

65

Circular
TécnicaBrasília, DF
Julho, 2008

Autores

Ronessa B. de Souza
Eng^a. Agr^a., DSc.
Embrapa Hortaliças
Brasília, DF
E-mail: ronessa@cnph
embrapa.br

Flávia A. de Alcântara
Eng^a. Agr^a., DSc.
Embrapa Hortaliças
Brasília, DF
E-mail: flavia@cnph.
embrapa.br

Adubação no sistema orgânico de produção de hortaliças



Foto: Ronessa Souza

Fertilizantes (ou adubos) orgânicos são obtidos de matérias-primas de origem animal ou vegetal, sejam elas provenientes do meio rural, de áreas urbanas ou ainda da agroindústria. Os fertilizantes orgânicos podem ou não ser enriquecidos com nutrientes de origem mineral (não orgânica). Os fertilizantes orgânicos podem ser divididos em quatro tipos principais: fertilizantes orgânicos simples, fertilizantes orgânicos mistos, fertilizantes orgânicos compostos e fertilizantes organominerais.

Tipos de fertilizantes orgânicos

- Fertilizantes orgânicos simples: fertilizante de origem animal ou vegetal. Exemplos: esterco animal, torta de mamona, borra de café.
- Fertilizantes orgânicos mistos: produto da mistura de dois ou mais fertilizantes orgânicos simples. Exemplo: cinzas (fonte principalmente de K) + torta de mamona (fonte principalmente de N).
- Fertilizantes orgânicos compostos: fertilizante não natural, ou seja, obtido por um processo químico, físico, físico-químico ou bioquímico, sempre a partir de matéria-prima orgânica, tanto vegetal como animal. Pode ser enriquecido com nutrientes de origem mineral. Exemplos: composto orgânico, vermicomposto (húmus de minhoca) (Figura 1).

- Fertilizantes organominerais: não passam por nenhum processo específico, são simplesmente o produto da mistura de fertilizantes orgânicos (simples ou compostos) com fertilizantes minerais. No caso específico da agricultura orgânica, estes fertilizantes minerais a serem misturados devem ser naturais (não processados quimicamente) e de baixa solubilidade, permitidos pela legislação para produção orgânica de alimentos.

Fertilizantes minerais de uso permitido na agricultura orgânica

Somente os fertilizantes minerais de origem natural e de baixa solubilidade são permitidos na agricultura orgânica, como por exemplo, os fosfatos naturais, os calcários e os pós de rocha. Em situações específicas, para uso restrito, uma vez constatada a necessidade de utilização do adubo e com autorização da certificadora, poderão ser utilizados os termofosfatos, sulfato de potássio, sulfato duplo de potássio e magnésio de origem natural, sulfato de magnésio, micronutrientes e guano (fosfatos de origem orgânica – provenientes de excrementos de aves marinhas).

Se o solo for ácido, pode-se fazer calagem no sistema orgânico e a quantidade de calcário

a ser utilizada deve ser calculada com base na análise química do solo. Entretanto, a quantidade é geralmente limitada a 2 toneladas por hectare, por ano.

Estercos frescos

Os esterco frescos podem conter microorganismos causadores de doenças no homem. Não devem ser utilizados no cultivo de hortaliças, pois podem contaminar as partes comestíveis das plantas. Este problema pode ser resolvido com o curtimento, que é o envelhecimento do esterco sob condições naturais, não controladas. Deve-se deixar o monte de esterco “envelhecer” em local coberto ou protegido com um plástico ou uma lona contra chuvas, cujas águas lavam o esterco removendo os nutrientes. Para ficar pronto leva em torno de 90 dias, dependendo das condições ambientais. O esterco curtido é uma massa escura com aspecto gorduroso, odor agradável de terra e sem nenhum mau cheiro.

Composto orgânico

O composto orgânico é o produto final da decomposição aeróbia (na presença de ar) de resíduos vegetais e animais. A compostagem permite a reciclagem desses resíduos e sua desinfecção contra pragas, doenças, plantas espontâneas e compostos indesejáveis. O composto orgânico atua como condicionador e melhorador das propriedades físicas, físico-químicas e biológicas do solo, fornece nutrientes, favorece um rápido enraizamento e aumenta a resistência das plantas.

Para produção do composto utiliza-se como matéria prima resíduos vegetais, ricos em carbono (galhos, folhas, capim e outros) e resíduos animais, ricos em nitrogênio (esterco bovino, de aves e de outros animais, cama de aviário de matrizes dentre outros). Quando só se dispõe de materiais pobres em N, como cascas de pinus, árvores velhas e capins, estas devem ser alternadas com camadas de



Foto: Ronessa Souza

Fig. 1. O húmus de minhoca (vermicomposto) e um importante fertilizante orgânico composto.

resíduos de leguminosas. A escolha da matéria prima é importante para maior eficiência da compostagem. A relação Carbono/Nitrogênio (C/N) inicial ótima (de 25-35:1) pode ser atingida por meio do uso de 75% de restos vegetais variados e 25% de esterco. Esses resíduos, vegetais e animais, são dispostos em camadas alternadas formando uma leira ou monte de dimensões e formatos variados. O formato mais usual é o de seção triangular, sendo a largura comandada pela altura da leira, a qual deve situar-se entre 1,5 a 1,8 m. À medida que a pilha vai sendo formada, cada camada de material vai sendo umedecida com água tomando-se o cuidado para que não haja escorrimento. A pilha deve ser revirada (parte de cima para baixo e parte de dentro para fora) aos 15, 30 e 45 dias. No momento das reviradas, o material deve ser umedecido para ficar com umidade em torno de 50 a 60% (na prática, esse teor de umidade ocorre quando ao pegar o material com as mãos, sente-se que o mesmo está úmido e, ao ser comprimido, não escorre água entre os dedos e forma um torrão que se desmancha com facilidade). Para manter a umidade ideal a pilha deve ser coberta com palhas, folhas de bananeira ou lona plástica. O local deve ser protegido do sol e da chuva (área coberta ou à sombra de uma árvore) (Figura 2). Como exemplo, podemos citar o composto que é produzido na Unidade de Produção de Hortaliças Orgânicas da Embrapa Hortaliças:

- 15 carrinhos de mão de capim braquiária roçado;
- 30 carrinhos de capim napier;
- 20 carrinhos de cama de matriz de aviário;
- 13 kg de termofosfato.

Formar camadas alternadas na seguinte ordem: braquiária, napier, cama de matriz e termofosfato, montando uma meda de 1m x 10m x 1,5m (largura x comprimento x altura)

para obtenção de 2.500 kg de composto orgânico após cerca de 90 dias.

O composto orgânico é um produto estabilizado e mais equilibrado, em que durante sua formação foram dadas todas as condições necessárias à eficiente fermentação aeróbica, portanto sua qualidade como condicionador ou melhorador do solo é superior à do esterco curtido. Além disso, é mais rico em nutrientes por constituir-se de resíduos vegetais e animais e por ser, muitas vezes, enriquecido com resíduos agroindustriais e adubos minerais.

O composto estará pronto para o uso quando apresentar as seguintes características: temperaturas normalmente inferiores a 35° C; redução do volume para 1/3 do volume inicial; constituintes degradados fisicamente, não sendo possível identificá-los; permite que seja moldado facilmente com as mãos; cheiro de terra mofada, tolerável e até mesmo agradável para alguns.

O enriquecimento do composto pode ser obtido com a adição, no momento de montagem da pilha, de fosfatos de reação ácida como



Foto: Ronessa Souza

Fig. 2. O composto orgânico deve ser preparado em local protegido do sol e da chuva.

fosfatos naturais (6 kg m^{-3}), calcário ($25 \text{ a } 50 \text{ kg t}^{-1}$), torta de cacau (40 kg m^{-3}) ou de mamona ($20 \text{ a } 30 \text{ kg m}^{-3}$), borra de café (50 kg m^{-3}), cinzas, entre outros. O enriquecimento do composto deve ser realizado de acordo com as exigências da cultura e a necessidade do solo. Geralmente, o enriquecimento com fósforo só é recomendado nos 2 ou 3 anos iniciais de produção, entretanto sua continuidade por maior tempo vai depender da disponibilidade de P do solo.

Biofertilizantes

É o material líquido resultante da fermentação de esterco, adicionado ou não de outros resíduos orgânicos e nutrientes, em água. O processo de fermentação pode ser aeróbio (na presença de ar) ou anaeróbio (na ausência de ar). Podem ser aplicados via foliar, diluídos em água na proporção de 2 a 5%, ou no solo via gotejamento. Somente podem ser aplicados via foliar os biofertilizantes que não apresentem resíduos de origem animal em sua composição. A forma como o biofertilizante atua nas plantas ainda não é completamente esclarecida e merece ser melhor estudada. Apresenta efeitos nutricionais (fornecimento de micronutrientes) e fitossanitários, atuando diretamente no controle de alguns fitoparasitas por meio de substâncias com ação fungicida, bactericida ou inseticida presentes em sua composição. Parece atuar equilibrando e tonificando o metabolismo da planta, tornando-a mais resistente ao ataque de pragas e doenças.

Preparo de biofertilizante na propriedade

Não há uma fórmula padrão para produção de biofertilizante. Por esta razão, apresentamos uma receita básica de biofertilizante líquido, na qual podem ser feitas variações:

Em uma bombona plástica coloca-se volumes iguais de esterco fresco e água, deixando

um espaço vazio de 15 a 20 centímetros no seu interior (Figura 3). Essa bombona deve ser fechada hermeticamente e na sua tampa deve ser adaptada uma mangueira plástica fina. Uma extremidade da mangueira fica no espaço vazio da bombona e a outra deve ser imersa em um recipiente com água para permitir a saída do gás metano e impedir a entrada de ar (oxigênio). O final do processo, que dura de 30 a 40 dias, coincide com a cessação do borbulhamento observado no recipiente d'água, quando a solução deverá ter atingido pH próximo a 7,0. Para separação da parte ainda sólida o material deve ser coado em peneira e filtrado em um pano ou tela bem fina. Geralmente é utilizado diluído em água em concentrações variáveis de acordo com os diferentes usos e aplicações. Ressalta-se que esse biofertilizante não pode ser aplicado via foliar, apenas no solo.

Compostos de farelos ou 'bokashis'

São compostos orgânicos produzidos a partir da mistura de materiais como farelos de cereais (arroz, trigo), torta de oleaginosas (soja, mamona), farinha de osso, farinha de peixe e outros resíduos com terra de barranco (argilas) ou não (Figura 4). Essa



Foto: Ronessa Souza

Fig. 3. Biofertilizantes podem ser preparados em bombonas plásticas na propriedade.

mistura é inoculada com microorganismos e submetida à fermentação aeróbica ou anaeróbica. O inoculante microbiano pode ser terra de mata (bosque natural), soja fermentada, microorganismos capturados da natureza por meio de arroz cozido ou inoculantes comerciais como o EM® (microorganismos eficazes). Sua composição deve ser ajustada de acordo com os ingredientes disponíveis e as necessidades nutricionais das culturas. Por utilizar matérias-primas nobres, de uso freqüente na alimentação animal, o bokashi é um fertilizante relativamente caro e rico em nutrientes, especialmente N, P e K. Existem diferentes formulações com duração variável de 3 a 21 dias para obtenção do composto. Durante o processo fermentativo aeróbio, a umidade deve permanecer em torno de 50% a 60% e a temperatura em torno de 50°C. Na maioria das formulações, a movimentação da mistura é feita diariamente, uma vez que devido às boas características físicas (partículas pequenas) e químicas (riqueza em nutrientes) da matéria-prima, a temperatura eleva-se com facilidade. O final do processo caracteriza-se pela queda de temperatura. O composto de farelos mais conhecido é o “Nutri Bokashi”, produzido pela Kórin, empresa criada em 1995 pela Fundação

Mokiti Okada, que utiliza os microorganismos eficazes (EM®) como inoculante.

Análise química do solo no sistema orgânico

A análise química periódica é a única maneira de conhecer a fertilidade do solo, ou seja, de saber se o solo está ácido ou não, e se os teores de macro e micronutrientes e de matéria orgânica estão adequados. É a partir dos resultados da análise química que saberemos se há ou não necessidade de calagem, quais os nutrientes estão em falta e quanto devemos aplicar de fertilizantes para aquela determinada cultura. Portanto, é necessário fazer análise química do solo tanto no sistema convencional quanto no orgânico, isto é, independente do tipo de fertilizante e que se utiliza e das práticas adotadas.

No laboratório, pode-se solicitar a análise de rotina, que geralmente consiste das determinações de pH, cálcio (Ca), magnésio (Mg), potássio (K), fósforo (P), alumínio (Al), acidez potencial (H + Al) e matéria orgânica. Havendo interesse específico em função da exigência nutricional da cultura e sendo economicamente viável para o produtor, recomenda-se que se solicite também a análise do S e dos micronutrientes. A textura não é uma característica química do solo, mas deve ser determinada em laboratório na primeira vez que se amostra a área. Seu conhecimento ajuda a entender o comportamento de certos nutrientes no solo e a determinar com maior precisão a necessidade de fornecimento. Das outras vezes em que se amostra solo na mesma área não é necessário repetir a análise de textura, já que está é uma característica física do solo que praticamente não sofre modificações. Em geral, os laboratórios de fertilidade do solo também fazem a determinação de textura.



Foto: Ronessa Souza

Fig. 4. O “bokashi” é um fertilizante resultante da fermentação de matérias-primas nobres, sendo rico em nutrientes, especialmente N, P e K.

Cálculo da quantidade de adubos a utilizar no sistema orgânico

Este é um assunto que precisa ser melhor estudado, uma vez que em olericultura orgânica o enfoque das adubações deve ser baseado não apenas no aspecto químico da fertilidade do solo, mas também nos componentes físico, físico-químicos e biológicos do solo, considerando inclusive os efeitos de médio e longo prazos do manejo da matéria orgânica. De toda forma, o cálculo da adubação para o plantio deve ser feito levando em consideração a análise química do solo, além da composição química do adubo e da exigência da cultura. Em geral, as recomendações de material orgânico situam-se entre 10 a 50 t ha⁻¹ de composto orgânico ou esterco curtido. Estas doses devem ser ajustadas de acordo com a cultura, com a qualidade do material, com as características químicas do solo que se vai cultivar, com a cultura antecessora e com o histórico de manejo orgânico. O sistema de manejo intensivo utilizado na produção de hortaliças tende a favorecer a elevação dos teores de nutrientes no solo com o decorrer do tempo. Portanto, para evitar desequilíbrios nutricionais, é importante considerar o efeito residual da adubação orgânica.

Exemplo de cálculo

Como exemplo, considere o plantio de 1 hectare de cebola em que, utilizando-se os critérios de interpretação e recomendação da

agricultura convencional, a análise de solo indicasse a necessidade de se aplicar 120 kg de N, 180 de K₂O, 300 kg de P₂O₅. Na propriedade em questão tem-se disponível o esterco bovino, cinzas e fosfato natural, cujas características estão apresentadas na Tabela 1.

Neste caso, como fonte de N tem-se apenas o esterco bovino. Assim, para suprir todo o N recomendado (120 kg de N), a quantidade de esterco necessária será:

$N = \text{quantidade de N recomendada pela análise de solo} \times fc \text{ para N} = 120 \times 20 = 2.400 \text{ kg.ha}^{-1}$ de esterco bovino que fornece também:

$P = \text{kg.ha}^{-1}$ de esterco bovino: $fc \text{ para P} = 2.400/40 = 60 \text{ kg.ha}^{-1}$;

$K = \text{kg.ha}^{-1}$ de esterco bovino: $fc \text{ para K} = 2.400/20 = 120 \text{ kg.ha}^{-1}$.

Para completar o K, vamos usar cinzas como adubo:

$K = (\text{quantidade recomendada de K} - K \text{ fornecido pelo esterco bovino}) \times fc \text{ para K} = (180 - 120) \times 10 = 600 \text{ kg.ha}^{-1}$ de cinzas que fornece também:

$P = \text{kg.ha}^{-1}$ de cinzas : $fc \text{ para P} = 600/40 = 15 \text{ kg.ha}^{-1}$.

Para completar o P, vamos usar o fosfato natural:

Tabela 1. Teores de nitrogênio, fósforo e potássio (% na matéria seca) e fatores de conversão (fc) de alguns fertilizantes.

Fertilizante	Nitrogênio		Fósforo		Potássio	
	% MS	fc	% MS	fc	% MS	fc
Esterco bovino	5	20	2,5	40	5	20
Fosfato natural	-	-	30	3,3	-	-
Cinzas	-	-	2,5	40	10	10

^{1/} $fc = 100/\%MS$

Fonte: SOUZA, J. L.; RESENDE, P. Manual de Horticultura Orgânica. Viçosa, MG: Editora Aprenda Fácil, 2003. 564 p.

$P = (\text{quantidade recomendada de } P - P \text{ fornecido pelo esterco bovino} - P \text{ fornecido pelas cinzas}) \times \text{fc para } P = (300-60-15) \times 3,3 = 742 \text{ kg.ha}^{-1} \text{ de fosfato natural.}$

Portanto, para atender as recomendações indicadas pela análise de solo neste exemplo, para o plantio de 1 hectare de cebola devemos aplicar 2.400 kg de esterco bovino, 600 kg de cinzas e 742 kg de fosfato natural. Esses cálculos levam em consideração apenas a constituição química dos adubos, sendo que os aspectos físico e biológico do solo e o efeito residual das adubações, muito importantes nos sistemas de produção orgânicos, não são considerados. Portanto, as quantidades recomendadas no exemplo acima devem ser ajustadas de acordo com a situação específica (características climáticas, de solo e histórico de manejo de cada local) do sistema de produção.

Principais fontes de nutrientes permitidas na produção orgânica

- **Nitrogênio:** esterco puro de animais diversos, cama e urina de animais, espécies leguminosas de adubos verdes (mucunas, crotalárias, guandu, feijão de porco, feijão bravo do Ceará, etc.), resíduos agro-

industriais como torta de oleaginosas (mamona, algodão, soja) e de cacau, palhadas (Figura 5) e resíduos de culturas leguminosas como soja e feijão (Figura 6), farinha de sangue, farinha de peixe, composto orgânico, biofertilizantes, bokashis, entre outros.

- **Potássio:** cinzas, cascas de café, pós de rochas silicatadas com altos teores de potássio, talos de banana, entre outros.
- **Fósforo:** fosfatos naturais e farinha de ossos.
- **Micronutrientes:** alguns pós de rocha, esterco, fontes minerais permitidas (ex.: óxido de cobre e outros utilizados nos biofertilizantes).

De acordo com a Instrução Normativa nº. 007 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, podem ser utilizados sulfato de potássio e sulfato duplo de potássio e magnésio (o último de origem mineral natural), termofosfatos, sulfato de magnésio, ácido bórico (quando não utilizado diretamente sobre as plantas e o solo) e carbonatos (como fonte de micronutrientes). Entretanto, estes produtos podem ser empregados somente se constatada a necessidade de utilização mediante análise e se esses fertilizantes estiverem livres de substâncias tóxicas. Além disso, a permissão



Fig. 5. Palhadas são ótimas fontes de nitrogênio.



Fig. 6. Leguminosas são muito ricas em nitrogênio e podem ser usadas como adubos verdes.

para utilização depende também das normas da certificadora.

Correção de deficiência e toxidez no sistema orgânico

Sistemas orgânicos efetivamente equilibrados e sustentáveis não devem apresentar deficiências minerais. Contudo, falhas na escolha das culturas, no manejo ou na própria concepção do sistema, especialmente na fase de transição para o sistema orgânico, podem propiciar o aparecimento de deficiências. Neste caso, a correção pode ser feita por meio da aplicações de biofertilizantes, cuja formulação pode ser ajustada de acordo com a necessidade das culturas. Pode-se preparar diferentes

formulações de biofertilizantes enriquecidos nos diversos macro e micronutrientes.

Situações de toxidez são raras em sistemas orgânicos, mas podem ocorrer eventualmente. Em solos de baixa fertilidade, como os latossolos da região do Cerrado, no(s) primeiro(s) ano(s) de cultivo, é possível ocorrer toxidez de Mn e/ou de Fe. Neste caso, a correção se faz com a calagem calculada de acordo com a análise de solo e na quantidade permitida para sistemas orgânicos. Devido ao seu alto poder tampão, a adição de matéria orgânica ao solo ajudam a corrigir problemas de excessos e deficiências de nutrientes, especialmente de micronutrientes, com muitos dos quais forma quelatos, regulando a disponibilidade para as plantas.

Circular Técnica, 65

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na Embrapa Hortaliças

Rodovia BR-060, trecho Brasília-Anápolis, km 9

C. Postal 218, CEP 70.351-970 - Brasília-DF

Fone: (61) 3385.9000

Fax: (61) 3556.5744

E-mail: sac@cnph.embrapa.br

1ª edição

1ª impressão (2008): 1.000 exemplares

2ª impressão (2012): 2.000 exemplares

Comitê de Publicações

Presidente: Warley Marcos Nascimento

Editor Técnico: Fábio Akyoshi Suinaga

Supervisor Editorial: George James

Secretária: Gislaine Costa Neves

Membros: Agnaldo Donizete Ferreira de Carvalho,
Carlos Alberto Lopes, Ítalo Moraes Rocha
Guedes, Jadir Borges Pinheiro,
José Lindorico de Mendonça,
Mariane Carvalho Vidal, Neide Botrel,
Rita de Fátima Alves Luengo

Expediente

Normalização bibliográfica: Rosane M. Parmagnani

Editoração eletrônica: José Miguel dos Santos
André L. Garcia



Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento

