

## Manejo do Solo

lhe dá propriedades que facilitam o seu manuseio, e uma vez aplicado no solo promove a liberação de nutrientes para as plantas, conferindo-lhes propriedades físicas benéficas. Deve ser livre de sementes de plantas daninhas, não conter resíduos de herbicidas, organismos patogênicos ou substâncias inertes, como cacos de vidro e excesso de metais pesados na sua composição.

A matéria orgânica mais encontrada está na forma sólida, ou seja, os esterco e compostos. Como primeiro cuidado é necessário que, próximo ao dia de aplicação, ela seja imedecida, revirada e amontoada em local sombreado, onde permanecerá de cinco a dez dias de repouso. Isto evitará uma possível fermentação no solo após a sua aplicação, o que certamente causará danos em sementes ou raízes finas das mudas.

A aplicação poderá ser em área total em quantidades que vão de 20 a 40 t/ha para esterco e compostos, e de 2 a 5 t/ha para esterco de aves. Após, a incorporação é feita através de aração e gradagem de toda a área. Havendo condições de umidade no solo, o plantio poderá ser feito em seguida.

Quando se faz aplicação em sulcos de plantio, a matéria orgânica deve ser bem misturada a terra para só então fazer o plantio ou semeio. As quantidades são de 10 a 20 t/ha de esterco de curral ou composto para culturas de grãos e de 30 a 50 t/ha para horticultura, e de 2 a 3 t/ha e 5 a 10 t/ha de esterco de aves para grãos e horticultura.

No caso de covas, usam-se de 20 a 30 l de esterco de curral ou composto e de 3 a 5 l, no caso de aves. A mistura com a terra da cova deve ser bem feita e com antecedência de 10 a 15 dias do plantio.

Nas formas líquidas é muito importante a relação água e sólidos que deverá variar de 1 a 2:1. As dosagens variam de 30 a 90 m<sup>3</sup>/ha. O ideal é a aplicação em toda a área, seguida de incorporação através de aração. Isto evita perdas de nitrogênio. As formas líquidas mostram ótimos resultados no período seco.

Para saber quanto vale, por exemplo, 1 m<sup>3</sup> de matéria orgânica como fertilizante, basta obter os teores de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O existentes em 1 t e efe-

tuar cálculos, em cruzados, com base no preço destes nutrientes presentes nos fertilizantes químicos respectivos.

Assim, como exemplo, para um esterco de galinha com a seguinte composição:

N — 3,30%

P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> — 3,45%

K<sub>2</sub>O — 2,60%

tomando-se a tabela do CIP de São Paulo, de março de 1986 com o preço em cruzados/10 kg de Cz\$ 59,32, Cz\$ 62,78 e Cz\$ 25,63 para N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O, obtêm-se, em cruzados/t, os valores:

N — 3,30 x 59,32 = Cz\$ 195,75

P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> — 3,45 x 62,78 = Cz\$ 216,59

K<sub>2</sub>O — 2,60 x 25,63 = Cz\$ 66,63

Total : Cz\$ 478,97/t

O ideal é usar o preço do nutriente do local de produção da matéria orgânica. Também não está sendo considerado o valor de outros nutrientes como cálcio, magnésio e micronutrientes, o que aumentaria o seu valor em aproximadamente 20%. Mas, como consideração geral, é uma boa maneira para se avaliar quanto vale, por baixo, uma tone-

lada de matéria orgânica como fertilizante.

## REFERÊNCIAS

- ALISSON, F. Soil organic matter and its role in crop production. New York, Elsevier, 1973. 673 p.
- CINTRA, F.L.D. & MIELNICZUK, J. Potencial de algumas espécies vegetais para a recuperação de solos com propriedades físicas degradadas. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 7(2): 197-201, 1983.
- IGUE, K. Dinâmica da matéria orgânica e sem efeitos nas propriedades do solo. In: ADUBAÇÃO verde no Brasil. Campinas, Fundação Cargill, 1984. p. 232-67.
- JORGE, J.A. Matéria orgânica. In: MONIZ, A.C. (coord.). Elementos de pedologia. São Paulo, USP, 1972. p. 169-78.
- KIEHL, E.J. Fertilizantes orgânicos. São Paulo, Agronômica Ceres, 1985. 492 p.
- MALAVOLTA, E. Manual de química agrícola; nutrição de plantas e fertilidade do solo. São Paulo, Agronômica Ceres, 1976. 528 p.
- MELO, F.A.F.; BRASIL SOBRINHO, M.O. C.; ARZOLLA, S., SILVEIRA, R.I., COBRA NETO, A. & KIEHL, E.J. Fertilidade do solo. Piracicaba, Nobel, 1984. 400 p.
- PETERSEN, G. W., GUNNINGHAM, R. I. & MATELSKI, R.P. Moisture characteristics of Pennsylvania soil: II. Soil factors affecting moisture retention within a textural class-silt loam. Soil Sci. Soc. of Am. Proc., 32(6): 866-70, 1968.

## Tratamento e utilização de resíduos orgânicos

Ivanildo Evódio Marriel 1/  
Egídio Arno Konzen 1/  
Ramon Costa Alvarenga 2/  
Hélio Lopes dos Santos 1/

A utilização adequada dos fertilizantes químicos e/ou orgânicos na agricultura brasileira reveste-se de grande importância para elevar o nível de produtividade dos solos, geralmente pobres em nutrientes essenciais.

No Brasil, a intensificação da adu-

bação mineral passou a ser uma das inovações tecnológicas nas décadas de 50 a 70 e, como consequência, o uso da adubação orgânica neste período foi quase que totalmente esquecido.

Alguns fatores, como o custo elevado de fertilizantes químicos, a sua disponibilidade limitada em regiões distantes dos centros de produção e a redução da capacidade produtiva dos solos, em razão do uso inadequado de adubos químicos, criam um desafio à produção de alimentos em qualidade

1/ Eng<sup>o</sup> Agr<sup>o</sup>, M.Sc. — Pesq./EMBRAPA/CNPMS — Caixa Postal 151 — 35.700 Sete Lagoas-MG.  
2/ Eng<sup>o</sup> Agr<sup>o</sup>, M.Sc. — Pesq./EMBRAPA/EPAMIG — Caixa Postal 151 — 35.700 Sete Lagoas-MG.

quantidade suficiente para atender a crescente demanda destes produtos. O setor produtivo, especialmente para as produções desenvolvidas em pequenas e médias propriedades, possui condições limitadas de utilizar insumos industrializados com recursos próprios, decrescendo, em consequência, sua produtividade e produção.

Por outro lado, a agropecuária é fonte de grande quantidade de variedade de resíduos, tais como, dejetos de animais, restos de culturas, palhas e resíduos de agroindústrias. Esses resíduos, em alguns casos, podem tornar-se sérios problemas de poluição. Todavia, quando manipulados adequadamente, podem suprir com vantagens boa parte da demanda de insumos industrializados, sem afetar adversamente os recursos do solo e do ambiente.

Este artigo tem como objetivo salientar o potencial que existe na zona rural de conservar e melhorar a fertilidade natural e propriedades físicas do solo com a utilização de resíduos orgânicos, além de minimizar a dependência de insumos e capital externos à propriedade.

Serão apresentados e discutidos aspectos da utilização direta de alguns resíduos agrícolas e de agroindústria, e de processos para produção e uso de compostos e biofertilizantes.

## UTILIZAÇÃO DE RESTOS DE CULTURAS

Alguns autores sugerem que o melhor uso para os resíduos culturais parece ser deixá-los sobre o solo ou incorporá-los. Quando são removidos do solo, quantidades apreciáveis de nutrientes têm que ser repostas através de fertilizantes minerais e outros. Entretanto, nos resíduos orgânicos, a maioria dos nutrientes, especialmente os nitrogenados, está na forma orgânica, portanto, não prontamente disponível para as plantas. Esses nutrientes são absorvidos pelas plantas somente após a decomposição dos resíduos.

Na mineralização do nitrogênio, o nutriente produzido pode ser absorvido pelas plantas ou utilizado pelos próprios microrganismos na formação de seu protoplasma, num processo

denominado imobilização microbiana. A imobilização é temporária, sendo que, após a morte dos microrganismos, o nutriente pode ser novamente liberado ao solo (Anderson & Domsh 1978). Os dois processos, mineralização e imobilização, ocorrem simultaneamente, sendo que a relação carbono/nitrogênio (C/N) do material orgânico determina, em grande parte, a sua velocidade de decomposição, isto é, a liberação imediata de nitrogênio no solo ou a sua imobilização na massa microbiana. A relação C/N crítica, acima da qual ocorre imobilização, é variável de acordo com o substrato (Rosswall 1982), mas geralmente é citada como estando entre 16 e 23 (Enwerzor 1976). De modo geral, os resíduos com mais de 1,5% de nitrogênio, relação C/N baixa, são decompostos mais rapidamente, enquanto que os com menos de 1,5% de nitrogênio são decompostos mais lentamente e necessitam de uma fonte externa deste nutriente, proveniente do solo ou do adubo mineral. Quando resíduos com relação C/N acima da crítica são incorporados ao solo, por exemplo, palhada de arroz, trigo, milho etc., as plantas podem apresentar deficiências temporárias de nitrogênio, uma vez que, quando competem pelo nitrogênio disponível, os microrganismos têm maior capacidade de absorvê-lo (Rosswall 1982). O Quadro 1 apresenta a composição química e relação C/N de alguns resíduos.

A biomassa microbiana contribui também diretamente para a nutrição das plantas, uma vez que parte dela pode ser morta por mudanças nas condições ambientes, liberando os nutrientes no solo. Marumoto et al (1982) estimaram que nos 12,5 cm superficiais do solo, cerca de 40 kg.ha<sup>-1</sup> de nitrogênio provinham de células microbianas.

Além da reciclagem de nutrientes de efeitos físicos e biológicos benéficos, os resíduos são importantes para a proteção do solo e do ambiente. Na superfície do solo, reduzem o impacto e a velocidade da chuva e, conseqüentemente, o seu potencial em desagregar e transportar o solo. Segundo Wischmeier (1973), cada duas toneladas de resíduo na superfície do solo pode reduzir a perda do solo por erosão em

até 65%. Este fato toma-se importante, uma vez que a erosão provocada pelas águas das chuvas é a principal maneira pela qual o solo agrícola pode perder a sua capacidade produtiva (Kohnke & Bertrand 1959a).

## UTILIZAÇÃO DE ESTERCO LÍQUIDO DE SUÍNOS

A produção de esterco é oriunda da digestão dos animais, na qual uma pequena parte da alimentação ingerida é aproveitada pelo seu organismo, enquanto que o restante, contendo de 75 a 85% dos elementos minerais e 40% da matéria orgânica, é eliminado através das fezes.

A modalidade de arraçãoamento à vontade durante todo o período de vida do suíno e a concentração de grande número de animais em pequenas áreas trazem, como consequência, um significativo acúmulo de resíduos (dejetos) no mesmo lugar. O grande volume destes resíduos por si só merece uma atenção especial pelo teor em elementos e pelos incômodos que causam, além do potencial de poluição que apresenta quando escoado para dentro de córregos e rios. O esgoto de uma criação de suínos, em relação à demanda bioquímica de oxigênio e nitrogênio dissolvido, é cerca de 100 vezes mais poluente do que o esgoto urbano. Os dejetos de uma criação de 3.000 animais permanentes são capazes de eliminar, em duas semanas, o oxigênio existente em um lago de 2 a 3 ha com profundidade de 2 m. As quantidades totais de dejetos variam de acordo com a idade e o peso dos animais. A faixa de variação decresce de 8,5 a 4,9% do peso vivo/dia, quando são considerados animais de 15 a 100 kg de peso vivo (Jelinek 1977). O sistema de fornecimento de água e o método de higienização das construções são também fatores determinantes da quantidade de dejetos produzidos.

O Quadro 2 mostra os volumes, em m<sup>3</sup>, de dejetos líquidos produzidos por mês pelos diversos tamanhos de criações, bem como suas necessidades

QUADRO 1 – Composição dos Principais Resíduos Vegetais e Estercos Animais para Preparo de Compostos Orgânicos (Base Seca)

Resíduos	M. Orgânica (%)	N (%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	K <sub>2</sub> O (%)	Relação C/N
Arroz: casca e palhas	54,3 a 54,6	0,75 a 0,78	0,58	0,41 a 0,49	28 a 50
Banana: talos, cachos e folhas	85,2 a 88,9	0,86 a 3,27	0,15 a 0,19	7,36	19 a 61
Cana-de-açúcar: bagaço, bagacinho, borra do restilo	71,4 a 89,9	1,07 a 3,02	0,08 a 0,53	0,10 a 1,79	22 a 150
Cana e sorgo sacarino: vinhaça	14,6 a 48,6	0,023 a 0,074	0,01 a 0,02	0,10 a 0,17	14 a 40
Café: cascas, palhas e sementes desnaturadas	82,2 a 93,1	0,63 a 1,17	0,17 a 0,51	—	41 a 112
Capim: gordura, jaraguá, mimoso, colonião, pé-de-galinha, cameroon etc.	86,9 a 93,6	0,86 a 1,17	0,17 a 0,51	—	41 a 81
Leguminosas: crotalária, feijão, feijão-de-porco, guandu, soja, mucuna	88,4 a 96,7	1,63 a 4,56	0,29 a 2,08	0,33 a 2,97	11 a 32
Mamona: cápsulas, casca de raízes	58,9 a 94,6	0,34 a 1,18	0,30	0,44 a 0,81	53 a 96
Mandioca: casca de raízes	58,94	0,34	0,30	0,44	96
Mandioca: folhas e ramas	91,6 a 95,2	1,31 a 4,35	0,35 a 0,72	—	12 a 40
Milho: palhas, sabugos e restevras	45,2 a 96,75	0,48 a 0,52	0,19 a 0,38	0,90 a 1,64	67 a 112
Samambaia	95,90	0,49	0,04	0,19	67 a 112
Serragem de madeira	93,45	0,06	0,01	0,01	200 a 865
Trigo: cascas e palhas	85,0 a 92,4	0,73 a 0,85	0,07 a 0,47	0,99 a 1,28	56 a 150
Tortas: algodão, amendoim, babaçu, cacau, coco, linhaça, mamona, usina de cana	64,9 a 95,3	2,19 a 7,65	0,52 a 2,43	1,09 a 3,14	7 a 20
<b>Estercos animais:</b>					
Bobinos	30 a 58	0,3 a 2,9	0,2 a 2,4	0,1 a 4,2	18 a 32
Aves	26 a 84	1,8 a 5,9	1,5 a 6,6	0,8 a 3,3	7 a 16
Suínos	53 a 76	1,8 a 6,8	0,7 a 2,7	0,4 a 1,4	12 a 25
Equinos	46 a 58	0,5 a 1,9	0,3 a 0,7	0,4 a 1,7	9 a 32
Ovinos	65 a 82	0,5 a 1,7	0,3 a 1,0	0,4 a 2,0	16 a 32
Fezes humanas	—	1,25 a 6,00	1,89	—	6 a 10

FONTE: Adaptação de vários autores (Fry 1973; Igue & Pavan 1984/85; Kiehl 1985 e EMBRAPA/CNPMS 1983).

QUADRO 2 – Produção de Dejetos Líquidos por Mês em Função dos Dimensionamentos de 12, 18, 24, 36 e 60 Porcas Criadeiras e da Estrutura de Estocagem para um Período de Oito Meses

Número de Criadeiras	Dejetos Líquidos m <sup>3</sup> /mês	Tanque ou Lagoa para Oito Meses			
		Volume m <sup>3</sup>	Dimensões em Metros		
			Parte Superior	Fundo	Altura
		Larg. x Comp.	Larg. x Comp.	Prof.	
12	32,4	285	10 x 20	5 x 15	2,50
18	48,6	427	12 x 25	7 x 20	2,50
24	64,8	570	14 x 25	9 x 20	2,50
36	97,2	855	18 x 30	13 x 25	2,50
60	162,0	1.425	20 x 40	15 x 35	2,50

FONTE: Konzen (1980, 1983) – Adaptado.

constituem uma alternativa viável para substituição parcial e/ou total dos fertilizantes químicos na produção de várias culturas, especialmente do milho.

Trabalhos conduzidos pelo Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo da EMBRAPA, em colaboração com a Agroceres, EPAMIG e EMATER-MG, têm evidenciado expressivos aumentos na produção de grãos de milho em solo de cerrado com a aplicação de esterco líquido de suínos (Quadro 4).

Tomando-se por base esses resultados obtidos com a incorporação de 45 m<sup>3</sup>/ha, o potencial de produção de milho, em função do esterco, de vários dimensionamentos de criações é apresentado no Quadro 5.

de estrutura de estocagem para um período de oito meses de produção (ciclo completo).

Estes valores possibilitam estabelecer o adequado dimensionamento da estrutura armazenadora durante o período em que a terra está ocupada com culturas. Para um manejo adequado e seguro é necessário prever estocagem para um período de oito meses.

Os tanques ou lagoas de armazenamento podem ser feitos na terra (Fig. 1) e impermeabilizados com concreto, alvenaria, solo-cimento, lona plástica especial ou ainda por compactação, com umedecimento da superfície com o próprio esterco e bem batida. Quando a impermeabilização for por compactação, a localização do depósito não deverá ser em terrenos muito permeáveis ou próximos a nascentes naturais de água. Embora ocorra inicialmente uma infiltração, esta não chega a oferecer risco de contaminação para os mananciais subterrâneos.

A retirada dos dejetos líquidos por gravidade pode ser feita através de escoamento direto, com tomada no fundo do depósito ou por sifonagem, com tomada no terço inferior do tanque. As tubulações de 100 mm de diâmetro ou mais são recomendadas para evitar entupimentos. O registro na extremidade externa da tubulação deve, de preferência, ser de mangote flexível, com sistema de levantamento e abaixamento da extremidade aberta.

A observação dos Quadros 1 e 3 indica que os dejetos líquidos de suínos

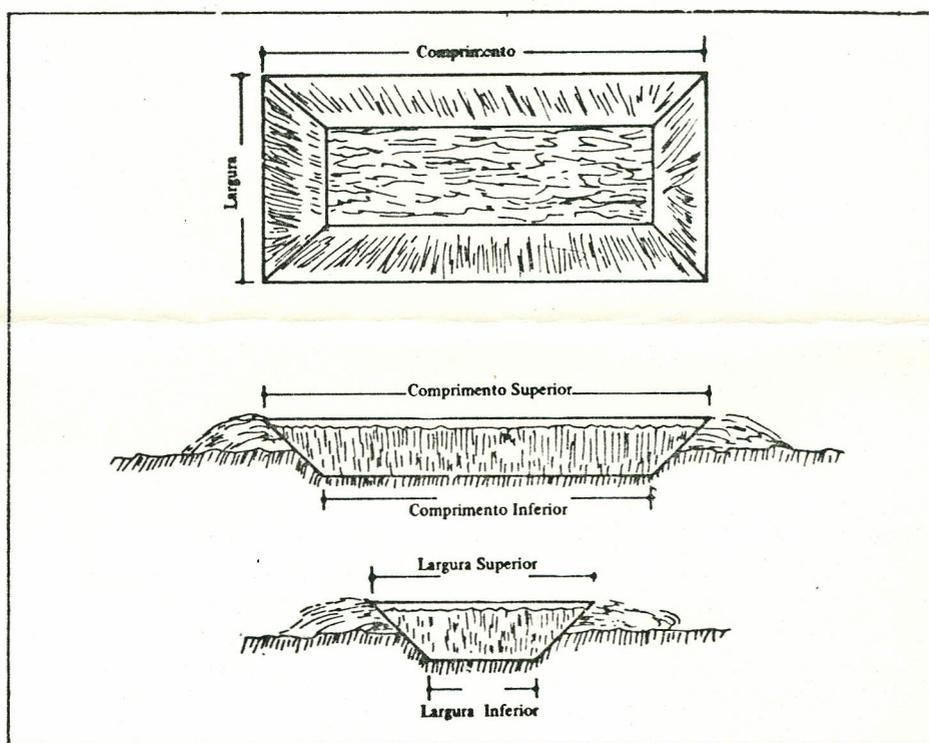


Fig. 1 – Sistema esquemático da largura, comprimento e profundidade dos tanques ou lagoas de armazenamento de esterco líquido de suínos.

QUADRO 3 – Quantidades de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O em kg Produzidas por Ano pelas Criações de 12, 18, 24, 36 e 60 Matrizes

Número de Matrizes	Quantidade de Dejetos m <sup>3</sup> /ano	kg Produzidos/Ano		
		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
12	388	2.638	1.823	667
18	583	3.964	2.740	1.003
24	777	5.283	3.651	1.336
36	1.166	7.928	5.480	2.005
60	1.944	13.219	9.136	3.343

QUADRO 4 - Produção Média, Produção Relativa e Retorno Econômico Relativo de Milho em Solo de Cerrado com Aplicação Exclusiva e Combinada com Adubação Química de Esterco Líquido de Suínos (1984/85 e 1985/86)

Tratamentos	Produção de Milho kg/ha	Produção Relativa	Retorno Econômico Relativo
45 m <sup>3</sup> esterco/ha	4.960	128	137
90 m <sup>3</sup> esterco/ha	6.160	159	165
135 m <sup>3</sup> esterco/ha	6.200	160	146
180 m <sup>3</sup> esterco/ha	6.430	166	134
Adubação química	3.860	100	100 <sup>1/</sup>
90 m <sup>3</sup> esterco + ad. química	5.740	148	132
90 m <sup>3</sup> esterco + 200 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	6.320	163	125
90 m <sup>3</sup> esterco/ha não incorp.	5.500	142	139
Testemunha (sem adubo)	2.250	58	54

\* CNPMS/AGROCERES - Patos de Minas.

<sup>1/</sup> Considerou-se o retorno obtido com a adubação química, Cz\$ 4.076,00/ha igual a 100.

QUADRO 5 - Potencial de Produção de Milho com Utilização do Esterco Líquido na Base de 45 m<sup>3</sup>/ha

Número de Criadeiras	m <sup>3</sup> Dejetos/Ano	Área Adubada em ha	Produção de Milho (sacas 60 kg)
			Total
12	388	8,6	711,22
18	583	12,9	1.066,83
24	777	17,2	1.422,44
36	1.166	25,9	2.141,93
60	1.944	43,2	3.572,64

A eficiência dos esterco produzidos pelas dejeções dos animais como fertilizante depende dos métodos de coleta, armazenamento, quantidade e qualidade da alimentação, tipo de cama utilizada, época e métodos de aplicação, características do solo e tipo da cultura a ser implantada (Sutton et al 1975).

Outros importantes benefícios do esterco estão relacionados com a agregação das partículas do solo que interfere na infiltração da água, retenção de umidade, drenagem, temperatura do solo, aeração e nas atividades microbiológicas do solo (Allison 1973). Em relação às quantidades recomendadas, as informações disponíveis mostram que incorporações de 45 m<sup>3</sup> de esterco líquido de suíno/ha substituem satisfatoriamente as necessidades de adubação química para a cultura de milho.

### ESTERCO DE BOVINOS E AVES

A busca de alternativas para contornar os altos custos dos insumos para produção agropecuária vem-se verificando em todos os sistemas atualmente em uso pelos produtores. Minas Gerais

representa um alto potencial do uso de insumos na produção agrícola através do aproveitamento dos dejetos de bovinos e aves. Este fato é particularmente importante para as regiões produtoras de leite, de frangos e ovos, visto que estas produções são conduzidas semi-confinadas em pequenas áreas.

As quantidades de esterco e seu conteúdo em elementos (Quadro 6) representam uma alternativa válida para substituição parcial ou total de fertilizantes minerais, tanto para produção de grão, quanto para forragens.

A recuperação dos elementos contidos nos dejetos depende do processo de coleta e de seu armazenamento. As dejeções de bovinos, por exemplo, contêm 60% do nitrogênio na parte líquida. O fósforo e o potássio estão 97% na parte sólida (Kiehl 1985). Assim, para o máximo aproveitamento, torna-se necessário um sistema de coleta que recolha e armazene fezes, urina e água de limpeza. Em caso de coleta separada do sólido, o chorume (urina + água) deve ser regado sobre as fezes sólidas para incorporar os elementos dissolvidos que, se escoados, seriam perdidos.

O controle da perda de urina pode ser realizado pelo emprego de cama para animais estabulados e/ou confinados. Diversos materiais, tais como, palhas, capins, sapés, samambaias, ramos de leguminosas, cascas de cereais, sabugos picados, serragens podem ser usados, desde que sejam bons absorventes de urina. A quantidade de 6 a 10 kg de cama é recomendada para cada 1.000 kg de peso vivo do animal. A utilização da cama para animais confinados facilita a limpeza dos estábulos e o transporte dos resíduos.

QUADRO 6 - Quantidades Anuais de Esterco, de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O, em Função do Rebanho Bovino e de Aves de Minas Gerais

Animais (cabeças)	Resíduos t/ano	Quantidades em t/ano		
		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Bovinos: 19.710.000	299.197.000	1.537.380	413.910	1.833.000
Aves: 9.995.000	99.950	3.498	3.298	1.399

FONTE: Scherer et al (1986); Loehr (1974); Kiehl (1984) e Anuário Estatístico do Brasil (1983).

Scherer et al (1986), em ensaios com quatro níveis de esterco de aves e quatro níveis de fósforo na produção de milho, constataram que as doses de 3 e 6 t/ha de esterco, respectivamente, em solos das unidades Erexim e Ciríaco, equivalem, em produtividade, à aplicação de 120 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> mineral. Alcançaram ainda produção de milho 15% e 30% superiores às das testemunhas sem adubação, com doses de 3 e 6 t/ha de esterco de aves no primeiro ano. No segundo e terceiro ano, o efeito residual resultou num aumento de produção de 19%, 20% e 25% para 3, 6 e 9 t/ha de esterco. Kiehl (1985) relata que 10 t/ha da cama de poedeiras produziram 377% mais feijão que a testemunha e 8% mais que com adubação mineral. A produção de milho foi 108% superior à testemunha e equivalente à produção com adubação química. O mesmo autor menciona que a dosagem de 12 t/ha de cama de poedeiras resultou no maior retorno econômico. Investigações de Lira et al (1978), com cama de galinheiro e esterco bovino na produção de milho e sorgo, alcançaram 122% mais em produção de milho com dosagens de 20 t/ha e 10 t/ha, respectivamente, de esterco de bovinos e cama de galinheiro, em comparação com a testemunha sem adubo. A produção de sorgo superou em 302% a testemunha com 20 t/ha de esterco de bovino e em 326% com 10 t/ha de cama de galinheiro.

Além destes, outros resultados de pesquisas mostram a viabilidade técnica e econômica da utilização do esterco de bovinos e aves como alternativa ao uso de fertilizantes químicos na produção agrícola.

### UTILIZAÇÃO DE VINHAÇA "IN NATURA"

As destilarias de álcool ou de aguardente produzem, como principal resíduo líquido, a vinhaça, também conhecida como vinhoto. De acordo com as metas do Proálcool, cerca de 150 bilhões de litros de vinhaça devem ser produzidos anualmente no Brasil. A alta carga poluente deste resíduo impede que ele seja escoado para cursos de água sem causar danos ao ambiente. Uma alternativa considerada viável é a utili-

zação da vinhaça in natura como substituto parcial ou total de fertilizantes químicos, em razão especialmente de seus elevados teores de matéria orgânica e de potássio. Além da utilização direta na lavoura, outros processos como a concentração por evaporação, digestão anaeróbia, fermentação aeróbia e tratamento físico-químico podem ser utilizados para o tratamento da vinhaça (Sheehan & Greenfield 1980).

O aproveitamento da vinhaça na agroindústria canaveira tem sido bastante estudado (Orlando Filho & Leme 1984). Ao contrário do que se acreditava inicialmente, a sua aplicação, normalmente, proporciona aumentos nos valores de pH do solo, embora seja um resíduo com pH original geralmente inferior a 4,0. O aumento da capacidade de retenção de cations e de água, o aumento da disponibilidade de alguns nutrientes e a melhoria de estrutura física são outras alterações observadas nas características do solo com a aplicação de vinhaça (Glória & Orlando Filho 1983).

De acordo com os dados apresentados no Quadro 1, em média, cada m<sup>3</sup> de vinhaça equivale a 0,48 kg de N, 0,14 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 1,64 kg de K<sub>2</sub>O. Com relação à quantidade recomendada, a literatura apresenta também grandes variações quanto aos níveis aplicados de vinhaça no solo cultivado com cana-de-açúcar, abrangendo valores de 40 até 1.000 m<sup>3</sup>/ha (Stupiello et al 1977 e Rodella & Ferrari 1977).

Por outro lado, são ainda escassas

as informações sobre a utilização da vinhaça, visando à produção de culturas que não a cana-de-açúcar.

De acordo com o trabalho de pesquisa de Santos et al (1981), sabe-se que aplicações de vinhaça em níveis acima de 800 m<sup>3</sup>/ha podem provocar aumento da concentração salina da solução do solo, que pode ser prejudicial para algumas culturas.

No campo, a vinhaça pode ser aplicada ao solo após a aração e incorporada com a gradagem. A distribuição pode ser feita com veículo-tanque pressurizado, provido de compressor acionado pela tomada de força do veículo. Desse modo é possível a aplicação uniforme em faixas de 6 a 7 m de largura, podendo também ser feita por gravidade. O tanque distribuidor deve ser revestido internamente de material resistente à corrosão.

O Quadro 7 mostra alguns resultados obtidos em áreas experimentais do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo, em um Latossolo Vermelho-escuro, fase cerrado, visando avaliar a vinhaça como fonte de nutrientes para a cultura de milho e seu efeito sobre as características químicas e biológicas do solo.

À semelhança de outras pesquisas mencionadas, nota-se que a aplicação de 400 m<sup>3</sup>/ha/ano de vinhaça alterou a composição química do solo, reduzindo sua acidez e elevando os teores de bases trocáveis. Em relação ao rendimento de grãos, a área que recebeu vinhaça apresentou produtividade equi-

QUADRO 7 - Alterações nas Características Químicas de Solo<sup>1/</sup> Latossolo Vermelho-escuro e Rendimento de Milho, após Quatro Aplicações de Vinhaça. CNPMS, Sete Lagoas, MG (dados não publicados)

Tratamento	Características Químicas							Rendimento
	pH	Al	Ca	Mg	K	P	M.O	
		...meq/100 cc...			...ppm...		%	kg/ha
Testemunha	4,8	1,8	1,1	0,3	86	4	3,4	1.300
Adubação mineral + calagem	5,2	0,2	3,1	1,5	88	3	3,5	2.780
Vinhaça	5,1	0,7	1,8	0,7	135+	3	3,5	2.950
Adubação mineral + vinhaça	5,2	0,4	2,2	1,1	135+	4	3,7	4.530

<sup>1/</sup> Camada 0-20 cm de profundidade.

valente à obtida com a adubação mineral, após o quarto ano de aplicação. Foram observadas, ainda, melhorias nas características biológicas do solo.

Machado et al (1984) observaram que na aplicação de 100 m<sup>3</sup> de vinhaça, em um Latossolo Vermelho-amarelo, a cultura da soja apresentou produtividade de 1.530 kg/ha, similar à da adubação química com NPK e 20% superior ao tratamento sem adubo. Os mesmos autores indicam boas perspectivas para a utilização desse resíduo como complemento ou substituto da adubação mineral nas culturas de trigo e cebola.

Os dados existentes, portanto, mostram que a vinhaça "in natura" constitui-se numa fonte promissora de adubo para melhorar a fertilidade natural do solo e aumentar a produção de alimentos.

## COMPOSTAGEM

Os resíduos orgânicos de origem vegetal e animal contêm apreciáveis quantidades de nutrientes que, desperdiçados, representam elevadas perdas para o produtor. Um melhor aproveitamento dos elementos nutritivos dos resíduos pode ser obtido através de processamento simples como a compostagem, possível de ser realizada pelo produtor na propriedade.

A compostagem é um processo de decomposição aeróbia dos resíduos orgânicos em húmus, relativamente estável. Os dejetos animais, ricos em nitrogênio, podem ser compostados de forma exclusiva ou combinada com outros materiais. As palhas, folhas, bagaços e galhos, devido à sua composição, não se prestam para compostagem exclusiva e devem ser combinados com resíduos de animais (Taiganides 1977).

A decomposição dos resíduos pelo processo biológico, realizado por microrganismos, exige algumas condições básicas do meio, para obtenção de um bom produto final (Loehr 1974 e Taiganides 1977). As principais condições para uma decomposição efetiva são qualidade e tamanho das partículas do material usado, teor de umidade, temperatura da massa, presença de oxigênio, nitrogênio e carbono em proporções adequadas e pH.

### ● Qualidade e Tamanho das Partículas do Material

Os resíduos a serem compostados devem apresentar um conteúdo apropriado de nitrogênio e carbono para propiciarem o crescimento e a atividade dos microrganismos envolvidos no processo. A variação da relação C/N pode ser de 30 a 50 (Taiganides 1977), sendo a ideal no máximo de 30. Quando a relação é inferior a 20 e 25, processa-se uma amonificação, ocasionando perdas de nitrogênio do material compostado. A relação superior a 50 provoca um retardamento do início da compostagem, sendo o tempo de processamento 50% maior, resultando disso um produto final menos estável e de qualidade inferior (Fig. 2).

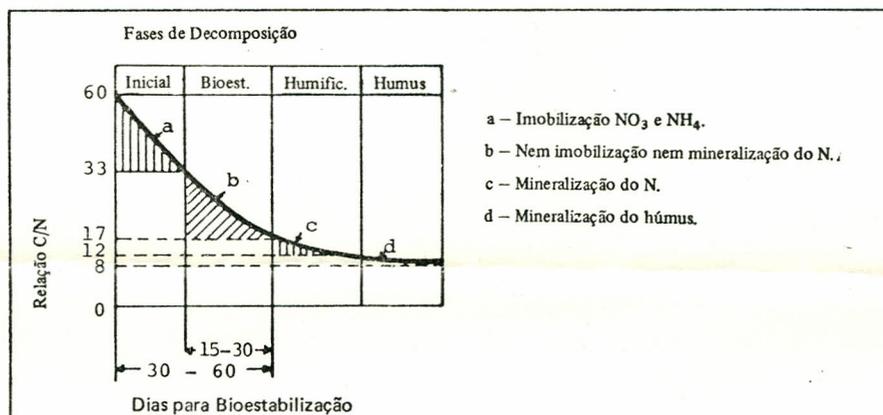


Fig. 2 - Fases da decomposição da matéria orgânica conforme relação C/N e dias para bioestabilização e humificação.

Para os resíduos agrícolas, quando se apresentam em partes inteiras (colmo de milho, palha de milho inteira, colmos de arroz e trigo inteiros etc.), recomenda-se sua fragmentação em pedaços menores. Os esterco de animais geralmente apresentam relações C/N inferiores a 25 (Quadro 1), e sua compostagem exclusiva acarretará perdas de nitrogênio em forma de amônia. Essas perdas podem ser reduzidas pela incorporação de superfosfatos ou termofosfatos à razão de 7 a 12 kg/t de resíduo compostado (Taiganides 1977 e Loehr 1974). No Quadro 1 podem ser observadas as relações C/N de alguns resíduos orgânicos que podem ser usados na compostagem.

A concentração final de nitrogênio do composto está em torno de 2,5 a 3,5%, sendo que deste total 50 a 70% se apresentam em forma prontamente

assimiláveis pelas plantas.

### ● Teor de Umidade

A maioria dos processos de estabilização da matéria orgânica se realiza com 90% de umidade do substrato, enquanto que a compostagem situa em nível ótimo em 40 a 60% de umidade do material. A umidade nestes níveis é especialmente importante no início da compostagem, favorecendo a multiplicação e atividade dos microrganismos umidificadores. A intensa atividade do processo provoca altas temperaturas que tendem a secar o material, prejudicando o bom andamento da compostagem. Entretanto, o excesso de água tenderá a provocar condições anaeróbias com conseqüente liberação de odores desa-

gradáveis. Em caso de falta d'água, ela pode ser regada uniformemente sobre o material em compostagem. Em caso de excesso de água, materiais absorventes, como palhas, camas e serragens, devem ser incorporados em níveis até a adequação do teor de umidade. A necessidade de rega verifica-se pela temperatura do composto; sua elevação demasiada exige umedecimento para reduzi-la aos níveis apropriados. Com umidade acima de 75%, o processo de compostagem não atingirá temperaturas adequadas.

### ● Aeração do Composto

A quantidade de oxigênio é de vital importância para a eficiente oxidação da matéria orgânica. O adequado suprimento de oxigênio é atingido pelo revolvimento do material em compostagem. Recomenda-se o primeiro revol-

vimento duas a três semanas após iniciado o processo, período em que se exige a maior aeração possível. Um segundo revolvimento deve ser realizado com cinco a seis semanas do processamento, ocasião em que se inicia abaixamento lento da temperatura, indicando estabilização do processo de compostagem. Outro revolvimento deve ser realizado próximo à décima semana, para uma incorporação final de oxigênio. Quando não mais houver aumento de temperatura, a matéria orgânica não sofre mais apodrecimento, e os elementos fertilizantes podem ser conservados sem perdas.

● Temperatura e pH

A temperatura e o pH variam de modo interdependente de acordo com o estágio da compostagem. O monitoramento da temperatura pode ser realizado mantendo-se introduzidos no composto, até o fundo, alguns pedaços de barras de ferro. Retirando-se essas barras e tocando-as com a mão, podem ocorrer três situações:

- 1) O contato suportável indica neste caso que o processo de fermentação está normal;
- 2) o contato insuportável indica uma demasiada elevação da temperatura, devendo compactar o material, se úmido, ou regar uniformemente com água, se estiver seco;
- 3) o contato é frio ou levemente morno, indicando necessidade de revolvimento ou ainda que o processo de compostagem já está no final. E, se após a aeração, a temperatura mantiver baixa, o produto está pronto, podendo ser utilizado.

O material já pronto apresenta-se quebradiço quando seco e moldável quando úmido. O composto pronto não atrai moscas, nem oferece condições para sua multiplicação e não tem cheiro desagradável.

● Preparo da Meda ou Leira

O preparo do composto requer um local adequado para a construção das medas ou leiras. Preferencialmente estas devem estar próximas do local de

sua utilização e necessariamente próximas à água. É desejável que o local seja plano ou levemente inclinado, favorecendo o manuseio e a descarga do material compostado (Fig. 3).

As dimensões da meda devem obedecer a uma largura de 3 a 4 m com 1,5 a 1,8 m de altura, no máximo; para facilidade de manuseio, seu comprimento pode variar de acordo com a quantidade de material disponível ou do espaço apropriado no local de compostagem. Na localização das medas deve-se prever um espaço para revolvimento do composto e ao mesmo tempo protegê-lo das enxurradas, contornando-as com valas de escoamento para as águas de chuva. A compostagem deve obedecer à proporção de três partes de resíduos vegetais para uma parte de dejetos animais (Fig. 4).

Inicia-se a construção da meda distribuindo uniformemente uma camada de resíduos vegetais, de 15 a 25 cm de espessura, de preferência bem fragmentados. Quando os resíduos desta primeira camada se constituírem por partes inteiras de plantas, devem se molhados e, após, comprimidos por meio de varas, como se fosse bater feijão. Por cima desta camada, espalha-se uma ca-

mada de 5 a 7 cm de esterco de curral, molhando-se novamente o material. A seguir, distribui-se nova camada de resíduos vegetais e de esterco, alternadamente, até completar a altura desejada. A última camada deve ser de resíduos vegetais, sobre a qual se deposita ainda uma camada de sapé ou outro capim para proteção contra a chuva e evaporação. O tempo de duração deste processo de compostagem varia de oito a dez semanas.

A modalidade de compostagem em medas e a aeração por revolvimento são impraticáveis para grandes volumes de resíduos. Criações e produções de grande porte, com volumes expressivos de resíduos, exigem um processamento mecanizado.

Em substituição às medas, o material é colocado em tanques cobertos, a fim de evitar a chuva e manter a temperatura adequada. Nestes tanques os resíduos compostados são periodicamente revolvidos por equipamentos mecanizados, especialmente desenhados para esta operação, assemelhando-se à enxada rotativa. O dimensionamento dos tanques depende diretamente do volume de resíduos produzidos e do tempo de estabilização. O esterco de suínos compostado

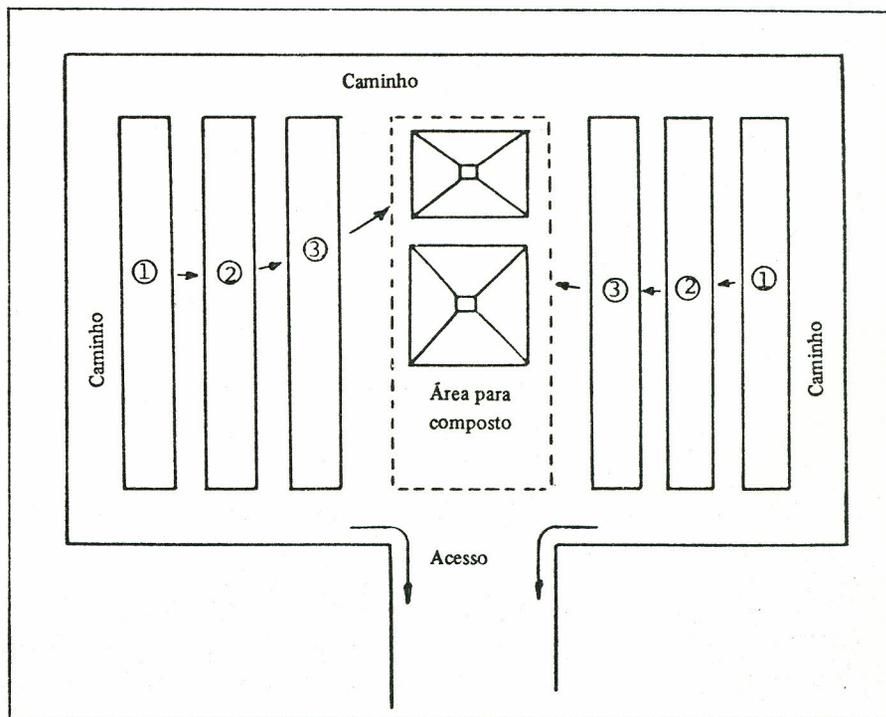


Fig. 3 – Disposição das medas em pátio de compostagem.

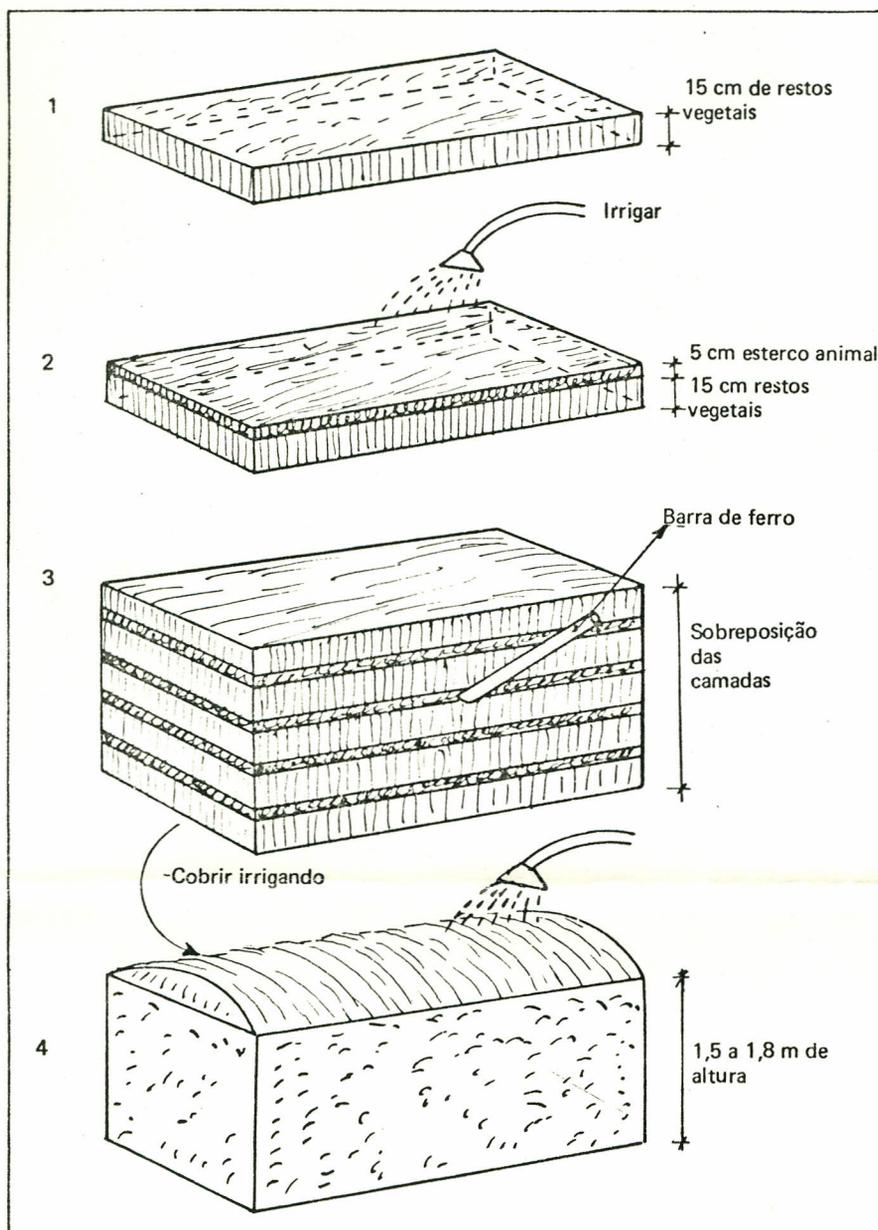


Fig. 4 – Montagem da meda de compostagem.

em tanques, com agitação periódica em intervalos de quatro a sete dias, completa sua estabilização com 45 a 60 dias. Já o esterco de bovinos de leite, normalmente com 7 a 10% de sólidos, necessita de aerações mais freqüentes a fim de evitar maus odores e processar a oxidação em 60 dias. As temperaturas de compostagem líquida oscilam na faixa de 35°C a 42°C. Geralmente é mais viável a mistura de resíduos líquidos com resíduos secos, tais como, palhas de leguminosas e de gramíneas em proporções que reduzem a umidade de 40 a 60%.

● **Utilização do Composto**

A maior eficiência do composto orgânico é obtida quando ele é utilizado imediatamente após o término do processo de compostagem. Entretanto, se isto não for possível, o composto deve ser armazenado em local protegido do sol e da chuva, de preferência mantendo-o coberto com lona de polietileno ou de sacos velhos de fibra. O conteúdo em fertilizantes depende dos materiais originais compostados, mas, via de regra, as concentrações dos elementos fertilizantes dos compostos orgânicos

variam de 1 a 2% de nitrogênio, de 0,5 a 1% de fósforo, de 0,5 a 1% de potássio, além dos micronutrientes. Uma boa adubação exige dosagens de 15 a 30 t de composto/ha (Kiehl 1985). Naturalmente a dosagem maior ou menor dependerá da fertilidade do solo. A utilização do fertilizante orgânico pode ser em aplicação exclusiva ou combinada com adubação mineral. No caso de se associar a adubação orgânica à mineral, esta última deverá ser aplicada alguns dias após a distribuição do composto orgânico. De forma semelhante, não se aconselha misturar calcário com composto, uma vez que este processo provoca perdas de nitrogênio, o que pode ser percebido pelo cheiro de amônia.

**FERMENTAÇÃO ANAERÓBIA DE RESÍDUOS ORGÂNICOS**

O termo digestão anaeróbia significa a degradação controlada de resíduos orgânicos na ausência de oxigênio. Esta degradação ocorre no interior de tanques fechados, chamados biodigestores, onde uma população mista de microrganismos é usada para converter sólidos orgânicos em biogás e biofertilizantes. A digestão anaeróbia de resíduos agrícolas foi usada por muitos fazendeiros europeus, durante e após a Segunda Guerra Mundial, e hoje milhares de fazendeiros asiáticos estão também usando-a para produzir sua própria energia.

Em meados deste século, com os baixos preços de outras fontes de energia, o interesse nesta fonte diminuiu e só recentemente este processo se tornou assunto de pesquisa, visando maximizar a eficiência do processo. Hoje a digestão anaeróbia é vista novamente como um possível meio de recuperar parte da energia que é usualmente perdida nos sistemas de produção agrícola, como resíduos de cultura, de animais ou de agroindústria, na forma de biogás e de fertilizantes orgânicos.

● **Matérias-primas para Digestão Anaeróbia**

Teoricamente qualquer resíduo orgânico natural pode ser digerido anaerobiamente, devido ao seu alto teor de carboidratos, que é ótima fonte de

carbono para os microrganismos. A velocidade de decomposição do material orgânico depende particularmente de sua composição, se os demais fatores envolvidos no processo são adequados, como, por exemplo, temperatura, pH, agitação da mistura dentro do biodigestor, concentração de sólidos, ausência de agentes tóxicos aos microrganismos etc. Em propriedades rurais, vários resíduos podem ser usados para produção de gás e biofertilizantes (Quadro 1).

● **Princípios Básicos do Processo da Digestão Anaeróbia**

A fermentação anaeróbia de resíduos orgânicos envolve uma população mista de microrganismos. Esses são amplamente distribuídos em ambientes anaeróbios na natureza e, especialmente, abundantes nos intestinos de bovinos.

A população microbiológica responsável por esta fermentação pode ser dividida em três grupos. O primeiro, de bactérias, está envolvido na degradação dos componentes mais complexos dos resíduos, os carboidratos, em compostos mais simples, monômeros (Fig. 5). Muitos tipos diferentes de bactérias são envolvidos neste passo, por exemplo, celulolíticas, proteolíticas e lipolíticas, responsáveis pela decomposição de celulose, proteínas e lipídios, respectivamente. O segundo grupo, de bactérias acetogênicas, converte os compostos mais simples formados na primeira etapa em ácidos orgânicos de cadeia curta, especialmente ácido acético, além de propiônico, fórmico, láctico etc. O terceiro são de bactérias metanogênicas propriamente ditas. Este grupo, altamente específico, é estritamente anaeróbio. Seu meio de crescimento é a conversão de acetato, formato, propionato ou  $CO_2$  e  $H_2$  a metano ( $CH_4$ ).

Os três grupos de bactérias trabalham de modo simultâneo e interdependente. Como se trata de um processo biológico, são necessárias as condições adequadas para o crescimento e atividade dos microrganismos para que ocorra a decomposição total do material utilizado na alimentação do biodigestor. Disto depende a quantidade e qualidade do biogás e do material fermentado, do biofertilizante e do adubo orgânico.

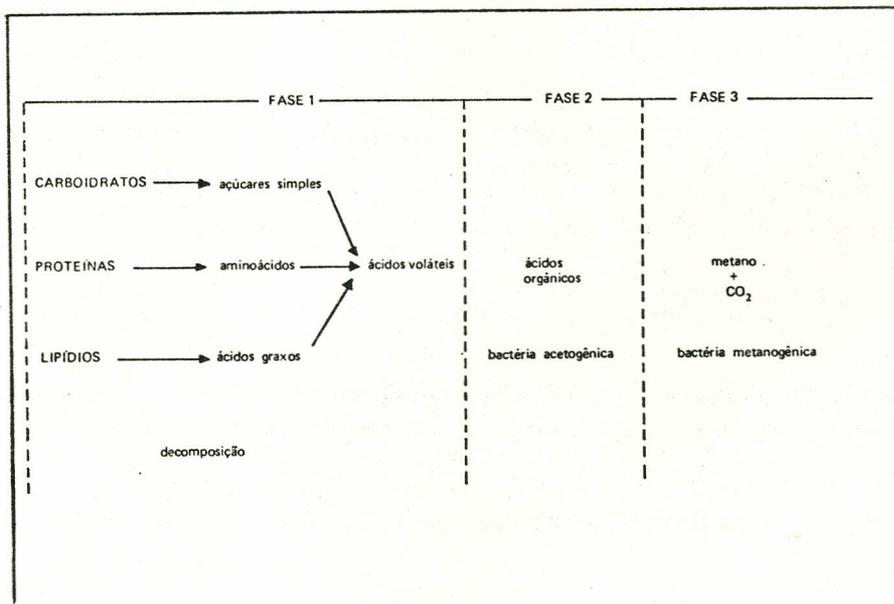


Fig. 5 – Decomposição anaeróbia de sólidos orgânicos.

Fonte: Dunican (1980) – Adaptado.

● **Valor do Biofertilizante como Fertilizante Orgânico**

Após a fermentação, o material orgânico produz, além do biogás, o resíduo fermentado que contém praticamente todos os nutrientes originalmente removidos pela biomassa e, com ela, introduzidos no biodigestor. O carbono, o hidrogênio e o oxigênio, contidos nas substâncias orgânicas, são gradualmente liberados como metano e dióxido de carbono, enquanto os outros elementos permanecem na mistura fermentada (Hashimoto et al 1980 e Field et al 1984). Em média 70% da matéria orgânica que entra em um biodigestor é degradada durante a fermentação; os 30% restantes correspondem às substâncias de difícil degradação. Estas, juntamente com células bacterianas e substâncias orgânicas produzidas durante o processo, compõem o lado do biodigestor, chamado de biofertilizante. Quando a decomposição é completa, o biofertilizante é um material inodoro, isento de sementes de plantas daninhas, larvas de moscas e agentes patogênicos, que às vezes estão presentes no resíduo "in natura" usado para alimentar o biodigestor.

De acordo com a literatura, o uso de biofertilizante apresenta algumas vantagens em relação ao material não-fermentado. Nos resíduos orgânicos,

a maioria do nitrogênio está ligada à proteína, portanto, não-disponível para as plantas. Após a digestão, pelo menos de 35 a 50% do nitrogênio presente estão em forma de amônia dissolvida, que é imediatamente disponível às plantas, aumentando assim a disponibilidade de nitrogênio. A amônia liberada é neutralizada pelos ácidos orgânicos produzidos durante a fermentação, o que evita sua perda por volatilização, ao contrário do que ocorre nos outros métodos tradicionais de tratamento de resíduos (Hashimoto et al 1984).

Em relação ao fósforo, a disponibilidade, cerca de 50%, não é alterada durante a digestão. O potássio é usualmente disponível em 75 a 100% após a digestão (Field et al 1984). Assim, o biofertilizante contém uma mistura de nutrientes minerais, orgânicos e matéria orgânica com alguns nutrientes na forma solúvel e alguns adsorvidos nas superfícies dos resíduos orgânicos não-diferidos.

As proporções de nutrientes distribuídos entre a fração líquida e sólida do biofertilizante variam com: a mistura utilizada na alimentação do biodigestor. Resultados obtidos por Field et al (1984) mostram que 59 a 83% de  $NH_4^+-N$  e 60 a 80% de K total estão presentes na parte líquida. Embora em quantidades menores, esta fração contém ainda 15 a

40% de P total, 19 a 44% de Ca total e 25 a 42% de Mg total. Por essas razões, não se aconselha a separação da parte líquida e sólida do biofertilizante quando utilizada como adubo. Essa medida, às vezes, é considerada como viável para reduzir o seu custo com o transporte até a lavoura.

No caso de biodigestor indiano, onde a manutenção é diária, a quantidade de biofertilizante produzida é equivalente à adicionada. Este material, a parte sólida juntamente com a parte líquida, pode ser conduzido por tubulação e por gravidade, da caixa de descarga até um tanque de armazenamento, de onde poderá ser transportado e distribuído no campo por carro-tanque ou tanque distribuidor acoplado ao trator (Fig. 6) ou ainda em tanques a tração animal.

Assim, o uso de biofertilizante como adubo é um importante meio de reciclar no solo os nutrientes originalmente retirados pelas plantas. Cada m<sup>3</sup> de biofertilizante de vinhaça e bagaço incorporado ao solo é equivalente a 0,40 kg de N, 0,25 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 1,03 kg de K<sub>2</sub>O, 0,23 kg de MgO, além de micronutrientes.

O potencial da sua utilização na agricultura brasileira está diretamente associado à importância de se tornarem os sistemas de produção agrícola em nível de pequenas propriedades rurais ou comunitário menos dependente de fontes externas de energia, quer na forma de energia elétrica, combustíveis, gás de cozinha ou adubo químico.

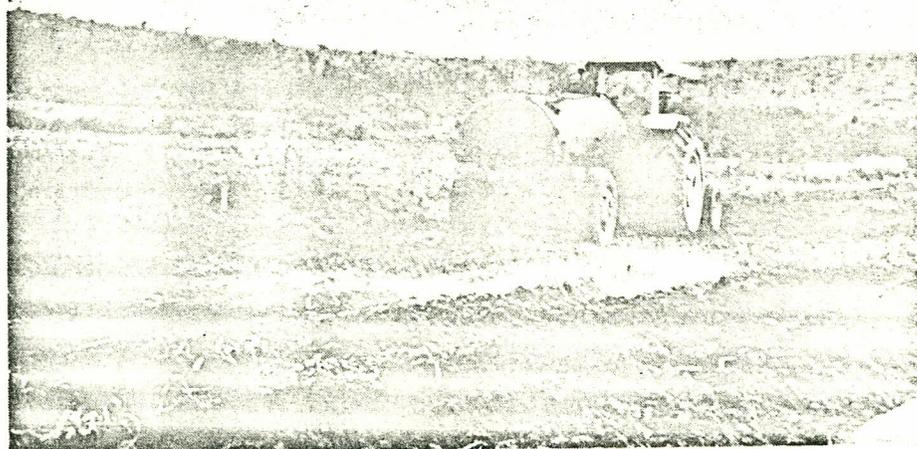


Fig. 6 – Distribuição de biofertilizante, em solo de cerrado, por tanque pressurizado acoplado ao trator.

#### ● Efeito do Biofertilizante sobre as Propriedades do Solo e Produção

No Brasil, estudos visando avaliar os efeitos desse resíduo na adubação de culturas são ainda mais recentes que os sobre a produção e utilização do biogás. Algumas pesquisas realizadas com resíduos orgânicos, de origens diversas, têm demonstrado que o biofertilizante pode ser tão ou mais eficiente que o resíduo não-fermentado no aumento da fertilidade do solo e da produtividade das culturas. Portanto, é de se esperar que a sua utilização possa melhorar algumas características do solo e, conseqüentemente, o potencial produtivo de solos pobres.

Experiências realizadas em Latossolo Vermelho-escuro, fase cerrado, mostraram que as áreas experimentais, que receberam biofertilizante obtido com a biodigestão da vinhaça e bagaço, apresentaram melhorias nas características químicas do solo em relação às áreas sem adubo. Foi observado que cinco aplicações médias de 15 t/ha/ano de matéria seca resultaram em elevação nos valores de pH (4,7 para 5,3) e das bases trocáveis (2 para 4 meq/100 cc) e eliminação dos teores tóxicos de alumínio trocável (Fig. 7).

Observações em diferentes tipos de solos e diferentes regiões também mostram melhorias nas principais caracte-

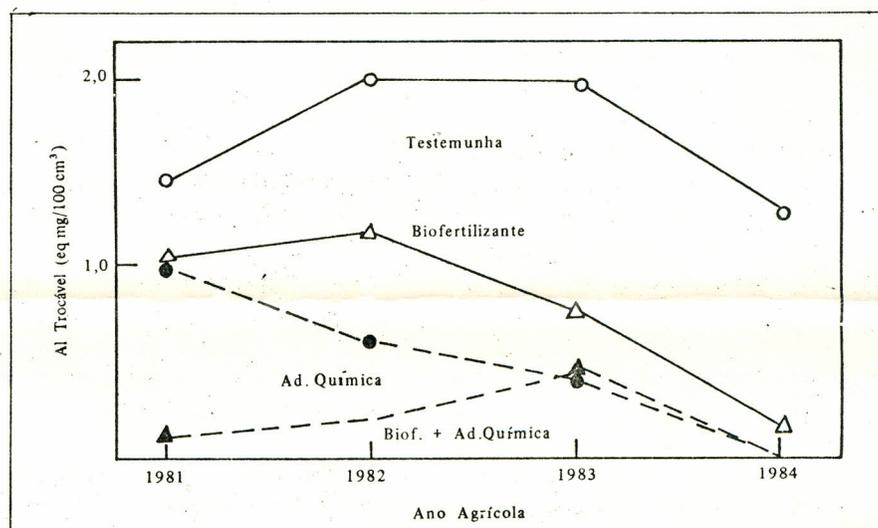


Fig. 7 – Variação média de alumínio trocável, em função dos tratamentos e do ano agrícola.

Fonte: Marriel et al (1986).

terísticas químicas deles com o uso de biofertilizante, assim como efeitos benéficos sobre as características físicas e biológicas do solo. Todavia, os resultados dependem da origem e do volume do resíduo que é incorporado ao solo, bem como da qualidade e frequência da aplicação e do solo utilizado.

A matéria orgânica degradada, presente no biofertilizante, ao ser aplicada ao solo, forma complexos estáveis, interferindo no processo de acidificação, oriunda da lavagem das bases trocáveis do solo e essenciais à planta. Deste modo ela retém nutrientes dos adubos e do calcário que ficam à disposição das plantas, ao mesmo tempo em que evita o carregamento e a perda dos nutrientes pelas águas da chuva e das irrigações pe-

sadas.

Com relação à produção de grãos, as informações mostram efeitos positivos da utilização de biofertilizante para diferentes culturas. No Quadro 8 são apresentados alguns dos resultados obtidos no campo, em diferentes regiões.

De uma maneira geral, estas e outras pesquisas têm mostrado aumentos de produtividade das culturas adubadas em relação às sem adubação, e que a necessidade de complementação com fertilizantes químicos depende principalmente da qualidade e quantidade do biofertilizante utilizado. A associação do biofertilizante com a adubação química aumenta a produção quando comparada com cada um deles isoladamente. Por outro lado, o biofertilizante tem apresentado baixo efeito residual (Oliveira et al 1984b), o que indica a necessidade de uma reaplicação anual.

A quantidade de biofertilizante a ser recomendada situa-se entre 12 e 24 t/ha (Oliveira et al 1984b) e varia de acordo com a qualidade do produto, do solo e da cultura. Resultados de Marriel et al (1986) mostraram retorno econômico com a utilização de 15 t/ha/ano de biofertilizante em milho, maior que o observado com a adubação química feita de acordo com a análise do solo, em área de até 380 ha. O biofertilizante tem-se mostrado como uma alternativa viável para correção de solos ácidos e melhoria de suas características físicas

e biológicas.

De modo geral, observa-se que o aproveitamento, através de manejo adequado de resíduos agrícolas, de origem animal ou vegetal, ou de agroindústrias substitui parcial ou totalmente a adubação química e a calagem, contribuindo efetivamente para manter ou melhorar a fertilidade natural do solo, e aumentar a produção de alimentos.

REFERÊNCIAS

ALLISON, F.E. Maintenance of soil organic matter. In: ———. *Soil organic matter and its role in crop production*. New York, Elsevier, 1973. p. 416-44.

ALVARENGA, R.C. Produção de composto orgânico na fazenda. *O Ruralista*, Belo Horizonte, 22(333):6, março 1985.

ANDERSON, J.P.E. & DOMASH, K.H. Mineralization of bacteria and fungi in chloroform fumigated soil. *Soil Biol. Biochem.*, Oxford, 10: 207-13, 1978.

ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL. Rio de Janeiro, IBGE, v. 44, 1983. p. 433-8.

BORGES, A.A. Preparo do composto. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura/SIA, 1956. 23 p.

CONRAD, J.H. & MAYROSE, V.B. Animal waste handling and disposal in confinement production of swine. *J. Anim. Sci.*, 32(4): 811-5, 1971.

DUNICAN, L.K. Ireland's biological wastes. In: *TODAY'S AND TOMORROW'S WASTES*, 1980. Proceedings of seminar. s.l., National Board for Science and Technology, 1980. p. 133-9.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG. Sistema rural de bioenergia, microdestilataria, biodigestor, gerador de eletricidade. Sete Lagoas, s.d.

ENWERZOR, W.O. The mineralization of nitrogen and phosphorus in organic materials of varying C:N and C:P. *Plant Soil*, 44: 237-40, 1976.

FERRAZ, J.M.G. & MARRIEL, I.E. Biogás: uma fonte alternativa de energia. Sete Lagoas, EMBRAPA/CNPMS, 1980. 27 p. (Circular Técnica, 3).

FIELD, J.A.; CALDWELL, J.S.; JEYANA-YAGAM, S.; RENEAU JR., R.B.; KROONTJE, W.Q. & COLLINS, E.R. Fertilizer recovery from anaerobic digesters. *Transactions of the ASAE*, 27: 1871-81, 1984.

FRY, L.J. *Mathane digesters for fuel, gas and fertilizer*. Santa California, 1973. 46 p. (mimeogr.).

GLÓRIA, N.A. & ORLANDO FILHO, J. Aplicação da vinhaça como fertilizante. *Boletim Técnico PLANALSUCAR*, Piracicaba, 5(1): 1-38, 1983.

HASHIMOTO, A.G.; CHEN, Y.R.; VAREL, V.H. & PRIOR, C.L. Anaerobic fermentation of agricultural residues. In: SHULER, M. (ed.). *Utilization and recycling of agricultural wastes and residues*. Boca Raton, CRC Press, 1980.

HOLANDA, J.S. Utilização de esterco e adubo mineral em quatro seqüências de culturas em solo de encosta basáltica do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, UFRGS/Faculdade de Agronomia, 1981. 67 p. (Tese MS).

JELINEK, T. Collection storage and transport of swine wastes: In: TAIGANIDES, E.P. *Animal wastes*. Essex, England Applied Science, 1977. p. 165-74.

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

KIEHL, E.J. Produção de fertilizantes orgânicos. In: SIMPÓSIO SOBRE FERTILIZANTES NA AGRICULTURA BRASILEIRA, 1984. *Anais...* Brasília, EMBRAPA, 1984. p. 137-46.

KOHNKE, H. & BERTRAND, A.R. Soil conservation as a problem of humanity. In: KOHNKE, H. & BERTRAND, A.R. (ed.) *Soil conservation*. New York, McGraw-Hill, 1959 a. p. 1-26.

KONZEN, E.A. Avaliação quantitativa e qualitativa dos dejetos de suínos em crescimento e terminação, manejados em forma líquida. Belo Horizonte, UFMG/Escola de Veterinária, 1980. 50 p. (Tese MS).

KONZEN, E.A. Manejo e utilização dos dejetos de suínos. Concórdia, SC, EMBRAPA/CNPISA, 1983. 32 p. (Circular Técnica, 6).

QUADRO 8 - Efeitos de Biofertilizantes na Produtividade de Algumas Culturas

Condições Experimentais	Cultura	Tratamentos			
		Testemunha	Ad. Mineral	Biofertilizante	Biofertilizante + Ad. Mineral
Latosolo Amarelo - PA 90 m <sup>3</sup> /ha em cultivos sucessivos <u>a/</u>	arroz	125	-	2.168	-
	caupi	55	-	1.413	-
	milho	47	-	3.863	-
	caupi	80	-	1.719	-
Goiânia - GO 12 t/ha/ano <u>c/</u>	feijão <u>1/</u>	1.122	-	2.482	-
	arroz <u>2/</u>	1.198	-	2.057	-
Latosolo cerrado - MG 15 t/ha/ano <u>b/</u>	milho <u>3/</u>	1.066	3.750	4.216	6.066

1/ Duas aplicações - 2/ Três aplicações - 3/ Cinco aplicações.

FONTE: a/ Oliveira et al (1984 a); b/ Marriel et al (1986) e c/ Oliveira et al (1984 b).

## Manejo do Solo

- LIRA, M.A.; FERNANDES, A.P.M.; FARIAS, I.; SANTANA, O.P. & MORENO, J.A. Efeito do esterco bovino e cama de galinheiro na produção de milho e sorgo. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-árido, Petrolina, PE. Trópico Semi-árido: resumos informativos. Brasília, EMBRAPA-DID, 1978. v. 2.
- LOEHR, R.C. Agricultural wastes management problems, processes and approaches. New York, Academic Press, 1974. p. 335-52.
- LOEHR, R.C. Pollution implications of animal wastes: A forward oriented review. Ada, Oklahoma, Robert S. Kern Water Research Center, 1968. p. 24-86.
- MACHADO, M.O.; CORDEIRO, D.S.; VASCONCELOS, E.B.; BRAUNER, J.L. & ROEVER, G. Utilização de resíduos de microdestilaria e de biodigestores na adubação de culturas da região Sudeste do Rio Grande do Sul. (trabalho apresentado no I Congresso de Energia Alternativa para a Propriedade Rural, Brasília, 1984).
- MARRIEL, I.E.; FERRAZ, J.M.G.; MORAIS, A.R.; VASCONCELOS, C.A. & MANTOVANI, B.H.M. Utilização de biofertilizante em solos de cerrado. In: EMBRAPA. CNPMS, Sete Lagoas, MG. Rel. Téc. An. CNPMS 1980-1984. Sete Lagoas, 1986. p. 113.
- MARUMOTO, T.; ANDERSON, J.P.E. & DOMSH, K.H. Mineralization of nutrients from soil biomass. Soil Biol. Biochem., Oxford, 14: 469-75, 1982.
- MIYASAKA, S.R.; CAMARGO, O.A. de; CAVALERI, P.A.; GODOY, I.J. de; CURI, S.M.; LOMBARDI NETO, F.; MEDINA, J.C.; SCERVELUNI, G.S. & BULISANI, E.A. Adubação orgânica, adubação verde e rotação de culturas no Estado de São Paulo. Campinas, Fundação Cargill, 1983. p. 6-21.
- OLIVEIRA, R.F.; CRUZ, E.S.; ALVES, S.M.; COSTA, M.P. & FERREIRA, W.A. Adubação de culturas de ciclo curto com biofertilizante e superfosfato triplo. (trabalho apresenta no I Congresso de Energia Alternativa para a Propriedade Rural, Brasília, 1984 a).
- OLIVEIRA, R.F.; MOREIRA, J.A.A. & SOARES, M. Uso de biofertilizante na agricultura. Goiânia, EMBRAPA/CNPAF, 1984 b. 5 p. (EMBRAPA. CNPAF. Comunicado técnico, 17).
- ORLANDO FILHO, J. & LEME, E.J.A. Utilização agrícola dos resíduos da agroindústria açucareira. In: SIMPÓSIO SOBRE FERTILIZANTES NA AGRICULTURA BRASILEIRA, Brasília, 1984. Anais . . . Brasília, EMBRAPA/DEP, 1984. p. 451-75.
- PAISLEY, K. Fertilizers and manures. London, W.H. & L. Collingradge, 1977. p. 112-43.
- RODELLA, A.A. & FERRARI, S.E. Composição da vinhaça e efeitos de sua aplicação como fertilizante na cana-de-açúcar. Brasil açuc., 90: 6-13, 1977.
- ROSSWALL, T. Microbiological regulation of the biogeochemical nitrogen cycle. Plant Soil, The Hague, 67: 15-34, 1982.
- SANTOS, G.A.; ROSSIELLO, R.O.P.; FERNANDES, M.S. & O'GRADY, P.C. Efeitos de vinhaça sobre o pH do solo, a germinação e o acúmulo de potássio em milho. Pesq. Agropec. Bras., 16: 489-93, 1981.
- SCHERER, E.E.; CASTILHOS, E.G. & AITA, C. Utilização de esterco líquido de suínos como fonte de nitrogênio para as culturas de milho e feijão. Florianópolis, SC, EMPASC/Centro de Pesquisa para Pequenas Propriedades, 1986. 4 p. (Pesquisa em andamento) (mimeogr.).
- SCHERER, E.E.; CASTILHOS, E.G.; JUCKSH, I. & NADAL, R. Efeito da adubação com esterco de suínos, nitrogênio e fósforo em milho. Florianópolis, EMPASC/Centro de Pesquisa para Pequenas Propriedades, 1984. 26 p. (Boletim Técnico, 24).
- SHEEHAN, G.J. & GREEFIELD, P.F. Utilization, treatment and disposal of distillery wastewater. Water Research, 14: 257-77, 1980.
- STUPIELLO, P.; PEIXE, C.A.; MONTEIRO, C.A. & SILVA, L.H. Efeitos da aplicação de vinhaça como fertilizante na qualidade da cana-de-açúcar. Brasil Açucareiro, 90: 61-50, 1977.
- SUTTON, A.L.; MANNERING, J.V.; BACHE, D.H.; MARTEN, J.F. & JONES, D.D. Utilization of animal waste as fertilizer. West Lafayette, Purdue University/Cooperative Extension Service, 1975. 10 p.
- TAIGANIDES, E.P. Composting of fedlot wastes. In: TAIGANIDES, E.P. Animal wastes. Essex, England Applied Science, 1977. p. 241-51.
- TIBAU, A.O. Matéria orgânica e fertilidade do solo. São Paulo, Nobel, 1978. 172 p.
- WELL, R.R. & KROONTJE, W. Physical condition of a davidson clay loom after fine years of heavy poultry manure applications. J. Environ. Qual., 8(3): 387-92, 1979.
- WISCHMEIER, W.H. Conservation tillage to controle water erosion. In: CONSERVATION tillage. Ankeny, Iowa, Soil Conservation Society of America, 1973. p. 133-41.

Dê um alô!



Agora ficou  
mais fácil  
seu contato  
com o  
INFORME  
AGROPECUÁRIO.  
Basta ligar

**(031) 335-6686**

Atualize  
seu endereço,  
peça números  
avulsos, atrasados  
e sempre que  
precisar  
dê um alô!

Para fazer assinatura ou  
pedir número avulso, escreva para  
Av. Amazonas, 115/506 - Caixa Postal 515  
30.188 - Belo Horizonte-MG.  
Em BH, para adquirir o INFORME  
AGROPECUÁRIO e outras publicações,  
visite o nosso escritório à  
Rua Ouro Preto, 318 - Barro Preto.

- ATENÇÃO -  
O pagamento por Vale Postal deverá ser  
feito para a Agência Central - Belo Horizonte  
Código da Agência pagadora: 730.009

