

**Avaliação da recuperação
de nitrogênio contido em
diferentes fertilizantes orgânicos
por meio de bioensaio**



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

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 63

**Avaliação da recuperação de
nitrogênio contido em diferentes
fertilizantes orgânicos por meio
de bioensaio**

Marco Antonio de Almeida Leal
Juliana Schalch Mateus
Adriana Maria de Aquino
Silvio da Silva Santos

Embrapa Agrobiologia
Seropédica, RJ
2010

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Agrobiologia

BR 465, km 7, CEP 23.851-970, Seropédica, RJ

Caixa Postal 74505

Fone: (21) 3441-1500

Fax: (21) 2682-1230

Home page: www.cnpab.embrapa.br

E-mail: sac@cnpab.embrapa.br

Comitê de Publicações

Presidente: Norma Gouvêa Rumjanek

Secretaria-Executivo: Carmelita do Espírito Santo

Membros: Bruno José Alves, Ednaldo da Silva Araújo, Guilherme Montandon Chaer, José Ivo Baldani, Luis Henrique de Barros Soares

Revisão de texto: Bruno J. R. Alves, Maria Elizabeth F. Correia

Normalização bibliográfica: Carmelita do Espírito Santo

Tratamento de ilustrações: Maria Christine Saraiva Barbosa

Editoração eletrônica: Marta Maria Gonçalves Bahia

Foto da capa: Marco Antônio de Almeida Leal

1^a edição

1^a impressão (2010): 50 exemplares

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 Agrobiologia

L435a LEAL, Marco Antônio de Almeida.

Avaliação da recuperação de nitrogênio contido em diferentes fertilizantes orgânicos por meio de bioensaio. / Marco Antonio de Almeida Leal et al. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2010. 16 p. (Embrapa Agrobiologia. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 63).

ISSN 1676-6709

1. Fertilizante orgânico. 2. *Pennisetum glaucum*. I. Mateus, Juliana Schalch. II. Aquino, Adriana Maria. III. Santos, Silvio da Silva. IV. Título. V. Embrapa Agrobiologia. VI. Série.

CDD 21. ed. 631.84

Sumário

| | |
|----------------------------------|----|
| Resumo | 5 |
| Abstract | 6 |
| Introdução | 7 |
| Material e Métodos | 8 |
| Resultados e Discussão | 11 |
| Conclusão | 14 |
| Referências Bibliográficas | 15 |

Avaliação da recuperação de nitrogênio contido em diferentes fertilizantes orgânicos por meio de bioensaio

Marco Antonio de Almeida Leal¹

Juliana Schalch Mateus²

Adriana Maria de Aquino¹

Silvio da Silva Santos²

Resumo

Uma das limitações para o uso de fertilizantes orgânicos, incluindo-se os compostos, é a falta de uma referência sobre o potencial de disponibilização de nutrientes para as plantas, especialmente o N. Por este motivo objetivou-se, com o presente estudo, avaliar a capacidade de recuperação do N contido em diferentes materiais utilizados como fertilizantes orgânicos. Realizou-se um bioensaio em casa de vegetação, utilizando-se vasos com coletores de lixiviado. Utilizou-se o milheto (*Pennisetum glaucum*) como planta indicadora. Dentre os fertilizantes orgânicos testados, seis destacaram-se por apresentar as maiores percentagens de recuperação de N. São eles: a torta de mamona; o composto obtido com a mistura de torta de mamona e capim elefante com relação C:N igual a 20, após 90 dias de incubação; o composto São José; o feno de crotalária; o composto obtido com a mistura de crotalária e capim elefante com relação C:N igual a 30, após 90 dias de incubação e o composto obtido com a mistura de torta de mamona e capim elefante com relação C:N igual a 20, após 60 dias de incubação. Os fertilizantes orgânicos que apresentaram as menores percentagens de recuperação de N foram a palha de capim elefante e os compostos obtidos com a mistura de torta de mamona e capim elefante com relações C:N iguais a 30 e 40, independente do período de incubação.

¹ Embrapa Agrobiologia, BR 465, km 7, CEP 23890-000, Seropédica-RJ,
mleal@cnpab.embrapa.br; adriana@cnpab.embrapa.br

² Aluno de graduação do curso de Agronomia da UFRRJ e bolsista da Embrapa Agrobiologia,
schalchmateus@hotmail.com; silvioufrj@yahoo.com.br

Evaluation of recovery of nitrogen contained in different organic fertilizers through bioassay

Abstract

*A limitation for the use of organic fertilizers, including composts, is the lack of a reference of the potential of plant nutrients availability, especially N. Therefore, the aim with this study was to evaluate the recuperation by the plant of the N contained in different materials used as organic fertilizers. A bioassay was carried out in a greenhouse using pots where the leachate was collected. Millet (*Pennisetum glaucum*) was used as reference plant. Among the tested organic fertilizers, six stood out as presenting the highest percentages of N use by the plant. They are: castor cake; the compost obtained with a mixture of castor cake and elephant grass with C:N ratio equal to 20, after 90 days of incubation; the São José compost; crotalaria hay; the compost obtained by mixing sunnhemp and elephant grass with C:N ratio equal to 30, after 90 days of incubation and the compost obtained with a mixture of castor cake and elephant grass with C:N ratio equal to 20, after 60 days of incubation. The organic fertilizers with smaller percentages of plant recovered N were the elephant grass hay and the composts obtained with the mixture of castor cake and elephant grass with C:N ratios equal to 30 and to 40, regardless of the incubation period.*

Keywords: organic fertilizer, nitrogen supplier, *Pennisetum glaucum*.

Introdução

Diversos materiais são utilizados como fertilizantes orgânicos na agricultura brasileira, mas para sua correta utilização, é necessário distinguir sua eficiência como condicionadores de solo, de sua eficiência como fornecedores de nutrientes. Para que fertilizantes orgânicos funcionem eficientemente como fornecedores de nutrientes, a taxa de mineralização dos nutrientes neles contidos deve ser compatível com as demandas da cultura.

A dinâmica da mineralização-imobilização do N é dependente da relação C/N e da degradabilidade das substâncias orgânicas (Hadas & Portnoy, 1997). Outros fatores que afetam a taxa de mineralização do N são: a umidade do solo, a temperatura e a atividade microbiana. Deste modo, materiais utilizados como fertilizantes orgânicos podem apresentar grandes conteúdos de N, mas que estão principalmente na forma orgânica, sendo de baixa disponibilidade para as plantas (WRAP, 2004). Segundo Hortenstine & Rothwell (1973), a proporção média de N contido em compostos orgânicos que se torna disponível para as plantas é de 15% no primeiro ano e de 2% a 8% nos anos subseqüentes, mas esta eficiência aumenta quando adubações orgânicas são realizadas continuamente.

A compostagem é um processo que permite a melhoria das características químicas, físicas e biológicas de materiais orgânicos, visando a sua utilização como fertilizante ou como substrato. Segundo Bernal et al. (2009), durante a fase ativa do processo de compostagem, o C-orgânico diminui devido à decomposição da matéria orgânica, reduzindo a relação C:N. A taxa de decomposição diminui gradualmente a medida que avança a compostagem, devido à redução nas fontes de carbono disponíveis, proporcionando a estabilização do material.

É possível obter-se adubos orgânicos eficientes para a adubação de base de hortaliças através da compostagem de matéria prima exclusivamente vegetal, conforme demonstrado por Leal (2006). Um substrato eficiente para a produção de hortaliças, obtido através da compostagem da mistura de palhada de capim elefante e de *Crotalaria juncea*, sem adição de inoculantes ou outros aditivos foi descrito por Leal et al. (2007). Segundo Inácio e Miller (2009), a maior parte dos nutrientes presentes em compostos orgânicos, especialmente

N, P e S, está conservada na forma orgânica ou immobilizada na biomassa microbiana, mas uma pequena parte já se encontra em estado mineral.

Uma das limitações para o uso de fertilizantes orgânicos, incluindo-se os compostos, é a falta de uma referência sobre o potencial de disponibilização de nutrientes para as plantas, especialmente o N. Por este motivo, objetivou-se com o presente estudo, avaliar a capacidade de recuperação do N contido em diferentes materiais utilizados como fertilizantes orgânicos.

Material e Métodos

As avaliações foram conduzidas em casa de vegetação, localizada na Embrapa Agrobiologia, município de Seropédica-RJ. A metodologia foi uma adaptação do que foi descrito por Neubauer & Schneider (1923) apud Malavolta (1959). O milheto plantado em alta densidade foi utilizado para manter um alto potencial de utilização do N liberado pelos materiais testados, possibilitando que o N quantificado na biomassa fosse uma leitura muito próxima do N disponibilizado no solo.

O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado, com três repetições, sendo que cada parcela foi constituída por um vaso. Utilizaram-se vasos de 650 ml com coletores de lixiviado, conforme apresentado na Fig. 1, que foram plantados com milheto (*Pennisetum glaucum*), utilizada como planta indicadora. Os seguintes fertilizantes orgânicos foram avaliados quanto ao potencial de fornecimento de N para as plantas de milheto:

1. Compostos orgânicos obtidos através da mistura de torta de mamona com palhada de capim elefante (*Pennisetum purpureum*) com três diferentes relações C:N iniciais, iguais a 20 (CTM 20), 30 (CTM 30) e 40 (CTM 40), e com dois diferentes períodos de incubação, 60 e 90 dias.
2. Composto orgânico obtido através da mistura de palhada de crotalária (*Crotalaria juncea*) com palhada de capim elefante (*Pennisetum purpureum*) com relação C:N inicial igual a 30 (CCJ 30) e com dois diferentes períodos de incubação, 60 e 90 dias.
3. Torta de mamona.
4. Esterco bovino.

5. Feno de crotalária (*Crotalaria juncea*).
6. Palhada de capim elefante (*Pennisetum purpureum*).
7. Composto São José: composto obtido através da mistura de restos de abatedouro de aves com serragem utilizada como cama de cavalo. É um composto tradicionalmente utilizado como fornecedor de N por produtores da Região Serrana do Estado do Rio de Janeiro.
8. Uréia, fertilizante sintético utilizado como tratamento referência devido ao seu elevado teor de N e rápida mineralização.

Os teores de N e relações C:N dos fertilizantes estão apresentados na Tab. 1. A quantidade de N adicionada foi de 0,15 g vaso⁻¹, tendo como base o teor total deste elemento no fertilizante orgânico. Os fertilizantes foram misturados com areia lavada em proporções que resultavam em volume suficiente para preencher totalmente os vasos. Utilizaram-se 30 sementes de milheto por vaso e não foi realizado desbaste. Adicionou-se, aos 1, 7 e 14 dias após o plantio do milheto, 50 ml de solução nutritiva isenta de N, mas contendo micronutrientes e os demais macronutrientes.

As plantas foram coletadas aos 21 dias após a semeadura, haja vista ser este o maior período de desenvolvimento antes do início da senescência das folhas mais velhas. Aita e Giacomini (2003), avaliando a decomposição e liberação de N de resíduos culturais de diversas plantas de cobertura, observaram que da quantidade total de N liberada durante os 182 dias do experimento, a maior parte ocorreu nos primeiros 15 dias.



Foto: Marco Antônio de Almeida Leal

Fig 1. Vasos com coletores de lixiviado utilizados no bioensaio com diferentes fertilizantes.
Seropédica-RJ, 2008.

Tabela 1. Teor de N e relação C:N dos fertilizantes estudados no bioensaio. Seropédica-RJ, 2008.

| | Teor de N (mg g ⁻¹) | Relação C:N |
|--------------------|---------------------------------|-------------|
| CTM 20 – 60 dias | 24,9 | 16,6 |
| CTM 30 – 60 dias | 23,7 | 18,7 |
| CTM 40 – 60 dias | 19,2 | 23,4 |
| CTM 20 – 90 dias | 24,0 | 18,7 |
| CTM 30 – 90 dias | 24,1 | 17,9 |
| CTM 40 – 90 dias | 21,7 | 19,9 |
| CCJ 30 – 60 dias | 28,8 | 16,2 |
| CCJ 30 – 90 dias | 33,4 | 13,4 |
| Torta de Mamona | 67,9 | 6,9 |
| Esterco Bovino | 15,5 | 27,6 |
| Feno de Crotalária | 29,7 | 19,3 |
| Capim Elefante | 6,2 | 85,1 |
| Composto São José | 24,2 | 18,6 |
| Uréia | 450,0 | -- |

Na coleta, as raízes foram minuciosamente lavadas em água corrente. Em seguida, raízes e parte aérea foram colocadas em sacos de papel, secas em estufa (> 72 h, 65°C), pesadas e moídas em moinho tipo Wiley. As análises de teor de N foram realizadas na Embrapa Agrobiologia, utilizando o procedimento operacional descrito por Silva (1999).

Avaliaram-se a produção de matéria seca pelas plantas de milheto (raízes mais parte aérea), o teor de N nas plantas de milheto e a percentagem de recuperação do N. A percentagem de recuperação de N foi calculada utilizando-se a seguinte equação:

$$\text{Recuperação (\%)} = ((\text{Ntrat} - \text{Ntes}) / \text{Nad}) \times 100$$

onde:

Ntrat = N recuperado nas plantas de milheto de cada tratamento.

Ntes = N contido nas plantas de milheto da testemunha sem adubação.

Nad = N adicionado como fertilizante.

A análise estatística foi realizada por meio de teste de variância, seguido de teste de média comparando-se conjuntamente todos os tratamentos.

Também realizou-se o desdobramento da interação dos fatores tempo de

incubação e relação C:N para os tratamentos de compostos orgânicos da mistura de capim elefante e torta de mamona.

Resultados e Discussão

Observa-se na Tab. 2 que os tratamentos que apresentaram os maiores valores de produção de massa das plantas de milheto foram: uréia; composto orgânico obtido através da mistura de crotalária com capim elefante, relação C:N inicial igual a 20, após 90 dias de incubação; torta de mamona; composto São José; composto orgânico obtido através da mistura de crotalária com capim elefante, relação C:N inicial igual a 30, após 90 dias de incubação e feno de crotalária. Os tratamentos testemunha absoluta e capim elefante apresentaram os menores valores, seguidos pelos tratamentos de compostos obtidos com a mistura de torta de mamona e capim elefante com relação C:N inicial iguais a 30 e 40, independente do período de compostagem.

Com relação aos teores de N das plantas de milheto, os maiores valores foram obtidos com os fertilizantes com maiores teores de N. O tratamento uréia apresentou o maior valor ($35,5 \text{ mg g}^{-1}$), significativamente superior aos demais, seguido pelo tratamento torta de mamona ($16,9 \text{ mg g}^{-1}$), também significativamente superior aos demais tratamentos, que não diferiram significativamente entre si e apresentaram valores próximos a $10,0 \text{ mg g}^{-1}$.

Os maiores valores de recuperação de N, apresentados na Tab. 2, foram obtidos com os tratamentos uréia (35,86%) e torta de mamona (11,41%), que são os tratamentos com maiores teores de N (450,0 e $67,9 \text{ mg g}^{-1}$ respectivamente). O valor de recuperação obtido para uréia encontra-se próximo ao descrito na literatura. Segundo Cantarella (2007), resultados obtidos em estudos realizados em várias partes do mundo apontam para valores médios de recuperações de N mineral em torno de 50 a 60%. Com relação à torta de mamona, a elevada percentagem de recuperação de N mostra que este fertilizante orgânico sofre rápida decomposição. Severino et al. (2004), demonstraram que a velocidade de mineralização da torta de mamona, medida pela respiração microbiana, é aproximadamente seis vezes mais rápida que a do esterco bovino e quatorze vezes mais rápida que a do bagaço de cana.

A menor recuperação de N (0,21%) foi obtida com o tratamento que recebeu a palha de capim elefante, que apresenta o menor teor de N ($6,2\text{ mg g}^{-1}$) e maior relação C:N (85,1). O teor de N ou a relação C:N é um indicador chave para avaliar a taxa de mineralização de N em fertilizantes orgânicos, mas outros fatores devem ser levados em conta. Segundo Cuttle et al. (2003), em alguns casos, a relação C:N é uma característica que, isoladamente, pode não ser adequada para inferir a degradabilidade de fertilizantes orgânicos, porque nem sempre reflete a capacidade da população microbiana acessar o C e o N do material. Outros fatores, como o conteúdo de lignina, têm sido utilizados nesta determinação.

O composto orgânico obtido com a mistura de crotalária com capim elefante, relação C:N inicial igual a 30 e com 90 dias de incubação apresentou valor de recuperação de N significativamente superior (5,42%) ao apresentado pelo mesmo composto com 60 dias de incubação (2,70%). Este resultado pode

Tabela 2. Produção de massa seca de milheto, teor de N na planta e recuperação de N observados no bioensaio com diferentes fertilizantes. Seropédica-RJ, 2008.

| | Produção de massa seca (mg vaso ⁻¹) | Teor de N (mg g ⁻¹) | Recuperação de N (%) |
|--------------------|---|---------------------------------|----------------------|
| CTM 20 – 60 dias | 764 b | 12,1 c | 5,04 c |
| CTM 30 – 60 dias | 517 c | 8,3 c | 1,60 e |
| CTM 40 – 60 dias | 475 c | 8,2 c | 1,37 e |
| CTM 20 – 90 dias | 1305 a | 10,2 c | 7,62 c |
| CTM 30 – 90 dias | 450 c | 8,3 c | 1,27 e |
| CTM 40 – 90 dias | 332 c | 8,0 c | 0,54 e |
| CCJ 30 – 60 dias | 668 b | 8,8 c | 2,70 d |
| CCJ 30 – 90 dias | 1076 a | 9,3 c | 5,42 c |
| Torta de Mamona | 1186 a | 16,9 b | 11,41 b |
| Esterco Bovino | 783 b | 10,0 c | 3,99 d |
| Feno de Crotalária | 1021 a | 10,3 c | 5,91 c |
| Capim Elefante | 260 d | 8,1 c | 0,21 e |
| Composto São José | 1146 a | 10,4 c | 6,26 c |
| Uréia | 1585 a | 35,5 a | 35,86 a |
| Testemunha | 196 d | 9,5 c | -- |

Médias na mesma coluna seguidas de diferentes letras são significativamente diferentes ($p \leq 0,05$) pelo teste de Scott-Knott.

ser explicado principalmente pelo maior teor de N apresentado pelo composto com 90 dias de incubação ($33,4 \text{ mg g}^{-1}$) em relação ao apresentado pelo composto com 60 dias de incubação ($28,8 \text{ mg g}^{-1}$).

Apesar do esterco bovino ter, comparativamente, um baixo teor de N ($15,5 \text{ mg g}^{-1}$), este fertilizante orgânico apresentou valor mediano de recuperação de N (3,99%). Segundo Whiting et al. (2003), a taxa média de mineralização de N para estercos frescos é de 30-50% no primeiro ano, 15-25% no segundo ano e 7-12% no terceiro ano. O feno de crotalária apresentou valores comparativamente elevados de teor de N ($29,7 \text{ mg g}^{-1}$) e de recuperação de N (5,91%), o que mostra sua eficiência para ser utilizado como fornecedor de N. Resultado semelhante foi obtido com o composto São José, com $24,2 \text{ mg g}^{-1}$ de N e valor de recuperação de N igual a 6,26%.

A Tab. 3 apresenta os resultados do desdobramento da interação dos fatores tempo de incubação e relação C:N, realizada para os tratamentos de compostos orgânicos da mistura de capim elefante e torta de mamona. Os compostos com relação C:N igual a 20 apresentaram produções de massa seca de milheto superiores aos compostos com relações iguais a 30 e 40 em todos os tempos de incubação, demonstrando a influência da relação C:N na produção de massa pelo milheto. O tempo de incubação apresentou efeitos diversos em função da relação C:N do composto, mas em média, não apresentou diferença significativa. Com relação à recuperação de N, observou-se diferença significativa apenas no efeito da relação C:N. Os compostos obtidos com a mistura de torta de mamona e capim elefante com relação C:N inicial igual a 20 apresentaram valores de recuperação de N significativamente superiores aos compostos com relações C:N inicial iguais a 30 e 40, independente do período de compostagem. Não se observou diferenças significativas para o teor de N na planta de milheto.

Os resultados obtidos neste bioensaio mostraram coerência com alguns índices químicos normalmente empregados para inferir o potencial de liberação de nutrientes de adubos orgânicos. Mas, apesar de ser uma alternativa simples e eficiente para estimar o potencial de disponibilização de N contido em adubos orgânicos, a metodologia utilizada não permite quantificar a proporção do nutriente não recuperada que foi perdida por volatilização ou que simplesmente não foi absorvida pelas plantas, permanecendo no substrato.

Conclusões

Os fertilizantes orgânicos com os maiores teores de N são os que apresentam as maiores percentagens de recuperação de N pelo milheto (*Pennisetum glaucum*). São eles: a torta de mamona; o composto obtido com a mistura de torta de mamona e capim elefante com relação C:N igual a 20, após 90 dias de incubação; o composto São José; o feno de crotalária; o composto obtido com a mistura de crotalária e capim elefante com relação C:N igual a 30, após 90 dias de incubação e o composto obtido com a mistura de torta de mamona e capim elefante com relação C:N igual a 20, após 60 dias de incubação.

Os compostos com relação C:N igual a 20 apresentam produções de massa seca de milheto e percentagem de recuperação de N superiores aos compostos com relações iguais a 30 e 40 em todos os tempos de incubação, demonstrando a influência da relação C:N sobre estas características.

A metodologia utilizada nos bioensaios de vasos mostra-se eficiente para identificar diferenças na velocidade de disponibilização do N presente em diferentes materiais utilizados como fertilizantes orgânicos.

Tabela 3. Desdobramento da interação dos fatores tempo de incubação (60 e 90 dias) e relação C:N (20, 30 e 40) realizada para os tratamentos de compostos orgânicos da mistura de capim elefante e torta de mamona. Resultados de produção de massa seca de milheto e recuperação de N. Seropédica-RJ, 2008.

| Produção de massa seca (mg vaso ⁻¹) | | | | |
|---|----------|----------|----------|-------------|
| | 20 | 30 | 40 | Média Geral |
| 60 dias | 764 a B | 517 b A | 475 b A | 585 A |
| 90 dias | 1305 a A | 450 b A | 332 c B | 696 A |
| Média Geral | 10345 a | 483 b | 403 b | |
| Recuperação de N (%) | | | | |
| | 20 | 30 | 40 | Média Geral |
| 60 dias | 5,04 a A | 1,60 b A | 1,37 b A | 2,67 A |
| 90 dias | 7,62 a A | 1,27 b A | 0,54 b A | 3,14 A |
| Média Geral | 6,33 a | 1,44 b | 0,96 b | |

Médias seguidas de letras iguais, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, não diferem entre si pelos testes de Scott Knott e F ($p \leq 0,05$), respectivamente.

Referências Bibliográficas

- AITA, C.; GIACOMINI, S. I. Decomposição e liberação de nitrogênio de resíduos culturais de plantas de cobertura de solo solteiras e consorciadas. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, n. 27, p. 601-612, 2003.
- BERNAL, M. P.; ALBURQUERQUE, J. A.; MORAL, R. Composting of animal manures and chemical criteria for compost maturity assessment: a review. **Bioresource Technology**, n. 100, p. 5444-5453, 2009.
- CANTARELLA, H. Nitrogênio. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. **Fertilidade do solo**. Viçosa: SBCS/UFV. p. 551-594.
- CUTTLE, S.; SHEPHERD, M.; GOODLASS, G. A. Review of leguminous fertility-building crops, with particular reference to nitrogen fixation and utilization. In: **DEFRA Project OF0316: the development of improved guidance on the use of fertility-building crops in organic farming**. London, 2003. 167 p.
- HADAS, A.; PORTNOY, R. Rates of decomposition in soil and release of available nitrogen from cattle manure and municipal solid waste. **Compost Science/Land Utilization**, v. 5, p. 48-54, 1997.

HORTENSTINE, C. C.; ROTHWELL, D. F. Pelletized municipal refuse compost as a soil amendment and nutrient source for sorghum. **Journal of Environmental Quality**, v. 15, n. 2, p. 343-345, 1973.

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

LEAL, M. A. A. **Produção e eficiência agronômica de compostos obtidos com palhada de gramínea e leguminosa para o cultivo de hortaliças orgânicas**. 2006. 133 p. Tese. (Doutorado em Agronomia - Ciência do Solo), UFRJ. Seropédica.

LEAL, M. A. A.; GUERRA, J. G. M.; PEIXOTO, R. T. G.; ALMEIDA, D. L. Utilização de compostos orgânicos como substratos na produção de mudas de hortaliças. **Horticultura Brasileira**, v. 25, n. 3, p. 392-395, 2007.

MALAVOLTA, E. **Manual de química agrícola, adubos e adubação**. São Paulo: Ceres, 1959. 487 p.

SEVERINO, L. S.; COSTA, F. X.; BELTRÃO, N. E. M.; LUCENA, A. M. A.; GUIMARÃES, M. M. B. Mineralização da torta de mamona, esterco bovino e bagaço de cana estimada pela respiração microbiana. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, n. 5, 2004. Disponível em: <<http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/500/50050105.pdf>> Acesso em: 24 de agosto de 2010.

SILVA, F. C. (Org.). **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília, DF: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999. 370 p.

WHITING, D.; WILSON, C.; MEARA, C. O. **Vegetable garden: Soil management and fertilization**. Colorado: Colorado Master Garden, 2003. 12 p. (Gardening Series, 7840).

WRAP-THE WASTES AND RESOURCES ACTION PROGRAMME. **To support the development of standards for compost by investigating the benefits and efficacy of compost use in different applications**. Oxon-UK, 2004. 72 p.



Agrobiologia

**Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento**