

Produção de mudas de alface e couve utilizando composto proveniente de resíduos agroindustriais

Production of lettuce and cabbage seedlings using compost from agroindustrial residues

GONÇALVES, Morgana Suszek¹; FACCHI, Débora Pietrobon²; BRANDÃO, Marcia Ines²; BAUER, Maryana²; PARIS JUNIOR, Orlando de²

1 Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão/PR – Brasil, morgana@utfpr.edu.br; 2 Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Francisco Beltrão/PR – Brasil, deborapietrobonfacchi@hotmail.com, marciabrand@uol.com.br, baukebauer@hotmail.com, junior_deparis@hotmail.com

RESUMO: Este trabalho teve por objetivo avaliar o uso de composto orgânico, obtido a partir de resíduos agroindustriais, na produção de mudas de alface e couve, comparando-o a um substrato comercial e a areia lavada (testemunha). As variáveis agronômicas de crescimento avaliadas foram: altura média de plantas, número de folhas, massa da matéria fresca e seca de plantas. Para todas as variáveis analisadas houve diferença significativa. O composto orgânico apresentou resultados melhores ou similares ao substrato comercial, indicando a possibilidade de sua utilização no cultivo de hortaliças.

PALAVRAS-CHAVE: compostagem, fertilizante orgânico, horticultura.

ABSTRACT: This study aimed to evaluate the use of organic compost from agroindustrial residues, in the lettuce and cabbage seedlings production, comparing it to a commercial substrate and washed sand (control). The growth of agronomic variables evaluated were: plants height, number of leaves, plants fresh and dry weight. For all variables analyzed were no significant differences. The organic compost showed similar or better results than the commercial substrate, indicating the possibility of their use in growing vegetables.

KEY WORDS: composting, organic fertilizer, horticulture.

Introdução

Durante o processamento da matéria-prima a agroindústria gera como resíduos sólidos principalmente materiais orgânicos, tais como restos e cascas de vegetais e de ovos. Esses resíduos quando dispostos no meio ambiente de forma inadequada podem causar impactos ambientais, devido ao alto teor de matéria orgânica que possuem (BIDONE, 2001; BRITO et al., 2002; LEITE et al., 2003), passível de biodegradação e consequente liberação de chorume, causando a contaminação do solo e águas superficiais e subterrâneas, além da proliferação de vetores. Entretanto, quando manejados corretamente, podem ser fonte de nutrientes para produção de alimentos, além de poderem proporcionar melhoria das condições físicas, químicas e biológicas do solo.

A compostagem é uma técnica de baixo custo que constitui em um processo biológico aeróbio e controlado, no qual ocorre a transformação de resíduos orgânicos em resíduos estabilizados, com propriedades e características completamente diferentes do material que lhe deu origem (BIDONE, 2001).

Pereira Neto (1994) cita que a compostagem tem grande importância para o tratamento de resíduos, por atender a todas as prerrogativas ambientais, como: contribuir para evitar os aspectos estéticos desagradáveis da presença de resíduos no ambiente; absorver qualquer tipo de resíduo orgânico sólido produzido pela sociedade; reciclar nutrientes e energia, contribuindo para a economia dos recursos naturais; não exigir mão-de-obra especializada; requerer pouca energia externa e instalações simples e baratas; ter baixo custo e ser aplicável a qualquer escala operacional, além de produzir um fertilizante orgânico de grande aplicabilidade para a agricultura.

Hoje se observa o crescente interesse da população pelo consumo de produtos orgânicos, o que tem despertado nos produtores rurais igual interesse em produzi-los, motivados ainda mais

pelo preço diferenciado desses produtos. Portanto, atualmente a demanda por insumos orgânicos é maior que a oferta, demonstrando um mercado consumidor promissor.

A produção de mudas de hortaliças constitui-se em uma das etapas mais importantes do sistema produtivo, influenciando diretamente o desempenho final das plantas nos canteiros da produção, tanto do ponto de vista nutricional quanto no ciclo produtivo da cultura (CARMELLO, 1995). Mudas mal formadas debilitam e comprometem todo o desenvolvimento da cultura, aumentando seu ciclo e levando a perdas na produção (GUIMARÃES et al., 2002).

Este trabalho teve por objetivo avaliar o processo de compostagem no aproveitamento de resíduos sólidos de origem agroindustrial, para obtenção de composto orgânico e seu uso na produção de mudas de alface e couve.

Material e métodos

Preparo do composto orgânico

O processo de compostagem foi realizado nas dependências da UTFPR, Câmpus Francisco Beltrão, Paraná, a latitude de 26° 04' 42''S e longitude de 53° 03' 11''W, com altitude média de 650 metros. O clima predominante segundo a classificação de Köppen enquadra-se no tipo Cfa, com temperatura média anual de 21°C e precipitação média anual de 2.012 mm.

O local foi devidamente limpo e cercado para que animais não entrassem em contato com a pilha de compostagem e não comprometessem o processo. O terreno escolhido possuía uma leve inclinação para que a água da chuva não ficasse depositada no mesmo.

Para a montagem da pilha foram coletados resíduos gerados em uma agroindústria de conservas, em supermercados e em uma pequena serraria localizados na cidade de Francisco Beltrão/PR, constituídos por restos vegetais (frutas e hortaliças), cascas de ovos de codorna, cinzas de caldeira e serragem.

A pilha de compostagem foi construída adotando-se o formato cônico acumulando-se um total de 200 Kg, sendo 20 kg de serragem, 95 kg de restos vegetais, 55 kg de cascas de ovos de codorna e 30 kg de cinzas de caldeira. Os resíduos foram fragmentados para que a decomposição ocorresse de forma mais rápida. A quebra das partículas deveria ser maior que 35 mm de diâmetro para que não houvesse compactação do material durante a maturação e, conseqüentemente, que a aeração não fosse comprometida. Após serem triturados, os diferentes tipos de resíduos foram intercalados conforme a pilha era montada, realizando-se irrigação com água pura a cada camada de resíduos. As dimensões da pilha final foram de um metro de largura, um metro de comprimento e 70 centímetros de altura.

Para a caracterização dos resíduos (Tabela 1) foram realizadas análises de umidade, pH (em água), nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, ferro, enxofre, carbono orgânico, matéria

orgânica, sódio, cobre e zinco. As análises foram desenvolvidas segundo metodologia de Tedesco et al. (1995) e EMBRAPA (1999). A determinação da matéria orgânica seguiu metodologia descrita por Kiehl e Porta (1980), assim como a porcentagem de carbono, calculada a partir do teor de matéria orgânica pela equação (1):

$$CO (\%) = [MO(\%)/1,8]$$

Como os resíduos de restos vegetais constituíam-se de um material heterogêneo, realizou-se amostragem por quarteramento e secagem das amostras a 65°C, passando por posterior moagem em almofariz até atingirem homogeneização adequada e peneiramento em peneira de 35 mesh, para a execução de algumas análises.

O processo de aeração foi realizado através do revolvimento manual da pilha. O ciclo de revolvimento foi realizado a cada três dias no primeiro mês, posteriormente, uma vez por semana

Tabela 1: Características iniciais dos resíduos e substrato comercial utilizados no experimento.

Parâmetro	Restos vegetais	Cascas de ovos de codorna	Cinzas de caldeira	Serragem	Substrato comercial
Umidade (%)	87,603	37,734	27,075	7,542	NR
pH	5,03	8,32	10,54	4,20	6,910
MO (dag kg ⁻¹)	89,442	14,765	9,699	88,456	50,350
CO (dag kg ⁻¹)	49,690	8,203	5,388	49,142	27,970
N (dag kg ⁻¹)	0,997	1,468	0,000	0,183	0,260
P (dag kg ⁻¹)	0,224	0,064	0,029	0,056	NR
K (dag kg ⁻¹)	0,462	0,650	0,381	0,513	0,110
C/N	49,840	5,588	0,000	268,537	107,580
Ca (dag kg ⁻¹)	0,001	0,204	0,177	0,001	0,220
Mg (dag kg ⁻¹)	0,002	0,006	0,014	0,000	0,010
Fe (dag kg ⁻¹)	1,198	0,020	1,113	0,516	1,460
Cu (dag kg ⁻¹)	3,064	3,039	2,357	1,64	0,070
Zn (mg kg ⁻¹)	57,500	31,500	1,000	41,500	131,500

MO: matéria orgânica; CO: carbono orgânico; NR: não realizado.

até o final do processo. Durante o revolvimento, o calor é liberado para o meio ambiente em forma de vapor. Neste momento, fez-se a correção de umidade, por meio de regas com água pura, distribuídas uniformemente na pilha de composto.

A temperatura foi monitorada diariamente como o uso de um termômetro digital, sendo as medidas realizadas em três pontos da pilha: base, centro e topo. Foi considerada também a temperatura ambiente do local, sempre no mesmo horário do dia.

O período de compostagem foi de 87 dias e a cada semana foram retiradas amostras do composto para realização das análises de umidade e pH. Ao final do processo retirou-se uma amostra do composto orgânico para determinação de sua qualidade nutricional, sendo realizadas análises de umidade, pH, nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, ferro, enxofre, carbono orgânico, matéria orgânica, sódio, cobre e zinco, seguindo metodologia já descrita.

Avaliação do composto orgânico na produção de mudas de alface e couve

Para avaliar-se a eficiência agrônômica do composto orgânico efetuou-se a produção de mudas de alface e couve.

O experimento foi conduzido no município de Realeza, PR, em ambiente protegido, à latitude de 25° 46' 49"S e longitude de 53° 32' 37"W, com clima tipo Cfa segundo a classificação de Köppen.

Estabeleceu-se um delineamento experimental inteiramente casualizado para cada espécie, com três tratamentos e dez repetições. Os tratamentos foram: substrato comercial (SC); composto orgânico (CC) e areia lavada ou testemunha (AL).

Realizou-se a caracterização dos substratos a partir de análises de pH, nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, ferro, enxofre, carbono orgânico, matéria orgânica, sódio, cobre e zinco, conforme metodologias de Tedesco et al. (1995) e

EMBRAPA (1999).

Os substratos passaram por desinfecção a partir de solarização, em área cimentada recobertos com lona plástica transparente por três dias. Para a semeadura foram utilizadas sementes de alface da cultivar Mimosa e de couve da cultivar Manteiga da Georgia, semeadas em recipientes de 100 mL (copos plásticos) contendo o substrato de acordo com o tratamento considerado. Foram semeadas em cada recipiente cinco sementes sendo efetuado o desbaste aos oito dias após a semeadura, deixando-se uma planta por recipiente.

Aos 32 dias após a semeadura as parcelas foram transferidas para o Laboratório de Solos da UTFPR - Câmpus Francisco Beltrão, para determinação das variáveis: AP - altura média de plantas (cm), NF - número de folhas, MF - massa da matéria fresca de plantas (g) e MS - massa da matéria seca de plantas (g). As plantas foram lavadas cuidadosamente com água destilada para remoção de partículas do substrato agregadas ao sistema radicular.

A contagem do NF foi desenvolvida partindo-se das folhas basais até a última aberta, de forma manual e direta. A AP foi determinada medindo-se do colo da planta até a extremidade mais alta, utilizando-se uma régua graduada. O sistema radicular e a parte aérea das plantas foram pesados em balança analítica para determinação da MF, passando então por secagem em estufa a 55°C até peso constante para posterior determinação da MS, por pesagem em balança analítica.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, comparando-se as médias pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância, através do programa computacional SISVAR versão 4.3.

Resultados e discussão

Processo de Compostagem

A porcentagem de redução em peso do material

compostado durante o processo foi de 43,5%. De acordo com Kiehl (1985), a redução de massa refere-se à quantidade de carbono perdido durante a respiração dos micro-organismos na forma de CO₂, e varia de acordo com fatores como o tamanho da pilha, teor de umidade, aeração, temperatura e relação C/N. Gorgati (2001) encontrou redução de 46,9% em peso para leiras descobertas de lixo urbano.

As temperaturas médias permaneceram em torno de 40°C durante 26 dias, mantendo níveis mesófilos, sendo que as temperaturas do centro da pilha permaneceram mais elevadas durante o processo. Resultados semelhantes foram observados por Silva et al. (2008) na compostagem de resíduos sólidos vegetais.

A temperatura é um fator indicativo do equilíbrio biológico e que reflete a eficiência do processo. A manutenção de temperaturas termófilas

controladas na fase de degradação ativa, é um dos requisitos básicos, uma vez que por meio desse controle pode-se conseguir o aumento da eficiência da velocidade de degradação e a eliminação dos micro-organismos patogênicos. Nesse trabalho as baixas temperaturas alcançadas no início da compostagem, foram causadas, provavelmente, pela baixa quantidade de nitrogênio dos resíduos iniciais, o que resultou em uma alta relação C/N, dificultando a degradação ativa.

Durante o período de compostagem observou-se um decréscimo no valor do pH do composto nos primeiros dias (Figura 1). Após 22 dias houve um aumento progressivo do pH, chegando a um valor de 8,35 ao final do processo. Segundo Pereira Neto (1996), a compostagem se caracteriza por obter um produto final com o pH entre 7,5 a 9,0. Este fato é visto como um grande benefício do sistema, o que permite a aplicação do composto orgânico na

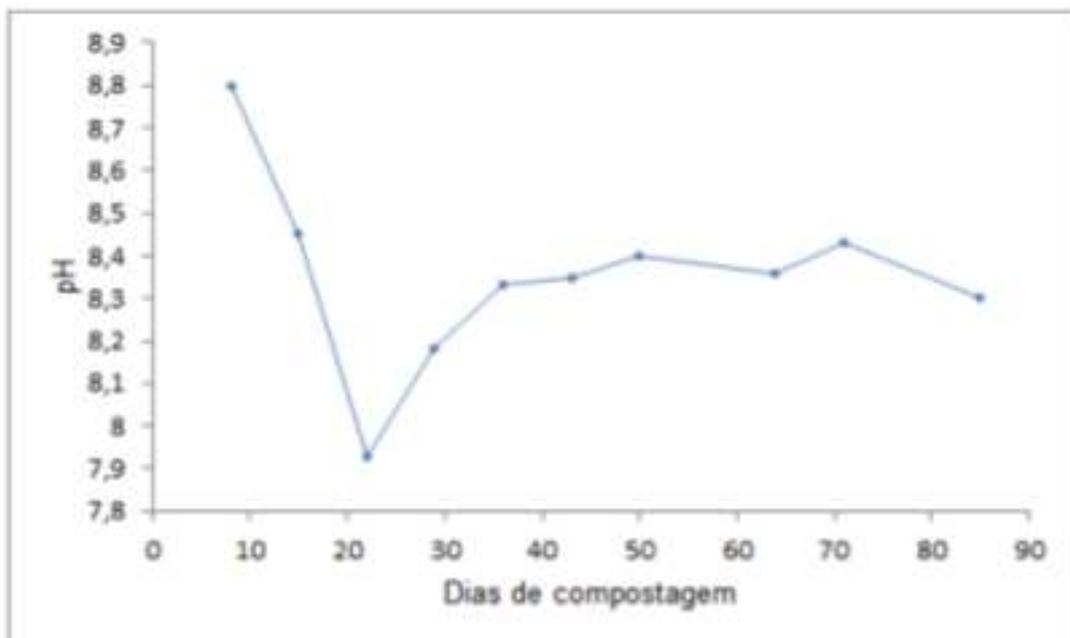


Figura 1: Valores de pH observados durante o experimento de compostagem.

correção de solos ácidos.

As características físico-químicas do composto orgânico produzido são apresentadas na Tabela 2.

Houve redução na concentração de matéria orgânica em relação aos resíduos iniciais, após os 87 dias de compostagem, demonstrando sua real biodegradação e estabilização. A concentração de matéria orgânica presente no composto (15,89 dag kg⁻¹) foi superior a encontrada por Lima et al. (2011) de 0,82 dag kg⁻¹ em composto de lixo urbano. Os mesmos autores encontraram ainda teores de 0,92 e 3,29 dag kg⁻¹ para N e P, respectivamente, valores acima dos obtidos neste experimento para o composto de resíduos agroindustriais.

No decorrer do processo de compostagem houve decréscimo na quantidade de nitrogênio na pilha, observando-se um valor inferior no composto pronto quando comparado aos valores dos materiais iniciais. As perdas de nitrogênio podem ocorrer devido a volatilização da amônia (principalmente durante os revolvimentos) e também por lixiviação (PAILLAT et al., 2005; BERNAL et al., 2009).

O teor de zinco no composto orgânico foi inferior ao observado por OLIVEIRA et al. (2002) em composto de lixo urbano, de 496 mg kg⁻¹. Já o teor de cobre foi mais elevado em relação aos mesmos autores, que encontraram 403 mg kg⁻¹ de Cu no composto de lixo urbano. Esses metais são micronutrientes essenciais ao desenvolvimento vegetativo, entretanto, por tratar-se de metais pesados, quando em elevadas concentrações

podem atingir níveis fitotóxicos e resultar em efeitos negativos na planta, levando a um menor crescimento.

Produção de mudas de alface e couve

A caracterização do substrato comercial utilizado no experimento é apresentada na Tabela 1. Em comparação ao composto orgânico obtido a partir da compostagem dos resíduos agroindustriais (Tabela 2), o substrato comercial apresentou valores mais elevados na concentração de matéria orgânica, zinco e relação C/N, e valores inferiores nos teores de nitrogênio, potássio, cálcio e cobre. Destaca-se que a relação C/N no composto orgânico (17,31) foi muito inferior a do substrato comercial (107,58), o que influencia positivamente na disponibilização do nitrogênio às plantas. Kiehl (1985) cita como ideal para a mineralização de N dos resíduos orgânicos, uma relação C/N de 17:1, valor próximo ao obtido no composto orgânico produzido. Segundo Oliveira et al. (2012), a relação C/N tem sido apontada como um importante indicador do potencial de disponibilização do N presente em resíduos orgânicos (incluindo os compostos).

Todos os parâmetros agronômicos analisados para mudas de alface e couve apresentaram diferença significativa (P<0,05), sendo os resultados apresentados na Tabela 3.

Em todas as avaliações, o uso do composto orgânico demonstrou diferença significativa em relação ao tratamento testemunha (areia lavada). Considerando-se a altura média de plantas, o uso

Tabela 2: Características do composto orgânico obtido.

pH	MO	CO	N	P	K	C/N	Ca	Mg	Fe	Cu	Zn
	----- dag kg ⁻¹ -----						----- dag kg ⁻¹ -----				mg kg ⁻¹
8,35	15,89	8,83	0,51	0,10	0,45	17,31	0,10	0,01	1,55	2,85	23,50

MO: matéria orgânica; CO: carbono orgânico.

Tabela 3: Valores médios dos parâmetros analisados para as mudas de alface e couve.

Alface				
Substrato	AP (cm)	NF	MF (g)	MS (g)
Areia lavada	2,24 a	3,80 a	0,15 a	0,12 a
Sustrato comercial	5,81 b	5,75 b	0,46 b	0,23 b
Composto orgânico	8,14 c	5,80 b	0,74 c	0,31 c
Couve				
Substrato	AP (cm)	NF	MF (g)	MS (g)
Areia lavada	3,05 a	2,50 a	0,17 a	0,12 a
Sustrato comercial	8,13 b	5,10 b	0,75 b	0,28 b
Composto orgânico	9,55 b	5,40 b	0,99 b	0,42 c

*Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo Teste de Tukey. AP: altura de plantas; NF: número de folhas; MF: massa da matéria fresca de plantas; MS: massa da matéria seca de plantas.

do composto orgânico apresentou melhor resultado para as mudas de alface (8,14 cm), corroborando com resultados obtidos por Medeiros et al. (2008), onde o composto orgânico resultou em maior comprimento da parte aérea de mudas de alface em comparação ao substrato comercial. Já para as mudas de couve, o composto apresentou média estatisticamente igual ao substrato comercial, o que também indica a possibilidade de seu uso na produção de mudas de hortaliças.

Em relação ao número de folhas, tanto para as mudas de alface quanto para as mudas de couve, o substrato comercial e o composto orgânico apresentaram médias iguais pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de significância. As mudas de couve produzidas com o composto, apresentaram uma média de 5,40 folhas por planta, resultado superior ao encontrado por Schmidt et al. (2012) de 2,75 folhas aos 26 dias após a semeadura.

De acordo com Filgueira (2000), o transplântio de mudas de alface deve ser realizado quando estas atingirem de 8 a 10 cm de altura de plantas e apresentarem de 4 a 6 folhas. Neste experimento, aos 32 dias após a semeadura, apenas o tratamento com composto orgânico apresentou

altura de plantas maior que 8 cm, com número de folhas superior a cinco.

A massa da matéria fresca para as mudas de alface foi maior quando da utilização do composto orgânico obtido de resíduos agroindustriais. Entretanto, para as mudas de couve, o mesmo foi igual ao substrato comercial. Já a avaliação da massa da matéria seca para as duas hortaliças apresentou diferença entre os tratamentos avaliados, onde o uso do composto orgânico obteve maior média.

Em experimento desenvolvido por Câmara (2001) para avaliar o desempenho de diferentes compostos orgânicos na produção de mudas de alface, foi observada a superioridade dos compostos orgânicos em relação aos substratos comerciais analisados, para os parâmetros altura de plantas e massa da matéria fresca de plantas, corroborando com os resultados obtidos neste trabalho. Segundo o autor, os compostos orgânicos usados como substrato na produção de mudas de alface podem substituir com sucesso os substratos comerciais, sendo economicamente viáveis.

De forma geral, foram observados bons resultados quanto à utilização do composto

orgânico na produção de mudas de alface e couve. Este é um indicativo da possibilidade de seu uso em substituição aos substratos geralmente comercializados, além de ser uma alternativa de reaproveitamento dos resíduos sólidos orgânicos, gerados em determinados tipos de agroindústrias.

Conclusões

O uso do processo de compostagem no aproveitamento de resíduos agroindustriais (restos vegetais, cascas de ovos de codorna, cinzas de caldeira e serragem) foi satisfatório. Além disso, o composto orgânico obtido apresentou resultados melhores ou similares ao substrato comercial na produção de mudas de alface e couve, indicando a possibilidade de sua utilização no cultivo de hortaliças.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq, à UTFPR e à Fundação Araucária de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Paraná pelo financiamento do projeto.

Referências Bibliográficas

- BERNAL, M. P.; MORAL, R. Co-composting of distillery wastes with animal manures: Carbon and nitrogen transformations in the evaluation of compost stability. **Chemosphere**, Oxford, v. 72, p. 551-557, 2008.
- BIDONE, F. R. A. **Resíduos sólidos provenientes de coletas especiais: reciclagem e disposição final**. Rio de Janeiro: Rima, 2001.
- BRITO, A. L. F.; MUNIZ, A. C. S.; LOPES, W. S.; LEITE, V. D.; PRASAD, S. Processo de codisposição de resíduos sólidos de curtume. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 7, n. 4, out/dez, p. 144-150, 2002.
- CÂMARA, M. J. T. Diferentes compostos orgânicos e Plantmax como substratos na produção de mudas de alface. Mossoró, 2001. 32 p. Monografia (Graduação) – Escola Superior de Agricultura de Mossoró.
- CARMELLO, Q.A.C. Nutrição e adubação de mudas hortícolas. In: MINAMI, K. **Produção de mudas de alta qualidade em horticultura**.

- São Paulo: T.A. QUEIROZ, 1995. p. 27-37.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGRÍCOLA - EMBRAPA. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 1 ed. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999.
- FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: UFV, 2000. 399p.
- GORGATI, C. Q. Resíduos sólidos urbanos em área de proteção aos mananciais –Município de São Lourenço da Serra – SP: Compostagem e impacto ambiental. Botucatu, 2001. 74p. Tese (Doutorado) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.
- GUIMARÃES, V.F.; ECHER, M.M.; MINAMI, K. Métodos de produção de mudas, distribuição de matéria seca produtividade de plantas de beterraba. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 3, p. 505-509, 2002.
- KIEHL, E. J. **Fertilizantes orgânicos**. 1 ed. Piracicaba: Agronômica Ceres, 1985. 428 p.
- KIEHL, E.J.; PORTA, A. **Análises de lixo e composto**. 1 ed. Piracicaba: Departamento de solos, geologia e fertilizantes, ESALQ, 1980. 55 p.
- LEITE, V. D.; SOUSA, J. T.; PRASAD, S.; LOPES, W. S.; ATHAYDE JUNIOR, G. B.; DANTAS, A. M. M. Tratamento de resíduos sólidos de centrais de abastecimento e feiras livres em reator anaeróbio de batelada. **Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 7, n. 2, p. 318-322, 2003.
- LIMA, R.L.S.; SEVERINO, L.S.; SOFIATTI, V.; GHEYI, H.R.; ARRIEL, N.H.C. Atributos químicos de substrato de composto de lixo urbano. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.15, n.2, p.185-192, 2011.
- MEDEIROS, D.C.; FREITAS, K.C.S.; VERAS, F.S.; ANJOS, R.S.B.; BORGES, R.D.; CAVALCANTE NETO, J.G.; NUNES, G.H.S.; FERREIRA, H.A. Qualidade de mudas de alface em função de substratos com e sem biofertilizante. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 26, p.186-189, 2008.
- OLIVEIRA, F.C.; MATTIAZZO, M.E.; MARCIANO, C.R.; ABREU JUNIOR, C.H. Movimentação de metais pesados em Latossolo adubado com composto de lixo urbano. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n.12, p.1787-1793, 2002.

- OLIVEIRA, L.B.; ACCIOLY, A.M.A.; MENEZES, R.S.C.; ALVES, R.N.; BARBOSA, F.S.; SANTOS, C.L.R. Parâmetros indicadores do potencial de mineralização do nitrogênio de compostos orgânicos. **Idesia**, Arica, v.30, n.1, p. 65-73, 2012.
- PAILLAT, J.M., ROBIN, P., HASSOUNA, M., LETERME, P. Predicting ammonia and carbon dioxide emissions from carbon and nitrogen biodegradability during animal waste composting. **Atmospheric Environment**, Amsterdã, v. 39, p. 6833-6842, 2005.
- PEREIRA NETO, J. T. **Manual de compostagem**. 1 ed. Belo Horizonte: UNICEF, 1996.
- SCHMIDT, M.A.H.; ECHER, M.M.; GUIMARÃES, V.F.; HACHMANN, T.L. Efeito do substrato e do biofertilizante na produção de mudas de *Brassica oleraceae* var. acephala. **Cultivando o Saber**, Cascavel, v.5, n.2, p.1-8, 2012.
- SILVA, A.G.; LEITE, V.D.; SILVA, M.M.P.; PRASAD, S.; FEITOSA, W.B.S. Compostagem aeróbia conjugada de lodo de tanque séptico e resíduos sólidos vegetais. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v.13, n.4, p.371-379, 2008.
- TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S. J. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. 2 ed. Porto Alegre: Departamento de Solos, UFRGS, 1995.