

Beatriz Simões Valente¹,
Eduardo Gonçalves Xavier²,
Naiana Einhardt Manzke³
Gabriel Rockenbach de Almeida⁴
Victor Fernando Büttow Roll⁵

**COMPOSIÇÃO FÍSICO-QUÍMICA
DE VERMICOMPOSTOS COMERCIALIZADOS
NA REGIÃO DO MUNICÍPIO DE PELOTAS/RS**

RESUMO: O objetivo do estudo foi avaliar a variabilidade na composição físico-química dos vermicompostos comercializados na região do município de Pelotas/RS. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com cinco tratamentos, representados pelas amostras V1, V2, V3, V4 e V5, cada um com quatro repetições. Os dados referentes às variáveis estudadas foram submetidos à análise de variância (ANOVA), com o uso do programa estatístico SAS versão 9.1 (2003), cujas médias foram submetidas ao teste de Tukey a 5%. A composição físico-química dos substratos iniciais colaborou para a maior variabilidade dos vermicompostos comercializados na região. Isso determinou a ausência de um padrão de qualidade para o produto. Os vermicompostos comerciais analisados não atenderam as especificações de embalagem e rotulagem contidas na Instrução Normativa nº25/2009 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Outros parâmetros de avaliação da qualidade do vermicomposto devem ser levados em consideração pela Instrução Normativa nº25/2009, para que o produto seja considerado humificado e/ou maturado. O índice de mineralização do vermicomposto pode ser utilizado conjuntamente com a relação C/N para avaliar a qualidade do vermicomposto.

Data de submissão: 05/01/2012. Data de aceite: 28/13/2012.

¹Médica Veterinária, aluna de doutorado do PPGZ/FAEM/UFPEL, coordenadora do Núcleo de Estudos em Meio Ambiente, Campus Universitário S/N, caixa postal 354, CEP: 96010-970, Capão do Leão, RS, (053)32757270, bsvalente@terra.com.br

²Engenheiro Agrônomo, Ph.D. em Animal Sciences, prof. Adjunto do Departamento de Zootecnia/FAEM/UFPEL.

³ Médica Veterinária, aluna de mestrado do PPGZ/FAEM/UFPEL.

⁴Professor substituto do IF-Sul campus Pelotas.

⁵Engenheiro Agrônomo, prof. Adjunto do Departamento de Zootecnia da FAEM/

PALAVRAS- CHAVE: adubo orgânico, maturação, minhocas, vermicompostagem

PHYSICO-CHEMICAL COMPOSITION OF VERMCOMPOSTING
COMMERCIALIZED IN PELOTAS – BRAZIL

ABSTRACT: This study evaluated the variability of physicochemical of vermicomposting composition traded in Pelotas – Brazil. A completely randomized design was used with five treatments (V1, V2, V3, V4 and V5) and four replications. Data were submitted to ANOVA (SAS version 9.1 - 2003) and averages were compared by Tukey test at 5%. The physicochemical composition of initial substrates was responsible for a higher variability of traded vermicomposting in Pelotas and region – Brazil. Such variability determined the lack of a quality standard for the product. All the analyzed commercial vermicompostings did not meet Brazilian Normative Instruction (25/2009), Ministry of Agriculture, Livestock and Supply, for packaging and labeling. Therefore, other parameters to evaluate vermicompostings quality must be considered by the Brazilian Normative Instruction (25/2009) so that the product can be considered humified and/or maturated. Mineralization index might be used with C/N ratio to evaluate the vermicomposting quality.

KEYWORDS: organic manure, maturation, worms, vermicomposting

INTRODUÇÃO

O aumento do custo dos fertilizantes comerciais e a crescente poluição ambiental fazem do uso de resíduos orgânicos na agricultura uma opção atrativa do ponto de vista econômico, em razão da ciclagem de carbono e nutrientes (MELO et al., 2008). São muitos os resíduos orgânicos de origem urbana, industrial e agrícola que podem ser transformados em vermicomposto. Vermicomposto é o produto resultante da interação entre minhocas e microrganismos (SINGH et al., 2008) na degradação de diferentes resíduos orgânicos, que realizam a mineralização de elementos químicos como nitrogênio, potássio, fósforo, cálcio e magnésio (CARVALHO et al., 2009).

Estudos realizados demonstraram os efeitos benéficos do vermicomposto sobre as propriedades químicas, físicas e biológicas do solo, pois proporcionam crescimento e desenvolvimento das plantas, que se traduzem em aumento da produtividade dos cultivos, bem como em preservação do meio ambiente (PICCOLO et al., 1997; ATIYEH et al., 2001). Silva et al. (2002) avaliaram as alterações químicas no

substrato orgânico durante o processo de vermicompostagem de diferentes combinações de lodo de esgoto urbano com bagaço de cana de açúcar, bem como a sua qualidade final como adubo orgânico. Concluíram que os vermicompostos produzidos apresentavam condições químicas favoráveis à utilização agrícola, a fim de viabilizarem o destino para ambos os resíduos orgânicos. Steffen (2008), ao estudar a vermicompostagem a mistura de 50% de casca de arroz e 50% de esterco bovino, verificou que o vermicomposto produzido foi eficiente na produção de mudas de alface cultivar Regina.

Entretanto, por abranger questões relacionadas à contaminação ambiental, o vermicomposto produzido deverá atender aos critérios mínimos de estabilidade e maturação para ser utilizado como adubo orgânico. Também é importante equilibrar a capacidade de fornecer nutrientes de um vermicomposto estabilizado às necessidades nutricionais das plantas. Suszec et al. (2007) ressaltam que, dependendo do substrato utilizado na produção do vermicomposto, deve-se atentar para as variações nas quantidades de macrominerais presentes nos fertilizantes orgânicos. Visto que o teor de substâncias húmicas e, por conseguinte, o estágio de humificação dos resíduos de uso agrônomico é variável e exerce influência sobre a biodisponibilidade dos materiais no solo (MORAL et al., 2005). Mantovani et al. (2003), ao estudarem a adubação com vermicomposto de lixo urbano, contendo 197 mg kg⁻¹ de Cu e 455 mg kg⁻¹ de Zn, verificaram que a aplicação acima de 50 t ha⁻¹ limitaram a produção de alface.

Além disso, quantidades excessivas de macro e microminerais podem ser acumuladas pelas plantas e causam problemas à saúde pública (EGREJA FILHO, 1993). Bartsch & Montesano (1984) salientam que a ingestão de nitrato superior a 5,0mg/kg/dia representa uma ameaça à saúde do consumidor pela capacidade que esse apresenta de ser reduzido no trato digestório a nitrito e na corrente sanguínea, poder formar as nitrosaminas, substâncias carcinogênicas, mutagênicas e teratogênicas (OBAJA et al., 2003). Crianças com idade inferior a dois anos devem receber o mínimo possível de hortaliças que acumulam nitrato, porque o pH estomacal baixo é facilitador da redução do nitrato a nitrito, o qual provoca a metemoglobinemia (Araújo & Midio, 1989).

No Brasil, os padrões de qualidade para os fertilizantes orgânicos são preconizados pela Instrução Normativa Nº 25, de 25 de julho de 2009, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA (BRASIL, 2011). O Ministério estabelece as definições e normas concernentes às especificações, garantias, tolerâncias, ao registro, à

embalagem e rotulagem dos fertilizantes orgânicos simples, mistos, compostos, organominerais e biofertilizantes destinados à agricultura. Dentre as várias especificações contidas nesta Instrução Normativa (IN), cabe ressaltar que os vermicompostos, para serem expostos à venda em todo o território nacional, devem exibir rótulos em suas embalagens. O rótulo deverá conter a indicação fertilizante orgânico simples e respectivas classes A, B, C e D, que correspondem às matérias primas utilizadas como substrato para as minhocas. Da mesma forma, devem conter sua composição físico-química e satisfazer as seguintes especificações: umidade máxima 50%, nitrogênio total mínimo 0,5%, carbono orgânico total mínimo 10%, relação C/N máxima 14 e pH mínimo 6,0. Tais exigências visam estabelecer um padrão de qualidade de vermicompostos tendo em vista a preservação ambiental e a eficiência agrônômica desses materiais (HIGARASHI et al., 2008).

Desta forma, conforme a IN N°25/2009, o índice mais utilizado para a avaliação dos níveis de maturação de resíduos orgânicos é a relação C/N, já que os organismos envolvidos dependem tanto do conteúdo de C para fonte de energia, quanto de N para síntese de proteínas (SHARMA et al., 1997). No entanto, a relação C/N pode ser afetada pela maior presença de N amoniacal no vermicomposto (HARADA et al., 1981), tendo-se muitas vezes a falsa impressão de que estará maduro (KIEHL, 2004). Este adubo orgânico, quando aplicado no solo, poderá causar efeitos fitotóxicos às sementes, plantas e aos organismos do solo (MILLER, 1992; BREWER & SULLIVAN, 2003).

Com base no exposto, torna-se importante caracterizar os adubos orgânicos tanto com relação ao material de origem, que pode conter metais pesados (TOMATI et al., 2002), quanto para definir em quais propriedades (física, química ou biológica) irão atuar os inúmeros produtos já disponíveis no mercado.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a variabilidade na composição físico-química dos vermicompostos comercializados na região do município de Pelotas/RS.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia e no Laboratório de Química do Solo do Departamento de Solos, pertencentes à Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel (FAEM) da Universidade Federal de Pelotas (UFPEL). Foram utilizadas cinco amostras comerciais de vermicompostos produzidos

por diferentes empresas e comercializados na região de Pelotas/RS. Para que as cinco empresas e respectivas marcas fossem preservadas, fez-se uso de códigos de identificação. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com cinco tratamentos, representados pelas amostras V1, V2, V3, V4 e V5, cada um com quatro repetições.

As análises do potencial hidrogeniônico (pH), matéria orgânica total (MO), cinzas (CZ), carbono orgânico total (C), nitrogênio total (N), relação carbono/nitrogênio (C/N), índice de mineralização do vermicomposto (IMV), fósforo total (P), potássio (K), cálcio total (Ca) e magnésio total (Mg) foram realizadas em triplicata. O pH foi determinado pela transferência de 10 g da amostra em um béquer, diluídos em 100 mL de água destilada. O teor de CZ foi determinado pela incineração em um forno mufla à temperatura de 550 °C por três horas. O teor de MO foi obtido através da equação $MO = 100 - \% CZ$, conforme metodologia descrita por Kiehl (1985). O C foi obtido através do fator de Bemmelen: $C = MO \times 1,8^{-1}$, descrito por Kiehl (1985). O N foi determinado pela digestão da amostra em ácido sulfúrico e posterior destilação em aparelho Kjeldahl, conforme descrito por Silva & Queiroz (2004). A relação C/N foi obtida pela equação $C/N = \% C \times \% N^{-1}$, conforme descrito por Tedesco et al. (1995). O cálculo do IMV do vermicomposto foi obtido através da equação $IMV = \% CZ \div \% C$, segundo Drozd et al. (1997). O teor de P foi determinado pela leitura da solução mineral em espectrofotômetro ultravioleta visível. O teor de K foi determinado pela leitura da solução mineral em espectrofotômetro de chama. Os teores de Ca e Mg foram determinados pela leitura da solução mineral em espectrofotômetro de absorção atômica.

Os dados referentes às variáveis estudadas foram submetidos à análise de variância (ANOVA), com o auxílio do programa estatístico SAS (STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM, 2003), sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise estatística das médias das amostras demonstra grande variabilidade na composição físico-química dos vermicompostos comerciais (Tabela 1). A variabilidade é possivelmente devido às variações na composição dos substratos iniciais utilizados no processo de vermicompostagem. Haja vista os vermicompostos não apresentarem rótulos com as especificações de suas respectivas

classes, ficou negligenciado o tipo de resíduo orgânico utilizado. Warman & AngLopez (2010) acrescentaram que o tempo de duração do processo é outro aspecto que deve ser considerado quando se avalia a variabilidade da composição. Os achados de Suszec et al. (2007) demonstraram que ao final de 45 dias de vermicompostagem, os níveis de N apresentaram-se mais elevados na mistura de restos de hortifrutigranjeiros (60%), resíduos de podas urbanas (40%) e 50L de água residuária da suinocultura e ativador comercial. Todavia, a maior concentração de P foi encontrada no vermicomposto esterco bovino curtido. Garg et al. (2006) compararam o processo de vermicompostagem de diferentes tipos de resíduos e verificaram que os teores de nitrogênio, fósforo e potássio aumentaram enquanto o pH e o carbono orgânico total declinaram em um período de 100 dias. Yadav & Garg (2011) relataram que o processo de vermicompostagem de esterco bovino, esterco de aves e lodo da indústria de alimentos, ao final de 91 dias, proporcionou aumento no teor de fósforo.

Tabela 1 Composição físico-química de vermicompostos comercializados na região do município de Pelotas/RS.

Amostras	pH	UMID.	CZ	MO	C	N	IMV	C/N	P	K	Ca	Mg
				(%)					(g kg ⁻¹)			
V1	5,2 ^B	5,6 ^A	75,3 ^A	24,7 ^C	13,7 ^C	1,2 ^C	5,6 ^A	11,8 ^A	2,0 ^B	7,6 ^A	5,0 ^{BC}	4,4 ^B
V2	7,4 ^A	10,3 ^C	30,4 ^C	69,6 ^A	38,7 ^A	7,1 ^A	0,8 ^C	5,4 ^B	6,3 ^A	6,4 ^A	22,1 ^A	5,0 ^B
V3	6,6 ^{AB}	7,5 ^B	71,6 ^{AB}	28,4 ^{BC}	15,8 ^{BC}	1,5 ^C	4,6 ^{AB}	12,4 ^A	3,5 ^{AB}	2,9 ^A	20,5 ^A	3,1 ^B
V4	6,0 ^{AB}	6,7 ^{AB}	69,7 ^B	30,3 ^B	16,8 ^B	2,1 ^B	4,2 ^B	8,1 ^B	3,3 ^B	7,7 ^A	11,2 ^B	5,0 ^B
V5	5,7 ^B	6,5 ^{AB}	68,1 ^B	31,9 ^B	17,7 ^B	2,1 ^B	3,8 ^B	8,8 ^B	1,5 ^B	4,9 ^A	2,7 ^C	10,0 ^A

Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

V1: vermicomposto comercial 1; V2: vermicomposto comercial 2; V3: vermicomposto comercial 3; V4: vermicomposto comercial 4 e V5: vermicomposto comercial 5; UMID: umidade; CZ: cinzas; MO: matéria orgânica total; C: carbono orgânico total; N: nitrogênio total; IMV: índice de mineralização do vermicomposto; C/N: relação carbono/nitrogênio; P: fósforo total; K: potássio; Ca: cálcio total e Mg: magnésio total.

Os resultados obtidos em relação ao pH dos vermicompostos 1 (5,2), 4 (6,0) e 5 (5,7) estavam dentro da faixa de acidez. Barrington et al. (2002) afirmam que o excesso de carbono em determinados resíduos orgânicos, pode propiciar condições ácidas no vermicomposto, já que o CO₂ liberado é muito solúvel. Por outro lado, o valor de pH dos vermicompostos 2 (7,4), 3 (6,6) e 4 (6,0) estão de acordo com o valor mínimo (pH=6,0) recomendado pela IN N°25/2009. Soares et al. (2004) afirmam que os valores de pH próximos à neutralidade sugerem que o vermicomposto, quando incorporado ao solo, pode apresentar ação corretiva de acidez, uma vez que possui propriedade de tamponamento.

Valente et al. (2009) ressaltam que se o pH aumenta, como resultado da absorção do CO_2 pelos microrganismos, o equilíbrio move-se para produção de CO_3^- . Além disso, as glândulas calcíferas das minhocas possuem anidrase, que catalisa a fixação de CO_2 em CaCO_3 e reduz a acidez do substrato (KALE et al., 1982).

Foi também constatado no V2 que os teores de MO (69,6%), de C orgânico (38,7%) e de N (7,1%) totais foram significativamente superiores aos demais vermicompostos comerciais. Isso justifica a baixa relação C/N (5,4) encontrada no produto. Em decorrência da baixa relação C/N, a sua utilização como adubo orgânico reduziria o desenvolvimento vegetativo acarretando na clorose das folhas da planta (MALAVOLTA et al., 2002), devido à perda de N por volatilização durante a decomposição da MO (KIEHL, 1985).

No entanto, pode-se verificar que os teores de cinzas e IMV foram significativamente inferiores aos demais vermicompostos. O fato indica menor mineralização de MO total e, conseqüentemente, a diminuição da liberação de CO_2 , que ocorre através da respiração das minhocas e dos microrganismos (TRIPATHI & BHARDWAJ, 2004). Pesquisadores afirmam que o teor de cinzas tende a apresentar-se mais elevado no vermicomposto maduro, em decorrência da mineralização da MO total elevar o teor de minerais (HSU & LO, 1999; RAUPP & OLTAMANN, 2005), a fim de reduzir o possível efeito fitotóxico nas plantas. Por outro lado, os achados demonstraram que, embora o vermicomposto tenha apresentado baixa relação C/N, talvez não estivesse humificado devido ao baixo IMV, concordando com Lima (2006). O processo de humificação de MO total é influenciado pela natureza do material utilizado como substrato inicial e também pelo enriquecimento com minerais (BISWAS & NARAYANASAMY, 2006).

De forma contrária, no V1, foi verificado que a concentração de CZ foi superior às amostras V4 e V5, logo, pode ser constatado pelo IMV de 5,6. Tais achados demonstram a mineralização de MO total no decorrer do processo. Isso é resultado da degradação do carbono da biomassa pelos microrganismos, a fim de obter energia para o crescimento e desenvolvimento desses (TANG et al., 2004). Por outro lado, o maior IMV também pode ter sido em decorrência da adição de materiais com elevado teor de CZ, como a cinza de casca de arroz e pós de rochas (LIMA, 2006).

Considerando os teores de minerais das amostras comerciais, pode-se verificar que a concentração de P orgânico no V2 ($6,3 \text{ g kg}^{-1}$) foi significativamente superior aos vermicompostos V1 ($2,0 \text{ g kg}^{-1}$), V4 ($3,3 \text{ g kg}^{-1}$) e V5 ($1,5 \text{ g kg}^{-1}$), porém não diferiu estatisticamente do V3 ($3,5 \text{ g kg}^{-1}$).

kg⁻¹). Embora não tenha havido diferença significativa entre V2 e V3, o teor de 3,5 g kg⁻¹ (0,35%) de fósforo, que deve estar entre 0,5% e 1,5% (KIEHL, 1985), é considerado baixo e pode causar prejuízos na floração, na frutificação e no desenvolvimento do sistema radicular da planta.

Os resultados salientam novamente a grande variabilidade existente entre os vermicompostos encontrados no mercado, devido possivelmente aos diferentes substratos que podem ser transformados pelas minhocas, os quais influenciam na composição química final do produto. Em se tratando de resíduos pecuários, a qualidade dos estercos varia com o regime alimentar do bovino e com o manejo do rebanho, logo dificulta, algumas vezes, comparações com outros resultados (LOUREIRO et al. 2007). Também, a espécie de minhoca utilizada no processo de vermicompostagem parece influenciar o produto final. Rodrigues et al. (2003) verificaram influência da origem do esterco em relação às minhocas da espécie *Eisenia foetida*, ou seja, o húmus proveniente do esterco bovino foi superior ao de búfalos, cuja diferença foi de 22,7%. Entretanto, quando foram utilizadas minhocas Africanas, não houve diferença estatística para a origem do esterco.

Embora a amostra V2 tenha apresentado a maior concentração de P orgânico, o seu IMV foi significativamente inferior aos demais, o que demonstra menor mineralização deste mineral. Este fato pode ter sido influenciado pela estação do ano em que foram produzidos os vermicompostos, concordando com Amorin et al. (2005), que verificaram maiores perdas de C e N durante o verão e o outono, quando comparadas com inverno e primavera, assim como maiores reduções nos teores de matéria seca e no volume do substrato, logo, é possível que haja maior atividade das minhocas. De modo diferente, Jager et al. (2003) avaliaram a atividade alimentar de minhocas *Eisenia andrei* com a vermicompostagem de lodo de estação de tratamento de efluentes e esterco bovino em diferentes temperaturas e observaram que, em temperaturas abaixo de 10°C, o tempo de retenção do alimento no intestino foi duas vezes maior do que em temperaturas acima de 20°C.

Os maiores teores de Ca foram observados nas amostras V2 (22,1g kg⁻¹) e V3 (20,5g kg⁻¹), portanto, podem estar relacionados com maior liberação de CaCO₃ devido à necessidade de neutralizar as reações ácidas provenientes da mineralização da MO total (ALMEIDA, 2011), embora o V2 tenha apresentado menor IMV (0,8). Este fato sugere que o substrato apresentava pH ácido no início do processo de vermicompostagem. Garg & Kaushik (2005) também observaram aumento no teor de Ca na vermicompostagem de resíduos industriais e relataram que no processo de vermicompostagem, governado pelas

minhocas e pelos microrganismos, ocorre a transformação do Ca da forma imobilizada para formas livres. O fato resulta em acréscimos de Ca disponível no vermicomposto produzido. Ao se realizar a vermicompostagem de lodo de estação de tratamento de efluentes em mistura com palha, Suthar (2009) observou, no vermicomposto produzido, acréscimo no teor de Ca que variou entre 2,3 e 10,9%.

No que se refere ao teor de Mg, verificou-se que o vermicomposto V5 (10 g kg⁻¹) foi significativamente superior às demais amostras, que não diferiram entre si. Contudo, as amostras V1 (0,44%), V2 (0,5%), V3 (0,31%) e V4 (0,5%) apresentaram baixo teor desse mineral, o qual deveria estar entre 1% e 2% (KIEHL, 1985). Neste caso, a deficiência de Mg afetará diretamente o processo de fotossíntese (MALAVOLTA et al., 2002). Diferentemente, Suthar (2009) estudando a vermicompostagem de lodo de estação de tratamento de efluentes em mistura com palha, observou acréscimo no teor de Mg que variou de 4,5% a 14% no vermicomposto produzido. No processo de vermicompostagem, além de outros minerais, o Mg também é transformado da forma orgânica imobilizada para formas inorgânicas disponíveis, devido à ação de microrganismos e de enzimas presentes no tubo digestório das minhocas e no substrato (CARVALHO et al., 2009).

CONCLUSÕES

A composição físico-química dos substratos iniciais colabora para maior variabilidade dos vermicompostos comercializados na região, o que determina a ausência de um padrão de qualidade para o produto.

Além da relação C/N, outros parâmetros de avaliação da qualidade do vermicomposto devem ser levados em consideração pela Instrução Normativa n° 25/2009, para que o produto seja considerado humificado e/ou maturado.

O índice de mineralização do vermicomposto pode ser utilizado conjuntamente com a relação C/N para avaliar a qualidade do vermicomposto.

Os vermicompostos comerciais analisados não atenderam às especificações de embalagem e rotulagem contidas na Instrução Normativa n°25/2009 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

O mercado necessita de fertilizantes orgânicos simples que contenham rótulos com informações claras e precisas sobre a sua composição físico-química a fim de que se estabeleça um padrão de

qualidade, tendo em vista a preservação ambiental e a sua eficiência agrônômica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, G. R. de. **Tratamento de resíduos agropecuários através do processo de vermicompostagem**, 2011. 81p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS.

AMORIN, A. C.; LUCAS JUNIOR, J.; RESENDE, K. T. de. Compostagem e vermicompostagem de dejetos de caprinos: efeito das estações do ano. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.25, n.1, p.57-66, 2005.

ARANCON, N. Q.; EDWARDS, C. A.; BIERMAN, P. Influences of vermicomposts on field strawberries: effects on soil microbial and chemical properties. **Bioresource Technology**, v. 97, p.831-840, 2006.

ARAÚJO A. C. P.; MIDIO, A. F. Nitratos, nitritos e compostos N-nitrosos em alimentos: onde está o problema? **Ciência e Cultura**, v.41, p.947-956, 1989.

ATIYEH, R. M.; EDWARDS, C. A.; SUBLER, S.; METZGER, J. Pig manure as a component of a horticultural bedding plant medium: effect on physiochemical properties and plant growth. **Bioresource Technology**, v.78, p.11-20, 2001.

BARRINGTON, S.; CHOINERE, D.; TRIGUI, M.; KNIGHT, W. Effect of carbon source on compost nitrogen and carbon losses. **Bioresource Technology**, v.83, p.189-194, 2002.

BARTSCH, H.; MONTESANO, R. Relevance of nitrosaminas to human cancer. **Carcinogenesis**, v. 5, p. 1381-1393, 1984.

BISWAS, D. R.; NARAYANASAMY, G. Roch phosphate enriched compost: An approach to improve low-grade Indian roch phosphate. **Bioresource Technology**, v.97, p.2243-2251, 2006.

BRASIL. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº25, de 23 de julho de 2009**. Dispõe sobre as especificações e as garantias, as tolerâncias, o registro, a embalagem e a rotulagem dos fertilizantes orgânicos simples, mistos, compostos, organominerais e biofertilizantes destinados à agricultura. Disponível em www.agricultura.gov.br. Acessado em 4 de fev. 2011.

BREWER, L.; SULLIVAN, A. M. A Quick look at quick compost stability tests. **Biocycle**, v.42, p.53-55, 2001.

CARVALHO, N. L. C.; BRUM, T. S.; COTTA, J. A. O.; LIMA, E. N. Utilização de diferentes resíduos no processo de vermicompostagem e estudo da humificação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS. **Anais...** Vitória-ES, Brasil, 2009.

DROZD, J.; JAMROZ, E.; LICZNAR, M.; LICZNAR, S. E.; WEBER, J. Organic matter transformation and humic indices of compost maturity stage during composting of municipal solid wastes. **Grunwaldzka**, v.53, p.855-861, 1997.

EGREJA FILHO, F. B. **Avaliação da ocorrência e distribuição química de metais pesados na compostagem do lixo domiciliar urbano**, 1993. 176 p. Dissertação (Mestrado em Agroquímica). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

FROST, D. I.; TOTH, B. L.; HOITINK, H. A. L. Compost stability. **BioCycle**, v.33, n.11, p.62-66, 1992.

GARG, P.; GUPTA, A.; SATYA, S. Vermicomposting of different types of waste using *Eisenia foetida*: A comparative study. **Bioresource Technology**, v.97, p.391-395, 2006.

GARG, V. K.; KAUSHIK, P. Vermistabilization of textile mill sludge spiked with poultry droppings by an apigeic earthworm *Eisenia foetida*. **Bioresource Technology**, v.96, p.1063-1071, 2005.

HARADA, Y.; INOKO, A.; TADAKI, M.; IZAKA, T. Maturing process of city refuse composting during piling. **Soil Science and Plant Nutrition**, v.27, p.357-364, 1981.

HIGARASHI, M. M.; COLDEBELLA, A.; OLIVEIRA, P. A. de.; KUNZ, A.; MATTEI, R. M.; SILVA, V. S.; AMARAL, A. L. do. Concentração de macronutrientes e metais pesados em maravalha de unidade de suínos em cama sobreposta. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.12, n.3, p.311-317, 2008.

HSU, J.; LO, S. Chemical and spectroscopic analysis of organic matter transformations during composting of pig manure. **Environmental Pollution**, v.104, n.2, p.189-196, 1999.

JAGER, T.; FLEUREN, R. H. L. J.; ROELOFS, W.; GROOT, A. C. Feeding activity of the earthworm *Eisenia andrei* in artificial soil. **Soil Biology & Biochemistry**, v.35, p.313-322, 2003.

KALE, R. D.; BANO, K.; KRISHNAMOORTHY, R. V. Potential of *Perionyx excavatus* for utilization of organic wastes. **Pedobiologia**, v. 23, p.419-425, 1982.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes Orgânicos**. São Paulo: Editora Agronômica Ceres Ltda, 1985. 492p.

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

LIMA, C. C. de. **Caracterização química de resíduos da produção de biodiesel compostados com adição mineral**, 2006. 167f. Tese (Doutorado em Agronomia). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

LOUREIRO, D. C.; AQUINO, A. M. de.; ZONTA, E.; LIMA, E. Compostagem e vermicompostagem de resíduos domiciliares com esterco bovino para a produção de insumo orgânico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, n.7, p.1043-1048, 2007.

MALAVOLTA, E.; PIMENTEL-GOMES, F.; ALCARDE, J. C. **Adubos & Adubações**. São Paulo: Nobel, 2002.199p.

MANTOVANI, J. R.; FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P.; CHIBA, M. K.; BRAZ, L. T. Calagem e adubação com vermicomposto de lixo urbano na produção e nos teores de metais pesados em alface. **Horticultura Brasileira**, v.21, n.3, p.494-500, 2003.

MELO, L. C. A.; SILVA, C. A.; DIAS, B. de. O. Caracterização da matriz orgânica de resíduos de origens diversificadas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, p.101-110, 2008.

MILLER, F. C. Composting as a process based on the control of ecologically selective factors. In: MEETING, F. B. **Soil Microbial Ecology**, v.18, p.515-543, 1992.

MORAL, R.; MORENO-CASELLES, J.; PERREZ-MURCIA, M. D.; PEREZ-ESPINOSA, A.; RUFETE, B.; PAREDES, C. Characterization of the organic matter pool in manures. **Bioresource Technology**, v.96, p.153-158, 2005.

OBAJA, D.; MACE, S.; COSTA, J.; SANS, C.; MATA-ALVAREZ, J. Nitrification, denitrification and biological phosphorus removal in piggery wastewater using a sequencing batch reactor. **Bioresource Technology**, v.87, p.103-111, 2003.

PICCOLO, A.; PIETRAMELLARA, G.; MBAGWU, J. S. C. Use of humic substances as soil conditioners to increase aggregate stability. **Geoderma**, v. 75, p.267-277, 1997.

RAUPP, J.; OLTAMANNS, M. Nutrient turnover and losses during composting of farmyard manure – results of outdoor experiment over 11 years. In: CONFERENCE RESEARCHING SUSTAINABLE SYSTEMS. **Proceedings ...** Adelaide, Alemanha: ISOFAR, p.231-234, 2005.

RIVERA-ROSARIO, R. A. **Determinación de indicadores de madurez**

en la producción de composta, 2003. 127f. Dissertação (Mestrado em Agronomia)- Universidad de Puerto Rico, Puerto Rico.

RODRIGUES, V. C.; THEODORO, V. C. de. A.; ANDRADE, I. F. de.; NETO, A. I.; RODRIGUES, V. N.; ALVES, F. V. Produção de minhocas e composição mineral do vermicomposto e das fezes procedentes de bubalinos e bovinos. **Ciência Agrotécnica**, v.27, n.6, p.1409-1418, 2003.

SAS Institute Inc. 2002-2003. **Statistical analysis system**. Release 9.1. (Software). Cary. USA.

SHARMA, V. K.; CANDITELLI, M.; FORTUNA, F.; CORNACCHIA, C. Processing of urban and agroindustrial residues by anaerobic composting: review. **Energy Conversion Management**, v.38, p. 453-478, 1997.

SILVA, C. D.; COSTA, L. M.; MATOS, A. T.; CECON, P. R.; SILVA, D. D. Vermicompostagem de lodo de esgoto urbano e bagaço de cana de açúcar. **Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.6, n.3, p.487-491, 2002.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. de. **Análise de Alimentos** – Métodos Químicos e Biológicos. Universidade Federal de Viçosa: Viçosa, 2004. 235p.

SINGH, R.; SHARMA, R. R.; KUMAR, S.; GUPTA, R. K.; PATIL, R. T. Vermicompost substitution influences growth, physiological disorders, fruit yield and quality of strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.). **Bioresource Technology**, v.99, p.8507-8511, 2008.

STEFFEN, G. P. K. **Substratos à base de casca de arroz e esterco bovino para a multiplicação de minhocas e produção de mudas de alface, tomateiro e boca-de-leão**, 2008. 97p. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo). Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS.

SOARES, J. P.; SOUZA, J. A.; CAVALHEIRO, E. T. G. Caracterização de amostras comerciais de vermicomposto de esterco bovino e avaliação da influência do pH e do tempo na absorção de Co (II), Zn (II) e Cu (II). **Química Nova**, v.27, n.1, p.5-9, 2004.

SOUZA, L. M. de.; CASTILHOS, D. D.; MORSELLI, T. B. G. A.; CASTILHOS, R. M. V. Influência da aplicação de diferentes vermicompostos na biomassa microbiana do solo após cultivo de alface. **Revista Brasileira Agrocência**, v.12, n.4, p.429-434, 2006.

SUSZEK, M.; SAMPAIO, S. C.; SUSZEK, F. L.; MALLMANN, L. S.; SILVESTRO, M. G. Aspectos físicos e químicos de vermicompostos produzidos a partir de esterco bovino e compostos de resíduos verdes

urbanos. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, MG, v.15, n.1, p.39-44, 2007.

SUTHAR, S. Vermistabilization of municipal sewage amended with sugarcane trash using epigeic *Eisenia foetida* (Oligochaeta). **Journal of Hazardous Materials**, v.163, p.199-206, 2009.

TANG, J. C.; KANAMORIAND, T.; INQUE, Y. Changes in the microbial community structure during thermophilic composting of manure as detected by quinone profile method. **Process Biochemistry**, v.39, p.1999-2006, 2004.

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H.; VOLKWWEISS, S. J. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre: Faculdade de Agronomia/UFRGS, 174p., 1995.

TRIPATHI, G.; BHARDWAJ, P. Comparative studies on biomass production, life cycles and composting efficiency of *Eisenia foetida* (*Savigny*) and *Lampito mauritti* (Kinberg). **Bioresource Technology**, v.92, p.275-283, 2004.

TOMATI, U.; BELARDINELLI, M.; ANDREU, M.; GALLI, E.; CAPITANI, D.; PROIETTI, N.; DE SIMONE, C. Evaluation of commercial compost quality. **Waste Management**, v.20, p.389-397, 2002.

VALENTE, B. S.; XAVIER, E. G.; MORSELLI, T. B. G. A.; JAHNKE, D. S.; BRUM Jr.; B. de. S.; CABRERA, B. R.; MORAES, P. de. O.; LOPES, D. C. N. Fatores que afetam o desenvolvimento da compostagem de resíduos orgânicos. **Archivos de Zootecnia**, v.58, p.59-85, 2009.

WARMAN, P. R.; ANGLOPES, M. J. Vermicompost derived from different feedstocks as a plant growth medium. **Bioresource Technology**, v.101, p.4479-4483, 2010.

YADAV, A.; GARG, V.K. Recycling of organic wastes by employing *Eisenia fetida*. **Bioresource Technology**, v.102, p.2874-2880, 2011.