



## ESTABILIZAÇÃO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS EM PROCESSOS DE COMPOSTAGEM E VERMICOMPOSTAGEM

Egídio Arno Konzen<sup>1</sup>

### Introdução

Todos os sistemas produtivos, tanto agrícolas quanto pecuários, dão origem a vários tipos de resíduos orgânicos, os quais, corretamente manejados e utilizados, revertem-se em fornecedores de nutrientes para produção de alimentos e melhoradores das condições físicas, químicas e biológicas do solo. Por outro lado, quando inadequadamente manuseados e tratados, esses resíduos constituem-se em fonte de contaminação e agressão ao meio ambiente, especialmente quando direcionados para os mananciais hídricos.

As culturas vegetais retiram sua nutrição do solo, que, por sua vez, possui naturalmente os elementos nutrientes ou são colocados pelo homem, através das diversas adubações: química, conjugada e/ou somente orgânica. As culturas, especialmente as produtoras de grãos, após a colheita, deixam uma grande quantidade de restevras, contendo elementos retirados do solo.

As produções animais recebem seus alimentos através das plantas nativas e/ou cultivadas. Somente uma parte desses elementos contidos nos alimentos ingeridos pelos animais resultam em ganho de peso e crescimento, sendo a maior parte eliminada através do esterco e da urina (Figura 1). Os estercos de animais geralmente apresentam boa quantidade de elementos como nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e matéria orgânica, devido ao aproveitamento de apenas 15 a 25% dos elementos nitrogênio, fósforo e potássio, e de 60% da matéria orgânica das rações.

### Resíduos viáveis e sua produção

Nos estercos de animais, especialmente de ruminantes, além dos componentes já citados, existe também uma grande quantidade de microorganismos provenientes do rúmen, importantes para a fermentação dos compostos orgânicos de boa qualidade, conseqüentemente, do vermicomposto, (húmus de minhoca).

Os estercos de animais nem sempre estão disponíveis em quantidades desejadas e seu valor de aquisição é elevado. O aumento da quantidade dos estercos pode ser alcançado mediante sua mistura com materiais e resíduos orgânicos vegetais, em proporções adequadas.

Os materiais orgânicos vegetais podem ser constituídos de restos de culturas (palhadas), resíduos de capins e silagens ou materiais produzidos especialmente para este fim. Além destes, podem ser utilizadas folhas de árvores e aparas de gramados.

As primeiras produções de massa vegetal, para a formação dos compostos orgânicos, deverão ser feitas com fertilização química, satisfazendo as exigências culturais das espécies eleitas, gramíneas ou leguminosas. Nas subseqüentes produções, os nutrientes podem ser repostos pelo composto e/ou vermicomposto formado.

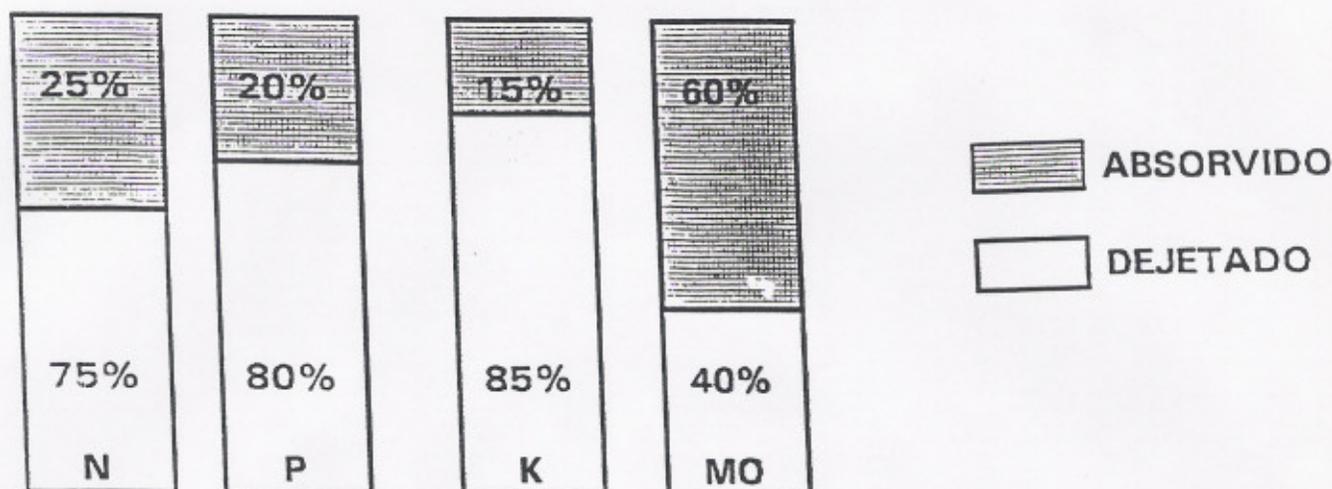


Figura 1. Aproveitamento das rações pelos animais.

Fonte: Kiehl, E. J. Fertilizantes orgânicos. Editora Agrônômica Ceres Ltda. Piracicaba, SP, 1985, 492 p.

Os restos de culturas e materiais produzidos geralmente apresentam composições mais ricas e equilibradas do que as folhas e gramas. A produção de materiais orgânicos pode variar, cabendo ao produtor a escolha dos materiais desejados. As gramíneas geralmente apresentam-se mais ricas em carbono e as leguminosas, em nitrogênio.

A escolha dos materiais a serem produzidos deve recair sobre aqueles que apresentam maior facilidade de produção para o produtor e de melhores conteúdos em elementos. Entre as gramíneas, destacam-se: *o capim-guiné, napier ou elefante, camerum, jaraguá e colônião*. As leguminosas mais indicadas para produção de grande quantidade de massa orgânica são: *mucuna-preta ou anã, crotalaria juncea, feijão guandu e feijão-de-porco*.

A Tabela 1 indica a composição e a produção de massa total de alguns materiais fáceis de serem produzidos.

Tabela 1. Algumas gramíneas e leguminosas adequadas à produção de compostos orgânicos e vermicompostos (húmus de minhoca).

Materiais	Composição (Kg/tonelada) <sup>1</sup>			Relação C/N	Produção t/ha <sup>1</sup>
	N	P	K		
Capim-guiné				33/1	
Capim-colônião	2,60	0,60	5,10	27/1	70-90
Capim-tanzânia				32/1	
Capim-jaraguá	1,60	0,40	2,90	64/1	70-90
Capim-elefante				41/1	
Capim Camerum	2,10	0,30	2,80	44/1	90-120
Mucuna	12,10	3,19	16,30	22/1	60-70
Crotalaria juncea	10,70	2,20	9,90	26/1	40-50
Feijão Guandu	9,90	3,20	6,20	29/1	30-40
Feijão de porco	14,00	2,70	13,20	19/1	30-35

Fonte: Adaptado de diversos autores.  
<sup>1</sup> Material verde.

## Compostagem

A compostagem, estabilização ou fermentação aeróbia eficiente dos resíduos orgânicos exige algumas condições importantes:

- Materiais apropriados = resíduos com boa composição em elementos (nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e microelementos) e adequado tamanho das partículas (de 1 a 5 centímetros).
- Relação carbono e nitrogênio (C/N), em torno de 30/1; isto quer dizer que, para cada parte de nitrogênio, devem estar presentes 30 partes de carbono, para que a compostagem se realize com eficiência.
- Temperaturas variando de 35 °C a 75 °C, sendo desejável que esta varie de 60 °C a 70 °C nos primeiros vinte e cinco dias de compostagem. Na Tabela 2 há um exemplo da variação da temperatura em uma compostagem de materiais orgânicos misturados, sendo 30% de esterco bovino e 70% de resíduos de silagem, utilizando como cobertura palha de feijão.
- Umidade em torno de 60%, para que os microorganismos de fermentação possam ter ambiente favorável para sua multiplicação e atuação.

Tabela 2. Temperaturas durante a compostagem de esterco bovino e mistura de esterco com resíduo de silagem (30%/70%).<sup>1</sup>

Resíduos	Temperaturas em °C							
	Dias de compostagem							
	5	10	15	20	25	30	35	40
Esterco	70	70	65	65	62	60	57	40
Esterco + Silagem	62	64	60	60	60	57	57	46

<sup>1</sup>Temperaturas acompanhadas com termômetro de imersão bulbo longo.

As palhadas de milho, arroz, capins, bagaço de cana, casca de café etc. são pobres em nitrogênio e ricas em carbono.

Já os estercos de animais, palha de soja, feijão, mucuna, soja-perene, guandu e crotalaria são mais ricos em nitrogênio. Estes, por sua vez, são mais valorizados e geralmente estão disponíveis em menores quantidades. Daí a razão de se promoverem misturas adequadas de restos vegetais menos valorizados e mais disponíveis com estercos, podendo, desta forma, multiplicar seu rendimento até três vezes.

### Montagem das pilhas de compostagem

Para manter uma boa relação carbono/nitrogênio (em torno de 30/1) no preparo do composto orgânico, sugere-se uma mistura de 30 a 40% de esterco bovino com 70% a 60% de resíduos vegetais. Como os estercos e resíduos vegetais geralmente contêm menos de 1% de fósforo, devem ser corrigidos, na hora da compostagem, com 3% de fosfato natural.

A montagem das pilhas deve obedecer à seguinte seqüência:

1. Distribuir uma camada de palha e/ou capim no solo, com 20 centímetros de altura e 1,8 a 2,5 metros de largura, podendo o comprimento variar de acordo com a quantidade de material a ser compostado (3 a 5 ou 6 metros) e molhar bem antes de colocar outros materiais em cima.
2. Misturar e umedecer os materiais a serem compostados: um carrinho de esterco bovino, três carrinhos de resíduos vegetais e 400 gramas de fosfato natural (fosfato-de-araxá).
3. Formar a pilha com a mistura umedecida até 1,20 m a 1,50m de altura.

4. Cobrir com palhada seca a pilha pronta, para manter a umidade e a temperatura. O período de compostagem depende das temperaturas e do tamanho das partículas dos materiais e da aeração.

- Partes pequenas, tipo capim picado (de 1 a 5 cm), com temperaturas em torno de 60 °C = 55 a 60 dias.
- Partes médias, com 15 a 20 centímetros, com temperaturas em torno de 60 °C = 60 a 80 dias.
- Partes inteiras, com temperaturas até 60 °C = em torno de 90 dias.
- Somente esterco bovino, com temperaturas de 60 a 70 °C = 30 a 35 dias.

### Sistema de misturas

Quando se deseja fazer uma mistura de materiais, com base nos teores de nitrogênio e carbono, deve-se calcular a quantidade de partes de vegetais ricas em carbono, para cada parte de resíduo rico em nitrogênio, utilizando a fórmula a seguir:

$$\text{Partes de material rico em carbono} = \frac{\text{material rico em nitrogênio}}{\text{material rico em carbono}} = \frac{(30 \times \% \text{ nitrogênio}) - \% \text{ carbono}}{\% \text{ carbono} - (30 \times \% \text{ nitrogênio})}$$

Para se adotar esse procedimento, é necessário conhecer os teores de nitrogênio e de carbono dos materiais disponíveis na hora da compostagem. Existem tabelas elaboradas com os teores de nitrogênio e carbono de grande parte dos resíduos normalmente disponíveis.

Exemplificando uma mistura com dois materiais, esterco bovino e capim camerum, teremos a seguinte situação: a composição do esterco bovino (Tabela 3) é constituída por 33,4% de carbono, 2,03% de nitrogênio e uma relação C/N de 15/1. O capim camerum apresenta 52,8% de carbono, 1,2% de nitrogênio e a relação C/N de 44/1

$$\text{Partes de camerum} = (30 \times 2,03) - 33,4 : 52,8 - (30 \times 1,2) = 1,63$$

Para cada parte de esterco bovino, devem-se misturar 1,63 partes de camerum, o que corresponde a 38% de esterco bovino e 62% de capim camerum. Para a recomendação de adição do fosfato-de-araxá (3%), este deve ser descontado do material rico em carbono, no exemplo do camerum. A mistura para a compostagem será, então, de 38% de esterco bovino, 59% de camerum e 3% de fosfato-de-araxá.

Neste exemplo, tem-se, então, uma massa orgânica com 43,8% de carbono, 1,48% de nitrogênio e uma relação C/N em torno de 30/1.

### Vermicompostagem

A vermicompostagem, na sua grande maioria, é feita apenas com esterco de bovinos, por uma questão de tradição e por desconhecimento de outros resíduos. Este fato leva a um vermicomposto geralmente mais pobre em nutrientes fertilizantes e de baixa qualidade. Entretanto, apresenta um aspecto físico ímpar, o que favorece sua aceitação pelo consumidor.

A composição elementar dos resíduos para compostagem é de vital importância para uma eficiente bioestabilização e conseqüente adequado vermicomposto. A adequação da composição dos resíduos a serem compostados pode ser feita através da adição de produtos naturais, tais como fosfato de rocha moída, magnésio em forma de rocha natural moída e outros que porventura estiverem em deficiência. Para facilitar o raciocínio exposto no parágrafo anterior, na Tabela 3 é apresentada uma série de resíduos simples e misturados, com as respectivas composições (Tabela 3).

A bioestabilização, em presença de ácidos orgânicos e de temperaturas entre 60 e 70 graus, opera uma transformação nos componentes orgânicos e também na disponibilização dos elementos, especialmente do fósforo adicionado na forma de fosfato natural

Tabela 3. Porcentagem de resíduos orgânicos simples e misturados com suas composições, antes da bioestabilização (compostagem).

Resíduos	pH	MS	N	P	K	Ca	Mg	C/N
Est. de bovinos	7,1	75	2,03	1,59	1,11	1,37	0,42	15
Res. de silagem	7,0	84	1,29	0,61	1,40	0,54	0,22	26
Palha de feijão	6,9	88	0,83	0,21	1,59	1,33	0,30	47
Bagaço de cana	5,5	52	0,29	0,04	0,06	0,14	0,03	147
Est. bovino + silagem (30/70%)*	7,2	37	1,29	1,61	1,11	1,22	0,29	18
Est. bov. + silagem + fosfato-de-araxá (30/67/3%)*	7,4	40	1,56	1,91	1,01	2,22	0,32	15
Est. bov. + fosfato-de-araxá (97/3%) <sup>1</sup>	7,7	33	1,58	1,91	1,07	1,61	0,42	16

Fonte: Análises do laboratório da Embrapa Milho e Sorgo (1996/97).

<sup>1</sup> Proporção dos materiais na mistura.

A composição do fosfato natural utilizado na mistura é de 24% de  $P_2O_5$  total, 4% de  $P_2O_5$  solúvel em ácido cítrico e 24% de cálcio. Os resíduos da segunda parte da Tabela 3 foram avaliados após a compostagem e os respectivos resultados são mostrados na Tabela 4.

Tabela 4. Porcentagem de resíduos orgânicos simples e misturados após a bioestabilização (compostagem).

Resíduos	pH	MS	N	P	K	Ca	Mg	C/N
Esterco bovino + silagem (30/70%)*	6,9	57,5	1,94	1,70	1,46	1,44	0,40	10
Est. Bov. + silagem + fosf. de-araxá (30/67/3%)*	6,5	56,5	2,38	2,36	1,27	2,07	0,57	7,5
Esterco bovino + fosfato-de-araxá (97/3%) <sup>1</sup>	6,1	45,0	2,32	2,79	1,38	2,49	0,48	8

Fonte: Laboratório da Embrapa Milho e Sorgo (1997)

<sup>1</sup> Proporção dos materiais na mistura.

O vermicomposto resultante de resíduos misturados - esterco bovino (30%) + restos de silagem (67%) + fosfato araxá (3%) - apresentam um bom balanceamento no conteúdo elementar (Tabela 5).

Tabela 5. Porcentagem de vermicomposto proveniente de resíduos simples e misturados, corrigidos ou não com fosfato natural.

Vermicomposto	pH	N	P	K	Ca	Mg	MO	MS
Mistura 1*	7,8	1,9	2,4	1,6	6,3	4,1	34	49,25
Mistura 2**	7,8	1,8	3,1	1,8	4,0	0,8	32	51,40
Esterco bovino	6,7	1,5	0,9	1,5	1,6	0,3	36	51,70

Fonte: Análises do laboratório da Embrapa Milho e Sorgo (1996).

\* Esterco bovino 30% + resíduo de silagem 70%.

\*\* Esterco bovino 30% + resíduo de silagem 67% + fosfato-de-araxá 3%.

Os vermicompostos apresentados na Tabela 5 representam o que se poder classificar como padrão desejado e os níveis dos nutrientes estão bem acima daqueles verificados comumente.

## Impacto econômico na propriedade agrícola

Na produção animal, em torno de 60 a 70% do custo é representado pela alimentação; pela Figura 1, observa-se que, em média, 30% dos alimentos ingeridos são convertidos em ganho, sendo 70% dejetados. Desta forma, os dejetos animais representam em torno de 20% a 25% do seu custo. Na produção agrícola, os resíduos representam em torno de 15% do seu custo. Além de representarem custos nos processos produtivos, os resíduos são fontes de elevado potencial produtivo e/ou de degradação do meio ambiente, dependendo do manejo e destino dado aos mesmos.

Como a propriedade agrícola normalmente desenvolve sistemas de produção pecuários e agrícolas, o integral e racional manejo dos resíduos, transformados, no caso específico, em vermicompostos, possibilitam a recuperação total de seus custos, podendo, inclusive, auferir ganhos de 20% além desses custos.

Exemplificando: uma propriedade de 20 hectares poderá manter um plantel de 15 vacas de leite. Essas produzem esterco suficiente para se obterem 11 toneladas de vermicomposto ao mês, usando-se no processo uma de mistura com 30% de esterco, 67% de resíduos vegetais e 3% de fosfato natural. Este volume de vermicomposto permite a fertilização completa de 1 hectare ao mês, ou seja, 12 hectares ao ano.

Utilizando como padrão referencial o vermicomposto mistura 2, da Tabela 4, o produtor estaria fertilizando suas áreas de pastagens com 198 kg de nitrogênio, 341 kg de fósforo, 198 kg potássio, 440 kg de cálcio, 88 kg de magnésio e 3.520 kg de matéria orgânica por hectare. Esses valores, convertidos em equivalente-adubo químico, representam em torno de uma tonelada da fórmula 20-35-20.

Essas quantidades em fertilizantes dispensam qualquer outro tipo de adubação e, certamente, propiciarão altos rendimentos de massa das pastagens e, conseqüentemente, alta produção de vacas leiteiras.