



Compostagem de bagaço de cana-de-açúcar triturado utilizado como material filtrante de águas residuárias da suinocultura¹

Marcos A. de Magalhães², Antonio T. de Matos³, Wilson Denículi³ & Ilda de F. F. Tinoco³

RESUMO

A suinocultura moderna, de produção animal confinada, em virtude de ser concentradora de dejetos em pequenas áreas, gera vultosos volumes de águas residuárias de grande potencial poluidor para o solo, o ar e a água, já que se trata de efluente rico em sólidos em suspensão e, dissolvidos, matéria orgânica, nutrientes (nitrogênio e fósforo, dentre outros), agentes patogênicos, metais pesados e sais diversos. No presente trabalho avaliou-se o processo de compostagem de resíduo orgânico (bagaço de cana-de-açúcar triturado), utilizado como material filtrante para águas residuárias de suinocultura, imediatamente após este material perder a capacidade filtrante e ter sido descartado da coluna filtrante. Os resultados obtidos permitiram concluir-se que o composto de bagaço de cana-de-açúcar corresponde ao fertilizante obtido por processo bioquímico, natural e controlado com mistura de resíduos de origem vegetal ou animal, contendo um ou mais nutrientes de plantas. Na avaliação da composição química do composto maturado, as pilhas de bagaço de cana-de-açúcar mais dejetos de suínos apresentaram concentração total de metais pesados que pode ser considerada segura, sob o ponto de vista de uso na adubação de culturas agrícolas, desde que obedecidos os critérios de taxa máxima de aplicação acumulativa.

Palavras-chave: filtro orgânico, resíduo orgânico, tratamento biológico

Composting of sugarcane trash used as filtering material for swine wastewater

ABSTRACT

The modern swine production under confined conditions due to accumulation of dejects in small areas, generates large volumes of wastewater of high potential pollutant for the soil, the air and the water, since it is rich effluent in solids in suspension and dissolved organic nutrients (nitrogen and phosphorus, among others), pathogenic agents, heavy metals and several salts. In the present work the composting of organic residue (sugarcane trash) used as filtering material for swine wastewater was evaluated immediately after the material lost its filtering capacity and was discarded from the column. The results led to the conclusion that the sugarcane trash corresponds to fertilizer obtained by biochemical, natural and controlled processes from mixture of residues of vegetable or animal origin, having one or more plant nutrients. The evaluation of chemical composition of the matured compost showed that the sugarcane trash plus swine residue presented total concentration of heavy metals that can be considered safe from the crop fertilization point of view, provided that the criterion of maximum rate of accumulative application is observed.

Key words: organic filter, organic residue, biological treatment

¹ Parte da Dissertação do primeiro autor para obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola

² Doutorando DEA/UFV. CEP. 36571-000. Fone: (31) 9624-9876. E-mail: marcos@ufv.br

³ DEA/UFV. Fone: (31)3899-2735. E-mail: atmatos@ufv.br; deniculi@ufv.br; iftinoco@ufv.br

INTRODUÇÃO

Resíduos orgânicos têm-se mostrado como opções de material filtrante para uso no tratamento de águas residuárias de suinocultura (ARS), uma vez que proporcionam melhoria nas qualidades químicas e físicas do efluente (Brandão et al., 2000). Sabe-se que, depois de suplantada a capacidade filtrante desses materiais, a eficiência de tratamento deverá diminuir, o que tornará necessária a substituição do material filtrante (total ou parcial) em intervalos definidos de tempo. Essas trocas podem ser relativamente freqüentes, dependendo da taxa aplicada e da concentração de sólidos presentes na água residuária. O maior custo operacional do sistema, decorrente da necessidade de substituição periódica dos filtros, pode ser compensado pela produção de adubos orgânicos (Febrer, 2000).

Como os resíduos orgânicos usados como material filtrante são fontes importantes de macro e micronutrientes para as plantas, é interessante o seu aproveitamento como adubação orgânica para lavouras, porém para que o material orgânico possa ser mais fácil e adequadamente disponibilizado às plantas, torna-se conveniente que seja submetido a um processo de decomposição microbiológica acompanhada da mineralização de seus constituintes orgânicos (Febrer, 2002).

Define-se compostagem como um processo biológico, aeróbico, controlado, por meio do qual se consegue a humificação do material orgânico obtendo-se, como produto final, o "composto orgânico". O processo de compostagem é desenvolvido em duas fases distintas, em que na primeira ocorre a degradação ativa e, na segunda, maturação (humificação) do material orgânico, ocasião em que é produzido o composto propriamente dito (Matos et al., 1998).

Para preparar o composto são necessários dois tipos de material: os que se decompõem facilmente, como o esterco, e os materiais que se decompõem de forma mais lenta, como serragem de madeira, bagaço de cana-de-açúcar, folhas etc. O produto final da compostagem, ou seja, o composto orgânico, é reconhecidamente um excelente condicionador para o solo, podendo proporcionar melhorias em suas propriedades físicas, aumentando a capacidade de retenção de água e a macroporosidade; nas químicas, aumentando a disponibilidade de macro e micronutrientes; físico-químicas, aumentando a capacidade de troca catiônica e, nas biológicas, estimulando a proliferação de microrganismos úteis, agindo no controle de fitopatógenos (Matos et al., 1998; Febrer, 2002).

O tempo necessário para promover a compostagem de resíduos orgânicos depende da relação C/N, do teor de nitrogênio da matéria-prima, das dimensões das partículas, da aeração da meda e do número e freqüência dos reviramentos (Kiehl, 1985).

Segundo o Ministério da Agricultura, órgão do Governo Federal responsável pela fiscalização, inspeção e autorização para comercialização da produção e o comércio de fertilizantes, os fertilizantes orgânicos simples, complexos ou organominerais em que se utilize esterco suíno como matéria-prima, deverão ser caracterizados com relação às concentrações presentes de nitrogênio total, cobre, zinco, contagem de coliformes fecais, além de exames parasitológicos (Brasil, s.d.).

Neste trabalho, objetivou-se caracterizar o processo de compostagem do material filtrante, bagaço de cana-de-açúcar, após ser descartado dos filtros, bem como avaliar a qualidade química do composto orgânico produzido.

MATERIAL E MÉTODOS

Depois de esvaziadas, as colunas de filtração tiveram seu material filtrante retirado e transportado para um pátio, localizado no interior das instalações do antigo Estábulo da Universidade Federal de Viçosa. A massa removida de cada filtro foi utilizada individualmente, para formar as pilhas de compostagem, no total de 5 pilhas de bagaço de cana-de-açúcar triturado.

O material filtrante encontrava-se impregnado de material orgânico retido nos seus interstícios, em razão do seu uso na filtração de águas residuárias da suinocultura (ARS). Como a percolação desses sólidos não ocorreu de forma homogênea ao longo de toda a camada filtrante, antes de se montar as pilhas de compostagem foi conveniente a realização de uma homogeneização da mistura, com auxílio de pás e enxadas, para maior eficiência do processo.

Para ajuste da relação C/N dos materiais, tornou-se oportuna a determinação dessa relação química no material retirado do filtro, estando os valores obtidos para o bagaço de cana-de-açúcar, depois de utilizados nos filtros, apresentado na Tabela 1. O bagaço de cana-de-açúcar antes de ser posto na coluna de filtração tinha relação C/N de 196/1 (10,15 dag kg⁻¹ de carbono e 0,30 dag kg⁻¹ de nitrogênio total) e o dejetos de suíno a ele misturado, C/N de 18/1 (23,58 dag kg⁻¹ de carbono e 1,31 dag kg⁻¹ de nitrogênio total).

Com base nos valores apresentados de relação C/N do material retirado dos filtros, pôde-se definir as quantidades, caso a caso, de dejetos frescos de suínos a serem incorporadas, de forma a se ajustar, caso necessário, seu valor até 30:1.

As oscilações verificadas na relação C/N desses materiais estão relacionadas ao tempo de operação de cada filtro, que variou em função da altura da coluna filtrante e, portanto, oscilou também a quantidade de sólidos em suspensão, retidos nessa massa filtrante.

As pilhas de material para compostagem foram dispostas em uma configuração geométrica cônica, de volume variável, tendo em vista que o volume de resíduo disponibilizado

Tabela 1. Quantidade de dejetos fresco incorporado a cada um dos filtros de bagaço de cana-de-açúcar, após o descarte da coluna filtrante

Altura do Filtro	Relação C/N	Volume de Material	Massa de Material ⁽¹⁾	Demanda de Nitrogênio ⁽²⁾	Quantidade de dejetos Incorporada ⁽³⁾
			kg		
m		m ³			
1,00	34/1	0,26	83,2	0,31	23,7
1,30	37/1	0,34	108,8	0,56	42,8
1,60	33/1	0,42	134,4	0,41	31,3
1,90	36/1	0,50	160,0	0,75	56,9
2,20	45/1	0,58	185,6	1,55	118,5

⁽¹⁾ Material secado a 65 °C, por 48 h, seguido de secagem a 105 °C, até massa constante

⁽²⁾ Relação C/N = 30/1 (relação adotada no processo de compostagem)

⁽³⁾ Quantidade, em relação à matéria seca de dejetos incorporado ao filtro

de cada filtro foi, também, diferente nas diferentes colunas de filtração (altura de 1,00 a 2,20 m). Desta forma, as pilhas foram montadas com altura de aproximadamente 1,6 m e largura da base, variando entre 1,0 e 3,0 m.

O processo de compostagem empregado foi o de reviramento ou "Windrow", considerado simples e eficiente para a estabilização do material orgânico e, para início do processo de compostagem, o material orgânico das pilhas teve sua umidade elevada para 55 dag kg^{-1} , taxa considerada adequada para promover o crescimento mais rápido dos microrganismos envolvidos no processo, permitindo que as reações bioquímicas ocorressem com maior rapidez.

Na primeira fase do processo, compreendida como fase de degradação ativa do material orgânico, o ciclo de reviramento foi manual, executado a cada 3 dias, durante os primeiros 30 dias, seguindo-se um reviramento a cada 6 dias, por mais 30 dias, quando o material passou, então, a apresentar temperatura inferior a $40 \text{ }^\circ\text{C}$.

Durante a fase de reviramento foram introduzidas três sondas no interior de cada pilha, respectivamente na base, no centro e no topo, para possibilitar as determinações da temperatura da massa em compostagem. As determinações de temperatura foram feitas diariamente, com uso de um termômetro digital. Como a temperatura do material não excedeu os $65 \text{ }^\circ\text{C}$ durante o período de monitoramento, não houve necessidade da tomada de providências de reviramento das pilhas fora do período programado.

A umidade do material foi monitorada com a retirada de amostras semanais, representativas da massa em compostagem. O método de determinação utilizado foi o de secagem em estufa a $65 \text{ }^\circ\text{C}$, por 48 h, seguida de secagem a $105 \text{ }^\circ\text{C}$, até massa constante (Kiehl, 1985). Sempre que a umidade do material se mostrou inferior a 40 dag kg^{-1} , a água foi incorporada à massa, através de uma mangueira, por ocasião do reviramento das pilhas, e a umidade do material foi elevada a, no máximo, 55 dag kg^{-1} , já que maiores conteúdos de umidade poderiam causar anaerobiose (odores e atração de vetores) ao meio, além da lixiviação de nutrientes do material da pilha.

Na segunda fase do processo, denominada fase de maturação ou cura, o material orgânico permaneceu empilhado, não sendo mais necessário efetuar o seu reviramento; esta fase durou aproximadamente 30 dias. Após a maturação, o material ficou pronto para uso, não precisando ser peneirado, visto que o peneiramento do material foi feito quando da preparação do material para a montagem das colunas filtrantes.

Amostras da massa orgânica foram coletadas durante o período de compostagem e conduzidas ao Laboratório de Qualidade da Água do Departamento de Engenharia Agrícola e ao de Análises de Resíduos Orgânicos, do Departamento de Solos da UFV, para determinação da concentração de N-total, pelo método Kjeldahl (EMBRAPA, 1997) e de carbono orgânico, pelo método da perda por ignição (Kiehl, 1985); ao final do período de compostagem, amostras do material orgânico foram coletadas para, após mineralização via digestão nítrico-perclórico, serem determinadas as concentrações de micronutrientes (Fe, Zn, Mn, Cu), macronutrientes (Ca e Mg) e metais pesados (Ni, Cd, Cr, Pb) em espectrofotômetro por emissão de plasma.

A determinação da concentração de N foi realizada pelo método Kjeldahl, via digestão sulfúrica, e as concentrações de P e K o foram via digestão nítrico-perclórico, sendo o P determinado pelo método colorimétrico (formação de complexo fósforo-mobilídico) e o K determinado por fotometria de emissão (EMBRAPA, 1997).

As amostras destinadas às análises bacteriológicas (determinação de *Streptococcus fecalis* e coliformes totais/*E. coli*) foram coletadas separadamente utilizando-se, para isto, frascos devidamente esterilizados. As amostras, cerca de 25 g do material, foram coletadas aleatoriamente em vários pontos das pilhas de compostagem após a montagem dos experimentos, acondicionadas de maneira adequada (frasco vedado) e imediatamente encaminhadas ao laboratório para a execução das análises. Para as análises biológicas do composto maturado, usou-se o reagente Colilert como meio de cultura, através da tecnologia denominada Defined Substrate Technology (DST) para se analisar simultaneamente coliformes e *E. coli*. Dois nutrientes indicadores, ONPG e MUG, além de serem as principais fontes de carbono no Colilert são, também, metabolizadas pelas enzimas β -D-Galactosidase e β -D-Glucuronidase, possibilitando a identificação das bactérias coliformes e *E. coli*. A amostra foi adicionada ao meio de cultura e a solução colocada nas cartelas Quanti-Tray, a qual, após ser selada, foi levada para a incubação sob temperatura de $35 \text{ }^\circ\text{C}$, por 24 h, conforme Standard Methods for Water and Wastewater (APHA, 1995).

Para determinação de *Streptococcus fecalis*, adotou-se o seguinte procedimento: em um béquer foi pesado 1g de amostra retirada na pilha de compostagem, em balança de precisão (Mettler modelo PC 440), à qual foram adicionados 99 mL de solução de Ringer; agitou-se vigorosamente o material, durante 3 min, colocando-o em repouso por aproximadamente 10 min, o que passou a constituir o que foi denominado amostra inicial; após este período, foram realizadas diluições sucessivas da amostra inicial em solução de Ringer, a fim de se obter concentrações da ordem de 10^{-3} a $10^{-5} \text{ g mL}^{-1}$.

O método para avaliação dos indicadores foi o da membrana filtrante, que consiste em passar um volume conhecido da amostra diluída, por aplicação de vácuo, através de uma membrana de filtração (Whatman) fina o bastante para reter os microrganismos. Essas membranas foram então colocadas em placas de Petri devidamente identificadas e preparadas com meio de cultura seletivo (KF *Streptococcus* Ágar); posteriormente, as placas foram colocadas em incubadora (Gallekamp modelo 2380) a $37 + 2 \text{ }^\circ\text{C}$, durante 48 h; após este período, as placas foram retiradas, procedendo-se à contagem das colônias de bactérias que apresentaram coloração violeta-escuro, sendo estas, por sua vez, representativas da população de *Streptococcus fecalis*.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises da relação C/N do bagaço de cana-de-açúcar triturado, antes de ser usado como material filtrante de ARS e após seu uso e descarte das colunas de

Tabela 2. Avaliação da relação C/N do filtro de bagaço de cana-de-açúcar triturado, antes e após ter sido utilizado como material filtrante de ARS

Material Filtrante	Carbono	Nitrogênio	Relação C/N	
	dag kg ⁻¹			
Antes	23,52	0,12	196/1	
Após Operação do filtro	Filtro1 (h=1,00 m)	10,15	0,30	34/1
	Filtro2 (h=1,30 m)	9,96	0,27	37/1
	Filtro3 (h=1,60 m)	10,40	0,31	33/1
	Filtro4 (h=1,90 m)	9,67	0,27	36/1
	Filtro5 (h=2,20 m)	9,49	0,21	45/1

filtração, construídas com diferentes alturas, estão apresentados na Tabela 2.

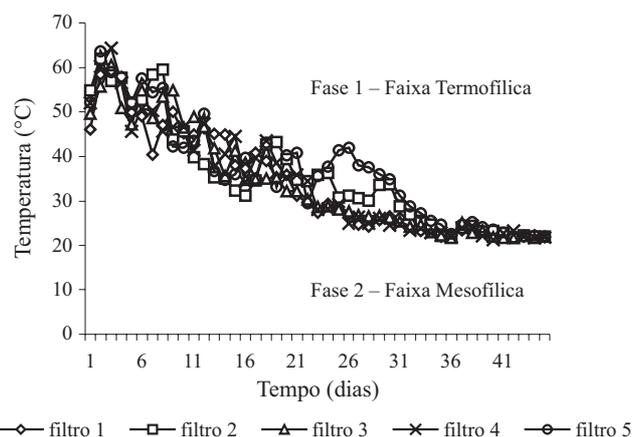
A atividade de degradação dos resíduos orgânicos na pilha de compostagem está diretamente relacionada à reprodução celular dos microrganismos. Na ausência de nitrogênio, não há reprodução celular dos microrganismos, razão por que a relação C/N satisfatória para obtenção de alta eficiência nos processos de tratamento biológico dos resíduos sólidos orgânicos, deve situar-se em torno de 30:1 (Kiehl, 1985).

Os resultados apresentados na Tabela 2 indicam que, apesar da relação C/N ter diminuído após a incorporação de material orgânico presente na ARS nos materiais filtrantes, ela não baixou, no entanto, o suficiente para ficar numa faixa considerada ótima, a fim de que ocorresse o processo de compostagem.

Com base nos resultados apresentados na Tabela 2, após os materiais filtrantes terem sido descartados das colunas de filtração e antes da montagem das pilhas de compostagem, foram feitas incorporações de excrementos de suínos, em quantidades que permitissem obter-se relação C/N ótima, tendo sido adotado o valor de 30:1. Após a montagem das pilhas de compostagem, foi feito, diariamente, o monitoramento de temperatura, cujos resultados se encontram na Figura 1.

Nas pilhas montadas com os filtros de bagaço de cana-de-açúcar triturado, durante todo o processo de compostagem, as variações de temperatura ocorridas na massa foram muito similares.

De acordo com a Figura 1, constata-se que o processo de

**Figura 1.** Variação da temperatura da massa nas pilhas de compostagem de bagaço de cana-de-açúcar, sendo os números 1, 2, 3, 4 e 5 referentes à origem do material (filtros de 1,00; 1,30; 1,60; 1,90 e 2,20 m de altura, respectivamente)

compostagem ocorreu, por 26 dias, na faixa de temperatura termofílica (entre 45 e 65 °C). A ocorrência da fase termofílica é fundamental para possibilitar a eliminação de microrganismos patogênicos da massa do composto, processo fundamental sob o foco sanitário.

Na Tabela 3 estão apresentados os resultados das análises químicas do composto orgânico produzido nas pilhas de bagaço de cana-de-açúcar.

Quanto à avaliação da relação C/N, o composto produzido pode ser considerado material orgânico de rápida degradabilidade.

As concentrações totais dos metais Cu no composto produzido variaram de 39,38 a 56,98 mg kg⁻¹ de matéria seca, enquanto as de Zn oscilaram de 757,07 a 972,38 mg kg⁻¹ de matéria seca. Considerando-se que os limites máximos para a concentração desses metais em compostos orgânicos são de 750 mg kg⁻¹ para cobre e de 1.400 mg kg⁻¹ para zinco, segundo a WA DOE Interim Guidelines for Compost Quality (Beaver, 1994), verifica-se que as concentrações desses metais se situam dentro de padrões bastante seguros para utilização na agricultura.

Tabela 3. Características físicas e químicas de matéria seca produzida com bagaço de cana-de-açúcar, utilizado como filtro de ARS, e esterco de suínos

Pilha	Umidade	dag kg ⁻¹								
		Sólidos Voláteis	Sólidos Fixos	C Total	Ca	Mg	K	P	N	C/N
BC 1	42,78	71,83	28,17	41,66	2,50	0,39	1,50	0,73	2,53	16/1
BC 2	47,17	73,80	26,20	42,81	2,40	0,36	1,45	0,79	2,65	16/1
BC 3	41,17	74,72	25,28	43,34	2,05	0,32	1,50	0,93	2,74	16/1
BC 4	52,78	78,92	21,08	45,78	1,87	0,27	1,08	0,66	2,73	17/1
BC 5	50,24	79,39	20,61	46,05	1,97	0,27	1,29	0,74	2,56	17/1
	ρ g cm ⁻³	pH	Cu	Zn	Mn	Fe	Cd	Ni	Pb	Cr
			mg kg ⁻¹							
BC 1	0,467	7,14	56,98	929,37	195,76	6.425,13	0,80	6,74	8,26	15,59
BC 2	0,444	7,36	46,56	853,13	165,09	6.657,07	0,72	6,12	7,94	14,92
BC 3	0,421	7,50	39,38	757,07	159,26	6.849,86	0,66	5,01	8,26	14,44
BC 4	0,363	7,40	44,56	972,38	161,94	6.026,65	0,68	6,42	6,68	16,48
BC 5	0,393	7,28	43,21	879,43	166,45	6.296,80	0,69	6,26	7,14	15,08

ρ - massa específica; a 110 °C no caso de sólidos voláteis e sólidos fixos, para demais a 65 °C.
BC 1, 2, 3, 4 e 5 representam, respectivamente, materiais retirados dos filtros de 1,00; 1,30; 1,60; 1,90 e 2,20 m de altura

No que se refere às análises microbiológicas, das 5 amostras coletadas nas pilhas de composto orgânico, apenas na amostra coletada na pilha BC5 foi encontrada contaminação com coliformes fecais, apresentando o número mais provável (NMP) de 2 microrganismos. Este valor, segundo a Legislação, referente-se a fertilizantes orgânicos (Brasil, s.d.), qualifica o composto como de “Classe A – uso sem restrições”, uma vez que apresenta contaminação menor que 1.000 NMP g⁻¹.

Na Tabela 4 estão apresentados os resultados da contagem de bactérias *Streptococcus fecalis* em materiais coletados nas pilhas de compostagem.

De acordo com os resultados da avaliação de contaminação do composto orgânico com *Streptococcus fecalis*, Tabela 4, a partir do aproveitamento dos materiais descartados dos filtros de bagaço de cana-de-açúcar triturado observouse, no início do processo, contaminação em todas as pilhas de compostagem; no final do processo, entretanto, constatou-se ausência de *Streptococcus fecalis*, implicando que o tratamento foi eficiente na eliminação desses microrganismos; portanto, diz-se que os compostos orgânicos produzi-

dos sob o ponto de vista microbiológico, podem ser utilizados sem restrições.

Apesar de ter sido usado material fecal (excremento de suínos) na mistura com bagaço de cana-de-açúcar, o reviramento das pilhas de compostagem e o rigoroso controle de temperatura e da umidade permitiram que, no final do processo, fosse produzido composto sem risco sanitário de manuseio.

Com base nas características do composto produzido a partir do aproveitamento dos filtros orgânicos descartados das colunas filtrantes (filtro de bagaço de cana-de-açúcar + esterco de suínos), conclui-se que o composto estudado apresentou características desejáveis para este tipo de material, como umidade, pH e coloração, ausência de maus odores, concentrações adequadas de macro e micronutrientes, e aceitáveis de metais pesados, além de contaminação com microrganismos considerada segura, do ponto de vista sanitário (Magalhães, 2002); desta forma, atendeu à exceção do quesito umidade, as exigências da Legislação Brasileira (Brasil, s.d.), adquirindo o material a classificação de “Fertilizante Composto”.

Tabela 4. Contaminação microbiológica (*Streptococcus fecalis*) do material orgânico durante o período de compostagem dos filtros de bagaço de cana-de-açúcar

Material	Período de compostagem	Diluição da amostra	NMP g ⁻¹ de ST
BC1	Início	10 ³	21,5 x 10 ³
		10 ⁴	7,5 x 10 ⁴
		10 ⁵	0,5 x 10 ⁵
	Final	10 ³	Zero
		10 ⁴	Zero
		10 ⁵	Zero
BC2	Início	10 ³	22,5 x 10 ³
		10 ⁴	8,5 x 10 ⁴
		10 ⁵	0,5 x 10 ⁵
	Final	10 ³	Zero
		10 ⁴	Zero
		10 ⁵	Zero
BC3	Início	10 ³	21,0 x 10 ³
		10 ⁴	7,0 x 10 ⁴
		10 ⁵	0,5 x 10 ⁵
	Final	10 ³	Zero
		10 ⁴	Zero
		10 ⁵	Zero
BC4	Início	10 ³	22,0 x 10 ³
		10 ⁴	7,5 x 10 ⁴
		10 ⁵	0,6 x 10 ⁵
	Final	10 ³	Zero
		10 ⁴	Zero
		10 ⁵	Zero
BC5	Início	10 ³	23,0 x 10 ³
		10 ⁴	8,0 x 10 ⁴
		10 ⁵	0,7 x 10 ⁵
	Final	10 ³	2
		10 ⁴	Zero
		10 ⁵	Zero

NMP - Número mais provável

Os números 1, 2, 3, 4 e 5 referem-se, respectivamente, aos materiais retirados dos filtros de 1,00; 1,30; 1,60; 1,90 e 2,20 m de altura e misturados com esterco de suínos, para processamento da compostagem

CONCLUSÕES

1. Bagaço de cana-de-açúcar triturado utilizado como filtro de água residuária de suinocultura pode, após ter sido retirado da coluna filtrante, ser tratado pelo processo de compostagem e, do ponto de vista de uso na adubação de culturas agrícolas, indicou que o material produzido não oferece risco sanitário de manipulação quanto aos *Streptococcus fecalis*.

2. Para a concentração total de metais pesados o composto produzido pode ser considerado seguro para uso agrícola, desde que obedecidos os critérios de taxa máxima de aplicação acumulativa, de acordo com projeto agrônomo.

3. O composto produzido com filtros de bagaço de cana-de-açúcar + esterco líquido de suínos, apresentou características físicas, químicas e biológicas que atendem à legislação pertinente e, portanto, apresentam requisitos desejáveis para que o composto orgânico possa ser utilizado na agricultura.

LITERATURA CITADA

- APHA – American Public Health Association – Standard methods for the examination of water and wastewater. New York: APHA, WWA, WPCR, 19.ed., 1995.
- Beaver, T. Pilot study of coal ash compost. *Compost Science & Utilization*, Emmaus. v.2, n.3, p.18-21, 1994.
- Brandão, V. S.; Matos, A. T.; Martinez, M. A.; Fontes, M. P. P. Tratamento de águas residuárias da suinocultura utilizando-se filtros orgânicos. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande v.4, n.3, p.327-333, 2000.
- Brasil. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Legislação sobre fertilizantes, corretivos e inoculantes. Brasília, (s.d.). 143p.
- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de método de análises de solo. 2.ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 1997. 212p.

- Febrer, M. C. A. Aproveitamento agrícola de material orgânico utilizado como filtro no tratamento de águas residuárias da suinocultura, Viçosa: UFV, 2000. 130p. Dissertação Mestrado
- Febrer, M. C. A. Dinâmica da decomposição mesofílica de resíduos orgânicos misturados com águas residuárias da suinocultura. Engenharia na Agricultura, Viçosa, v.10, n.1-4, p.18-30, 2002.
- Kiehl, E. J. Fertilizantes orgânicos. Piracicaba: Agronômica Ceres, 1985, 492p
- Magalhães, M. A. Parâmetros para projetos e operação de filtros orgânicos utilizados no tratamento de águas residuárias de suinocultura, Viçosa: UFV, 2002. 103p. Dissertação Mestrado
- Matos, A. T.; Vidigal, S. M.; Sedyama, M. A.; Garcia, N.C.P.C.; Ribeiro, M. F. Compostagem de alguns resíduos orgânicos, utilizando-se águas residuárias da suinocultura como fonte de nutrientes. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v.2, n.2, p.199-203, 1998.