura e a subsequente redução da poluição do ar (mau cheiro), e da contaminação das águas superficiais e do lençol freático, não proliferação de insetos e pequenos animais transmissores de doenças, depreciação dos imóveis localizados nas proximidades, foco de doenças para pessoas que atuam como catadores de lixo (Alves, 1996). Todavia, esse material deve ser usado, preferencialmente, após estar decomposto (curtido). A compostagem é uma técnica eficiente para se conseguir a estabilidade da matéria orgânica e a redução de vários patógenos (FAO, 1978). Entretanto, atualmente o destino final do lixo predomina-se ainda a sua disposição em lixões a céu aberto, 25% em aterros sanitários, 13% em aterros controlados, 0,5% foram incineradas e 1,5% foram processada em usinas de reciclagem e compostagem (Melo et al., 1997).

A composição do lixo urbano varia em função do local de origem mas, de um modo geral, contém cerca de $500-600\text{g.kg}^{-1}$ de material orgânico. Essa fração pode ser sensivelmente aumentada com a coleta seletiva do lixo. Procura-se um tratamento integrado do lixo, que envolva a catação de vidro, material ferroso, pilhas, pano, papelão, que serão reciclados, restando o material orgânico, que pode ser compostado ou vermicompostado e então utilizado como adubo orgânico.

2.1.2. Compostagem

Kiehl (1985) define a compostagem como sendo um processo fermentativo microbiológico e controlado de decomposição de materiais orgânicos, transformando-os em um material mais estável e humificado.

A compostagem consiste na oxidação do material orgânico oriundo do lixo por uma sucessão rápida de populações microbianas sob condições aeróbicas, dando origem a um produto estabilizado, de coloração escura, em que os compostos orgânicos sofreram mineralização e processos de neo-síntese, assumindo natureza coloidal denominado composto. Apresenta uma relação C/N próxima de 10 e uma composição em elementos minerais que variam em função da origem do material que foi compostado e da técnica de compostagem empregada (Melo et al., 1997).

O processo de compostagem deve incluir uma fase termofílica, cuja temperatura situa-se na faixa de 45-65^o C, quando ocorre a higienização do material e uma fase de maturação ou cura, quando ocorre a humificação e a produção do composto propriamente dito (Pereira Neto & Stentiford, 1992).

O composto pode ser obtido em processos de sistemas abertos, onde a aeração é promovida pelo revolvimento do material em compostagem, ou em processos sofisticados denominados de sistemas fechados, de custos mais elevados, onde o controle da oxigenação é feita por meio de circulação forçada de ar envolvendo o uso de reatores, que permitem melhor controle da própria aeração, temperatura e umidade. No sistema aberto, o material orgânico é amontoado em leiras com seção triangular, as quais são revolvidas a intervalos de tempo para promover a aeração do meio (Melo et al., 1997).

Xin et al. (1992) citam vários parâmetros operacionais que podem afetar significativamente as propriedades do composto. 1) fonte e natureza da matéria prima a ser compostada; 2) o pré-tratamento; 3) temperatura de compostagem; 4) teor de umidade; 5) grau de aeração; 6) tempo de compostagem.

O lixo deve ser decomposto (parte orgânica) até atingir um material relativamente estável-húmus. Para tanto é necessário ajustar os parâmetros de compostagem, tais como: teor de umidade, aeração e tempo de preparo, os quais proporcionam efeitos significativos na desinfecção do composto, com destruição dos patógenos existentes no lixo e minimização do odor característico (Epstein & Epstein, 1989)

A velocidade de decomposição do lixo está em função de sua composição, pois os componentes podem ter diferentes graus de facilidades de degradação, tais como: carboidratos e proteínas são de fácil degradação; celulose e gorduras são pouco degradáveis; e lignina e queratina são de difíceis degradação (Cravo, 1995).

Segundo Cravo (1995) o pré-tratamento do lixo é um fator importante para obter um composto de melhor qualidade e de boa aparência, evitando com que se leve ao campo materiais com alto grau de contaminação do solo, como os fragmentos

metálicos, que podem principalmente modificar a composição química do composto. Ainda segundo o autor, esse é um processo físico que antecede a compostagem, podendo ser realizado manual ou mecanicamente, havendo uma separação de materiais como os plásticos, vidros, metais, papel e papelão.

Na fase de decomposição do material orgânico, provenientes do lixo, os microrganismos liberam energia natural de suas atividades biosintéticas, que aquecem o material em decomposição e atua favoravelmente para aumentar a intensidade do processo, desde que essa estejam dentro de certos limites (Cravo, 1995).

Temperaturas entre 40-70^o C indicam a fase de decomposição, temperaturas em queda entre 40-30^o C correspondem à fase de maturação e temperaturas constantes abaixo de 30^o C indicam o final do processo. Temperaturas acima de 75^o C são condições inadequadas do processo de compostagem pois, o processo passa a ser controlado por reações químicas, exalando odores desagradáveis (Grossi, 1993).

A mineralização dos componentes orgânicos ocorre na fase da decomposição quando a temperatura situa-se na faixa de 55 a 60^o C. Elimina-se também microrganismos patogênicos, insetos, larvas e sementes de ervas daninhas (Pereira Neto, 1997).

Umidade superior a 70% pode causar a deterioração dos materiais e inferior a 35% pode afetar a atividade microbiológica (Kiehl, 1985).

De acordo com Grossi (1993), para que haja melhor desempenho das atividades dos microrganismos, em se tratando das transferências dos nutrientes e produtos metabólicos para o meio onde estão, a umidade deve ser mantida na faixa de 45-70%.

Na compostagem do lixo urbano o sistema prevalecedor é o aeróbico (Pereira Neto, 1992).

O elemento oxidante no processo de decomposição aeróbica é o oxigênio do próprio ar, sendo fundamental a aeração dos resíduos orgânicos quando estes estão sendo compostados, criando condições favoráveis para o crescimento e metabolismo dos

microrganismos. Além da aeração manter a temperatura em condições favoráveis há decomposição do material orgânico (Egreja Filho, 1993)

O período de maturação do composto é variável. depende do material usado para a compostagem, podendo maturar em um espaço de tempo entre dois a seis meses (Cravo, 1995).

Salienta-se que o composto pode ser produzido de maneira bem simples, em processos denominados de sistemas abertos, onde a aeração é promovida pelo revolvimento do material em compostagem, ou em processos mais sofisticados, denominados de sistemas fechados, em que o controle da oxigenação é feita por meio de circulação forçada de ar. No sistema aberto, o material orgânico é amontoado em leiras com seção triangular, as quais são revolvidas a intervalos de tempo para promover a aeração do meio. O sistema fechado envolve o uso de reatores, que permitem melhor controle das condições de aeração, temperatura e umidade, mas, evidentemente, apresenta custos mais elevados (Melo et al., 1997).

Xin et al. (1992) define a maturação do composto como sendo o grau de estabilidade nas propriedades físicas, químicas, e biológicas. De acordo com Zuconni et al. (1981) no final da compostagem, obtém-se um composto maduro de fácil manuseio e contribui com decisão para a melhoria da estrutura e da fertilidade do solo, quando empregado na agricultura.

DeVleeschauwer et al. (1981), observaram que no composto imaturo haviam presenças de ácidos orgânicos (acético, propiônico, isobutírico e isovalérico). Enquanto que em compostos maturados encontraram apenas pequena quantidade de ácido acético. Ainda os autores verificaram que a presença de ácido acético inibiu a emergência de sementes *Lepidium sativum* L. quando esta dose ultrapassa o valor de 300 ppm.

O composto de lixo urbano ainda não possui boa aceitabilidade pela sociedade, devido as características do composto (Cravo, 1995).

No Brasil, o fator que conduz a produção de compostos de baixa qualidade se relaciona principalmente à presença de poluentes orgânicos e inorgânicos, e

a melhoria deste produto seria pela prática da coleta seletiva do lixo domiciliar, onde a obtenção do material não colocasse o meio ambiente em risco através de contaminações (Grossi, 1993; Egreja Filho, 1993).

Os critérios que determinam a quantidade de um composto variam de acordo com o uso. Os seguintes requisitos podem ser observados: a) aparência física, incluindo odor e a presença de materiais inertes, como: pedaços de metais, madeira, vidros e plásticos (Richard, 1990); b) nível de contaminação com elementos-traço, compostos químicos orgânicos tóxicos e patógenos (Epstein & Epstein, 1989; Richard, 1990; Walker & Odonnel, 1991); c) valor fertilizante e condicionador do solo (Airan & Ebell, 1980; De Haan, 1981).

Os compostos de lixo urbano possuem variações químicas amplas, devido as diferentes regiões geográficas, variação sazonal, diversidades de matérias primas e de usinas de compostagem com diferentes sistemas, tanto nas etapas de pré-tratamento como no controle do processamento (Xin et al., 1992). Esses autores, compararam dados analíticos de compostos de lixo dos Estados Unidos e da Europa e constataram uma variação tanto nos teores dos macro como dos micro elementos determinados, os teores de umidade também variaram de 20-50%, com uma matéria seca mantendo-se numa faixa de 50% com pouca variação. O pH das amostras analisadas mostraram-se neutros ou ligeiramente alcalinos.

Com relação aos teores de macronutrientes, o composto de lixo apresenta o N em quantidades relevantes (Berton & Valadares, 1991). Mas somente de 10 a 15% do N total do composto torna-se disponível no primeiro ano de cultivo (De Haan, 1981).

Uma aplicação de 30 t ha^{-1} de um composto de lixo com 40% de umidade, segundo (Berton & Valadares, 1991), adicionaria ao solo cerca de 200 kg de N, 36 kg de P (82 kg de P_2O_5), 56 kg de K (67 kg de K_2O) e 54 kg de S.

Os teores de P nos compostos de lixo urbano são consideravelmente mais altos do que aqueles da maioria dos solos agrícolas, mas, sua disponibilidade para as plantas é baixa (Cravo, 1995). De acordo com De Haan, (1981), tanto no primeiro como no segundo ano de cultivo o P ficou disponível do seu total, em 15%.

O composto de lixo urbano é rico em K e Na principalmente (Melo, et al., 1997). Segundo De Haan (1981), os teores de K são mais baixos do que a maioria dos solos agrícolas, mas sua disponibilidade é alta como o de muitos fertilizantes.

Com referência aos micronutrientes, geralmente apenas Zn, Fe e Cu apresentam-se com alguma expressão. Uma dosagem de 30 tha^{-1} de composto forneceria cerca de 5 kg de Zinco (Raij et al., 1985).

A composição química e física do composto de lixo (Berton & Valadares, 1991) é apresentada na Tabela 1.

Tabela 1. Composição química e física do composto de lixo urbano.

Componentes	Quantidade
MO	190 - 530g.Kg ⁻¹
pH água	6,8 - 8,3
C/N	8,0 - 16,1
Umidade	40g.Kg ⁻¹
N	1,0 - 1,5g.Kg ⁻¹
P	0,2 - 0,53g.Kg ⁻¹
K	0,3 - 0,6g.Kg ⁻¹
Ca	2,1 - 5,4g.Kg ⁻¹
Mg	0,3 - 0,5g.Kg ⁻¹
S	0,2 - 0,3g.Kg ⁻¹
Cu	162mg/dcm ³
Zn	262mg/dcm ³
Fe	1: 600mg/dcm ³

Fonte. adaptada de Berton & Valadares (1991)

Já a legislação brasileira considera o composto como um fertilizante composto, mas, não faz menção sobre o teor de metais pesados permissíveis, como ocorre em alguns países da Europa e nos Estados Unidos (Tabela 2).

Tabela 2. Teores permissíveis de metais pesados no composto de lixo urbano em alguns países da Europa e Estados Unidos.

País	Elementos (mg.Kg ⁻¹)						
	Pb	Cu	Zn	Cr	Ni	Cd	Hg
Alemanha	150	100	400	100	50	1,5	1
Minnesota (USA)	500	500	1000	1000	100	10	5
França	800				200	8	8
Áustria	900	1000	1500	300	200	6	4
Itália	500	600	2500	500	200	10	10
Suíça	150	150	500			3	3
Holanda	20	300	900	200	50	2	2

Fonte: adaptada de Grossi (1993).

2.2. Uso agrícola do composto

Quase toda a parte orgânica do lixo é reaproveitável quando este é compostado. É uma forma de reciclagem, onde este processo diminui o volume do lixo e o seu produto final pode ser usado na fertilização do solo, sendo possível, o reaproveitamento dos nutrientes contidos na fração orgânica do lixo (Cravo,1995). Além da riqueza em matéria orgânica e nutrientes para as plantas, deve ser salientado a ausência de microrganismos patogênicos, estas características são importantes, o que o torna recomendável para uso agrícola (Melo et al., 1997).

Messias & Moraes (1992) realizaram pesquisa com “milheto”, (*Pennisetum americanum*) empregando composto de lixo urbano da cidade de Olinda-PE, com 70 dias de compostagem. Utilizou-se de casa de vegetação e solo LVA, e doses crescentes de composto (10,20,30 e 40 t.ha⁻¹), com, e sem suplementação de N (80kg.ha⁻¹) na forma de bicarbonato de amônio e verificaram que a dose de 20 e 30t.ha⁻¹ propiciou uma maior produtividade.

Moraes & Selbach (1991) conduzindo experimento em campo, em solo Podzolitico Vermelho Escuro avaliaram o efeito do composto de lixo urbano sobre a produção da aveia (*Avena Strigosa*) e milho (*Zea mays*), mediante duas aplicações sucessivas nas doses de 20, 40, 80 e 160t.ha⁻¹ antes de cada cultura. Observaram uma resposta significativa do rendimento das culturas às adições de composto, sendo que os tratamentos com doses a partir de 80tha⁻¹ resultaram num rendimento de milho igual ou superior ao que obtido com fertilizante mineral. Houve um significativo aumento no pH do solo em todas as doses aplicadas do composto. A dose mais alta elevou o pH para 6,7. Os teores de N, P, K, Ca, Mg, C orgânico e a CTC do solo após a última cultura foram maiores do que os teores iniciais, com as doses a partir de 40t.ha⁻¹. Também as quantidades de fungos e bactérias, tendeu a aumentar com as maiores doses de composto.

Santos & Stamford (1991) estudaram em casa de vegetação, os efeitos de doses de fósforo na forma de fosfogesso, com e sem composto de lixo urbano do município de Igarassú-PE, no rendimento da leucena e nas características químicas de uma LVA distrófico. O fosfogesso foi aplicado ao solo nas doses equivalente a 0, 40 e 80ppm de P. Foi adicionada uma testemunha comparativa com 80 ppm na forma de superfosfato triplo, sem composto de lixo. A adição de composto de lixo ao solo favoreceu o rendimento da leucena, aumentando o peso dos nódulos em 60%; e elevou o pH e a disponibilidade de P no solo; reduziu a concentração de AL e não modificou significativamente os teores de Ca + Mg trocável do solo. Na presença de composto urbano, a disponibilidade de fósforo tendeu a diminuir com o aumento das doses de gesso.

Collier et al. (1992), testaram as doses de 0, 20 e 40t.ha⁻¹ de composto de lixo urbano da cidade do Rio de Janeiro, 3 fontes de Ca e Mg (calcário dolomítico, gesso agrícola e testemunha) e dois níveis de adubação mineral NPK (0 e 70kg na formulação 10-5-15). Os objetivos foram avaliar as alterações nos principais indicadores de fertilidade do solo e nos resultados de produção das hortaliças (berinjela e milho doce) cultivados em sucessão. O composto foi capaz de elevar os níveis de Ca e Mg no solo, superando as fontes de minerais; as doses de matéria orgânica proporcionaram elevação

significativa no pH, neutralizaram o teor de AL e reduziram a acidez potencial ($AL + H$) do solo; o K trocável apresentou elevação significativa com as doses de composto, o P assimilável (P_2O_5) já se encontrava elevado e não ocorreu elevação significativa. A produção de Ca e Mg e o milho doce apresentou boas produtividades, porém sem significância estatística.

Parra et al.(1997), com o objetivo de avaliar agronomicamente o composto de lixo urbano estudaram doses de 0 a $40t.ha^{-1}$, em um LRd. Encontraram significativa redução nos teores de $H^+ + AL^{3+}$, aumentos de pH e nos teores de P (Mehlich 1), o que elevou em 102% com a maior dose. Os incrementos nos rendimentos de algodão, em geral, foram baixos e variaram de 5-11% em quatro safras, das quais foram significativas somente em duas. Considerando-se os rendimentos acumulados nas sucessivas safras verificaram que estes cresceram com as doses estudadas.

Santana Filho et al. (1997), desenvolveram um trabalho com o objetivo de colonizar vegetalmente o horizonte C de um solo empregando sementes de gramíneas e leguminosas, em tratamentos com e sem composto de lixo. Obtiveram como resultado o rápido recobrimento da área e boa produção de matéria seca pelas plantas concluindo que a utilização do composto pode ser uma alternativa para recuperação de áreas degradadas.

Mazur et al. (1983), estudaram o efeito do composto de lixo urbano na disponibilidade de fósforo em solo ácido, empregando-se doses de $150kg.ha^{-1}$ de P (superfosfato triplo), de 150 e $450kg.ha^{-1}$ (Fosfato de Araxá). Os tratamentos foram testados na presença e ausência de composto de lixo urbano na dose de $30t.ha^{-1}$. Todos os tratamentos foram testados na presença de N e calagem. O experimento foi conduzido em casa de vegetação, empregando-se milho (*Zea mays*) como planta teste. Como resultado obtiveram somente a mineralização do composto que ocasionou elevação nos níveis de P assimilável e ainda nos tratamentos que receberam composto a média dos valores do pH elevou-se 5,2 para 5,7 com decréscimo médio do alumínio trocável de $0.55 meq/100 cm^3$

Em síntese a aplicação de composto ao solo promove elevação do pH (Messias & Moraes, 1992; Hernando et al., 1989). Em solos ácidos e com elevados

teores em Al, além de elevar o pH, o composto forma complexos estáveis com o metal, diminuindo sua disponibilidade para as plantas (Igue & Pavan, 1984).

Santos & Stamford (1993), observaram o efeito do composto urbano da Prefeitura de Recife, suplementado com fósforo, na correção e acidez do solo PVAL de textura média, em casa de vegetação, com doses de 0, 80, 160 e 240g.kg⁻¹ (superfosfato triplo). Cultivaram caupi como planta teste. Esses autores concluíram que o composto foi eficiente como corretivo do solo e também influenciou na disponibilidade de Ca, Mg e P. No nível 80g.kg⁻¹ de composto aumentou o pH de 4,8 para 6,7 neutralizando todo o alumínio trocável. As aplicações de 80, 160 e 240mg.kg⁻¹ de composto orgânico, proporcionaram aumentos de 100, 170 e 200% na disponibilidade de Ca+Mg, respectivamente. O P teve disponibilidade maior pela interação do composto + fósforo suplementar com acréscimos proporcionais aos níveis de composto. O nível de composto 160g.kg⁻¹ suplementado com 30mg.kg⁻¹ de P, proporcionou o maior aumento na disponibilidade de fósforo elevando o teor de 2,4 mgkg⁻¹ para 120mg.kg⁻¹.

Santos et al. (1994), com o objetivo de estudarem a influência do composto urbano, em casa de vegetação no desenvolvimento da *Leucena* inoculada com *Rhizobium loti* e com micorriza arbusculares (MVAf), com incorporação do composto no nível (5%) na base de volume, e aplicação crescente de fósforo nas doses de 0, 40 e 80mg.kg⁻¹ (super fosfato triplo) num Latossolo Vermelho Amarelo distrófico. Com a incorporação do composto orgânico quando inoculado com as micorrizas, propiciou um aumento de 57% na acumulação de N total na parte aérea da planta, e a adubação fosfatada favoreceu esta variável apenas na dose 80mg.kg⁻¹. O composto propiciou interações com a adubação fosfatada e, com as MVAf aumentou a absorção dos fósforo pela parte aérea das plantas em mais de 100%. A interação composto e fósforo aumentou a absorção em todas as doses usadas. A adição de 15t.ha⁻¹ de composto na presença da inoculação com *Rhizobium loti*, promoveu um aumento de 100% na produção de matéria seca da parte aérea das plantas. A adição de composto urbano, concluíram os autores, além de favorecer a nodulação (aumento em peso de 60%), a atividade da nitrogenase e o acúmulo do nitrogênio e do fósforo interagiu positivamente com o *Rhizobium loti* e com

o fungo MVAf, aumentando a absorção de N-total a de fósforo e beneficiou a fixação simbiótica de N_2 .

Quanto as propriedades físicas modificadas pela adição de composto de lixo, Hernando et al. (1989), observaram que ao aplicarem $60t.ha^{-1}$ de composto a um solo arenoso, após um período de 90 dias de incubação, houve aumento na porcentagem de agregados e na capacidade de retenção de água.

Já no tocante a metais pesados, diversos autores observaram efeitos da adição de composto de lixo : na alface e ervilha aumentos na absorção de Cu e Zn (Purves & Mackenzie, 1973) sem prejuízos para produção e fitotoxidez ao Zn na alface (Hernandez, 1992). Em termos de acumulação de metal pesado em olerícolas seria o Pb que concentraria-se no tecido foliar de acordo com Boon & Solstanpour (1992). Na cultura do milho, doses de composto de lixo de $30tha^{-1}$ durante 4 anos determinaram aumento no teor de Zn e Cd nas raízes, de Cu e Zn nos grãos, de Ni nas raízes no quarto ano; os teores de Pb e Cr nos grãos não foram afetados (Petruzzelli, 1989). A EPA (1983) já estabeleceu os teores de metais pesados considerados como permissíveis nos solos (Tabela 3).

Tabela 3. Teores totais máximos de metais pesados considerados admissíveis no solo.

Elementos	Concentração ($mg.kg^{-1}$)
Mn	500-900
Zn	50
Cu	100
Cd	1
Ni	40
Cr	100
Pb	25

Fonte: EPA (1983)

2.3. Potencialidade de Uso de Materiais Orgânicos (Composto de Lixo) na Cultura de Cana-de-Açúcar

2.3.1. Efeitos benéficos da adição de matéria orgânica ao solos e resposta da cultura de cana-de-açúcar à aplicação de fontes orgânicas de nutrientes.

A matéria orgânica do solo é de origem vegetal e animal. Seus componentes orgânicos são representados nos mais variados estados de decomposição (Kiehl, 1968).

O húmus é um componente do solo bastante transitório e deve ser renovado constantemente (Brady, 1968). Todavia, a reposição do húmus e estabilização no solo é dificultado no caso do cultivo de cana-de-açúcar, onde as operações agrícolas na maioria dos casos são mecanizadas. Portanto, há uma movimentação constante de máquinas e equipamentos, o que causaria enormes prejuízos ao solo quanto a sua estrutura, se medidas pertinentes não forem acionadas. Nesta ótica de idéias, pode-se afirmar que o composto de lixo urbano pode fornecer além de nutrientes a cultura da cana, também propiciará melhora nas propriedades físicas e biológicas dos solos. O que redundará numa elevação considerável na produção e produtividade da cana-de-açúcar, em solos de baixa fertilidade. Lembrando que não há solo fértil sem matéria orgânica, de modo que a produtividade de uma determinada cultura diminui quando se reduz o teor de húmus existente no solo (Gomes, 1950).

Kiehl (1968), afirma que a matéria orgânica dos solos se apresenta acumulada nos horizontes superficiais e mesmo assim o conteúdo deste material é reduzido.

Azeredo & Manhães (1983), citando diversos autores apontam os principais benefícios que matéria orgânica traz às propriedades do solo, sendo considerada como importante fator na produtividade agrícola:

- a) Aumento da disponibilidade de nitrogênio, fósforo e enxofre, através do processo de mineralização da matéria orgânica;

- b) Elevação da capacidade de troca de cátions;
- c) Diminuição da fixação de fósforo por óxidos amorfos, pois, os radicais orgânicos bloqueiam os sítios de fixação;
- d) Aumenta a agregação, reduzindo a suscetibilidade à erosão;
- e) Aumenta a capacidade de retenção de água;
- f) Favorece a atividade microbiana.

Deve ser ressaltado que o teor de carbono orgânico nos compostos (com base no peso seco) está em torno de 30%, valor considerado alto. O teor da matéria orgânica faz com que os compostos sejam excelentes condicionadores de solos, principalmente os pobres em matéria orgânica. Já os teores de N e P nos compostos de lixo urbano são relativamente superiores aos encontrados na maioria dos solos agrícolas, contudo suas disponibilidade para as plantas são baixas, uma vez que de acordo com De Haan (1981), somente 10 a 15% do N total do composto torna-se disponível no primeiro ano de cultivo, não existindo efeito residual no segundo ano. Em relação ao fósforo, até 15% do P contido no composto fica disponível no primeiro e segundo ano respectivamente. O composto de lixo é também uma importante fonte de K para as plantas.

Deve ser lembrado também que a adição de fontes orgânicas de nutrientes na cultura de cana-de-açúcar é comum, sendo os mais usuais a torta de filtro e a vinhaça. A vinhaça é uma adequada fonte de K para a cultura de cana-de-açúcar, enquanto a torta de filtro fornece principalmente P e Ca para o solo (Cesar & Silva, 1993).

2.3.2. Efeito de matéria orgânica e do potássio na qualidade tecnológica da cana-de-açúcar: riscos à maturação pela adição de composto de lixo.

A qualidade da cana-de-açúcar depende de uma série de fatores tais como, a variedade, condições climáticas, ciclo da cultura e do estado nutricional da planta (Korndorfer & Martins, 1992).

Na cultura da cana-de-açúcar é de prática comum o emprego da adubação orgânica com o aproveitamento dos resíduos orgânicos gerados na própria indústria

sucro-alcooleira, como a torta de filtro rotativo e a vinhaça (Marques & Marques, 1987; CNE, 1987), o que afeta em sobremaneira à fertilidade natural e a disponibilidade hídrica no solo. A melhoria e a manutenção da fertilidade do solo pela adição de resíduos orgânicos promove a maior sustentabilidade do sistema de produção de cana-de-açúcar.

Pois, o crescimento e modernização do setor agrícola canavieiro trouxe problemas de esgotamento das reservas orgânicas naturais do solo. Os resíduos orgânicos, urbanos e agroindustriais são mais abundantes, baratos e podem repor a fertilidade do solo (Polo et al., 1988).

A produção média de torta de filtro está na faixa de 18-30Kg.t⁻¹ de cana moída (Demattê, 1992).

Este resíduo é material rico em matéria orgânica, cálcio, fósforo e nitrogênio, porém carente em potássio e magnésio (Glória et al., 1974). E entre os micronutrientes o ferro, cobre, zinco e manganês aparecem com destaque.

Gloria et al. (1974) coletou 22 amostras de torta de filtro da Usina da Pedra (Serrana-SP) durante o transcorrer da safra e obteve a composição química média na Tabela 4.

Tabela 4. Composição química média da torta de filtro (100g de torta úmida)

Macronutrientes:	C	Ca	Mg	K	N	SO ₄	P Total
	(g)	(g)	(mg)	(mg)	(g)	(g)	(mg/100g ms*)
	8,04	0,80	76,90	56,64	0,28	0,79	7,66
Micronutrientes:	Cu	Mn	Zn	Mo	Co	Fe	
	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(%)	
	65,0	623,9	88,7	0,64	1,4	2,51	
Mat. Orgânica	75,95						
	%						

Fonte: Gloria et al. (1974)

*ms = matéria seca

Quando se aplica torta de filtro no sulco de plantio da cana-de-açúcar existe efeito positivo no aumento de produtividade (Albuquerque & Marinho, 1979; Coleti et al., 1979). A torta de filtro pode ser usada como substituto do fósforo mineral principalmente em solo de menor fertilidade (Coleti et al., 1981; Prasad, 1974).

Em solos de baixa fertilidade, existem respostas positivas à adubação fosfatada quando associada à torta de filtro (Coleti et al., 1980).

Quanto ao nitrogênio, Albuquerque & Marinho (1979) observaram que a torta pode substituir parcialmente este elemento quando empregaram uma quantidade de 4t.ha^{-1} do adubo orgânico em base seca.

A complementação mineral de potássio quando se usa a torta de filtro resulta em efeitos positivos, principalmente em solos com baixo teor deste elemento (Coleti et al., 1981). Em solos com teores médio a alto em potássio não é necessário a complementação mineral (Prasad, 1974).

Tortas de filtro com relação C/N na faixa de 17 permite uma rápida mineralização do nitrogênio e acima de 33 ocorre imobilização, não deixando-o disponível para a cultura havendo a necessidade de complementação (Beauclair, 1984).

Castro & Godoy (1979), indicaram que 3t.ha^{-1} de torta de filtro seca adicionada de adubação mineral (NPK), aplicadas no sulco de plantio da cana-de-açúcar, foram suficientes para aumentar a eficiência da adubação mineral e elevar a produtividade em 14t.ha^{-1} de cana e $2,8\text{t.ha}^{-1}$ na produção da pol, quando comparadas com o tratamento que recebeu apenas NPK.

Marinho et al. (1976) obtiveram acréscimos de até 24t.ha^{-1} de cana com a aplicação de 4t.ha^{-1} de torta de filtro seca, em solo arenoso e influenciou positivamente a adubação nitrogenada. Ainda esse autores demonstraram que a aplicação de 24t.ha^{-1} de torta de filtro fresca no sulco de plantio, juntamente com a adubação mineral, causou aumentos de até 56t.ha^{-1} de peso em cana em comparação com o tratamento que recebeu apenas a adubação mineral.

Já Simões Neto et al. (1987) em experimentação com torta de filtro aplicada no sulco de plantio da cana-de-açúcar na dosagens de 20 e 30t.ha^{-1} ,

comparando-se com a adubação mineral (NPK) num solo de textura arenosa/média, concluíram que não houve diferença estatística significativa, mas a medida que aumentou a dosagem ocorreu uma tendência de um maior aumento na produtividade.

Mattiazzo & Gloria (1987), avaliaram em condições de laboratório a torta de filtro como fertilizante fosfatado e concluíram que as tortas quando úmidas têm uma capacidade de fornecimento de fósforo equivalente aos superfosfatos simples e triplo quando aplicadas em Areias Quartzosa, mas se aplicadas em Latossol Roxo essa capacidade se revela inferior aos superfosfatos. As tortas de filtros quando secas possuem baixa capacidade de fornecimento de fósforo.

A composição do caldo da cana-de-açúcar é importante para o processo industrial, principalmente, na relação entre teor de fósforo no caldo e capacidade de clarificação. Para a obtenção do açúcar e do álcool, Coleti et al. (1992), concluíram que a adição de torta de filtro no sulco de plantio da cana-de-açúcar, na dosagem de 20t.ha^{-1} , adicional à adubação básica (NPK) como fonte de matéria orgânica ou aplicada solitariamente como única fonte de fósforo, influenciou positivamente nos teores de P_2O_5 no caldo, apresentando teores na faixa de 200 a 300 ppm, como menciona Silva Jr. (1975) sendo este teor satisfatório para que haja uma boa clarificação.

Coleti et al. (1982), mostraram que aplicando-se doses próximas a 20t.ha^{-1} de torta úmida no sulco é possível substituir totalmente a adubação mineral potássica.

Analisando a questão do efeito sobre perfilhamento da cana, Alleoni et al. (1995) encontraram respostas significativas à aplicação de torta de filtro, no sulco de plantio, da variedade RB73-5275, em um podzólico vermelho-amarelo, com dose de 15t.ha^{-1} de matéria seca, em comparação com a adubação mineral, obtendo-se resultados de aumentos de 53% no perfilhamento e 86% para a altura de colmos. O peso de colmos foi maior para o tratamento com a torta de filtro.

Nunes Jr. & Casagrande (1986), realizaram estudos comparativos com 20 variedades de cana-de-açúcar na presença de torta de filtro na dose de 20t.ha^{-1} , e verificaram que estas apresentaram ganhos médios da ordem de $19,6\text{t.ha}^{-1}$ de peso de colmos e $2,1\text{t.ha}^{-1}$ de açúcar, em três cortes realizados. Também avaliaram que a torta de

filtro levou a cultura a uma maior vegetação, conduzindo a uma retardamento médio de aproximadamente trinta dias na maturação das variedades no período inicial de safra. Outro experimento foi realizado por Nunes Jr. et al. (1988) confirmou-se os resultados anteriores com novos clones de cana-de-açúcar, nas mesmas condições experimentais, empregando 35t.ha^{-1} da torta no sulco de plantio em solo vermelho escuro distrófico. Compararam-as com a adubação básica (NPK). Os autores concluíram que o efeito da torta de filtro proporcionou um ganho médio de 13,4% tanto em peso de colmos como o de açúcar por hectare, e quanto à maturação não houve prejuízos para as variedades empregadas, mesmo que tenham sido levadas a uma maior vegetação devido ao emprego da torta de filtro.

Já a vinhaça, que é um resíduo obtido da destilação do vinho resultante da fermentação do caldo da cana, mosto de melaço ou mosto misto é amplamente utilizada para fins fertilização do solo para a cultura de cana-de-açúcar, tendo o potássio como maior constituinte mineral em porcentagem, levando a afirmar que é rica neste elemento.

A composição da vinhaça é bastante variável e depende de uma série de fatores tais como: natureza e composição de matéria-prima; composição do mosto, tipo de fermentação e processo de destilação empregado (Almeida, 1962).

Entre os constituintes minerais, o potássio é o elemento que aparece em maior porcentagem, o que leva a afirmar que a vinhaça é um fertilizante rico neste elemento.

A composição de diferentes tipos de vinhaça são apresentadas na Tabela 5, a qual varia em função do tipo da vinhaça (melaço/caldo). As quantidades de cada elemento foram expressos em elementos estão calculados em quilogramas por metro cúbico de vinhaça (Glória et al., 1976).

Tabela 5. Composição média de diferentes tipos de vinhaça (Kg.m^{-3})

Variáveis	melaço	caldo	melaço + caldo
N	1,20	0,30	0,70
P ₂ O ₅	0,15	0,13	0,11
K ₂ O	7,80	1,20	4,60
CaO	3,60	0,70	1,70
MgO	1,00	0,20	0,70
SO ₂	6,40	0,60	3,70
C	19,20	5,90	11,50
Mat. Orgânica	63,40	19,50	38,00
Relação C/N	16,00	19,70	16,40

Fonte: Gloria et al. (1976)

Gloria & Magro (1977), aplicando vinhaça por sulcos de infiltração, verificaram efeito benéfico do resíduo na produtividade agrícola da cana-de-açúcar, tanto na cana planta, como nas soqueiras subsequentes.

Magro & Gloria (1977), aplicando vinhaça de mosto de melaço por gravidade na dose de $35\text{m}^3.\text{ha}^{-1}$, complementada com fósforo solúvel, constataram um aumento de produtividade em diferentes variedades de cana-de-açúcar mesmo em comparação com a adubação mineral (NPK), o que indicou a possibilidade de substituição da adubação mineral das soqueiras pela adição da vinhaça. A aplicação do fosfato provocou efeito depressivo na produtividade da cultura e de açúcar (pol) por unidade de área.

A COPERSUCAR (1980) estudando os efeitos da aplicação de vinhaça à soqueira de cana-de-açúcar, em três anos consecutivos, constatou aumentos na produtividade de peso de cana e de açúcar, principalmente até a dosagem de $90\text{m}^3.\text{ha}^{-1}$ com tendência de estabilização e até decréscimo na dosagem mais elevada ($180\text{m}^3.\text{ha}^{-1}$) em dois dos três anos considerados na pesquisa.

A elevação na produtividade da cana-de-açúcar, evidenciou-se tanto na

aplicação de altas como de baixas dosagens de vinhaça, mas ocorrendo em consequência um maior desenvolvimento vegetativo motivado pela adição ao solo de matéria orgânica e elementos minerais, em especial o K. Em decorrência disto, o processo de maturação e a qualidade tecnológica da cana-de-açúcar poderão ser afetados, principalmente em dosagens elevadas (Silva & Gurgel, 1981).

Estudando os efeitos de vinhaça aplicados como fertilizante em cana-de-açúcar, a COPERSUCAR (1980) observou um aumento nas cinzas%Brix e um decréscimo na pureza aparente. A aplicação de vinhaça, de um modo geral, atrasou o início de maturação, os valores da pol%cana e açúcares redutores%caldo mostraram uma tendência a se igualar aos valores da adubação mineral na época da colheita.

Para o caldo, César et al. (1978) salientam que o uso da vinhaça faz com que aumente o teor de potássio dos caldos e consequentemente o de cinzas, assim como o de amido, os quais são compostos melassigênicos.

Conforme Brieger (1979), citando Honig, os sais responsáveis pelo teor de cinzas nos caldos reduzem a taxa de cristalização, implicando na qualidade e produção de açúcares.

Em relação à fermentação alcoólica, os teores de potássio no caldo de cana, é considerado ideal, na faixa de 700 a 1200 ppm de K^+ (Amorim, 1985).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Características gerais do local, do composto de lixo domiciliar e do cultivar de cana de açúcar.

3.1.1. Localização

O experimento foi levado a efeito em área do Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição, ESALQ/USP, situada no Município de Piracicaba, Estado de São Paulo, cujas coordenadas geográficas médias são: 22°42' de Latitude Sul; 42°25' de Longitude Oeste; 580 m de altitude.

3.1.2. Clima

A região de Piracicaba, SP apresenta clima característico do tipo CWA (segundo classificação de Koeppen) tropical úmido, com inverno seco (junho-julho-agosto), verão chuvoso e quente.

3.1.3. Características de fertilidade do solo

O experimento foi instalado em solo de média fertilidade natural, caracterizado como TR1-Terra Roxa Estruturada, Eutrófica, A moderado, Textura argilosa, muito argilosa (Classificação USDA: Kandudalfic Eutrudox)

A análise química prévia de amostras compostas retiradas antes da

instalação do ensaio à profundidades de 0-20cm e de 20-40cm, apresentados na Tabela 6.

Tabela 6. Análise química e física do solo da área experimental.

Prof. cm	M. O. g/kg	pH CaCl ₂	Ca ²⁺ mmol/dm ³ de terra	Mg ²⁺	K ⁺	H+Al	SB	CTC	V %	P-resina mg/dm ³
0-20	18,9	5,15	69,0	18,0	2,15	58,0	89,2	147,	60,6	19,0
20-50	12,6	5,45	82,0	13,0	0,95	42,0	96,0	138,	69,6	11,0

Aos 120 dias após o plantio, foram coletadas as amostras de solo das 51 parcelas para o fim da obtenção da fertilidade do solo após a aplicação dos adubos orgânico e químicos.

3.1.4. Composição do composto de lixo

O material oriundo da Estação de Compostagem da Vila Leopoldina de São Paulo, SP, foi transportado para o Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição onde se procedeu a compostagem. Esse material amontoado em leira de 3X15X1m era revolvido a cada cinco dias, para que a compostagem fosse aeróbica. Após 50 dias, quando a temperatura se estabilizou, considerou-se encerrado o processo de transformação.

Os dados da análise de metais pesados do composto de lixo empregado, estão dentro das faixas de teores considerados aceitáveis pela EPA (1983) e pela CETESB para uso em solos agrícolas.

A composição média do composto de lixo domiciliar curado, referentes à média de duas amostras é apresentada na Tabela 7, expressos em quantidades dos componentes em gramas por quilograma do composto.

Tabela 7. Composição média do composto de lixo utilizado no experimento

Componentes	Concentração
	g.Kg^{-1}
Matéria orgânica	234,1
Umidade Total	464,8
Relação C/N	16,25
Fósforo (P_2O_5)	2,5
Potássio (K_2O)	4,1
Enxofre (S)	1,7
Cálcio (Ca)	16,2
Magnésio (Mg)	4,8
Carbono (C)	156,0
	mg.Kg^{-1}
Cobre (Cu)	72,0
Cádmio (Cd)	0,3
Cromo (Cr)	1,2
Chumbo (Pb)	8,2
Níquel (Ni)	3,4
Zinco (Zn)	94,0

3.1.5. Cana-de-açúcar

A variedade de cana-de-açúcar empregada foi a RB76-5418, a qual apresenta as seguintes características, segundo Arevalo (1993): rica e precoce, apresenta produtividade agrícola regular, não suportando solos mais pobres ou compactados. Os solos podzolizados são os mais adequados. É altamente resistente à ferrugem e a outras doenças como o carvão. Apresenta crescimento muito rápido, o que torna uma variedade que pode ser cortada com apenas 10 meses de idade, com alto teor de sacarose. Não

floresce e o seu comportamento na indústria é muito bom. Possui baixa brotação.

3.2. Delineamento experimental

O delineamento experimental foi o de fatorial, 4X2X2 com tratamento adicional segundo Gomes (1985), com 16 tratamentos e 3 repetições, totalizando 48 parcelas.

A parcela foi constituída de 5 linhas de 8 metros de comprimento, espaçadas nas entrelinhas em 1,30m (Silva *et al.*, 1993). A área útil da parcela compreendeu as três linhas centrais com 6m de comprimento, descontado a bordadura (1m de cada lado), ou seja, uma área efetiva de amostragem de 23,4m².

Em face aos resultados de fertilidade do solo, calculou-se a recomendação de adubação NPK para a cana planta, baseado no Boletim 100 do IAC, usando-se como fertilizantes sulfato de amônio, superfosfato triplo e cloreto de potássio. A dosagem recomendada foi de 120Kg.ha⁻¹ tanto para P₂O₅ como para KCl. Para a adubação com NPK usou-se a formulação (4-20-20) na base de 600Kg.ha⁻¹. O experimento foi implantado em 10/09/ 1996, em cultivo de cana de ano.

Os fertilizantes químicos foram aplicados no sulco de plantio, empregando todo o fósforo, potássio e nitrogênio. O composto de lixo foi aplicado do sulco de plantio.

Os tratamentos foram:

T₀₁ = Testemunha

T₀₂ = P (120 Kg.ha⁻¹)

T₀₃ = K (120 Kg.ha⁻¹)

T₀₄ = PK

T₀₅ = 30t.ha⁻¹ de composto de lixo

T₀₆ = 60t.ha⁻¹ de composto de lixo

T₀₇ = 90t.ha⁻¹ de composto de lixo

T₀₈ = 30t.ha⁻¹ de composto de lixo + P

$$T_{09} = 60t.ha^{-1} \text{ de composto de lixo} + P$$

$$T_{10} = 90t.ha^{-1} \text{ de composto de lixo} + P$$

$$T_{11} = 30t.ha^{-1} \text{ de composto de lixo} + K$$

$$T_{12} = 60t.ha^{-1} \text{ de composto de lixo} + K$$

$$T_{13} = 90t.ha^{-1} \text{ de composto de lixo} + K$$

$$T_{14} = 30t.ha^{-1} \text{ de composto de lixo} + PK$$

$$T_{15} = 60t.ha^{-1} \text{ de composto de lixo} + PK$$

$$T_{16} = 90t.ha^{-1} \text{ de composto de lixo} + PK$$

3.3. Amostragens e colheitas

As amostragens de colmos das parcelas ocorreram nos meses de julho, agosto, setembro e outubro de 1997, adotando-se como critério a coleta de 10 colmos em sequência e ao acaso, em uma das três linhas centrais da parcela, não houve escolha do local da retirada das amostras, foram ao acaso. Tais amostras foram devidamente enfeixadas e etiquetadas. Os colmos foram despalhados e despontados no laboratório.

3.3.3. Preparo das amostras de massa vegetal

As amostras de biomassa fresca da parte aérea foram desagregadas em desintegrador tipo forrageiro e homogeneizadas em betoneira.

Das amostras de cana já desintegradas retirou-se subamostras de 500g para a extração do caldo, através da prensa hidráulica (Tanimoto, 1964), obtendo-se então o caldo extraído (CE) e o bagaço fibroso da prensa, que foram empregados na determinações dos parâmetros tecnológicos. Com os resultados procederam-se os cálculos, conforme encontra-se em Cesar & Silva (1993).

3.4. Análises tecnológicas

3.4.1. Brix % do caldo extraído (Brix % CE)

Determinado por refratometria a 20°C/20°C (Schneider, 1979).

3.4.2. Pol % do caldo extraído (Pol % CE)

Dosada pelo método de Schmitz sem diluição, segundo ICUMSA (Schneider, 1979).

3.4.3. Pureza aparente CE

Calculada pela relação entre Pol % CE/Brix % CE x 100.

3.4.4. Açúcares redutores % caldo extraído (AR % CE)

Expressos em glicose, dosados pelo método de Lane & Eynon, (1934).

3.4.5. Cinzas%caldo extraído (Cinzas%CE)

Dosado pelo método da refinômetro de Buse-Todt - Gollnow (Browne & Zerban, 1941).

3.4.6. Potássio

Determinado pelo método fotométrico de chama de emissão, segundo Instituto Adolfo Lutz, (1985), expresso em mg de K₂O por litro.

3.4.7. Fósforo

Determinado pelo método colorimétrico (Delgado & Cesar, 1984), expresso em mg de P_2O_5 por litro.

3.5. Transformação dos resultados %caldo em %cana

3.5.1. Fibra % Cana (F)

Utilizada a metodologia de Tanimoto (1964) adaptada por Sturion & Fernandes (1979), segundo a fórmula:

$$\text{Fibra \% Cana} = \frac{(100 - \text{PBS}) - (\text{PBU} \times \text{Brix \% CE})}{5 \times (100 - \text{Brix \% CE})}$$

PBU- Peso do bolo úmido PBS- Peso do bolo seco

3.5.2. Pol % Cana

Segundo Cesar & Silva (1993), através da seguinte expressão:

$$\text{Pol \% Cana} = \text{Pol \% CE} \times \text{FS}$$

onde: $\text{FS} = 0,94283 - 0,010469 \times F$

3.5.3. Brix % Cana

Segundo Cesar & Silva (1993), através da seguinte expressão:

$$\text{Brix \% Cana} = \text{Brix \% CE} \times \text{FB}$$

$$\text{onde: FB} = 1,01083 - 0,01240\text{F}$$

3.5.4. Açúcares Redutores % Cana (AR%Cana)

$$\text{Segundo a equação: AR\%Cana} = \text{AR\%CE} \times \text{FS}$$

3.6. Peso de cana por hectare

Determinou-se o peso médio de 10 colmos e conhecendo-se o número de colmos por metro linear por tratamento e considerou-se também os colmos retirados nas amostragens. A partir destes dados chegou-se à estimativa de produtividade em julho, agosto e setembro calculou-se a produtividade em quilos de cana por hectare, quando o espaçamento foi de 1,30m. Na última época, coletou-se as parcelas e obteve-se a produtividade real dos tratamentos.

3.7. Peso de açúcar por hectare

Conhecendo o peso de cana por hectare e a pol da cana calculou-se a produção em quilos de açúcar por hectare

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Condições Agrometeorológicas durante o Experimento

A precipitação média foi adequada às necessidades da cultura, no período compreendido de maio até outubro de 1997, ocorrendo maturação natural dos colmos da cultura da cana-de-açúcar.

4.2. Composto de Lixo: Composição e Legislação

Pela composição média de macronutrientes do CL, constatou-se teores relativos de potássio mais elevados, em relação aos demais nutrientes (Cravo, 1995; Grossi, 1993). No tocante à composição do CL em micronutrientes e metais pesados como pode ser observado na Tabela 7 (no item 3.1.4.), constatou-se que os teores de metais eram muito abaixo do que o resíduo usado nos Estados Unidos e países da Europa (Grassi, 1993). Do ponto de vista da Legislação, ao comparar-se a composição do CL usado no ensaio com as especificações de uso e disposição agrícola deste, verificou-se que o resíduo urbano preenche as normas estabelecidas pela Agência Americana de Proteção ao Meio Ambiente no Registro Federal de 19/03/1993 (53 FR [32]: 9248-9415) na 40C FR parte 403 (Estados Unidos, 1993).

4.3. Composto de Lixo Urbano e a Fertilidade do Solo

A análise química das amostras de terra coletadas antes da aplicação do

composto de lixo (Tabela 6), revelou tratar-se de solo com médios teores trocáveis de Mg e K, moderada acidez e baixo teor de P no solo TE (Raij et al., 1985).

Nas Figuras 1 e 2 encontram-se os resultados dos efeitos da adição do CL sobre o comportamento dos parâmetros de fertilidade do solo (pH, H+Al, SB, V%, CTC, Ca e Mg). Ocorreram efeitos significativos para a adição do CL (F^{**}) (Figuras 1 e 2) e para as seguintes variáveis de solo: pH em CaCl_2 ; acidez potencial (H+Al); soma (SB) e saturação (V) de bases; capacidade de troca catiônica (CTC); cálcio (Ca^{++}) e magnésio (Mg^{++}). Procederam-se os desdobramentos estatísticos e os gráficos foram elaborados apenas para as variáveis de solo onde a adubação com CL e as interações CL X adubações químicas foram significativas.

De acordo com o critério de Gomes (1985) os coeficientes de variação obtidos para o efeito do fator tratamento nos indicadores de fertilidade do solo podem ser considerados como baixo (< 10%) para pH, médios (10 a 20%) para $\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$, CTC e V% e altos (20 a 30%) para P-resina, K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} e SB.

A primeira ação do CL aplicado neutralizou a acidez potencial, provocando aumento do pH do solo (Figura 1a), o que já havia sido observado na literatura (Messias & Moraes, 1992; Collier et al., 1992; Parra et al., 1997). A CTC e a saturação por bases tiveram seus valores aumentados com o aumento da dose de CL (Figura 2a e 1c), mas foram valores moderados de ação do CL no solo (Berton & Valadares, 1991). A ação corretiva da acidez do CL foi relativamente moderada sobre o solo TE, pois houve a necessidade de aplicar 60 t.ha^{-1} de CL para elevar em apenas 0,3 unidades de pH ou pouco mais de 10% na saturação por bases. A aplicação de 60 t.ha^{-1} de CL foi suficiente para passar os macronutrientes (P e K) para classes de teores altos (Raij et. al., 1985) sendo mais que suficiente para atender as necessidades da cultura de cana-de-açúcar. Tal fato refletiu em um valor de saturação por bases próximos a 65% (Figura 1d) e um acréscimo da CTC do solo (Figura 2a) o que está de acordo com o relatado por Berton & Valadares (1991).

A Segunda ação do CL foi como fornecedor de nutrientes (Figura 3). Verificou-se que a elevação de teores de K e P no solo ocorreu pela adição de CL, o que

já havia sido observado na literatura (Santos & Stamford, 1991; Moraes & Selbach, 1991; Mazur et al., 1983; Parra et al., 1997). O teor de P e K nos compostos de lixo urbano (Tabela 7) são consideravelmente mais altos do que aqueles encontrados na maioria dos solos agrícolas (DeHaan, 1981).

Quanto ao efeito desta adição de fósforo, verifica-se na Figura 3a que há aumento considerável no teor do elemento, pois passou de teores considerados baixos (<15) para teores médios (Raij et al., 1985), até mesmo quando a menor dose de CL foi aplicada. Resultados semelhantes foram obtidos por Moraes & Selbach (1991). Isto demonstra que, pelo menos em parte, o P do CL foi disponível aos vegetais. Quanto à complementação do CL com P, pode-se verificar pelos resultados analíticos do solo que não haveria necessidade, pois o CL ao ser aplicado em quantidades de 30 t.ha^{-1} já forneceria quantidades suficientes deste nutriente ao solo, para se ter níveis compatíveis com a exigência da planta.

Quanto ao efeito do K via CL pode-se dizer que a adubação potássica, em complementação ao uso de CL (Figura 3b) não era necessária pois esse resíduo é rico nesse macronutriente e o solo já possuía um teor original médio ao nível de K^+ que é suficiente à cultura (Raij et al., 1985). Devido a este aspecto pode-se deduzir que a riqueza de K no CL poderia limitar a sua aplicação como fertilizante em doses mais elevadas para este solo (Collier et al., 1992; Moraes & Selbach, 1991).

Composto de Lixo Urbano, t ha^{-1}

Figura 1. Influência da aplicação de doses de composto de lixo na correção da acidez do solo, medida pelas acidez ativa (a= pH) e potencial (b= H + Al), da soma (c= SB) e na saturação por bases (d= V) aos 120 dap. * -significativo a 5% de probabilidade no teste F; ** -significativo a 1% de probabilidade no teste F; NS-não significativo no teste F.

Figura 2. Influência da aplicação de doses de composto de lixo na capacidade de troca de cátions (a = CTC) e teores de cálcio (b=Ca) e de magnésio (c=Mg) aos 120 dap. * -significativo a 5% de probabilidade no teste F; ** - significativo a 1% de probabilidade no teste F; NS-não significativo no teste F.

Figura 3. Influência da aplicação de doses de composto de lixo nos teores de fósforo (a=P) e de potássio (b=K), com e sem interação com a fonte mineral do elemento (0, P, K e PK). ** - significância a 1% de probabilidade no teste F; * -significância de 5% de probabilidade no teste F; NS-não significativo no teste F.

4.4. Efeitos da aplicação de CL nas características tecnológicas da cana

Os resultados a seguir foram obtidos da média de 3 repetições, realizados no decorrer do experimento. A partir dos dados analíticos e das suas interpretações estatísticas, foram evidenciadas as seguintes observações:

Os coeficientes de variação do Brix, Pol, Fibra, AR, Umidade, Cinzas, ATR foram de 7,42, 2,10, 3,51, 23,17, 0,70, 8,35 e 2,96%, respectivamente. Esses valores encontrados são baixos pois, segundo Gomes (1985), para fins de experimentação agrícola eles satisfazem quando são inferiores a 20%.

4.4.1 Brix na cana

Os valores de Brix são de grande importância por ser considerado fator determinante no julgamento da qualidade da cana pela correlação que existe com a Pol.

Os resultados para o Brix bem como as demais características tecnológicas da cana, não mostraram significância quando do estudo entre CL e as interações com adubação químicas, deste modo as interpretações serão genéricas.

Os dados obtidos para Brix na cana, nas diferentes dosagens de CL empregadas (0, 30, 60, 90 t.ha⁻¹) são apresentadas na Tabela 8. Em termos médios os valores oscilaram entre 16,64 e 18,40. A aplicação do teste F entre as épocas obteve valor significativo ao nível de 1% de probabilidade e valor não significativo para as doses dentro das épocas. Houve a tendência de aumentar o Brix na cana no decorrer das 4 épocas amostradas, devendo-se a isso uma ocorrência natural na cultura da cana-de-açúcar quando na época de maturação, onde há uma maior concentração de sólidos solúveis no caldo dos colmos.

Tabela 8. Valores médios obtidos para Brix na cana¹ em função da adição de doses (t.ha¹) de composto de lixo no decorrer das épocas, em dias após a sua aplicação.

Doses CL	Épocas, dias			
	303	334	365	395
0	16,64	17,27	18,35	17,83
30	16,85	17,59	18,40	17,86
60	16,92	17,52	17,80	17,84
90	17,17	17,59	18,35	17,61

¹ Média de 3 repetições CV = 7,42%

Composto de lixo Urbano, t.ha⁻¹

Figura 4. Influência da aplicação de composto de lixo ao solo sobre as características tecnológicas da cana-de-açúcar (a=fibra; b=cinzas; c=umidade). *- significativo a 5% de probabilidade no teste F; ** - significativo a 1% de probabilidade no teste F.

4.4.2 Pol na cana

A determinação da Pol é um fator de grande importância refletindo diretamente no rendimento em açúcar e álcool durante a industrialização.

Os índices obtidos para Pol na cana, em colmos produzidos nas diferentes doses de CL (0, 30, 60 e 90 t.ha⁻¹) são apresentados na Tabela 9. A aplicação do teste F entre as 4 épocas amostradas apresentou valor significativo para o fator época em 1% de probabilidade. A Pol na cana tendeu a aumentar seus valores no decorrer das épocas.

Tabela 9. Valores médios obtidos para Pol na Cana¹ em função das doses de composto de lixo no decorrer das épocas, em dias após a sua aplicação.

Doses CL	Épocas, dias			
	303	334	365	395
0	14,25	14,90	15,78	15,54
30	14,49	15,24	15,72	15,54
60	14,57	15,24	15,38	15,50
90	14,79	15,20	15,68	15,24

¹ Média de 3 repetições CV = 2,10%

Para o fator CL não apresentou valor significativo no teste F para as doses empregadas isoladamente mas, quando complementado com a adubação P e/ou K houve significância ao nível de 1% de probabilidade, como seguem os modelos ajustados de resposta ao CL:

a) Sem adição: $Y = 15,05 + 0,0029 \cdot X$ ($R^2 = 80,35^{**}$)

b) Adição de K: $Y = 15,23 + 0,0077 \cdot X - 0,0001x^2$ ($R^2 = 93,97^{**}$)

c) Adição de PK: $Y = 14,92 + 0,0044 \cdot X$ ($R^2 = 73,63^{**}$)

As crescentes dosagens dentro de épocas não causou redução da pol na cana, não prejudicando sua industrialização.

A resposta da cultura de cana em acumulação de açúcar nos colmos

mostrou-se significativa para a adição do CL + fosfato ou 30 t.ha⁻¹ de CL + potássio (Tabela 10).

Tabela 10. Efeitos da adição combinada de doses de composto de lixo e de suplementação P,K e PK na Pol na cana (média de julho a outubro de 1997).

Doses de CL, t.ha ⁻¹		Fertilizantes Químicos				Médias de doses CL
		Sem adição (00)	P	K	PK	
00		15,00 a	15,32 ab	15,21 a	14,93 b	15,12 a
30		15,21 a	15,26 ab	15,40 a	15,12 ab	15,25 a
60		15,19 a	15,54 a	15,26 a	15,04 b	15,26 a
90		15,30 a	15,15 b	15,07 a	15,39 a	15,23 a
Média de Fertiliz.		15,18 a	15,32 a	15,24 a	15,12 a	15,22
Causas de	CL	NS				
Variação	Química	**				
(Valor F)	CL X Q	*				
CV%		2,10				

CL = composto de lixo urbano; * e ** = significativo a 5% e 1% de probabilidade no teste F.

4.4.3 Açúcares Redutores%Cana

Este elemento, como o Brix e a pol, é determinante no julgamento da qualidade da cana-de-açúcar visando o seu processamento.

Os Açúcares Redutores % Cana, para as diferentes doses de CL (0, 30, 60, 90 t.ha⁻¹) tem seus valores apresentados na Tabela 11. As médias das doses variaram de 0,20 a 0,47 sendo que a aplicação do teste F apresentou valor significativo ao nível de 1% de probabilidade apenas entre as épocas, onde houve a tendência de diminuir seu teor

no decorrer das épocas.

Tabela 11. Valores médios obtidos para AR % Cana¹ em função da aplicação de doses (t.ha⁻¹) de composto de lixo no decorrer das épocas em dias após a sua aplicação.

Doses CL	Épocas, dias			
	303	334	365	395
0	0,47	0,43	0,53	0,31
30	0,43	0,39	0,60	0,29
60	0,41	0,40	0,47	0,30
90	0,37	0,37	0,54	0,34

¹ Média de 3 repetições CV = 23,17%

4.4.4 Fibra e Umidade%Cana

O teor de fibra na cana é um fator determinante na eficiência do processo pois, ele influencia diretamente na capacidade de moagem e na extração de sacarose.

Para as doses de CL (0, 30, 60, 90 t.ha⁻¹), os valores da Fibra na cana são apresentadas na Tabela 12, onde os valores médios oscilaram entre 10,45 a 11,72. A aplicação do teste F para o fator épocas não obtiveram valores significativos e para as diferentes doses do CL resultou um valor de F significativo ao nível de 1% de probabilidade, ajustando o modelo $Y = 11,33 - 0,0067 \cdot X$ ($R^2 = 94,59^{**}$) com a tendência de diminuir os valores de fibra sobre os colmos conforme o acréscimo de doses (Figura 4a). Também não houve interação CL X adubo (P, K e PK), como demonstrou-se no teste F. O decréscimo da Fibra % Cana se explica pelo aumento linear da Umidade % Cana, que obteve valores crescentes para as mesmas doses de CL com uma oscilação das médias entre 69,94 e 71,95 nas 4 épocas amostradas, com uma tendência de diminuir no decorrer do tempo, com um valor do teste F significativo ao nível de 1% de probabilidade (Tabela 13). De um modo geral, na média de todas as épocas mesmo fato

ocorreu para o fator CL, quando empregou suas doses (0, 30, 60 e 90t.ha⁻¹) com o modelo ajustado $Y = 71,11 - 0,0053 \cdot X$ ($R^2 = 96,60^{**}$) Houve a tendência de aumentar o teor de umidade nos colmos, conforme o acréscimo das doses quais seguem: 71,11, 71,26, 71,42 e 71,58 %, respectivamente (Figura 4c).

Tabela 12. Valores médios obtidos para Fibra % Cana¹ em função da adição de doses (t.ha⁻¹) de composto de lixo no decorrer das épocas, em dias após a sua aplicação.

Doses CL	Épocas, dias			
	303	334	365	395
0	11,46	11,11	11,72	11,15
30	11,03	11,08	11,34	10,78
60	10,97	10,75	11,12	10,72
90	10,69	11,72	10,98	10,45

¹ Média de 3 repetições CV = 3,51%

O aumento no teor de umidade pode ser explicado pela maior quantidade de água retida no solo quando aplicou matéria orgânica (Azeredo & Manhães, 1983) Não houve interação CL X adubação (P e/ou K).

Tabela 13. Valores médios obtidos para Umidade % Cana¹ em função da adição de doses (t.ha⁻¹) de composto de lixo no decorrer das épocas, em dias após a sua aplicação.

Doses CL	Épocas, dias			
	303	334	365	395
0	71,87	71,65	69,94	70,02
30	71,93	71,54	70,26	71,37
60	71,76	71,86	70,15	71,45
90	71,74	71,84	70,68	71,95

¹ Média de 3 repetições CV = 0,70 %

4.4.5 Cinzas%Cana

Os valores obtidos de Cinzas % Cana para as doses de CL empregadas (0, 30, 60 e 90 t.ha⁻¹) são apresentadas na Tabela 14, com médias oscilando entre 0,41 e 0,49 nas 4 épocas amostradas, com tendência de aumentar os valores no decorrer do tempo. O valor do teste F, mostrou ser significativo para o fator época ao nível de 1% de probabilidade. A mesma significância ocorreu para o fator CL nas iguais dosagens como mostra a Figura 4b com o modelo ajustado: $Y = 0,460 + 0,0057 \cdot X$ ($R^2 = 98,55^{**}$), com tendência de aumentar o teor de cinzas na cana conforme o acréscimo de doses. Ainda houve uma interação CL X adubação P e/ou K no nível de significância de 5% de probabilidade para o valor do teste F; como seguem os modelos ajustados:

- a) Sem adição: $Y = 0,379 + 0,0046 \cdot X$ ($R^2 = 88,90^{**}$)
- b) Adição de P: $Y = 0,361 + 0,0054 \cdot X$ ($R^2 = 81,85^{**}$)
- c) Adição de K: $Y = 0,446 + 0,0058 \cdot X$ ($R^2 = 93,32^{**}$)
- d) Adição de PK: $Y = 0,439 + 0,0069 \cdot X$ ($R^2 = 87,63^{**}$)

O acréscimo de Cinzas % Cana conforme o aumento de doses de CL é explicado por este ser rico no elemento potássio (Melo et al., 1997). Berton & Valadares (1991) mencionaram que a dose de 30 t.ha⁻¹ adicionaria ao solo 67 Kg de K₂O.

Tabela 14. Valores médios obtidos para Cinzas % Cana¹ em função da adição de doses (t.ha⁻¹) de composto de lixo no decorrer das épocas, em dias após a sua aplicação.

Doses	Épocas, dias			
	303	334	365	395
CL				
0	0,43	0,44	0,44	0,39
30	0,44	0,45	0,46	0,41
60	0,45	0,45	0,46	0,45
90	0,47	0,49	0,49	0,46

¹ Média de 3 repetições CV = 8,35%

Além das análises tecnológicas dos colmos, pode-se analisar alguns outros aspectos ligados ao caldo. Assim verificou-se que para o caldo não houve aumento na relação AR/Cinzas pela adição de CL e sim decréscimo que passou de 1,07 (Testemunha) para 1,00 (30 t.ha⁻¹), 0,95 (60 t.ha⁻¹) e 0,88 (90 t.ha⁻¹), o que proporcionaria uma tendência ao menor esgotamento dos melaços (Honig, 1968).

4.4.6 Pureza aparente da cana

A pureza aparente, obtida pela relação percentual entre a Pol e o Brix, constitui um dos índices mais utilizados para o julgamento da qualidade da cana-de-açúcar com vista à sua industrialização.

Para a Pureza na cana, as diferentes doses de CL empregadas são apresentadas na Tabela 15. Em termos médios os valores oscilaram entre 85,47 e 87,15 nas 4 épocas amostradas, havendo diferença significativa entre épocas ao nível de 1 % de probabilidade para o teste F. O fato da Pureza na cana aumentar no decorrer do tempo é devido à maturação da cana, onde a Pol na cana obteve valores crescentes da primeira até a última época, o mesmo ocorrendo com o Brix na cana.

Tabela 15. Valores médios obtidos para Pureza na cana¹ em função da adição de doses de composto de lixo no decorrer das épocas, em dias após a sua aplicação.

Doses CL	Épocas, dias			
	303	334	365	395
0	85,58	86,25	85,99	87,15
30	86,01	86,66	85,47	87,09
60	86,21	86,98	85,89	86,93
90	86,13	86,40	85,47	86,58

¹ Média de 3 repetições CV = 1,04 %

O primeiro aspecto se refere ao fato do CL, quando aplicado isoladamente, aumentar linearmente as produtividades dos colmos frescos (Figura 5a e 5b) de açúcar, medido pela Pol (figura 5c) e pelo Açúcar Teórico Recuperável, na industrialização da cana.

4.4.7 Açúcar Teórico Recuperável

Este cálculo indica a quantidade de açúcar recuperável de uma dada cana. Evidentemente, são muitas as condições que fazem este dado variar.

Houve interação do CL com a adubação química, com significância ao nível de 5% de probabilidade para o teste F. O fator CL, quando aplicado de modo geral, não obteve significância para o teste F.

Verificou-se pelos valores médios de ATR na cana açúcar dos tratamentos que não houve redução do teor de açúcar nos colmos pela adição de CL, e combinados com fertilizantes (Tabelas 15 e 16). Tendo sido ajustados os seguintes modelos em resposta à adição de CL, combinados ou não com fertilizante (K ou PK):

a) Sem adubo: $Y = 119,4 + 0,027 \cdot X$ ($R^2 = 86,60^{**}$)

b) Adição de K: $Y = 120,9 + 0,10 \cdot X - 0,0013 \cdot X^2$ ($R^2 = 99,94^{**}$)

c) Adição de PK: $Y = 118,2 + 0,045 \cdot X$ ($R^2 = 75,91^{**}$)

Tabela 16. Efeitos da adição combinada de doses de composto de lixo e de suplementação P, K e PK na concentração de Açúcar Teórico Recuperável (ATR) em cana-de-açúcar, expresso em Kg/t. (média de 4 meses no decorrer de 1997).

Doses de CL, t.ha ⁻¹		Fertilizantes Químicos				Médias de doses CL
		Sem adição (00)	P	K	PK	
00		119,0 b	121,9 ab	120,9 b	118,0 b	120,0 a
30		120,2 ab	121,5 ab	122,8 a	120,3 ab	121,2 a
60		120,9 ab	124,4 a	122,3 ab	119,5 ab	121,8 a
90		121,8 a	120,6 b	119,6 a	122,9 a	121,2 a
Média de Fertiliz.		120,5 b	122,1 a	121,4 ab	121,2 ab	121,1
Causas de	CL	*				
Variação	Química	*				
(Valor F)	CLXQ	*				
CV%		2,96				

CL = composto de lixo urbano; * e ** = significativo a 5% e 1% de probabilidade no teste F.

4.5. Efeitos da aplicação de CL no número e peso dos colmos (t.ha⁻¹) e de açúcar total (t Pol.ha⁻¹) e recuperável (TAH)

Houve um aumento linear com a aplicação de CL sobre o número e a produção de colmos (Tabelas 17 e 18, Figuras 5a e 5b). Entretanto deve ser salientado que o único modelo efetivamente ajustado para avaliar os efeitos das doses de CL sobre o número de colmos de cana por hectare foi $Y=76589 + 56,097 \cdot X$ ($R^2 = 75,12^{**}$), que utilizou-se de médias gerais de cada nível do fator composto (sem considerar qualquer interação com nutrientes P, K e PK).

Composto de Lixo Urbano, t ha⁻¹

Figura 5. Influência da aplicação de composto de lixo ao solo sobre a quantidade (a) e a produtividade de colmos (b) e nas produções de Pol (c) e Açúcar teórico recuperável (d) por hectare. *- significativo a 5% de probabilidade no teste F; **significativo a 1% de probabilidade no teste F.

Tabela 17. Efeitos da adição combinada de doses de composto de lixo e de suplementação P,K e PK no número de colmos de cana-de-açúcar por hectare (média de 6 meses finais no decorrer de 1997).

Doses de CL, t.ha ⁻¹		Fertilizantes Químicos				Médias de doses CL
		Sem adição (00)	P	K	PK	
00		71593 a	76346 a	75636 a	78982 a	76589 a
30		79326 a	81726 a	80491 a	75117 a	78271 ab
60		78985 a	79722 a	79220 a	86880 a	81637 b
90		82403 a	80352 a	76901 a	82361 a	79113 b
Média de Fertiliz.		78077 a	79545 a	77994 a	80835 a	
Causas de	CL	**				
Variação	Química	NS				
(Valor F)	CLXQ	NS				
	CV%	11,02				

CL = composto de lixo urbano; * e ** = significativo a 5% e 1% de probabilidade no teste F.

Conforme houve acréscimo das doses de composto de lixo, de modo geral, o número de colmos por área aumentou, obtendo significância ao nível de 1% de probabilidade no teste F. O número de colmos por área se correlacionou com o pH do solo (0,20*) e o Mg (0,36**), devido a capacidade do composto em alterar as propriedades químicas do solo, como já mencionados por alguns autores (Messias & Moraes, 1992; Hernando et al., 1989).

Resultado semelhante ao encontrado na pesquisa foi obtido por Alleoni et al. (1995), aplicando torta de filtro como fonte de matéria orgânica para o solo, na dose de 15t.ha⁻¹ de matéria seca, aumentando o número de perfilhos em 53%.

As doses de CL aumentou o número de colmos por hectare em relação à

testemunha de 2,15% (30t.ha⁻¹), 4,21% (60t.ha⁻¹), 6,18% (90t.ha⁻¹).

Tabela 18. Efeitos da adição combinada de doses de composto de lixo e de suplementação PK na produtividade de colmos (TCH) de cana-de-açúcar em t.ha⁻¹ na colheita do experimento (meados de outubro/1997).

Doses de CL, t.ha ⁻¹		Fertilizantes Químicos				Médias de doses CL
		Sem adição (00)	P	K	PK	
00		70 b	88 a	83 a	121 a	90,7 a
30		78 ab	97 a	115 a	103 a	98,3 ab
60		98 a	112 a	95 a	113 a	104,5 b
90		103 a	92 a	97 a	112 a	101,0 ab
Média de Fertiliz.		87 b	97 ab	98 ab	112 a	98,6
Causas de	CL	**				
Variação	Química	*				
(Valor F)	CLXQ	NS				
	CV%	17,19				

CL = composto de lixo urbano; * e ** = significativo a 5% e 1% de probabilidade no teste F.

A produção de colmos por hectare (TCH) é apresentada na Tabela 18, onde o CL não interagiu com a adubação P, K e PK. Mas o fator CL, quando aplicado isoladamente obteve significância ao nível de 1% de probabilidade no teste F e se correlacionou com algumas características químicas do solo (pH (0,44**); P (0,45**); V% (0,37**); CTC (0,26**); Mg (0,39**); H+Al (-0,26*). A produtividade aumentou linearmente, da menor para a maior dose aplicada ao solo, conforme mostra a Figura 5b.

Comparando-se as doses de CL aplicadas ao solo com a testemunha (0t.ha⁻¹), houve um acréscimo de 18,98% (30t.ha⁻¹), 31,91% (60t.ha⁻¹), e 41,28%

(90t.ha⁻¹) no peso de colmos em toneladas por hectare (Figura 5b).

A produtividade agrícola foi maior quando combinou-se CL + PK (Tabela 18).. Todavia, o modelo efetivamente ajustado para avaliar os efeitos das doses de composto de lixo sobre a produtividade foi $Y = 67,05 + 0,53 \cdot X$ ($R^2 = 97,09^{**}$), que utilizou-se de médias de cada nível do fator CL.

Esses resultados, tanto para o número de colmos como para o peso de colmos, refletem um provável benefício da adição da matéria orgânica na forma de CL sobre a produção da cana-de-açúcar como já observara alguns autores (Hernando et al. (1989); Messias & Moraes (1992); Moraes & Selbach (1991); Mazur et al. (1983); Collier et al. (1992).

A produtividade em açúcar Pol t.ha⁻¹, obteve significância ao nível de 1% de probabilidade no teste F. O CL quando aplicado para médias gerais aumentou linearmente a Pol, conforme suas doses crescentes (0, 30, 60 e 90t.ha⁻¹) com os valores correspondidos em 13,23, 13,79, 14,36 e 14,93t.ha⁻¹, respectivamente (Figura 5c). Efeitos semelhantes Castro & Godoy (1979) obtiveram quando aplicaram 3t.ha⁻¹ de matéria orgânica, na forma de torta de filtro (seca) + NPK resultando em um aumento de produtividade da Pol de 2,8t.ha⁻¹.

Houve interação entre CL x adubação química (PK), obtendo significância ao nível de 5% de probabilidade no teste F (Tabela 19), com os modelos ajustados para a produtividade em açúcar Pol t.ha⁻¹:

- a) Sem adubo: $Y = 11,71 + 0,032 \cdot X$ ($R^2 = 79,28^{**}$)
- b) Adição de PK: $Y = 13,18 + 0,042 \cdot X$ ($R^2 = 89,65^{**}$)
- c) Média geral: $Y = 13,22 + 0,019 \cdot X$ ($R^2 = 90,24^{**}$)

Já os modelos ajustados para a produtividade do Açúcar Teórico Recuperável (TAH) nos colmos de cana-de-açúcar, expressos em t.ha⁻¹, obteve níveis de significância ao nível de 1% de probabilidade no teste F, quando aplicado com a adubação química PK (Tabela 20) e também para a aplicação isolada do CL.

Quando o CL foi aplicado de modo geral os valores para TAH aumentaram linearmente, conforme as doses crescentes (0, 30, 60 e 90t.ha⁻¹) obtendo as

respectivas produtividades: 10,52, 10,98, 11,44 e 11,90t.ha⁻¹ (Figura 5d).

Tabela 19. Efeitos da adição combinada de doses de composto de lixo e de suplementação P, K e PK na produtividade em açúcar, em toneladas de Pol por hectare.

Doses de CL, t.ha ⁻¹		Fertilizantes Químicos				Médias de doses CL
		Sem adição (00)	P	K	PK	
00		11,89 a	14,11 a	13,20 a	13,45 b	13,16 b
30		12,00 a	14,08 a	14,10 a	13,58 b	13,44 ab
60		14,44 a	14,94 a	13,42 a	16,00 a	14,70 a
90		14,30 a	14,05 a	13,69 a	16,92 a	14,47 a
Média de Fertiliz.		13,15 a	14,30 ab	13,80 ab	15,05 a	14,08
Causa de	CL	**				
Variação	Química	**				
(Valor F)	CLXQ	*				
	CV%	17,82				

CL = composto de lixo urbano; * e ** = significativo a 5% e 1% de probabilidade no teste F.

Tabela 20. Efeitos da adição combinada de doses de composto de lixo e de suplementação PK na produtividade de Açúcar Teórico Recuperável por hectare (TAH).

Doses de CL, t.ha ⁻¹		Fertilizantes Químicos				Médias de doses CL
		Sem adição (00)	P	K	PK	
00		9,43 a	11,22 a	10,50 a	10,76 a	10,48 b
30		9,54 a	11,24 a	11,51 a	10,87 a	10,79 ab
60		11,48 b	11,97 a	10,75 a	12,74 b	11,74 a
90		11,32 b	11,18 a	10,87 a	13,52 b	11,72 a
Média de Fertiliz.		10,46 b	11,40 ab	11,00 ab	11,97 b	11,18
Causas de	CL	**				
Variação	Química	**				
(Valor F)	CLXQ	*				
CV%		18,02				

CL = composto de lixo urbano; * e ** = significativo a 5% e 1% de probabilidade no teste F.

Já os modelos ajustados para a produtividade de Açúcar Teórico Recuperável (TAH) nos colmos de cana-de-açúcar por hectare, em resposta à adição de CL, acrescido com a adubação química PK (Tabela 20), as quais apresentam as seguintes equações:

- a) Sem adubo: $Y = 9,30 + 0,015 \cdot X$ ($R^2 = 89,22^{**}$)
- b) Adição de PK: $Y = 10,45 + 0,026 \cdot X^2$ ($R^2 = 79,65^{**}$)
- c) Média geral: $Y = 10,52 + 0,015 \cdot X$ ($R^2 = 89,54^{**}$)

4.6. Efeitos da aplicação de CL nos teores de P e de K no caldo

O fósforo presente no caldo é muito importante para a adequada clarificação quando da produção do açúcar, e níveis de fosfato superiores a $150 \text{ mg.L}^{-1} \text{ P}_2\text{O}_5$ ¹ são considerados ideais (Delgado e Cesar, 1984).

Deve ser observado que o teor de P no caldo aumentou da testemunha à última dose aplicada de CL (90 t.ha^{-1}) como mostra a Figura 6a. O fator épocas não obteve valor significativo para o teste F (Tabela 21).

Tabela 21. Teores de fósforo no caldo (mg.L^{-1}) em função das doses de composto de lixo no decorrer das épocas.

Tratamentos	Épocas			
	303 dap	334 dap	365 dap	395 dap
	P(mg.L^{-1})			
T	221	161	169	146
P	173	126	152	149
30 t.ha^{-1}	236	117	179	168
$30 \text{ t.ha}^{-1} + \text{P}$	222	179	197	174
60 t.ha^{-1}	259	172	212	179
$60 \text{ t.ha}^{-1} + \text{P}$	217	170	180	165
90 t.ha^{-1}	248	184	200	161
$90 \text{ t.ha}^{-1} + \text{P}$	226	172	203	180

¹ Média de 3 repetições, CV = 11,01%

Composto de Lixo Urbano, t ha⁻¹

Figura 6. Influência da aplicação de doses de composto de lixo, suplementados ou não com P e/ou K nos teores de fósforo (a) e de potássio (b) no caldo de cana-de-açúcar. *- significativo a 5% de probabilidade no teste F; ** - significativo a 1% de probabilidade no teste F.

Os teores de fósforo do caldo estão dentro das necessidades exigidas para fermentação alcoólica (Amorim, 1985) e na clarificação para o açúcar (Delgado & Cesar, 1984).

O teor de fósforo no caldo foi influenciado pelos fatores CL e fertilizantes fosfatados e como nota-se na Figura 6a, tendo os seguintes modelos para o P no caldo ajustados em resposta à adição ao CL:

- a) Sem adubo: $Y = 178,6 + 0,29 \cdot X$ ($R^2 = 75,36^{**}$)
- b) Adição de P: $Y = 161,4 + 0,42 \cdot X$ ($R^2 = 60,23^{**}$)
- c) Adição de PK: $Y = 193,7 - 0,43 \cdot X$ ($R^2 = 88,40^{**}$)

A aplicação isolada do CL foi significativa para o teste F no nível de 1% de probabilidade e elevou linearmente o teor de fósforo no caldo da menor para a maior dose aplicada (0, 30, 60 e 90 t.ha⁻¹) obtendo respectivamente os valores de 178,6, 187,2, 195,7 e 204,3 mg.L⁻¹. Tal fato pode ser explicado devido o CL possuir teores de fósforo mais altos do que a maioria dos solos agrícolas e ficarem disponíveis em 15% do seu total para as plantas (DeHaan, 1981).

Considerando que o teor de P₂O₅ no CL aplicado é de 2,5 g.Kg⁻¹, houve portanto, um acréscimo de 75 kg.ha⁻¹ do fosfato para cada 30 t de CL, no solo.

O CL quando suplementado com adubação fosfatada (120 kg.ha⁻¹ de P₂O₅) elevou linearmente o teor de fósforo no caldo a partir da menor para a maior dose aplicada obtendo os teores respectivos de 161,4, 173,9, 186,5 e 199,1 mg.L⁻¹, mas com teores menores do que quando aplicado isoladamente.

Quando o CL aplicado ao solo somado da adubação PK (120 Kg.ha⁻¹ de KCl), o teor de fósforo no caldo decresceu linearmente conforme as doses crescentes, obtendo valores respectivos de 193,7, 180,9, 168,1 e 155,3 mg.L⁻¹.

Já a questão do teor de K no caldo dos colmos foi influenciado da adição do composto de lixo, do fertilizante potássico e pela sua interação, ao nível de significância de 1% de probabilidade pelo Teste F, como evidencia-se na Figura 6b. Os modelos para o K no caldo ajustados em resposta à adição de composto de lixo foram os seguintes:

- a) Sem adubo: $Y = 486,3 + 1,786 \cdot X$ ($R^2 = 59,45^*$)
 b) Adição de K: $Y = 750,3 + 1,527 \cdot X$ ($R^2 = 86,97^{**}$)
 c) Adição de PK: $Y = 713,7 + 2,160 \cdot X$ ($R^2 = 88,41^{**}$)

Tabela 22. Teores de potássio no caldo (mg.L^{-1}) em função das doses de composto de lixo no decorrer das épocas.

Tratamentos	Épocas			
	K (mg.L^{-1})			
	303 dap	334 dap	365 dap	395 dap
T	636	656	624	546
P	720	803	816	720
30t.ha ⁻¹	501	553	611	475
30t.ha ⁻¹ + K	720	765	778	797
60t.ha ⁻¹	495	533	520	514
60t.ha ⁻¹ + K	829	823	861	932
90t.ha ⁻¹	739	701	694	668
90t.ha ⁻¹ + K	842	861	932	945

¹ Média de 3 repetições CV = 15,64%

Para a industrialização do açúcar o K é elemento negativo por ser considerado melacigênico e positivo para a fermentação quando estes valores permanecem na faixa de 700 a 1.200 mg.L^{-1} de K^+ .

A aplicação isolada do CL elevou linearmente os teores de K^+ no caldo, da menor dose para a maior dose (0, 30, 60 e 90t.ha⁻¹) aplicada ao solo respectivamente em 486, 540, 594 e 647 mg.L^{-1} .

O CL por ser rico em potássio, a aplicação de 30t.ha⁻¹ do composto empregado no presente experimento, forneceu ao solo 123Kg.ha⁻¹ de K_2O , apresentando este um teor acima dos 67Kg de K_2O como mencionado por Berton & Valadares (1991).

Quando o CL foi suplementado com potássio (KCl), elevou linearmente os teores de K^+ no caldo, em valores de 750, 796, 842 e 888mg.L⁻¹, respectivamente.

Resultado semelhante foi obtido quando se adicionou ao solo o CL + adubação PK, elevando linearmente os teores de K^+ do caldo dos colmos, aumentando os valores conforme o aumento das doses do composto em 714, 779, 843 e 908mg.L⁻¹.

A Tabela 23 contém os resultados das correlações entre parâmetros agrotecnológicos e as variáveis do solo.

Tabela 23. Valor de correlação entre as produtividades da cana-planta, expressa em colmos colhidos aos 369 dap, em relação aos testes de algumas espécies químicas do solo, amostrados aos 120 dap.

Parâmetros agrotecnológicos	Variáveis do solo correlacionadas (r)
Peso de colmos, em t.ha ⁻¹	pH (0,44**), P (0,45**), Ca (0,39**), V% (0,37**), CTC (0,26*), Mg (0,39**), H + Al (-0,26*), Na (0,31*)
Nº colmos, por hectare	pH (0,29*), Mg (0,36*)
Tpol/ha, em t.ha ⁻¹	Não houve correlação
TAH, em t.ha ⁻¹	pH (0,42**), P (0,44**), Ca (0,36*), V% (0,34*), Mg (0,39**)
ATR, em t.ha ⁻¹	pH (0,39**), P (0,39**), Ca (0,34*), V% (0,31*), Mg (0,38**)
K ₂ O no caldo, em mg.L ⁻¹	P (0,40**), K (0,30*), CTC (0,28*)
P ₂ O ₅ no caldo, em mg.L ⁻¹	P (0,47**), K (0,30*), CTC (0,34*)

* e ** = significativos a 5 e 1% no teste F.

5. CONCLUSÃO

Da análise estatística dos dados e de sua discussão chegou-se as principais conclusões:

1. Não houve atraso na maturação da cana-de-açúcar pela adição de composto de lixo, pois não afetou os parâmetros que julgam a qualidade tecnológica da cana-de-açúcar para sua industrialização, quando estudado dentro de épocas, quais sejam: Brix, pol, açúcares redutores, pureza aparente. Entretanto, a resposta ótima da cultura em acumulação de açúcar dos colmos ocorreu na combinação do composto com fertilizante (P ou K).

2. O CL aplicado ao solo neutralizou a acidez potencial totalmente, provocando ainda aumentos no seu pH, na CTC, na soma e na saturação por bases.

3. A adição de CL elevou linearmente os teores de P e K no solo que promoveu aumentos proporcionais de seus teores no caldo. Todavia os teores de P e K no caldo foram também influenciados pela adição de fertilizantes fosfatado e potássico, respectivamente.

4. A aplicação de composto de lixo proporcionou aumento linear na resposta em produtividade de colmos e açúcar por hectare.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AIRAN, D. S.;EBELL, J. H. Resource recovery through composting - a sleeping giant. In: NATIONAL WASTE PROCESS/ CONFERENCE AMERICAN SOCIETY MECHANICAL ENGINEERING, Washington, 1980, p. 121-129.

ALBUQUERQUE, G. A. C.; MARINHO, M. L. Influência da torta de filtro sobre a adubação nitrogenada em cana de açúcar. **Brasil Açucareiro**. v.93, n.3, p.38-43. 1979.

ALLEONI, L. R. F.; BEAUCLAIR, E. G. F.; BITTENCOURT, V. C. Produtividade e atributos de crescimento da RB73 5275, em áreas com e sem torta de filtro. **STAB Açúcar, Álcool e Subprodutos**, v.14, n.2, p.21-24, Nov./Dez. 1995.

ALMEIDA, J. R. Composição, proporção e aplicação da vinhaça. In: SEMANA DE FERMENTAÇÃO ALCOÓLICA, 3. Piracicaba, ESALQ, 1962. Piracicaba: Instituto Zimotécnico, 1962. p.

ALVES, W. L. **Compostagem e vermicompostagem no tratamento de lixo urbano**. Jaboticabal: FUNEP, 1996. 46 p.

AMORIN, H. V. Nutrição mineral de leveduras: aspectos teóricos e práticos. In: SEMANA DE FERMENTAÇÃO "JAIME ROCHA DE ALMEIDA", 4., Piracicaba, 1985. **Anais**. Piracicaba: STAB, 1985. 149p.

APLICAÇÃO da vinhaça à soqueira da cana-de-açúcar em três anos consecutivos. **Boletim Técnico Copersucar**, n.12, p.2-5, 1980.

AREVALO, R. (Ed.) Opções de variedades RB de cana-de-açúcar. In: REUNIÃO TÉCNICA DE VARIEDADES DE CANA-DE-AÇÚCAR, Piracicaba, 1993. Campinas: IAC, 1993. p. 2 - 3.

AZEREDO, D F. de ; MANHÃES, M.S. Adubação orgânica. In: **Nutrição e adubação da cana-de-açúcar no Brasil**. Piracicaba: IAA/Planalsucar, 1983, p.368.

BEAUCLAIR, E. G. F. Adubação verde e aplicação de matéria orgânica no cultivo da cana-de-açúcar. In: REUNIÃO TÉCNICA AGRONÔMICA: MANEJO E ADUBAÇÃO NA CULTURA DA CANA DE AÇÚCAR. Piracicaba: 1974. Piracicaba: Copersucar, 1984. p.40-47.

BERTON, R. S.; VALADARES, J. M. A. S. Potencial agrícola de compostos de lixo urbano no Estado de São Paulo. **O Agrônomo**, v.43, n.2/3, p. 87-93, 1991.

BOON, D.; SOLSTANPOUR, P. N. Lead, cadmiun and zinc contamination of aspen garden soils and vegetation. **Journal Environmental Quality**, v.21, p.82-86, 1992.

BRADY, B. **Natureza e propriedades dos solos**. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1968. 594p. (Compêndio Universitário)

BROWNE, J.; ZERBAN, F. W. **Physical and chemical methods of sugar analysis**. 3 edição. New York, John Wiley, 1941. 1353p.

CASTRO, L. J.; GODOY, O. P. Uso da torta de filtro no sulco de plantio de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*). **Brasil açucareiro**, v.94, n.5, p.66-76, 1979.

CESAR, M. A. A.; SILVA, F. C. da. **A cana-de-açúcar como matéria prima para a indústria sucroalcooleira**. Piracicaba: CALQ, 1993. 107p.

COLETI, J. T.; BITTENCOURT, V. C.; GIACOMINI, G. M. Torta de filtro rotativo em combinação com diferentes formas de fósforo, com vista à substituição da torta de mamona e de fosfato solúveis em água, na fertilização da cana planta. **Brasil Açucareiro**. v.96, n.6, p.16-27, 1979.

COLETI, J. T.; CAVALCANTE Jr., N.; ALBINO, F. E.; KRONKA, P.; PICCIN, C.; NEME, L. H. Influência da torta de filtro, adicionada no sulco de plantio da cana-de-açúcar, sobre os teores de P_2O_5 no caldo. **STAB Açúcar, Álcool e Subprodutos**, v.11, n.2, p.20-24, nov/dez. 1992.

COLETI, J. T.; LORENZETTI, J. M.; FREITAS, P. G. R.; GASPARINI, C. T. Redução no uso de fontes minerais na adubação de cana planta, quando do emprego da torta de filtro rotativo. In: CONGRESSO NACIONAL DA STAB, 2, Rio de Janeiro. **Anais**. Piracicaba: STAB, 1981. v.4, p.203-211.

COLETI, J. T.; LORENZETTI, J. M.; FREITAS, P. G. R.; GASPARINI, G. Redução do uso de fontes minerais na adubação da cana planta quando do emprego de torta de filtro rotativo. **STAB Açúcar, Álcool e Subprodutos**, v.1, n.1. p.46-48, 1982.

COLLIER, L. S. ; SANTOS, G. A.; PESSANHA, G. G.; PEREIRA, A. L. Efeito do composto de lixo urbano: fontes de Ca e Mg e adubação mineral sobre planossolo cultivado com beringela e milho doce em sucessão. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 20, Piracicaba. **Anais**. Piracicaba: SBACS, 1992. p. 402 - 403.

COMISSÃO NACIONAL DA ENERGIA (CNE) - BRASIL. Relatório da Assessoria

- Técnica: "Avaliação do Programa Nacional do Alcool", Mai, 1987.
- CRAVO, M. S. Composto de lixo urbano como fonte de nutrientes e metais pesados para alface. Piracicaba, 1995. 135 p. **Tese** (Doutorado). Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo.
- De HAAN, S. Results of municipal waste compost research over more than fifty years at the Institute for Soil fertility at Haren Groningen, **Netherlands Journal Agricultural Science**. v.29, p.49-61, 1981.
- DELGADO, A. A.; CESAR, M. A. A. Determinação de fosfatos em caldo e mosto de cana-de-açúcar. STAB-Açúcar e álcool e subprodutos, Piracicaba, v.3, n.2, p.42-45, 1984.
- DEMATTE, J. L. I. O solo como meio de descarte e degradação de resíduos. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 20, Piracicaba. **Anais**. Piracicaba: SBACS, 1992. P.213-251.
- DeVLEESCHAEWER, D.; VERDONCK, O.; VAN ASSCHE, P. Phytotoxicity of refuse compost. **BioCycle**, v.22, n.1, p.44-46, 1981.
- EGREJA FILHO, F. B. Avaliação da ocorrência de distribuição química de metais pesados na compostagem de lixo domiciliar urbano. Viçosa, 1993. 176 p. Dissertação (MS) Universidade Federal de Viçosa.
- ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (EPA). Land Application of Municipal Study. Cincinnati, 1983. 432p.
- EPSTEIN, E ; EPSTEIN, J. I. Public health issues and composting. **BioCycle**. v. 30, n. 8,

p. 50 - 53, 1989.

FAO. Organic recycling in Asia. **FAO Soils Bulletin**, v.36, p.320-325, 1978.

GLÓRIA, N. A. Emprego da vinhaça para fertilização. Piracicaba: CODISTIL, 1976, 32p.

GLÓRIA, N. A.; MAGRO, A. Utilização agrícola dos resíduos de usinas de açúcar e destilarias na Usina da Pedra. In: SEMINÁRIO COPERSUCAR DA AGROINDÚSTRIA AÇUCAREIRA, 4, Águas de Lindóia. **Anais**. p.163-180, 1977.

GLÓRIA, N. A.; JACINTHO, A. O.; GROSSI, J. M. M.; SANTOS, R. F. Composição mineral das tortas de filtro rotativo. **Brasil Açucareiro**. v.84. n.3, p.37-44. set./1974.

GOMES, F. P. O húmus, factor de qualidade. **Brasil Açucareiro**, v.35. n.4, p. 76-78, 1950.

GOMES, F.P. **Curso de estatística experimental**. São Paulo: Nobel, 1985. 466p.

GROSSI, M. G. L. Avaliação da qualidade dos produtos obtidos de usinas de compostagem brasileira de lixo doméstico através da determinação de metais pesados e substâncias orgânicas tóxicas. São Paulo, 1993. 222p. **Tese** (Doutorado) - Instituto de Química, Universidade de São Paulo.

HERNANDEZ, T. Utilization of municipal wast as organic fertilizers. **Suelo Planta**, v. 39, p.373-383, 1992.

HERNANDO, S. ; LOBO, M. C.; POLO, A. Effect of the application of municipal refuse compost on the physical and chemical properties of a soil. **Science Total**

Environmental. V.81, p.589-596, 1989.

HONIG, D. No azucares inorganicos. In: _____. **Princípios de tecnologia azucarera**. México: Continetal, 1969. 3v.

IGUE, T.; ESPIRONELLO, A.; CANTARELLA, H.; NELLI, E. J. Tamanho e forma de parcela experimental para cana-de-açúcar. **Bragantia**, v.50, n.1, p. 163-180, 1991.

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

KIEHL, E.J. **Manual de Edafologia**, 22 ed. São Paulo: Ceres, 1968. 262p.

KORNDORFER, G. H.; MARTINS, M. Importância da adubação na qualidade da cana-de-açúcar. **STAB, Açúcar, Álcool e Subprodutos**, v.10, n.3, p.26-31, jan./fev., 1992.

LANE, J. H.; EYNON, L. Determination of reducing Sugars by Ferling's solution wvith metlylene Blue indicator. London: Norman Rodger, 1934. 8p.

MAGRO, J. A.; GLÓRIA, N. A. Adubação de soqueira de cana-de-açúcar com vinhaça. Complementação com nitrogênio e fósforo. **Brasil açucareiro**, v.90, n.6, p.31-34, Dez./1977.

MARINHO, M. L.; ALBUQUERQUE, G. A. C.; AMORIN, A. L. C. Influência do nitrogênio, fósforo e potássio no rendimento industrial nos canaviais de Alagoas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 25, Campinas. **Anais**. Campinas: SBACS, 1976. 616p.

- MARQUES, T. A.; MARQUES, M. O. Dimensionamento de áreas de sacrifício de vinhaça. **Revista Livrocere**s, v.12, n.22, p.21-22, 1987.
- MATTIAZZO, M. E.; GLORIA, N. A.; Composição de tortas de filtro rotativo no transcorrer da safra canavieira. In: CONGRESSO NACIONAL DA STAB, 4., Olinda. **Anais**. Piracicaba: ACTALAC, 1987. p.186-189.
- MAZUR, N.; SANTOS, G. A.; VELLOSO, A. C. X. Efeito do composto de resíduo urbano na disponibilidade de fósforo em solo ácido. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, v.7, p.153-156, 1983.
- MELO, W. J.; SILVA, F. C.; MARQUES, M. O.; BOARETTO, A. E. Critérios para o uso de resíduos sólidos urbanos na agricultura e impactos ambientais. (Compact disc) In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 26, Rio de Janeiro, 1997. **Anais**. Viçosa: SBCS; UFU, 1997.
- MESSIAS, A.S.; MORAES, F. A. Emprego do lixo urbano na adubação do milho. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 20, Piracicaba. **Anais**. Piracicaba: SBCS, 1992. p.384-385.
- MORAES, S. P.; SELBACH, P. A. Utilização de composto de lixo urbano em solo agrícola. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 23. Porto Alegre, **Resumos**, Piracicaba: SBCS, p.87, 1991.
- NUNES JR., D.; CASAGRANDE, A. A. Efeitos das tortas de filtro e de mamona sobre as características agroindustriais de vinte variedades de cana-de-açúcar. In: SEMINÁRIO DE TECNOLOGIA AGRONÔMICA, 3., São Paulo. **Anais**. Piracicaba: Copersucar, 1986. p.349-363.

- NUNES JR., D.; MORELLI, J. L.; NELLI, E. J. Comportamento de variedades de cana-de-açúcar na presença de tortas de filtro e de mamona. Parte 2. **Boletim Técnico Copersucar**, v.41, n.88, p.3-12, Abr. 1988.
- PARRA, M. S.; OLIVEIRA, E.L. de; COSTA, A. Potencial agronômico do composto de lixo urbano. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 26, Rio de Janeiro, 1997 **Resumos**, Campinas: SBCS, p.494, 1997.
- PEREIRA NETO, J. T. ; STENTIFORD, E. I. Aspectos epidemiológicos da compostagem. **BioCycle** v.27, n.4, p.1-6, 1992.
- PEREIRA NETO, J. T. Alguns aspectos sobre o estado do gerenciamento dos resíduos sólidos no Brasil. In: SIMPÓSIO LUSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA AMBIENTAL, 5. Lisboa, 1989. **Anais**. Lisboa; 1989. p.397-418.
- PETRUZZELLI, G. Recycling wastes in agriculture. Heavy metal bioavailability. **Agricultural. Ecosyst. Environmetal.**, v.27,n.4, p.493-503, 1989.
- POLO, A.; ANDREUX, F.; CERRI, C.C.; LOBO, M. del C. Resíduos orgânicos da agroindústria canavieira. **STAB, Açúcar, Álcool e Subprodutos**, v.6, n.4/5, p.53-56, mar./jun., 1988.
- PRASAD, M. The effect of filter-press mud on the availability of macro and micronutrients. In: CONGRESS INTERNACIONAL SOCIETY OF SUGAR TECHNOLOGISTS, 15, Durban. 1974. Proceeding, Durban: ISSCT, 1974. p.13-29.
- PURVES, D. ; MACKENZIE, J.E. Effects of applications of municipal compost on uptake of copper, zinc and boron by garden vegetables. **Plant Soil**, v.39, n.1, p.361-371, 1973.

RAIJ, B. van; SILVA, N. M. da; BATAGLIA, O. C.; QUAGGIO, L. A.; HIROCE, R.; CANTARELLA, H.; BELLINAZZI, JR. R.; DECHEN, A. R.; TRANI, P. E. **Recomendações de adubação paa o Estado de São Paulo**. Campinas, Instituto Agrônômico, 1985. (IAC-Boletim Técnico). 107p.

RAIJ, B. V.; QUAGGIO, J. A. Métodos de análises de solos para fins de fertilidade. **Boletim Técnico**, n.81, p.1-31, 1983.

RESENDE, A. A. P. Estudo e avaliação de um processo de reciclagem e compostagem dos resíduos sólidos urbanos. Belo Horizonte, 1991. 151 p. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal de Minas Gerais.

RICHARD, T. Clean compost production. **BioCycle**. v. 31, n. 2, 1990, p. 46 - 47.

SANTANA FILHO, S.; CARDOSO, I. M.; PEREIRA NETO, J.T. Utilização de composto orgânico de lixo urbano na recuperação de áreas degradadas. In: (Compact disc) CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 26., Rio de Janeiro 1997. Viçosa: SBCS; UFV, 1997.

SANTOS, C. E. R.; STAMFORD, N. P. Efeito do composto urbano e da adubação fosfatada suplementar na correção da acidez e na disponibilidade do fósforo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 24., Recife, 1993. **Resumos**. Recife: SBCS, 1993. v.3, p.243-244

SANTOS, C. E R. S.; SANTOS, J R.; STAMFORD, N. P. Efeito do composto urbano e do fósforo em leucema inoculada com *Rhizobium loti* micorriza vesicular arbusculares. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 21., Petrolina, 1994 **Anais**, Recife: SBACS, p.248-249, 1994.

SANTOS, J. R.; STAMFORD, N. P. Efeitos da adição de composto urbano e níveis de

fósforo na forma de fosfogesso, no rendimento da leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) *de wit.*) e características químicas de um LVA-Distrófico. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 23, Porto Alegre, 1991. **Resumos**. Porto Alegre: SBCS, 1991. v.1, p.112.

SCHENEIDER, F. ed. **Sugar analysis methods**. Peterborough: ICUMSA, 1979. 256p.

SILVA JR., J. F. Efeitos da aplicação de fontes de fósforo na clarificação do caldo de cana. In: SEMINÁRIO COPERSUCAR DA AGROINDÚSTRIA AÇUCAREIRA, 4, Piracicaba. **Anais**. Piracicaba: Copersucar, 1975. p.339-353.

SILVA, G. M. A.; GURGEL, M. N. A. Aplicação de vinhaça como fertilizante em cana-de-açúcar em solo LE-fase arenosa. In: CONGRESSO NACIONAL DA STAB, 1., Rio de Janeiro., 1981. **Anais**. Piracicaba: STAB, 1981.

SIMÕES NETO, D. E.; COSTA, E. F. S.; SOBRAL, A. F.; SILVA, J. C. C. Efeito da torta de filtro e de mamona na produtividade agrícola da cana de açúcar (*Saccharum spp.*). In: CONGRESSO NACIONAL DA STAB, 4, Olinda. **Anais**. Piracicaba: ACTALAC, 1987. p.186-189.

STURION, A. C.; FERNANDES, A. C. Análise direta da cana-de-açúcar pelo método para prensa hidráulica. **Boletim Técnico COPERSUCAR**. n.8, p.12-15 1979.

TANIMOTO, T. **The press method of cane analysis**. Hawaii Pers: 1964. p.133-150

WALKER, J. M.; O'DONNELL, M. J. Comparative assessment of MSW characteristics. **BioCycle**. v. 32, n.8, p. 65 - 69, 1991.

XIN, T. H.; TRAINA, S. J.; LOGAN, T. J. Chemical properties of municipal solid waste compost. **Journal Environment Quality**. v. 21, p. 318 - 329, 1992.

ZUCCONI, F.; FORTE, M.; MONACO, A.; DeBERTOLDI, M. Biological evaluation of compost maturity. **BioCycle**. v.22, n. 4, p. 27 - 29, 1981.