

COMPOSTAGEM DE RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS¹

MAURI S. MANHÃES²

RESUMO - De maneira geral, pode-se dizer que todo resíduo vegetal e animal se presta à compostagem, que visa, por meio de decomposição biológica, transformar os materiais grosseiros em produtos mais ricos e adequados à melhoria dos solos e das culturas. No presente trabalho foram utilizados o bagaço de cana, a torta de filtro, a cama-de-curral e fosfato-de-araxá, por serem os existentes em grandes quantidades na Usina Santa Cruz - Campos - RJ. Com cerca de 100 dias de compostagem, atingiram-se os objetivos do trabalho, ao se verificar que os materiais lograram características gerais semelhantes aos inoculantes (cama-de-curral e torta de filtro), os volumes das leiras diminuíram entre 36 e 52% dos originais, e, principalmente, o enriquecimento mineral foi marcante o bastante para ser considerado o produto final (composto) em condições mais adequadas à melhoria dos solos e das culturas.

Termos para indexação: decomposição, biologia, solos, bagaço de cana-de-açúcar, cama-de-curral, fosfato-de-araxá, inoculantes.

AGROINDUSTRIAL RESIDUE COMPOSTING

ABSTRACT - In general, every kind of vegetal and animal wastes can be used to produce organic fertilizers. The process is characterized by the biologic decomposition of the gross material resulting in richer products than the original ones. In this work, sugarcane bagasse, filter cake, cow manure and natural phosphate (Araxá) have been utilized due to their availability from Santa Cruz Sugar Mill, Campos - RJ, Brazil. The purpose of this work have been reached after 100 days, when the whole material showed similar characteristics to the inoculante (filter cake and cow manure). The volume of the material was reduced in 36 to 52% according to the inoculant, and the mineral content was increased enough to consider the final product in good conditions to improve soil fertility and the yield of the cultivations.

Index terms: decomposition, biology, soils, sugarcane bagasse, cow manure, natural phosphate, inoculant.

INTRODUÇÃO

Para que uma cultura explore seu potencial genético de produção, completa e rapidamente, de modo a materializar-se em produtos agrícolas quali-quantitativamente ela necessita do fornecimento suficiente, equilibrado e contínuo de radiação solar, água, ar e nutrientes minerais.

O solo fornece: a estrutura física necessária ao suporte da planta, quase toda a matéria prima bruta para absorção radicular, e um sistema de macro e microporos que permite um bom desenvolvimento das raízes e onde ocorrem todos os processos vitais da raiz.

A compactação (mais visível) e o adensamento

(mais disseminado) da camada arável podem afetar seriamente o desenvolvimento radicular e os processos de armazenagem e disponibilidade de matéria-prima bruta. Podem, inclusive, tornar pouco efetivos a adubação mineral e a irrigação, e pouco econômico todo o restante do pacote tecnológico agrícola, devido à baixa eficiência de utilização (Primavesi, 1985).

A matéria orgânica do solo pode ser considerada como importante fator de produtividade agrícola, dada a influência que ela exerce sobre as propriedades químicas, físicas e biológicas do solo.

Resumidamente, os principais benefícios que a matéria orgânica traz às propriedades do solo são:

1. aumento da disponibilidade de N, P e S, através do processo de mineralização da matéria orgânica;
2. elevação da capacidade de troca de cátions;
3. diminuição da fixação de P por óxidos

¹ Aceito para publicação em 18 de maio de 1993.

² Eng.-Agr.-MSc. - Univ. Fed. Rural do Rio de Janeiro-Estação Experimental, Campos-RJ. Campos-Goitacazes s/n, CEP 28100 Bairro Donana.

amorfo, pois os radicais orgânicos bloqueiam os sítios de fixação;

4. contribuição para a agregação do solo, reduzindo, assim, a suscetibilidade à erosão;

5. aumento da capacidade de retenção de água;

6. redução da plasticidade e coesão do solo, favorecendo as operações agrícolas;

7. favorecimento à atividade de microorganismos do solo, por fornecer-lhes energia e nutrientes e por melhorar as propriedades químicas e físicas que influenciam a vida microbiana (Azeredo & Manhães, 1983).

A busca de novas terras ricas em matéria orgânica para implementação das lavouras em nossa região já não é mais possível, devido, principalmente, aos altos custos das terras e dos transportes. Assim sendo, as áreas atualmente utilizadas pela agroindústria mais próxima dela, embora bastante esgotadas pelos sucessivos cultivos, pela monocultura canavieira e pelas queimadas constantes, merecem melhores tratamentos visando sua recuperação e a conseqüente manutenção de sua capacidade de produção.

O composto orgânico é produto da fermentação de resíduos vegetais e animais, e visa tornar aqueles materiais em produtos adequados à melhoria dos solos e das culturas.

Isto é possível, promovendo-se a decomposição biológica destes materiais e enriquecendo-os com produtos minerais, que, além de enriquecer quimicamente o produto final, concorrem para melhor desenvolvimento dos organismos responsáveis pela degradação dos materiais grosseiros.

A agroindústria açucareira e alcooleira caracteriza-se pela produção de grande volume de resíduos, sendo que os principais são as cinzas de caldeiras, bagaço, torta de filtro e vinhaça.

O processamento de 1 t de cana-de-açúcar gera cerca de 250 kg de bagaço, com, aproximadamente, 50% de umidade.

Em agroindústrias onde haja um balanço térmico adequado, mesmo considerando-se o aproveitamento de parte destinada à produção de energia, deverá haver uma sobra de 25 a 30% do bagaço produzido, e que se caracterizará como resíduo.

As variações na composição da matéria seca do bagaço, segundo Sagarra (1966), são:

Carbono: 43 - 49%

Hidrogênio: 5,3 - 6,7%

Oxigênio: 42 - 49%

Nitrogênio: 0,2 - 0,4%

Cinzas: 1,3 - 3,5%

Já Coleti et al. (1981) utilizaram, em trabalhos de compostagem, bagaço com a seguinte composição:

U = 25,07%

Mg = 0,05%

N = 0,23%

Fe = 1670 ppm

P = 0,03%

Cu = 18 ppm

K = 0,15%

Zn = 10 ppm

Ca = 0,06%

Mn = 58 ppm

Neste mesmo trabalho, Coleti et al. (1981) verificaram que com cerca de 95 dias, o composto com bagaço, torta de filtro e esterco de curral apresentava características físicas e químicas similares às da torta.

O objetivo do trabalho foi o de preparar e acompanhar analiticamente o processo de compostagem de resíduos de agroindústria açucareira e alcooleira, visando transformá-la em produto final em condições mais adequadas à melhoria dos solos e das culturas.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido em área e com material da usina Santa Cruz - Campos - RJ.

Foram preparadas duas leiras ou pilhas com os seguintes componentes:

Leira 1: bagaço = 18,87 m³

cama-de-curral = 5,90 m³

fosfato-de-araxá = 3 sacos de 50 kg

volume total = 25,00 m³

Leira 2: bagaço = 15,76 m³

torta de filtro = 4,50 m³

cama-de-curral = 2,25 m³

fosfato-de-araxá = 3 sacos de 50 kg

volume total = 23,00 m³

Foi utilizado o método aeróbico de fermentação, com o qual se utilizou a fase mesófila de temperatura, em ambiente aberto, utilizando-se processo lento de decomposição. Fermentações anaeróbicas também ocorreram no processo.

A cada 15 dias, o material foi revolvido, umedecendo-se com vinhaça durante a operação.

A partir dos dois meses de preparo das leiras, foram feitas três amostragens dos materiais, a espaços de, aproximadamente, 20 dias uma após outra.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As Tabelas 1 e 2 mostram os resultados do acompanhamento analítico do processo de compostagem observado durante o período, onde foram feitas amostragens em três épocas e compreendendo de amostras compostas e em diferentes profundidades nas pilhas de material.

Pela Tabela 1, que representa as análises da leira 1, vemos os resultados das análises dos materiais originais (in natura) e o desenvolvimento da mistura deles.

Nesta tabela, vale salientar os desenvolvimentos do N, do P, do Ca, do C, dos micronutrientes analisados, Fe, Cu, Zn e Mn e com destaque para a relação C/N, que, vindo dos valores em torno de 145/1 do bagaço e 23/1 de cama-de-curral, produziu, no final do período de, aproximadamente, três meses e meio, um produto com relação equi-

valente à do material considerado como inoculante, que foi a cama-de-curral, que é de 23/1.

Na Tabela 2, representam-se os resultados da leira 2, onde se inclui a torta de filtro substituindo parte da cama-de-curral; notou-se um desenvolvimento semelhante ao da leira 1, onde no final do período de compostagem, o material apresenta características semelhantes às da torta-de-filtro.

Em relação à temperatura dos materiais, no período de compostagem, a Tabela 3 mostra que:

1ª) as temperaturas dos materiais em compostagem aparentemente não podem ser relacionadas diretamente com as temperaturas ambientais;

2ª) as médias das temperaturas, observadas durante o processo de compostagem, não apresentaram grandes alterações, mantendo-se dentro da faixa de temperatura adequada ao processo, que é de 40 a 60°C. Isto se deu provavelmente em função da boa distribuição de chuvas no período, que, praticamente, supriu as necessidades de umidade requeridas pelo processo;

3ª) as diferenças praticamente constantes,

TABELA 1. Resultados das análises dos materiais utilizados para compostagem (leira 1) e do composto final na Usina Santa Cruz. Instalação em 09/09/88.

Elementos analisados	Bagaço	Cama de de curral	Fosfato Natural (1)	Vinhaça (2)	Composto (mistura) (3)		
					11/11	29/11	21/12
N %	0,14	0,56	-	0,29	0,22	0,36	0,32
P ₂ O ₅ %	0,04	0,21	1,3/24,6	0,05	0,45	0,58	0,66
K ₂ O %	0,18	0,88	-	1,39	0,34	0,40	0,37
Ca %	0,05	0,28	28,0	0,58	0,44	0,61	0,68
Mg %	0,02	0,15	0,43	0,28	0,07	0,61	0,11
C %	20,4	12,8	-	0,36	9,67	9,4	7,33
Fe ppm	292,4	660,6	-	-	3.300,0	3.718,0	5.499,6
Cu ppm	4,1	4,4	-	-	4,9	6,2	7,7
Zn ppm	15,0	17,1	-	-	19,6	26,0	34,9
Mn ppm	20,5	64,6	-	-	92,7	137,3	162,1
U %	48,7	63,3	-	-	76,0	76,0	74,0
C/N	145/1	23/1	-	1,2/1	44/1	26/1	23/1
CE mmhos cm (%)	-	-	-	4,48	-	-	-
pH	5,2	7,6	-	4,0	7,7	7,3	7,5

(1) Fosfato-de-araxá - Análise efetuada no Centro de Análises da Estação Experimental da UFRRJ em Campos - RJ.

Dados P₂O₅ = % P₂O₅ solúvel em H₂O + Citrato/% P₂O₅ total.

Ca = % CaO e Mg = % MgO

(2) Vinhaça - Com exceção do pH, CE e C, os demais são dados em kg/m³ de vinhaça.

(3) Composto - Dados médios das amostragens compostas, em diferentes profundidades, expressos em % do material úmido.

(4) Condutividade elétrica - Microohm por cm.

TABELA 2. Resultados das análises químicas dos materiais utilizados para compostagem (leira 2) e do composto final na Usina Santa Cruz - RJ. Instalação em 13/09/88.

Elementos analisados	Bagaço	Torta de filtro	Cama de de curral	Fosfato Natural (1)	Vinhaça (2)	Composto (mistura) (3)		
						11/11	29/11	21/12
N %	0,14	0,40	0,56	-	0,29	0,26	0,29	0,32
P ₂ O ₅ %	0,04	0,67	0,21	1,3/24,6	0,05	0,46	0,80	0,76
K ₂ O %	0,18	1,14	0,88	-	1,39	0,18	0,24	0,23
Ca %	0,05	0,63	0,28	28,0	0,58	0,44	0,16	0,72
Mg %	0,02	0,09	0,15	0,43	0,28	0,05	0,07	0,07
C %	20,4	8,58	12,8	-	0,36	8,03	8,9	6,9
Fe ppm	292,4	4.173,6	660,6	-	-	2.938,9	5.245,4	4.854,1
Cu ppm	4,1	11,2	4,4	-	-	6,1	8,2	9,3
Zn ppm	15,0	56,4	17,1	-	-	31,5	40,1	39,2
Mn ppm	20,5	242,6	64,6	-	-	155,9	213,2	180,1
U %	48,7	68,9	63,3	-	-	78	74	77
C/N	145/1	21/1	23/1	-	12/1	31/1	30/1	22/1
CE mmhos cm (%)	-	-	-	-	4,48	-	-	-
pH	5,2	-	7,6	-	4,0	7,3	7,0	6,4

(1) Fosfato-de-araxá - P₂O₅ = % P₂O₅ solúvel em H₂O + Citrato/%

P₂O₅ total

Ca = % CaO e Mg = % MgO

(2) Vinhaça - Com exceção do pH, CE e C, os demais elementos são em kg/m³ de vinhaça.

(3) Composto - Dados médios das amostragens compostas, em diferentes profundidades, expressos em % do material úmido.

(4) Condutividade elétrica - Microohm por cm.

entre as temperaturas da leira 1 (maiores) e a leira 2 (menores) muito provavelmente estão relacionados com os materiais empregados nas duas leiras, e que certamente influenciaram no desenvolvimento dos microorganismos, e, conseqüentemente, na temperatura, que é função direta das atividades biológicas nos materiais.

Volume:

Leira 1: Partindo de um volume inicial de 25 m³, alcançamos, após três meses de compostagem, um volume final igual a 16 m³, ou seja, uma diferença em volume da ordem de 9 m³, que significa uma perda de 36% em relação ao volume inicial.

Leira 2: De um volume inicial da ordem de 23 m³, encontramos ao final do período de compostagem um volume de 11 m³, ou seja, uma diferença em volume da ordem de 12 m³, que significa uma perda de 52% em relação ao inicial.

CONCLUSÕES

1. O tempo de aproximadamente 100 dias foi suficiente para que as misturas atingissem características gerais semelhantes às dos materiais uti-

lizados como inoculantes: a cama-de-curral na leira 1 e a torta de filtro na leira 2.

2. As variações em volume observadas na leira 1 de 36% e na leira 2 de 52% do composto acabado relativo à mistura inicial, são de fundamental importância, tendo em vista que o transporte, para fora das indústrias e para as aplicações, é um dos grandes gargalos na utilização de matéria orgânica nas grandes culturas.

3. O enriquecimento do material, tanto em macro como em micronutrientes, mostra que o trabalho atingiu plenamente seu objetivo principal, pois transformou o produto final (composto) com condições mais adequadas à melhoria dos solos e das culturas.

AGRADECIMENTOS

Ao Sr. Emanuel Duncan, Superintendente da Usina Santa Cruz, e aos Técnicos Agrícolas Josimar (Us. Santa Cruz), Aprígio Barcelos, Carmindo Afonso Filho e Nobertino da S. Pessanha Filho (UFRRJ-Campos).

TABELA 3. Dados do clima (temperatura do ar e pluviosidade) às vésperas das medições e as temperaturas (°C) observados nas pilhas dos compostos orgânicos. Usina Santa Cruz - 1988.

Data	Chuvas mm	Temperatura do ar (°C)			Temperatura do composto média (°C)	
		Mínima	Média	Máxima	Leira 1	Leira 2
17/09	-	17,6	20,1	23,2	-	-
18/09	10,0	-	-	-	-	-
19/09	-	18,4	22,0	25,4	-	-
20/09	2,3	19,0	22,4	25,6	42	38
Total (chuvas)	12,3 Méd.	18,3	21,5	24,7		
04/10	-	19,8	28,1	34,6	-	-
05/10	-	20,4	35,8	34,4	-	-
06/10	4,2	21,0	23,4	25,8	-	-
07/10	4,0	18,2	22,6	25,8	45	47
Total (chuvas)	8,2 Méd.	19,8	25,0	29,1		
21/10	1,7	21,0	23,2	27,2	-	-
22/10	3,0	20,2	24,6	25,2	-	-
23/10	-	-	-	-	-	-
24/10	4,8	19,9	24,4	30,2	53	46
Total (chuvas)	9,5 Méd.	20,3	24,1	27,5		
08/11	3,7	18,2	24,8	30,2	-	-
09/11	-	19,6	26,6	33,2	-	-
10/11	-	20,4	26,3	32,2	-	-
11/11	-	20,4	25,4	29,8	47	44
Total (chuvas)	3,7 Méd.	19,6	25,9	31,3		
26/11	-	11,5	22,9	29,4	-	-
27/11	-	-	-	-	-	-
28/11	4,2	17,2	22,7	26,3	-	-
29/11	-	17,6	22,9	25,6	49	45
Total (chuvas)	4,2 Méd.	16,7	22,9	26,9		
18/12	12,8	-	-	-	-	-
19/12	-	22,0	26,4	31,0	-	-
20/12	-	21,0	27,2	33,4	-	-
21/12	-	21,2	26,0	31,2	45	41
Total (chuvas)	12,8 Méd.	21,4	26,5	31,9		

REFERÊNCIAS

- AZEREDO, D.F. de; MANHÃES, M.S. Adubação orgânica. In: ORLANDO FILHO, J. (Coord.). *Nutrição e Adubação da cana-de-açúcar no Brasil*. Piracicaba: [s.n.], 1983. p.211-225. (Coleção PLANALSUCAR, 2).
- COLETTI, J.T.; LORENZETTI, J.M.; GASPARINI, C.T.; FREITAS, P.G. Compostagem obtida com resíduos da fabricação de açúcar e álcool. In: CONGRESSO NACIONAL DA SOCIEDADE DOS TÉCNICOS AÇUCAREIROS DO BRASIL, 2., 1981, Rio de Janeiro. *Anais...* [s.l.]: Gráfica MEC - Ed. Ltda., 1981. V.4, p.88-96.
- PRIMAVESI, O. A compactação de solos agrícolas. *Informações Agronômicas*. Piracicaba, n.29, p.1-3, mar. 1985.
- SAGARRA, A.F. Bagaço: composição, conservação e armazenamento, aproveitamento industrial. In: ALMEIDA, J.R. *3ª Semana de Fermentação Alcolólica; fermentação do caldo de cana-de-açúcar*. Piracicaba: ESALQ/Instituto Zimotécnico, 1966. v.2, p.280-294.