

ISSN 1678-9644

Julho, 2016

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Arroz e Feijão  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

## **Documentos 310**

# **Aspectos Básicos sobre a Produção Local de Fertilizantes Alternativos para Sistemas Agroecológicos**

*Flávia Aparecida de Alcântara*

Embrapa Arroz e Feijão  
Santo Antônio de Goiás, GO  
2016

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

**Embrapa Arroz e Feijão**

Rod. GO 462, Km 12, Zona Rural  
Caixa Postal 179  
75375-000 Santo Antônio de Goiás, GO  
Fone: (062) 3533-2238  
Fax: (062) 3533-2100  
www.embrapa.br  
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

**Comitê de Publicações**

Presidente: *Lineu Alberto Domiti*  
Secretário-Executivo: *Pedro Marques da Silveira*  
Membros: *Aluisio Goulart Silva, Ana Lúcia Delalibera de Faria, Élcio Perpétuo Guimaraes, Luciene Fróes Camarano de Oliveira, Luís Fernando Stone, Márcia Gonzaga de Castro Oliveira, Orlando Peixoto de Moraes, Roselene de Queiroz Chaves*

Supervisão editorial: *Luiz Roberto Rocha da Silva*  
Revisão de texto: *Rodrigo Peixoto de Barros*  
Normalização bibliográfica: *Ana Lúcia D. de Faria*  
Tratamento de ilustrações: *Fabiano Severino*  
Editoração eletrônica: *Fabiano Severino*

**1ª edição**

On-line (2016)

**Todos os direitos reservados.**

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

Embrapa Arroz e Feijão

---

Alcântara, Flávia Aparecida de.

Aspectos básicos sobre a produção local de fertilizantes alternativos para sistemas agroecológicos / Flávia Aparecida de Alcântara. - Santo Antônio de Goiás : Embrapa Arroz e Feijão, 2016.

36 p. - (Documentos / Embrapa Arroz e Feijão, ISSN 1678-9644 ; 310)

1. Agroecologia. 2. Adubo orgânico. 3. Esterco. 4. Fertilidade do solo.  
5. Agricultura Familiar. I. Título. II. Embrapa Arroz e Feijão. III. Série.

---

CDD 631.86 (21. ed.)

© Embrapa 2016

# **Autora**

**Flávia Aparecida de Alcântara**

Engenheira-agrônoma, doutora em Ciência do Solo, pesquisadora da Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO



# Sumário

<b>Introdução.....</b>	<b>7</b>
<b>Sustentabilidade e sistemas agroecológicos .....</b>	<b>8</b>
<b>Os sistemas agroecológicos e a fertilidade do solo.....</b>	<b>9</b>
<b>Os fertilizantes “alternativos” .....</b>	<b>12</b>
<b>Materiais que podem ser usados na produção de fertilizantes alternativos .....</b>	<b>14</b>
<b>Processos de produção de fertilizantes alternativos.....</b>	<b>21</b>
<b>Análise química do solo e uso dos fertilizantes alternativos .</b>	<b>29</b>
<b>Considerações Finais .....</b>	<b>30</b>
<b>Referências .....</b>	<b>31</b>



# Aspectos Básicos sobre a Produção Local de Fertilizantes Alternativos para Sistemas Agroecológicos

---

*Flávia Aparecida de Alcântara*

## Introdução

A crise dos alimentos de 2007/2008 deixou claro que uma alta considerável no preço dos fertilizantes sintéticos, como a ocorrida à época, afeta até mesmo a agricultura de grande porte. O que esperar então de seus efeitos sobre os agricultores familiares? É evidente o insucesso da agricultura familiar em copiar um modelo de desenvolvimento moldado para a produção de larga escala, fortemente dependente de insumos industriais.

Felizmente, as formas de agricultura baseadas nos princípios agroecológicos vêm ganhando força cada vez maior na agricultura familiar. Favorável aos sistemas menos intensivos, mas nem por isso menos complexos, o manejo agroecológico pode ser a porta de entrada para muitos agricultores familiares em um campo de crescimento adequado a seus padrões sociais e econômicos, pois reduz a dependência em relação a insumos externos, propicia o convívio de cultivos e atividades diversificadas, prioriza o desenvolvimento local e colabora para a manutenção dos recursos naturais.

Nos sistemas agroecológicos preconiza-se a qualidade do solo. Por isso são adotadas práticas de manejo, como rotação de culturas e adubação verde, que contribuem sobremaneira para o aumento dos

teores de matéria orgânica, componente chave da qualidade do solo, promovendo melhorias químicas, físicas e biológicas. No entanto, na grande maioria das vezes são necessários aportes de nutrientes para o suprimento adequado às demandas nutricionais das culturas, pois com a colheita, ocorre exportação dos nutrientes absorvidos pelas plantas. Desta forma, a falta de insumos de baixo custo e, ao mesmo tempo, eficientes, ainda é um dos maiores gargalos para o aumento da produção nos sistemas agroecológicos praticados pelos pequenos produtores.

O aporte de nutrientes nesses sistemas pode ser realizado por meio do uso de fertilizantes orgânicos e organominerais, que tenham como matéria-prima, preferencialmente, resíduos da propriedade ou materiais abundantes na região, que sejam de fácil acesso e baixo custo. Processos de transformação de materiais, como a compostagem, podem tornar o agricultor independente da aquisição de fertilizantes no mercado e fornecer um produto de qualidade, ecologicamente correto e economicamente viável.

Objetiva-se com este documento prover informações básicas sobre fertilizantes alternativos, produzidos a partir de matérias primas locais, que favoreçam a manutenção e a melhoria da fertilidade do solo em sistemas agroecológicos conduzidos por agricultores familiares.

## **Sustentabilidade e sistemas agroecológicos**

Atualmente, fala-se muito em sustentabilidade. No entanto, é preciso considerar o que esse termo realmente significa. Desenvolvimento sustentável, conforme conceito firmado no Relatório Brundland (COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO, 1991), é aquele que satisfaz as necessidades das gerações atuais sem comprometer a capacidade das gerações futuras de suprir suas próprias necessidades. Agricultura sustentável pode ser definida como uma agricultura ecologicamente equilibrada,



economicamente viável, socialmente justa, humana e adaptativa (REIJNTJES et al., 1992).

De acordo com Altieri (2004), a agroecologia fornece as bases científicas para apoiar o processo de transição para uma agricultura com maior grau de sustentabilidade. Essas bases científicas visam justamente subsidiar os sistemas para que sejam rentáveis economicamente e, ao mesmo tempo, ambientalmente saudáveis e socialmente equilibrados.

A agroecologia é a ciência que estuda e aplica os conceitos da ecologia no manejo dos agroecossistemas. Um agroecossistema pode ser entendido como um sistema agrícola ampliado, pois considera as relações da produção agrícola com os aspectos ambientais e sociais, ou seja, sua interação com o meio (GLIESSMAN, 2001).

A partir dos princípios agroecológicos, os sistemas são desenhados e manejados de forma a aproximá-los o máximo possível da natureza, ou melhor, dos processos ecológicos que a própria natureza executa. Dentre esses princípios podem ser destacados os seguintes: busca e manutenção do equilíbrio ecológico, agrobiodiversidade, reciclagem da matéria orgânica, uso equilibrado do solo e do espaço, abordagem integrada dos fenômenos (em contraposição à abordagem compartimentada), rendimento ótimo (em contraposição ao rendimento máximo), regionalização da produção e fomento a mercados locais. Portanto, as linhas de agricultura que têm como base a agroecologia visam ao alcance de um sistema alimentar global que seja sustentável em seu conceito pleno.

## **Os sistemas agroecológicos e a fertilidade do solo**

Os sistemas agroecológicos, a partir das diretrizes dadas pelos princípios, buscam, de forma geral, o equilíbrio que previne e sustenta, em contraposição aos paliativos que apenas “consertam”. Assim, as

relações paisagem-solo-clima-plantas-animais-seres humanos são a base para o entendimento dos processos necessários para que se alcance a real sustentabilidade.

Em um sistema de vegetação natural, como por exemplo uma mata ciliar, a ciclagem de nutrientes mantém a vegetação e é mantida por ela, fechando um ciclo. Em agroecossistemas, devido à colheita, a ciclagem é mais difícil de alcançar, pois a colheita significa justamente a exportação de nutrientes para fora do sistema. No entanto, é possível conseguir o máximo de ciclagem. Em sistemas agroflorestais a ciclagem é mais facilmente alcançada do que em lavouras, pois neles a presença das árvores favorece sobremaneira a produção de matéria orgânica no próprio local: folhas, galhos e frutos que se depositam sobre o solo formam uma camada rica que mantém a fertilidade. Em agroecossistemas de lavouras também é possível buscar essa aproximação por meio de práticas agrícolas, como adubação verde, cobertura morta e rotações e consórcios de culturas. No entanto, na maioria das vezes se faz necessário trazer nutrientes de fora da lavoura, por meio, preferencialmente, de materiais da propriedade ou da região. Quando se considera a propriedade como um grande “sistema”, onde as partes estão relacionadas formando um todo que deve ser harmônico, compreende-se que uma atividade pode e deve contribuir para a sustentabilidade da outra. Assim, a reciclagem de materiais torna-se parte fundamental de todo o processo.

Para Khathounian (2001), o ideal é que os sistemas sejam desenhados de forma a promover a fertilidade do solo. Isso significa que a fertilidade não deve ser trabalhada como um fator isolado, mas como um componente que tanto influi quanto é influenciado pelo sistema. Portanto, é preciso compreender o funcionamento dos sistemas para, a partir daí, planejar e aprimorar cada situação e, assim, alcançar uma estrutura e um funcionamento da propriedade que promovam a fertilidade. A ciclagem de biomassa e nutrientes, por exemplo, precisa ser planejada tendo em vista a própria estrutura física da propriedade, para minimizar perdas e evitar gastos desnecessários de mão de obra e de energia com transporte. Assim, a localização das benfeitorias,

como o curral, por exemplo, é um fator que deve ser considerado no planejamento. Ainda de acordo com o autor, após planejar a estrutura física e o funcionamento da propriedade, pode-se passar ao manejo de cada talhão, sempre trabalhando de forma a reconstruir a fertilidade do solo, minimizando perdas. O desenho de cada área de cultivo da propriedade de forma a favorecer a fertilidade do solo é um passo muito importante. Práticas como sucessão/rotação/consórcio de culturas e adubação verde influem e são influenciadas pela qualidade do solo. A partir de sua própria experiência e do conhecimento disponível sobre práticas que aumentam os teores de matéria orgânica e sobre fertilizantes orgânicos, o próprio agricultor pode e deve ser um experimentador, testando alternativas e avaliando seus efeitos sobre o solo e sobre a produtividade das culturas. Assim, é possível traçar o melhor plano para cada área.

Para a agroecologia o solo é um organismo vivo que funciona dentro de um sistema maior, como a base da agricultura. Assim, seu manejo deve levar em conta a preservação de seus atributos físicos, químicos e biológicos, bem como sua relação saudável com as plantas e os organismos que dele dependem. A matéria orgânica é considerada componente chave da qualidade do solo (DORAN; PARKIN, 1994). Isto ocorre, primeiramente porque a matéria orgânica é extremamente sensível à alterações promovidas pelo manejo e, em segundo lugar, porque a maioria das funções básicas do solo está fortemente ligada à fração orgânica. E como definir matéria orgânica? Alcântara e Madeira (2007) a definem, de forma bem simples, como “a parte do solo que já foi ou ainda é viva”. Dessa forma, todos os resíduos vegetais e animais presentes no solo, assim como os organismos vivos (macro e microrganismos) constituem a matéria orgânica. Obviamente, os resíduos em decomposição podem se apresentar em diferentes fases, ou seja, podem estar mais ou menos decompostos. Por isso, a atuação da matéria orgânica no solo depende não só da quantidade, mas também da qualidade dos resíduos que a formam. De modo geral, pode-se dizer que a matéria orgânica mais antiga e decomposta age mais como condicionadora; já a matéria orgânica mais recente e menos decomposta age mais como fornecedora de nutrientes. O ideal é que se

tenha um aporte constante de matéria orgânica, para que se obtenham os dois efeitos simultaneamente. Além disso, a matéria orgânica mais “dura”, mais difícil de decompor (maior relação carbono/nitrogênio (C/N)), como a proveniente das gramíneas, vai liberar nutrientes de forma mais lenta, ao contrário de um material mais “tenro”, mais facilmente decomponível (menor relação C/N), como as leguminosas.

Nos sistemas agroecológicos busca-se aliar a adubação verde, com gramíneas e leguminosas, com a adubação orgânica, via esterços, compostos orgânicos, biofertilizantes, entre outros. Assim, é possível manter boas condições físicas (ex.: solo solto e bem aerado) para o desenvolvimento das plantas e boas condições biológicas (manutenção dos microrganismos benéficos que existem no solo), além de suprir as demandas de nutrientes das culturas econômicas. O condicionamento será dado principalmente pela adubação verde; enquanto o fornecimento de nutrientes será feito principalmente pela adubação orgânica. No entanto, é importante lembrar o efeito de fornecimento de nitrogênio pelas leguminosas, por meio do processo de fixação biológica de nitrogênio atmosférico, tornando-o disponível para as culturas quando as leguminosas se decompõem no solo.

## **Os fertilizantes “alternativos”**

O termo “alternativo” é vago. Entretanto, considerando que os fertilizantes orgânicos e organominerais produzidos localmente podem ser uma importante alternativa, principalmente na agricultura familiar, aos sintéticos produzidos industrialmente, esse termo pode ser aplicado aos fertilizantes aqui discutidos.

As definições para fertilizantes orgânicos simples e mistos, compostos, organominerais e biofertilizantes destinados à agricultura podem ser encontradas na Instrução Normativa nº. 23 (IN 23), do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) (BRASIL, 2005), que, apesar de revogada pela IN 25 (BRASIL, 2009), é bem clara em seus conceitos, os quais serão descritos a seguir. Salienta-

se que para conhecer as normas sobre as especificações, as garantias, as tolerâncias, o registro, embalagem e rotulagem de fertilizantes orgânicos simples, mistos, compostos, organominerais e biofertilizantes, deve-se consultar a IN 25.

Fertilizante orgânico: Produto de natureza fundamentalmente orgânica, obtido por processo físico, químico, físico-químico ou bioquímico, natural ou controlado, a partir de matérias primas de origem industrial, urbana ou rural, vegetal ou animal, enriquecido ou não de nutrientes minerais, sendo:

- a) Fertilizante orgânico simples: Produto natural de origem vegetal ou animal, contendo um ou mais nutrientes de plantas;
- b) Fertilizante orgânico misto: Produto de natureza orgânica, resultante da mistura de dois ou mais fertilizantes orgânicos simples, contendo um ou mais nutrientes de plantas;
- c) Fertilizante orgânico composto: Produto obtido por processo físico, químico, físico-químico ou bioquímico, natural ou controlado, a partir de matérias primas de origem industrial, urbana ou rural, animal ou vegetal, isoladas ou misturadas, podendo ser enriquecido de nutrientes minerais, princípio ativo ou agente capaz de melhorar suas características físicas, químicas e biológicas;
- d) Lodo de esgoto: Fertilizante orgânico composto, proveniente do sistema de tratamento de esgotos sanitários, que resulte em produto de utilização segura na agricultura, atendendo aos limites estabelecidos para contaminantes;
- e) Vermicomposto: Fertilizante orgânico composto, resultante da digestão da matéria orgânica proveniente de estercos, restos vegetais e outros resíduos orgânicos pelas minhocas;
- f) Composto de lixo: Fertilizante orgânico composto, obtido pela separação da parte orgânica dos resíduos sólidos domiciliares e sua compostagem, resultando em produto de utilização segura na agricultura e atendendo aos limites estabelecidos para contaminantes; e
- g) Fertilizante organomineral: Produto resultante da mistura física ou combinação de fertilizantes minerais e orgânicos.

Como dito anteriormente, na IN 25, o Mapa normatiza as especificações, garantias e tolerâncias para fertilizantes orgânicos

e organominerais. Já na Instrução Normativa nº 46 (IN 46) (BRASIL, 2011), Anexo VI, são estabelecidos limites máximos para contaminantes químicos e biológicos em fertilizantes para a agricultura orgânica, conforme regulamentação brasileira.

Quando o objetivo da produção de fertilizantes alternativos é o registro para comercialização e uso em sistemas abrangidos pela regulamentação da produção orgânica, tanto a IN 25 quanto a IN 46 devem balizar a avaliação da qualidade física, química e microbiológica do produto final. Isso também é muito importante na pesquisa de fertilizantes alternativos, de forma a conhecer a qualidade dos obtidos em cada processo e com cada matéria prima ou mistura de matérias primas. É esse conhecimento que dirá se os fertilizantes produzidos a partir de determinadas matérias primas e de determinados processos, realmente são eficientes técnica e ambientalmente. Salienta-se que a pesquisa em fertilizantes alternativos tem como principal função dar os subsídios necessários, com suas ferramentas e conhecimentos, para o fomento da produção local e a adoção de fertilizantes alternativos produzidos a partir de matérias primas abundantes regionalmente.

## **Materiais que podem ser usados na produção de fertilizantes alternativos**

Quando se fala em fertilizantes orgânicos o primeiro material a ser lembrado é o esterco, principalmente o bovino (Figura 1). Realmente, os esterco podem ser boas fontes de nutrientes para as culturas (Tabela 1), mas existem algumas ressalvas à sua utilização *in natura*, principalmente quando esses materiais são adquiridos fora da propriedade, o que torna mais difícil conhecer sua procedência. Independente de sua origem, esses resíduos podem mostrar presença considerável de coliformes fecais e outros microrganismos passíveis de provocarem doenças no ser humano. Outro problema de seu uso sem qualquer processo de “higienização” é a possível presença de sementes e partes vegetativas de plantas indesejáveis na lavoura. Esterco vindos de fora podem ainda ser

contaminados com resíduos químicos, antibióticos e outras substâncias proibidas pela legislação para produção orgânica.

O destino mais comum dos dejetos animais de pequenas propriedades é a utilização em lavouras, mas a grande maioria dos produtores realiza essa prática sem prévio tratamento dos dejetos (LUCAS JÚNIOR; AMORIM, 2005), ou seja, utiliza o esterco fresco ou apenas curtido (envelhecido), mas sem controle do processo de curtimento, o que pode acarretar contaminação do solo e da água com coliformes fecais e outros patógenos.

Foto: Priscila V. Rizzo



**Figura 1.** Esterco bovino.

**Tabela 1.** Relação carbono/nitrogênio (C/N) e teores de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) em diferentes esterco.

Esterco	C/N	N	P	K
		%		
Esterco de carneiros	15/1	2,13	1,28	3,67
Esterco de bovinos	18/1	1,92	1,01	1,62
Esterco de galinhas	10/1	3,04	4,70	1,89
Esterco de suínos	10/1	2,54	4,93	2,35

Fonte: Adaptação de Kiehl (1985).

No Brasil, a pecuária de leite é uma das principais atividades desenvolvidas por agricultores familiares e é a primeira em termos de valor bruto de produção (SOUSA, 2006). Nessas propriedades, é muito comum a coexistência da pecuária leiteira com o cultivo de feijão, milho, hortaliças e fruteiras. Entretanto, a integração entre os componentes animal e vegetal, quando existe, não é eficaz.

Nos casos em que há grande produção de dejetos da pecuária, o uso de biodigestores para a produção de biogás e biofertilizantes é a alternativa de melhor custo-benefício para o aproveitamento dos resíduos (ESTADOS UNIDOS, 1999). No entanto, o investimento para construção de um biodigestor é inviável para pequenas propriedades leiteiras, onde a produção de dejetos para o funcionamento do biodigestor é pequena. Nesses casos, a decomposição da matéria orgânica via compostagem é a alternativa apropriada para o tratamento dos resíduos e para a mineralização dos nutrientes contidos nos dejetos (LUCAS JÚNIOR; AMORIM, 2005).

O esterco de aves é um fertilizante orgânico muito solúvel e, por isso, apresenta rápida disponibilização de nutrientes para as plantas. É um esterco mais rico em N do que os estercos de ruminantes e suínos porque as aves não produzem urina e eliminam os resíduos da queima de compostos nitrogenados juntamente com as fezes. Quando provém de frangos e galinhas, de criações intensivas alimentadas com ração, o esterco é rico em nutrientes, especialmente N e P, mas pobre em celulose, o que leva a uma decomposição rápida, liberando-se em poucos dias a maior parte dos nutrientes. Quando esse tipo de material é deixado para envelhecer ou curtir, as perdas de N para o ar podem ser muito altas. Portanto, não deve ser armazenado puro e sim misturado a algum material de reação ácida, como o próprio solo e, se for usado de forma direta, sem curtir, deve ser incorporado ao solo (POPIA et al., 2000).

A cama de frango (Figura 2) é o material distribuído nos galpões para servir de leito aos animais e que recebe excreções, restos de ração e penas (ÁVILA et al., 1992). Trata-se de um material rico em carbono e mais estável do que o esterco de aves puro, pois sua base é, em geral, casca de arroz, maravalha ou serragem.



Foto: Priscila V. Rizzo



**Figura 2.** Cama de frango.

No caso dos suínos, pela própria natureza de sua alimentação, as fezes são mais ricas em nutrientes e mais pobres em matéria orgânica do que as fezes de ruminantes. A matéria orgânica presente se decompõe rapidamente, o que faz com que o esterco suíno atue mais como uma fonte de nutrientes para as plantas que para o solo. Outra desvantagem é que os porcos são acometidos de muitas doenças que atacam também os seres humanos. Por esses riscos, é preferível reciclar o esterco de suínos em culturas arbóreas ou de cereais (POPIA et al., 2000).

Ressalta-se, novamente, que a abundância e a facilidade de acesso aos resíduos, em termos regionais, sempre devem ser considerados. Estercos de ovinos e de caprinos, por exemplo, são comuns na região Nordeste do Brasil, que detém aproximadamente 17 milhões de cabeças desses ruminantes de pequeno porte. Estima-se que, em média, 147 mil toneladas/ano de resíduos sejam gerados em sua criação e nos abatedouros, sendo que carcaças de animais mortos, restos do parto (placenta e líquidos), natimortos, estrume e urina podem ser usados para a produção de fertilizantes (OLIVEIRA et al., 2015). Outros resíduos de origem animal que podem ser usados na compostagem são os provenientes da atividade pesqueira, comum em praticamente todo o país. De acordo com Lima (2013), peixes mortos, doentes ou descartados da produção aquícola e os resíduos provenientes das etapas

do beneficiamento industrial (vísceras, escamas, carcaças e peles) são alguns exemplos de materiais fermentativos que podem ser utilizados na compostagem.

Dentre os resíduos vegetais que podem ser usados na adubação, destacam-se os adubos verdes. Quando deixados sobre a superfície do solo, seu efeito será a proteção contra a erosão, equilibrando a temperatura e minimizando o surgimento de plantas espontâneas indesejáveis. Sem a incorporação ao solo, sua decomposição é mais lenta e os efeitos sobre a fertilidade demoram um pouco mais a aparecer, mas são também importantes e benéficos (ALCÂNTARA et al., 2000).

Restos de cultura (Figura 3) e de outras atividades agrícolas ou florestais podem ser utilizados como forma de retornar nutrientes ao solo, mas é preciso que se tenha cuidado e que se averigüe se esses resíduos são saudáveis, ou seja, livres de patógenos e pragas. Sua melhor forma de utilização é compondo pilhas de compostagem. Palhas de gramíneas (Figura 4) e cascas de cereais (Figura 5) podem ser boas fontes de carbono para a compostagem, assim como a serragem de madeira. A última, no entanto, deve ser utilizada com bastante critério, pois apresenta uma relação C/N altíssima e isso pode comprometer a disponibilidade de nitrogênio. Encontram-se na Tabela 2 os valores de relação C/N de alguns materiais vegetais.

Foto: Prícila V. Rizzo



**Figura 3.** Folhas de bananeira.

Foto: Pricila V. Rizzo



**Figura 4.** Palhada de capim napier.

Foto: Pricila V. Rizzo



**Figura 5.** Cascas de arroz.

**Tabela 2.** Composição química (base seca) de alguns resíduos vegetais.

Material	Matéria orgânica	%			C/N
		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	
Abacaxi (fibra)	71,41	0,90	traços	0,46	44/1
Arroz (casca)	54,55	0,78	0,58	0,49	39/1
Arroz (palha)	54,34	0,78	0,58	0,41	39/1
Aveia (casca)	85,00	0,75	0,15	0,53	63/1
Aveia (palha)	85,00	0,66	0,33	1,91	72/1
Café (casca)	82,20	0,86	0,17	2,07	53/1
Café (palha)	93,13	1,37	0,26	1,96	38/1
Capim-gordura	92,38	0,63	0,17	-	81/1
Capim guiné	88,75	1,49	0,34	-	33/1
Capim jaraguá	90,51	0,79	0,27	-	64/1
Capim meloso	90,00	0,70	0,22	0,5	75/1
Capim mimoso	93,69	0,66	0,26	-	79/1
Capim napier verde	96,00	1,40	0,33	0,76	40/1
Capim pé-de-galinha	86,99	1,17	0,51	-	41/1
Crotalária juncea	91,42	1,95	0,40	1,81	26/1
Feijão-de-porco	88,54	2,55	0,50	2,41	19/1
Guandu	95,90	1,81	0,59	1,14	29/1
Feijoeiro (palha)	94,68	1,63	0,29	1,94	32/1
Lab-lab	88,46	4,56	2,08	-	11/1
Milho (palha)	96,75	0,48	0,38	1,64	112/1
Mucuna preta	90,68	2,24	0,58	2,97	22,1
Serragem de madeira	93,45	0,06	0,01	0,01	865/1

Fonte: Adaptada de Kiehl (2001) e Sousa (2002).

Muitos resíduos de origem vegetal, da agroindústria, são boas fontes orgânicas de nutrientes, como por exemplo as tortas de mamona e cacau. Resíduos animais também são provenientes da indústria da carne, como as farinhas de ossos e de sangue. A utilização de qualquer um desses materiais na propriedade vai depender, fundamentalmente, da sua disponibilidade na região e de uma boa relação custo/benefício para sua aquisição. Pós de rocha, que são, na maioria das vezes, resíduos industriais, podem ser importantes fontes de nutrientes como o potássio (K), bem como proporcionar considerável efeito residual para cultivos sucessivos. Determinadas rochas apresentam efeitos benéficos adicionais ao desenvolvimento das plantas, como o poder corretivo da acidez e a liberação de outros nutrientes como Ca e Mg, atuando como condicionadores de solo, conforme demonstrado por Resende et al.,

(2006). Esses materiais também podem ser utilizados na formulação de compostos, enriquecendo-os e transformando-os em fertilizantes organominerais (Figura 6).

Foto: Priscila V. Rizzo



**Figura 6.** Enriquecimento de composto com pó de rocha.

Inácio e Miller (2009) consideram que a gestão de resíduos orgânicos, realizada por associações de agricultores ou agricultores independentes, possibilita, ao mesmo tempo, a produção de insumos e um serviço ambiental. Além disso, ressaltam o potencial de geração de renda e postos de trabalho, o que pode contribuir para melhorar a competitividade desses agricultores.

## **Processos de produção de fertilizantes alternativos**

Em sistemas agroecológicos, o desenvolvimento de fertilizantes alternativos com base em resíduos disponíveis localmente, que sejam de baixo custo e, ao mesmo tempo, eficientes, pode contribuir para a solução de um de seus principais pontos de estrangulamento, contribuindo para aumentos de produção e, conseqüentemente, de renda. Processos como a compostagem (Figura 7), a vermicompostagem

e a produção de biofertilizantes trazem como produto final fertilizantes eficientes tecnicamente e ricos em matéria orgânica.

Foto: Priscila V. Rizzo



**Figura 7.** Pilha de composto formada por capim, folha de bananeira e esterco bovino.

A compostagem é um processo biológico de decomposição da matéria orgânica, realizado por microrganismos. O produto final desse processo é parcialmente mineralizado e bastante estável em comparação com os resíduos orgânicos iniciais. De acordo com Inácio e Miller (2009), a compostagem, como um processo de biodecomposição, possibilita o cumprimento de itens fundamentais do desenvolvimento sustentável, quais sejam: a minimização de impactos ambientais, a minimização de rejeitos e a maximização da reciclagem.

Vários são os fatores que podem interferir no processo de compostagem. Dentre eles, destacam-se aqueles ligados às matérias primas, como a sua relação C/N e a dimensão de suas partículas (granulometria), bem como fatores intrínsecos ao processo, como temperatura, aeração, pH e umidade, além da presença dos microrganismos decompositores.

A relação C/N ideal para iniciar o processo de compostagem está entre 25/1 e 35/1 (KIEHL, 2004). Por isso, faz-se necessário conhecer a relação

C/N das matérias primas utilizadas, de modo a possibilitar uma formulação de compostagem que leve ao alcance desse ideal. A dimensão das partículas dos materiais utilizados também deve ser considerada, pois a intensidade da decomposição da matéria orgânica pelos microrganismos é dependente da superfície específica do material a ser compostado: quanto menor o tamanho da partícula, maior será a área que poderá ser atacada pelos microrganismos e, conseqüentemente, mais rápida será a decomposição (KIEHL, 1985). Na prática, isso significa que se o agricultor puder triturar os materiais vegetais a serem utilizados, por exemplo, terá um processo mais eficiente e até mesmo mais veloz.

Diferentes populações de microrganismos que secretam enzimas e digerem o seu alimento fora da célula, participam da decomposição dos resíduos orgânicos (PRIMAVESI, 1981). Os grupos microbianos que atuam na compostagem são bactérias, actinomicetos e fungos (INÁCIO; MILLER, 2009). No entanto, não podem ser desconsiderados alguns insetos, como besouros e cupins, que também podem atuar quebrando as partículas dos materiais orgânicos em partes menores e facilitando sua decomposição.

A umidade é indispensável para a atividade microbiológica e, teoricamente, a atividade microbiana é ótima quando há saturação e é paralisada abaixo de 15% de umidade. Entretanto, na prática, deve-se procurar manter a umidade entre 40% e 65% durante a compostagem (INÁCIO; MILLER, 2009).

De acordo com a presença ou não de oxigênio, a compostagem pode ser classificada como aeróbia ou anaeróbia. Na presença de oxigênio (compostagem aeróbia), os principais produtos da decomposição dos materiais orgânicos são  $\text{CO}_2$ , água e energia (na forma de calor); enquanto que na ausência de oxigênio (compostagem anaeróbia) os principais produtos são  $\text{CH}_4$  e  $\text{CO}_2$ , além de produtos intermediários, como ácidos orgânicos de baixo peso molecular (KIEHL, 2004). A decomposição anaeróbia geralmente é mais lenta e menos eficiente que a aeróbia. Além disso, alguns produtos intermediários podem apresentar forte odor e representar alguma preocupação. A faixa de pH considerada ótima para o desenvolvimento dos microrganismos responsáveis pela

compostagem situa-se entre 6,0 e 7,0, que é plenamente satisfatória à atividade microbiana. Esta faixa é facilmente alcançada na prática, já que são misturados diferentes materiais orgânicos com diferentes valores de pH (INÁCIO; MILLER, 2009).

A temperatura é um dos fatores mais efetivos na eficiência da compostagem. As temperaturas ideais dependem da fase do processo, pois em cada fase atua um grupo de microrganismos, cada qual dependente de uma faixa de temperatura. De acordo com Inácio e Miller (2009), na fase inicial, os microrganismos mesófilos, que crescem melhor em temperaturas entre 25 °C e 45 °C, são predominantes e cumprem um papel muito importante. Quando a temperatura chega a 45 °C, os termófilos, que crescem melhor entre 45 °C e 70 °C, ocupam o lugar dos mesófilos na maior parte da leira de compostagem. No entanto, os mesófilos voltam a crescer em número quando a temperatura abaixa novamente, no final do processo. Dessa forma, pode-se entender que há uma dinâmica entre os grupos de microrganismos durante todo o processo de compostagem e que esta dinâmica é totalmente ligada à temperatura predominante. Na prática, nos processos aeróbios feitos em pilhas, o revolvimento é um processo bastante importante para manter a temperatura do composto abaixo de limites extremos (Figura 8).

Foto: Prícila V. Rizzo



**Figura 8.** Revolvimento de composto.



Há várias formas de se fazer compostagem, sendo a mais comum a utilização de pilhas, geralmente na proporção de três partes de “volumoso” (material rico em C, ou seja, com alta relação C/N) para uma parte de esterco, com revolvimento e umedecimento de 15 em 15 dias. Como resultado, obtém-se, após um período aproximado de 90 dias, um produto parcialmente mineralizado e higienizado. O composto, por ter um volumoso em sua formação, geralmente gramíneas, ganha estabilidade, funcionando também como um condicionar físico (SOUZA; ALCÂNTARA, 2007) (Figura 9).

Foto: Pricila V. Rizzo



**Figura 9.** Composto orgânico ainda em fase de maturação.

O composto, produto da compostagem, é um material homogêneo e relativamente estável (PEIXOTO et al., 1989). Por haver uma mineralização prévia, a disponibilização dos nutrientes presentes no composto é superior àquela que ocorre com os esterco curtidos.

Assim, a quantidade necessária de composto a ser aplicada é menor do que quando se utiliza o esterco de forma direta (ALCÂNTARA, 2007).

Os compostos podem também ser enriquecidos com pós de rocha disponíveis localmente. Em vários estados do Brasil encontram-se mineradoras que produzem rejeitos que, por sua vez, são um passivo ambiental. É preciso que se dê uma destinação ambientalmente correta para esses materiais e o uso como fonte de nutrientes pode ser uma delas. O enriquecimento dos compostos orgânicos com pós de rocha traz maior estabilidade ao produto final, além de complementá-lo quimicamente. Além disso, podem ser usados fosfatos naturais ou termofosfatos que enriquecerão o produto final com fósforo (P), nutriente naturalmente encontrado em baixos teores nos solos tropicais. A utilização de qualquer material mineral, como os citados acima, juntamente com a matriz orgânica, leva à produção de um fertilizante organomineral.

Os materiais orgânicos a serem compostados podem também ser acrescidos de minhocas, passando pelo processo de vermicompostagem. O vermicomposto, muito conhecido como “húmus de minhoca”, é o resultado da combinação da ação de minhocas e dos microrganismos que habitam seus intestinos (ALBANELL et al., 1988). As minhocas atuam acelerando o processo de humificação, pois trituram os resíduos e liberam um muco que facilita o trabalho dos microrganismos decompositores (RICCI, 1996). O material obtido é altamente estável e apresenta alta capacidade de troca catiônica (ALBANELL et al., 1988). Durante o processo de decomposição da matéria orgânica existe uma dinâmica de suas frações, que são os ácidos fúlvicos, os ácidos húmicos e as huminas, sendo que os primeiros constituem a fração mais jovem, ainda bastante semelhante ao material de origem, e as últimas constituem a fração já transformada da matéria orgânica. À medida que o processo segue, maior é a proporção de ácidos húmicos e huminas no material e, portanto, maior a estabilidade do produto. O vermicomposto, por ser mais humificado do que o composto orgânico, é um material mais estável no solo, que

sofrerá menos modificações depois de aplicado. Seu potencial como condicionador, principalmente no aumento da capacidade de troca catiônica do solo, pode ser mais importante do que seu potencial como fertilizante propriamente dito.

A criação de minhocas de forma planejada para a produção de vermicomposto ainda é pouco explorada pelos produtores (SCHIEDECK et al., 2006), mas há tecnologias de baixo custo que podem ser utilizadas pelos agricultores familiares (SCHIEDECK et al., 2007a, 2007b).

Há desde minhocários simples, montados apenas com as leiras de matéria orgânica sobre o solo, até os mais complexos e de custo mais alto, feitos com canteiros de tijolos e piso de concreto. É possível também aproveitar instalações já existentes na propriedade, como galpões e paióis. Para agricultores familiares, que não pretendem vender comercialmente o vermicomposto e sim utilizá-lo na propriedade, o mais indicado é fazer um minhocário de baixo custo e pouca manutenção, no qual se possa aproveitar esterco e resíduos de frutas e hortaliças da própria propriedade (SCHIEDECK et al., 2006).

Os biofertilizantes líquidos também são uma alternativa promissora para os sistemas agroecológicos (Figura 10). Produzidos por meio de fermentação, se caracterizam pela ampla gama de materiais usados para sua elaboração, como esterco fresco, melaço, cinzas, soro de leite, entre outros (RIVERA, 2001).

O processo de fermentação pode ser aeróbio ou anaeróbio e os biofertilizantes podem ser aplicados via foliar, diluídos em água ou no solo via gotejamento. A forma como atuam nas plantas ainda não é completamente esclarecida e merece ser melhor estudada. Entretanto, parecem apresentar, além dos efeitos nutricionais (fornecimento de micronutrientes), efeitos fitossanitários. Possivelmente, atuam equilibrando e tonificando o metabolismo da planta, tornando-a mais resistente ao ataque de pragas e doenças (SOUZA; ALCÂNTARA, 2007).



**Figura 10.** Biofertilizante à base de esterco bovino.

Entre os biofertilizantes mais conhecidos destacam-se o Vairo (SANTOS, 1995), o Supermagro (SUPERMAGRO, 1994) e o Agrobio (FERNANDES, 2000), cujas formulações e modos de preparo podem ser encontrados nestas mesmas referências.

Os biofertilizantes podem apresentar composição altamente variável, dependendo do material empregado e podem conter quase todos os macro e micronutrientes necessários à nutrição das plantas. Além disso, por serem produtos obtidos de um processo de fermentação em que participam bactérias, leveduras e bacilos, podem também ter efeito fitohormonal, fungicida, bacteriológico, nematicida, acaricida e de repelência contra insetos, se aplicados devidamente (SILVA et al., 2007).

Santos (1995) determinou a composição química do biofertilizante obtido por meio da fermentação de esterco de curral de gado leiteiro, aos 30, 60, 90 e 120 dias, sendo que as maiores concentrações foram encontradas aos 30 dias após iniciado o processo (Tabela 3); portanto, a melhor época de aplicação.

**Tabela 3.** Valores de pH e concentração de nutrientes em um biofertilizante preparado com esterco bovino, de acordo com o tempo de fermentação.

Variável	Dias de fermentação			
	30	60	90	120
pH	7,8	7,4	7,6	7,7
Nutriente (ppm)				
CaCO <sub>3</sub>	3260,0	2600,0	2460,0	2372,0
SO <sub>3</sub>	447,0	170,0	97,2	112,0
PO <sub>4</sub>	1668,0	569,0	410,0	320,0
K	970,0	487,0	532,0	500,0
Mg	312,0	305,0	281,0	312,0
Fe	44,7	11,3	9,7	11,0
B	1,1	1,0	1,0	1,0
Mn	16,6	4,7	3,8	4,6
Zn	6,7	3,7	1,3	1,7
Cu	1,1	0,7	1,0	0,2

Fonte: Santos (1995).

## Análise química do solo e uso dos fertilizantes alternativos

A análise química periódica é a única maneira de conhecer a fertilidade do solo, ou seja, de saber se há acidez e se os teores de macro e micronutrientes e de matéria orgânica estão adequados. É a partir dos resultados da análise química que se detecta com segurança a necessidade ou não de calagem, que nutrientes estão em falta e as doses necessárias de fertilizantes para uma determinada cultura, dentro de determinado sistema.

A recomendação de doses de fertilizantes orgânicos e organominerais ainda precisa ser mais estudada, uma vez que o manejo da fertilidade do solo nos sistemas agroecológicos se baseia não apenas no aspecto químico, mas também nos atributos físicos 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 do adubo, da exigência das culturas em questão e do

histórico e da dinâmica do sistema, ou seja, que culturas vieram antes e que culturas virão depois.

É muito importante salientar que nos sistemas agroecológicos buscase sempre o equilíbrio. Isso não é diferente quando o assunto é a manutenção e a melhoria da fertilidade do solo. Assim, é necessário que se planeje o manejo da fertilidade do sistema, levando em consideração o equilíbrio no solo e não os teores e parâmetros máximos que se pode alcançar. Para exemplificar, é muito mais sustentável ter um solo com saturação por bases (V) de 50%, mas equilibrado em relação aos teores de matéria orgânica, de macro e micronutrientes, do que elevar a saturação para 60% ou 70% e correr o risco de causar algum desequilíbrio como, por exemplo, deficiência de um micronutriente.

## Considerações Finais

Nos sistemas agroecológicos o solo é visto como um organismo vivo e dinâmico e a matéria orgânica é considerada componente chave para a manutenção desta vida. Já é fato largamente conhecido que a matéria orgânica atua positivamente nos atributos químicos, físicos e biológicos do solo. O manejo agroecológico do solo preconiza a manutenção e o aumento de seus teores, o que pode ser feito por meio da combinação do uso de práticas, como adubação verde em sucessão, rotação ou consórcio com culturas de interesse econômico e do uso de fertilizantes orgânicos ou organominerais. O aproveitamento de resíduos produzidos na propriedade, mediante a reciclagem de biomassa e nutrientes, ou mesmo de materiais disponíveis regionalmente, que sejam de fácil acesso e baixo custo, pode ser feito por meio de processos relativamente simples de produção de fertilizantes, como a compostagem, a vermicompostagem e a produção de biofertilizantes. Esses fertilizantes são insumos importantes e constituem-se em uma solução técnica, ambiental e economicamente viável para agricultores agroecológicos que produzem em qualquer escala, notadamente aqueles familiares. Sua produção e utilização na propriedade subsidia o manejo agroecológico dos solos, fortalecendo os sistemas.

## Referências

ALBANELL, E.; PLAIXATS, J.; CABRERO, T. Chemical changes during vermicomposting (*Eiseniafetida*) of sheep manure mixed with cotton industrial wastes. **Biology and Fertility of Soils**, Berlin, v. 6, n. 3, p. 266-269, May 1988.

ALCÂNTARA, F. A. de. Manejo do solo na horta urbana de Santo Antônio do Descoberto. In: CASTELO BRANCO, M.; ALCÂNTARA, F. A. de; MELO, P. E. de (Ed.). **O Projeto horta urbana de Santo Antônio do Descoberto**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2007. p. 43-56. (Hortas comunitárias, 1).

ALCÂNTARA, F. A. de; MADEIRA, N. R. Manejo do solo. In: HENZ, G. P.; ALCÂNTARA, F. A. de; RESENDE, F. V. (Ed). **Produção orgânica de hortaliças: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2007. p. 79-98. (Coleção 500 perguntas, 500 respostas).

ALCÂNTARA, F. A. de; FURTINI NETO, A. E.; PAULA, M. B. de; MESQUITA, H. A. de; MUNIZ, J. A. Adubação verde na recuperação da fertilidade de um Latossolo Vermelho-Escuro degradado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 35, n. 2, p. 277-288, fev. 2000.

ALTIERI, M. A. **Agroecologia: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável**. 4. ed. Porto Alegre: UFRGS, 2004. 110 p.

ÁVILA, V. S. de; MAZZUCO, H.; FIGUEIREDO, E. A. P. de. **Cama de aviário: materiais, reutilização, uso como alimento e fertilizante**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 1992. 38 p. (Embrapa Suínos e Aves. Circular técnica, 16).

BRASIL. Instrução normativa nº 23, de 31 de agosto de 2005. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 8 set. 2005. Seção 1, p. 12-15.

BRASIL. Instrução normativa nº 25, de 23 de julho de 2009. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 28 jul. 2009. Seção 1, p. 20-26.

BRASIL. Instrução normativa nº 46, de 6 de outubro de 2011. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 7 out. 2011. Seção 1, p. 4-11.

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. **Nosso futuro comum**. 2. ed. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1991. 430 p.

DORAN, J. W.; PARKIN, T. B. Defining and assessing soil quality. In: SYMPOSIUM DEFINING SOIL QUALITY FOR A SUSTAINABLE ENVIRONMENT, 1992, Minneapolis, USA. **Proceedings...** Madison: SSSA, 1994. p. 3-21. (SSSA. Special publication, 35).

ESTADOS UNIDOS. Environmental Protection Agency. **U.S. methane emissions 1990–2020: inventories, projections, and opportunities for reductions**. Washington, 1999. (EPA 430-R-99-013). Disponível em: <<http://nepis.epa.gov/Exe/ZyPDF.cgi/600009LH.PDF?Dockkey=600009LH.PDF>>. Acesso em: 10 fev. 2016.

FERNANDES, M. do C. de A. O biofertilizante Agrobio. **Informativo do Centro Nacional de Pesquisa de Agrobiologia**, Seropédica, v. 4, n. 13, p. 1-16, set. 2000.

GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável**. Porto Alegre: UFRGS, 2001. 653 p.

INÁCIO, C. de T.; MILLER, P. R. M. **Compostagem: ciência e prática para a gestão de resíduos orgânicos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2009. 156 p.

KHATOUNIAN, C. A. **A reconstrução ecológica da agricultura**. Botucatu: Agroecológica, 2001. 345 p.



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

KIEHL, E. J. **Manual de compostagem**: maturação e qualidade do composto. 4. ed. Piracicaba: [s.n.], 2004. 173 p.

KIEHL, J. de C. Produção de composto orgânico e vermicomposto. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 22, n. 212, p.40-42, 47-52, set./out. 2001.

LIMA, L. K. F. de. **Reaproveitamento de resíduos sólidos na cadeia agroindustrial do pescado**. Palmas: Embrapa Pesca e Aquicultura, 2013. 28 p. (Embrapa Pesca e Aquicultura. Documentos, 1).

LUCAS JÚNIOR, J.; AMORIM, A. C. Manejo de dejetos: fundamentos para a integração e agregação de valor. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE ZOOTECNIA, 7.; CONGRESSO NACIONAL DE ZOOTECNIA, 10.; REUNIÃO NACIONAL DE ENSINO DE ZOOTECNIA, 11.; FÓRUM DE ENTIDADES DE ZOOTECNIA, 28.; FÓRUM DE COORDENADORES DE CURSOS DE ZOOTECNIA DAS UNIVERSIDADES BRASILEIRAS, 1., 2005, Campo Grande, MS. **Zootec 2005**: produção animal e responsabilidade. Campo Grande, MS: ABZ: UEMS: UFMS: CPAP: MAPA, 2005. 1 CD-ROM.

OLIVEIRA, E. L. de; RODRIGUES, G. de S.; SANTIAGO, L. B.; SOUZA, H. A. de. **Compostagem de resíduos da produção e do abate de pequenos ruminantes**. Sobral: Embrapa Caprinos e Ovinos, 2015. 18 p.

PEIXOTO, R. T. dos G.; ALMEIDA, D. L. de; FRANCO, A. A. Compostagem de lixo urbano enriquecido com fontes de fósforo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 24, n. 5, p. 599-606, maio 1989.

POPIA, A. F.; CIDADE JÚNIOR, H. A.; ALMEIDA, R. de. **Olericultura orgânica**. Curitiba: EMATER-PR, 2000. 72 p. (EMATER-PR. Série Produtor, 43).

PRIMAVESI, A. **O manejo ecológico do solo**: agricultura em regiões tropicais. São Paulo: Nobel, 1981. 535 p.

REIJNTJES, C.; HAVERKORT, B.; WATERS-BAYER, A. **Farming for the future**: an introduction to low-external-input and sustainable agriculture. London: Macmillan Press, 1992. 250 p.

RESENDE, A. V. de; MARTINS, E. de S.; OLIVEIRA, C. G. de; SENA, M. C. de; MACHADO, C. T. T.; KINPARA, D. I.; OLIVEIRA FILHO, E. C. de. Suprimento de potássio e pesquisa de uso de rochas “in natura” na agricultura brasileira. **Revista Espaço e Geografia**, Brasília, DF, v. 9, n. 1, p. 19-42, 2006.

RICCI, M. dos S. F. **Manual de vermicompostagem**. Porto Velho: EMBRAPA-CPAF Rondônia, 1996. 24 p. (EMBRAPA-CPAF Rondônia. Documentos, 31).

RIVERA, J. R. **Elaboración de abonos orgánicos fermentados y biofertilizantes foliares**: experiencias con agricultores en mesoamérica y Brasil. San José: IICA, 2001. 157 p. (IICA. Colección libros y materiales educativos, 96).

SANTOS, A. C. V. dos. **Biofertilizante líquido**: o defensivo da natureza. 2. ed. Niterói: EMATER-RIO, 1995. 16 p. (Agropecuária Fluminense, 8).

SCHIEDECK, G.; GONÇALVES, M. de M.; SCHWENGBER, J. E. **Minhocultura e produção de húmus para a agricultura familiar**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2006. 12 p. (Embrapa Clima Temperado. Circular técnica, 57).

SCHIEDECK, G.; SCHWENGBER, J. E.; GONÇALVES, M. de M.; SCHIAVON, G. de A.; CARDOSO, J. H. **Minhocário campeão de baixo custo para agricultura familiar**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2007a. 4 p. (Embrapa Clima Temperado. Comunicado técnico, 171).

SCHIEDECK, G.; SCHWENGBER, J. E.; GONÇALVES, M. de M.; SCHIAVON, G. de A.; WOLFF, L. F. **Minhocário em túnel baixo**: alternativa barata para a produção de húmus. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2007b. 5 p. (Embrapa Clima Temperado. Comunicado técnico, 175).

SILVA, A. F.; PINTO, J. M.; FRANÇA, C. R. R. S.; FERNANDES, S. C.; GOMES, T. C. de A.; SILVA, M. S. L. da; MATOS, A. N. B. **Preparo e uso de biofertilizantes líquidos**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2007. 4 p. (Embrapa Semi-Árido. Comunicado técnico, 130).

SOUSA, I. S. F. de (Ed.). **Agricultura familiar na dinâmica da pesquisa agropecuária**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2006. 434 p.

SOUSA, J. L. **Curso técnico de agricultura orgânica**. Domingos Martins: INCAPER, 2002. 262 p. Apostila.

SOUZA, R. B. de; ALCÂNTARA F. A. de. Adubação orgânica. In: HENZ, G. P.; ALCÂNTARA, F. A. de; RESENDE, F. V. (Ed). **Produção orgânica de hortaliças**: o produtor pergunta, a Embrapa responde. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2007. p. 113-127. (Coleção 500 perguntas, 500 respostas).

SUPERMAGRO: a receita completa. **Boletim da Associação de Agricultura Orgânica**, São Paulo, n. 16, p. 3-4, 1994.

