

Fotos: Juliano Corulli Corrêa/Embrapa



Uso de condicionadores para redução das perdas de nitrogênio durante compostagem de dejetos de suínos

Juliano Corulli Corrêa¹
Marco André Grohskopf²
Rodrigo da Silveira Nicoloso³
Martha Mayumi Higarashi⁴
Paulo Armando Victória de Oliveira⁵

Introdução

Na criação tecnificada de suínos, muita preocupação tem sido atribuída ao destino final dos resíduos gerados por este sistema, principalmente na geração de fertilizantes orgânicos e sua aplicação no ambiente. No ano de 2010, foram abatidos, aproximadamente, 36,8 milhões de cabeças e espera-se que até o ano de 2020 este número aumente, com incremento na produção de 24% (MAPA, 2010). Assim, a demanda para o aproveitamento dos resíduos gerados na criação de suínos será cada vez maior, fazendo com que a pesquisa necessite desenvolver recursos tecnológicos que equalizem a relação produção/qualidade ambiental.

Dentre as práticas agrícolas quanto ao reaproveitamento dos resíduos da suinocultura, vale destaque para a compostagem com impregnação dos dejetos

em maravalha, processo preconizado para produtores que não apresentam áreas agrícolas suficientes para aplicação deste fertilizante orgânico, ou produtores que pretendem aumentar seu plantel e estão limitados pelo uso agrícola dos dejetos suínos (SARDÁ et al., 2010). Poucas pesquisas foram realizadas quanto ao manejo e a qualidade deste processo na emissão de amônia e na concentração de nitrogênio (N) no composto final, sendo que nele existe alto potencial de emissão deste gás e, portanto, perda inerente deste nutriente durante o processo (OLIVEIRA et al., 2003).

Para que o produto final proveniente da compostagem possa constituir fertilizante orgânico eficiente é necessário conhecer os processos que irão contribuir para o teor de nutrientes neste composto. Dentre eles, vale destacar a adsorção/dessorção, responsáveis pelo armazenamento e reposição de determinado

¹Engenheiro Agrônomo, doutor em Agronomia, pesquisador da Embrapa Suínos e Aves, Concórdia, SC

²Engenheiro Agrônomo, doutorando do Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Agricultura), Universidade Estadual Paulista "Júlio Mesquita Filho", Faculdade de Ciências Agrônômicas (UNESP/FCA) Botucatu, SP e bolsista CAPES

³Engenheiro Agrônomo, doutor em Engenharia Agrícola, pesquisador da Embrapa Suínos e Aves, Concórdia, SC

⁴Química, doutora em Química, pesquisadora da Embrapa Suínos e Aves, Concórdia, SC

⁵Engenheiro Agrícola, doutor em Construções Rurais e Ambientais, pesquisador da Embrapa Suínos e Aves, Concórdia, SC

nutriente; a solubilização/dissolução que consiste na inclusão ou liberação de nutriente por moléculas de dois ou mais pares iônicos; a imobilização/mineralização por microrganismos; presença de cargas positivas e negativas presentes na fase sólida (sítios de adsorção); disponibilidade de elementos para formação de pares iônicos; temperatura; umidade do meio; interação entre nutrientes; além de outros fatores que poderão contribuir de forma indireta na qualidade do composto.

O manejo dos dejetos suínos na forma de compostagem tem a vantagem de poder ser transportado a regiões mais distantes, quando comparado ao fertilizante orgânico fluido deste sistema. Resultados da literatura internacional têm demonstrado que o tratamento dos dejetos suínos via compostagem permite que 65% do total de C inicial sejam perdidos, sendo 57% na forma de CO_2 , 6% na forma de CH_4 e 2% como composto orgânico volátil; e do total inicial de N 60% é perdido, sendo 10% na forma de NH_3 , 6% na forma de N_2O e 44% na forma de N_2 (PAILLAT et al., 2005). Poucos trabalhos em nível nacional mostram a eficiência científica deste processo, principalmente na quantificação da emissão NH_3 durante a realização do mesmo, tendo trabalhos apenas com CO_2 e CH_4 realizado por Higarashi et al. (2010) e Sardá et al., (2010).

Desta forma, o objetivo do trabalho foi avaliar o efeito de diferentes produtos capazes de adsorver nutrientes para produção de fertilizantes orgânicos com maior teor de nutrientes em sua composição, bem como mensurar a emissão do gás N-NH_3 .

Materiais e métodos

O experimento foi realizado de 20/03/2011 até 13/08/2011, em casa de vegetação por um período de 143 dias de compostagem, na Embrapa Suínos e Aves em Concórdia, SC. A região pertence ao clima subtropical úmido (Cfa), onde os meses mais frios (junho e julho) apresentam temperaturas médias em torno de 15°C e temperatura média de 23°C , segundo a classificação de Köppen.

Os tratamentos constituíram de: controle, compostagem apenas com maravalha; Gesso Agrícola; Carvão (Biochar) e Super fosfato simples, todos estes aplicados com base em 10% do peso da maravalha no início do experimento; e o inibidor de urease (tio-

fosfato de N-n-butil triamida, NBPT) aplicado na dose de 10 mL para cada 18 L de dejetos, durante cada impregnação de dejetos. Para cada leira foram colocados 300 kg de maravalha, a qual recebeu impregnações de dejetos líquidos de suíno (DLS) com doses próximas de 200 L por leira, com intervalo entre aplicações de uma semana a fim de evitar o escorrimento do chorume. O dejetos utilizado foi coletado na granja de suínos da Embrapa Suínos e Aves, onde estão alojados 48 suínos em terminação, com produção diária de $0,336 \text{ m}^3$ de dejetos.

As leiras de compostagem apresentaram dimensões de $1,5 \times 2,0 \times 1,0$, para comportar os 300 kg de maravalha. O processo de amostragem do composto foi realizado antes da impregnação com dejetos suínos, abrindo-se uma trincheira na leira para coletar várias amostras simples ao longo do perfil para constituir uma amostra composta. Para cada leira foram coletadas quatro amostras compostas para determinação química dos teores de C, N total, P e K de acordo com metodologias oficiais (CUNNIFF, 1995).

A emissão de NH_3 foi determinada conforme metodologia descrita por Oliveira et al (2008), que se baseia na retenção de NH_3 em ácido fosfórico, através da reação de transformação de NH_3 em NH_4 . Espumas de dimensão de $8 \times 8 \text{ cm}$ e densidade de 20 kg m^{-3} , foram embebidas em 11 mL de ácido fosfórico (0,5 N), sendo 5% do volume glicerina líquida. Em seguida, foram colocadas sobre placas de PVC de $10,0 \times 10,0 \times 0,2 \text{ cm}$ e envolvidas por uma camada de fita de politetrafluoroetileno, que é permeável ao NH_3 e impermeável à água. Os absorvedores foram armazenados em sacos plásticos fechados até o momento da sua colocação sobre a leira de compostagem, para evitar contaminação com o NH_3 do ambiente, sendo posteriormente lavada com 300 mL de água destilada. A quantidade de NH_3 volatilizada foi determinada por arraste de vapor, em aparelho micro-Kjeldahl utilizando-se alíquota de 20 mL com a adição de 20 mL NaOH (10 mol L^{-1}), sendo o destilado recolhido em 10 mL de indicador de ácido bórico e posterior titulação com H_2SO_4 $0,005 \text{ mol L}^{-1}$.

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F, empregando-se as quatro repetições por leira para avaliar o efeito entre os diferentes condicionadores utilizados durante a compostagem e análise de regressão para verificar o comportamento da variável ao longo do tempo de compostagem (Figuras 1, 2 e 3).



Figura 1. Aplicação do Biochar (carvão) no composto no início do experimento



Figura 2. Revolvimento



Figura 3. Vista lateral leira de compostagem, com 14 dias

Resultados e discussão

A temperatura é o principal indicador da atividade microbiana no processo de compostagem, atingindo valores de até 66°C (Figura 4). Este valor de temperatura é decorrente da geração de calor pela atividade microbiana durante o processo de oxidação da matéria orgânica (KIEHL, 2004). A elevação da temperatura nas leiras nos primeiros dias de instalação do experimento revela o fato dos microrganismos estarem aproveitando a matéria orgânica lábil do de-

jeto suíno, bem como a boa aeração pela maravalha ainda não transformada. Já com o passar do tempo e com a decomposição da maravalha em partículas menores, há redução do espaço poroso, diminuindo a aeração e reduzindo a atividade dos microrganismos aeróbios. Vale ressaltar que, além da temperatura, outras condições como pH, qualidade da fonte de C, entre outras podem favorecer os microrganismos com capacidades metabólicas específicas (RYCKE-BOER et al., 2003, HUANG et al., 2006).

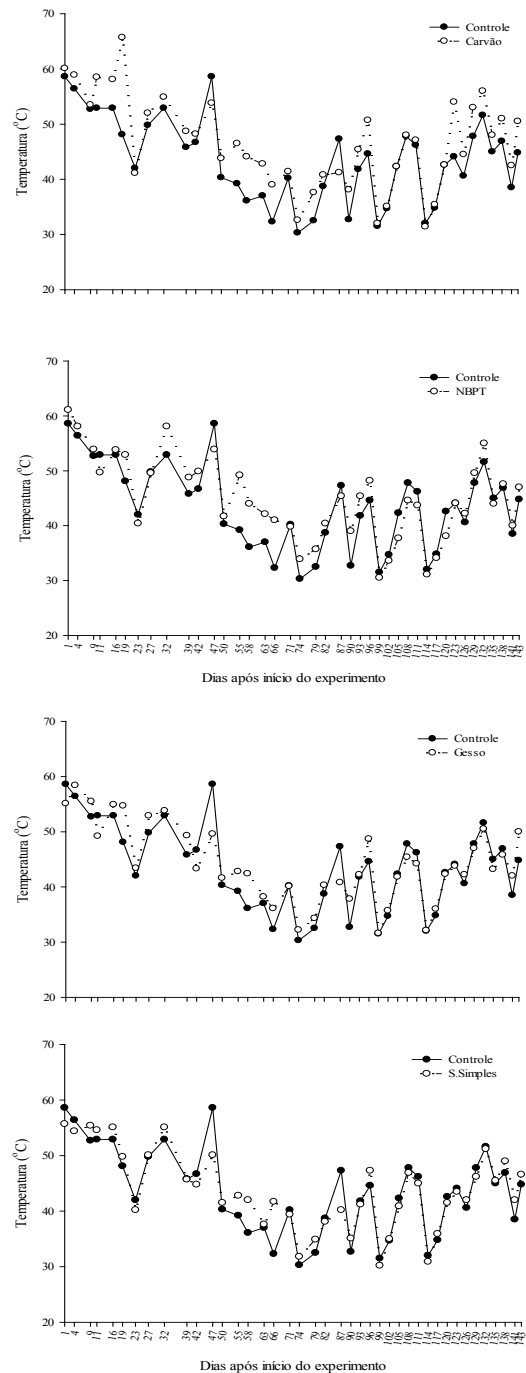


Figura 4. Contraste para temperatura (°C) em razão de diferentes condicionadores e o controle em compostagem com dejetos suínos em leira de maravalha

As práticas de revolvimento e posterior impregnação do dejetos promovem a aeração da leira, assim como a introdução de carbono lábil (de fácil decomposição) e aumento de umidade, condições que favorecem a atividade microbiana, o que faz coincidir os picos de aumento de temperatura para cada impregnação de dejetos suínos (Figura 4). Após 44 dias, verificou-se abaixamento nas temperaturas das leiras que se mantiveram até os 117 dias.

A ação dos condicionadores para evitar a perda de N em compostagem com dejetos suínos proporcionou maiores valores de temperatura interna da leira na maior parte do tempo, variável que consolida maior atividade microbiana, com especial ênfase NBPT e carvão (Figura 4).

O teor de N nos compostos durante o primeiro mês de compostagem demonstra que houve preservação do N nos tratamentos que receberam condicionadores (Figura 5), resultados que podem ser explicados em virtude do processo com Carvão adsorver a molécula $N-NH_4^+$ em sítios de ligação. Já nos tratamentos com Gesso e S. Simples há a formação de pares iônicos, do $N-NH_4^+$ como o sulfato de amônio e o fosfato de amônio; enquanto que a aplicação do NBPT no dejetos permitiu preservar a molécula ureia por maior tempo, reduzindo o processo de amonificação do N.

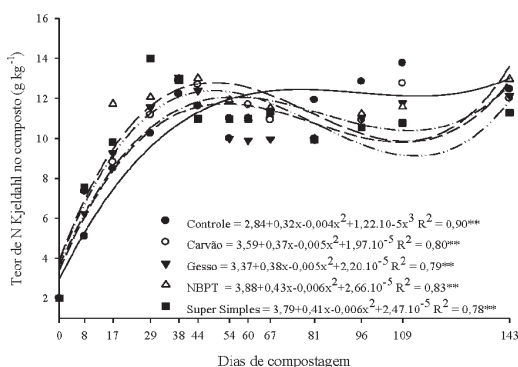


Figura 5. Teor de N total pelo método de Kjeldahl do composto ($g\ kg^{-1}$) em razão de diferentes condicionadores em compostagem com dejetos suínos em leito de maravalha

Entre 44 e 109 dias de compostagem houve redução e posterior aumento no teor de N determinado pelo método de Kjeldahl nos tratamentos que receberam os condicionadores (Figura 5). Estes resultados podem ser explicados em virtude da maior atividade microbiana nestes mesmos tratamentos, resultados justificados pelo aumento de temperatura interna das leiras (Figura 4), lembrando que quando

há maior quantidade e atividade microbiana há também a maior imobilização e posterior mineralização do N. Vale ressaltar ainda que a única vez em que o tratamento controle mostrou resultados de temperatura superior aos demais tratamentos foi aos 85 dias de compostagem. Com estes resultados é possível afirmar que o composto produzido com a adição de Carvão, Gesso, NBPT e S. Simples permite alcançar teores de nitrogênio por Kjeldahl próximos de $12\ g\ kg^{-1}$ em base seca, próximo dos 30 dias de compostagem, enquanto o tratamento controle, para alcançar este mesmo teor, necessita de 67 dias para alcançar a mesma eficiência (Figura 5).

Este aumento do teor de nitrogênio por Kjeldahl nos tratamentos com condicionadores permitiu alcançar menor relação C/N em relação ao tratamento controle até 30 dias de compostagem (Figura 6). Vale ressaltar também que houve maior atividade microbiana nestes tratamentos demonstrados pela temperatura interna da leira (Figura 4), que permitiu ocorrer à perda de C orgânico do sistema, na medida em que este elemento foi transformado em CO_2 pela atividade dos microorganismos (KIEHL, 2004). A relação C/N no final do composto apresentou valores em torno de 45, situando-se acima dos valores encontrados por Sedyama et al (2000) e Keller (1991), com valores entre 10 e 14, para compostos orgânicos produzidos a partir de dejetos de suínos. Este resultado pode ser explicado pela alta relação C/N do composto natural (maravalha) utilizada no experimento, sendo necessário maior tempo até alcançar a etapa de maturação do processo.

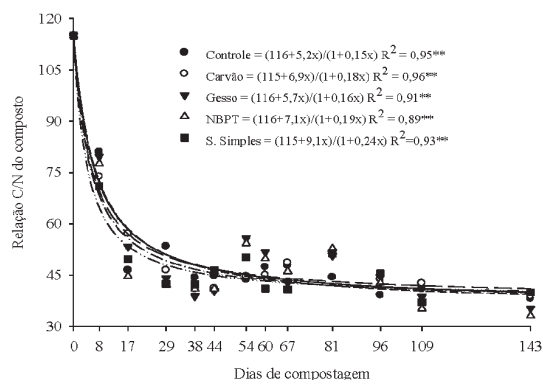


Figura 6. Relação C/N do composto em razão de diferentes condicionadores em compostagem com dejetos suínos em leito de maravalha

Houve menor emissão do N-NH_3 nos primeiros dias de compostagem para os tratamentos Gesso, NBPT, S. Simples e Carvão, com exceção apenas para o tratamento com carvão, que apresentou maior emissão de N-NH_3 durante apenas cinco amostragens (Figura 7). Após 47 dias de compostagem houve redução em todos os tratamentos na emissão diária de amônia. Vale ressaltar que no início da compostagem os microrganismos ligados à amonificação apresentam alta atividade para liberação do N presente nos compostos orgânicos do dejetos suíno, não havendo competição com os microrganismos do meio, à medida que a população de outros microrganismos vai aumentando, principalmente os decompositores. A emissão de amônia cresceu acentuadamente com o aumento da temperatura, o que induz maior amonificação do nitrogênio no composto orgânico e que a redução da temperatura proporciona diminuição da emissão de N-NH_3 (SZANTO et al., 2007; GUO et al., 2012). Desta forma o aumento da temperatura das leiras é resultado da degradação microbológica intensiva da matéria orgânica, produzindo uma grande quantidade de N-NH_3 no mesmo período (FUKUMOTO et al., 2003).

Em quase todas as observações para emissão de amônia, os tratamentos Gesso e S. Simples apresentaram menor emissão (Figura 7), resultado justificado pela presença de S e P nestes condicionadores formando pares iônicos, ocorrendo a formação de sulfato de amônio ($(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$) ou fosfato de amônio ($(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$), uma vez que o Super Fosfato Simples possui 16% de P_2O_5 , 18 a 20% de Ca e 10 a 12% de S, enquanto o Gesso possui 0,5 a 0,8% de P_2O_5 , 17 a 20% Ca e 14 a 17% de S (MANUAL..., 2004).

Estes resultados de emissão de N-NH_3 por dia (Figura 7) resultaram na emissão acumulada de N-NH_3 (Figura 8), a qual demonstrou a eficiência dos tratamentos Gesso e S. Simples com 38 e 43% menos emissão em relação ao controle após 138 dias de compostagem. Já nos tratamentos Carvão e NBPT não houve grande redução na emissão de N-NH_3 acumulado em relação ao controle, com 2 e 11% menos, respectivamente.

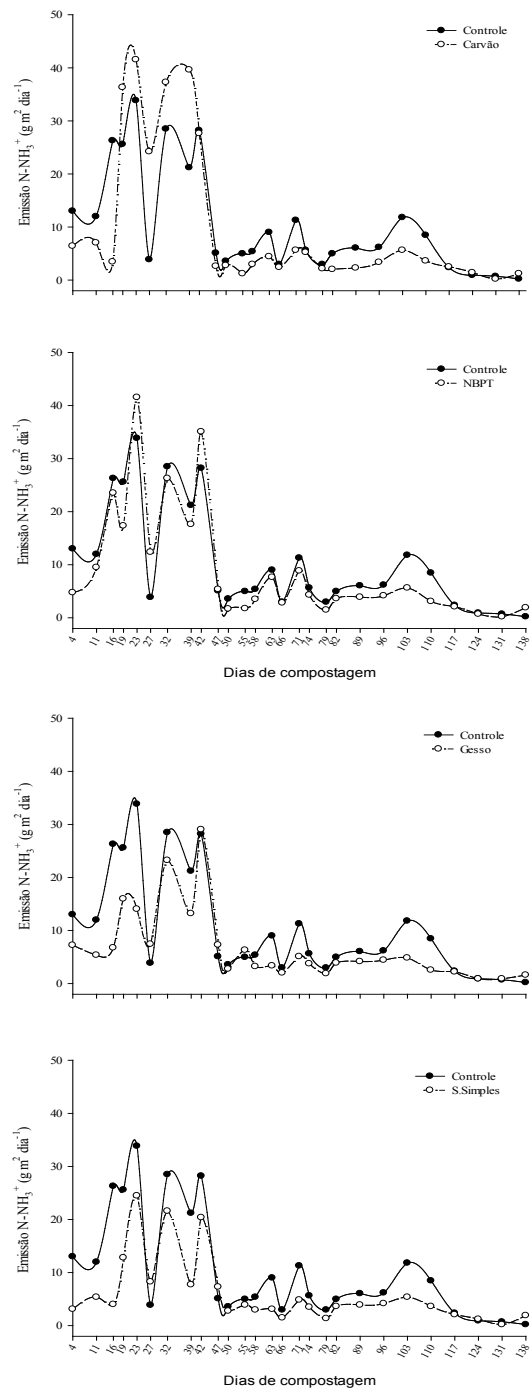


Figura 7. Contraste para emissão de amônia em razão de diferentes condicionadores e o controle em compostagem com dejetos suínos em leito de maravalha

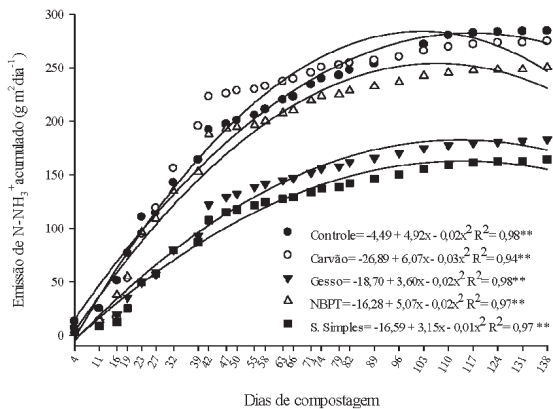


Figura 8. Emissão de $N-NH_3^+$ acumulada do composto em razão de diferentes condicionadores em compostagem com dejetos suínos em leito de maravalha

O teor de P aumentou no composto até 143 dias (Figura 9). É importante lembrar que este nutriente não está sujeito à perda por lixiviação no sistema de compostagem e, quando há sítios específicos de adsorção e assimilação pelos microorganismos, ele é preservado no processo (SINGH, 2005). No final do experimento, os teores de P ficaram entre 11 e 18 $g\ kg^{-1}$ em base seca. Este maior incremento de P nos tratamentos S. Simples e Gesso é explicado pela presença deste nutriente em suas composições químicas, sendo que no S. Simples eles estão na forma de ortofosfato ($H_2PO_3^-$) enquanto no Gesso se encontra associado a fosfato mono ou bicálcico.

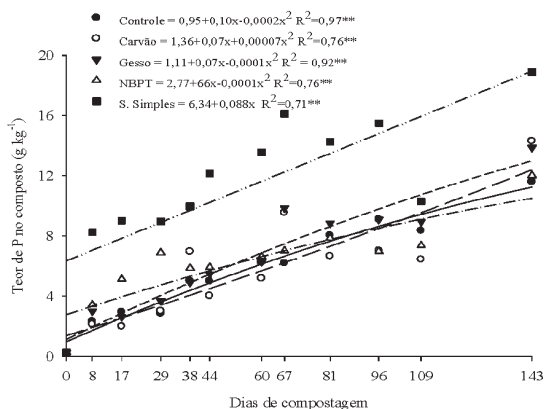


Figura 9. Teor de P ($g\ kg^{-1}$) do composto em razão de diferentes condicionadores em compostagem com dejetos suínos em leito de maravalha

Os teores de K no composto apresentaram valores entre 6 e 8 $g\ kg^{-1}$ em base seca de acordo com o tratamento, sendo que houve saturação após 81 dias de compostagem (Figura 10). Este elemento é facilmente perdido por processos de lixiviação por ele ser muito solúvel em água e devido a haver poucos sítios de ligação específicos no material ainda não decomposto. O potássio não participa da estrutura dos compostos orgânicos e prevalece em formas solúveis, ocorrendo preferencialmente na fase líquida.

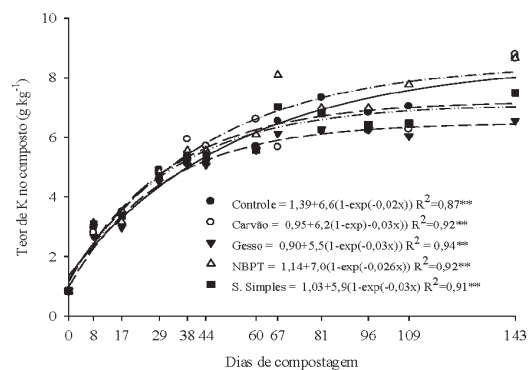


Figura 10. Teor de K ($g\ kg^{-1}$) do composto em razão de diferentes condicionadores em compostagem com dejetos suínos em leito de maravalha

A quantidade de N acumulada no composto em 143 dias de compostagem variou de 5,1 a 6,5 $kg\ leira^{-1}$ entre tratamentos (Tabela 2), sendo que estes valores foram inferiores a quantidade aplicada de 13,5 $kg\ leira^{-1}$ na forma de dejetos suínos (Tabela 1). Pode-se observar que nos tratamentos Controle e NBPT houve perda de 62% do N aplicado; já para os tratamentos Carvão, S. Simples as perdas foram de 55%; e o Gesso alcançou as menores perdas, com o valor de 51%. Para o K os valores de acúmulo se mostraram pouco inferiores, com valores de 3,8 a 3,9 $kg\ leira^{-1}$ em relação à quantidade total aplicada de 4,3 $kg\ leira^{-1}$, o que corresponde a perdas de 10% nos tratamentos. O P, devido a estar menos sujeito a processos de perdas, pelos sítios específicos de adsorção, teve acúmulo foi em torno de 3,9 a 7,0 $kg\ leira^{-1}$, com a quantidade aplicada de 4,0 $kg\ leira^{-1}$, sendo que nos tratamentos Controle, Carvão, Gesso e NBPT as perdas de P ou acréscimo no composto final foram insignificantes, enquanto que no tratamento com S. Simples houve acréscimo de 52% de P no composto final.

Tabela 1. Teor de nutrientes do dejetos suíno e quantidade aplicada de nutrientes em cada aplicação nos 143 dias de compostagem

Dias	N	P	K	Quantidade aplicada (m ³)	N	P	K
	----- g dm ⁻³ -----				----- Kg leira ⁻¹ -----		
1	4,10	1,29	0,74	0,30	1,23	0,40	0,22
8	3,76	1,12	0,99	0,40	1,50	0,44	0,40
17	3,60	1,09	1,05	0,40	1,44	0,44	0,42
24	3,34	1,06	1,28	0,25	0,84	0,27	0,32
29	3,40	0,94	1,39	0,25	0,85	0,24	0,35
38	2,80	0,84	1,22	0,20	0,58	0,17	0,24
54	3,60	1,00	1,18	0,20	0,72	0,20	0,24
58	3,84	0,91	1,40	0,25	0,96	0,23	0,35
60	4,10	1,22	1,23	0,25	1,02	0,31	0,31
81	4,45	1,42	1,48	0,25	1,11	0,36	0,37
89	4,22	1,26	1,21	0,20	0,80	0,26	0,24
100	2,96	0,91	0,86	0,20	0,59	0,18	0,17
143	5,00	1,62	1,72	0,25	1,25	0,40	0,43
maravalha	---	---	---	0,30	0,60	0,06	0,24
Soma				3,40	13,5	4,0	4,3

Tabela 2. Teor de nutrientes e quantidade total no composto final após 143 dias de compostagem com dejetos suíno com o uso de condicionadores. Valores expressos em base seca

Tratamento	Teor					Peso final do composto	Quantidade total				
	N	P	K	Zn	Cu		N	P	K	Zn	Cu
	----- g kg ⁻¹ -----				mg kg ⁻¹	--kg--	----- kg leira ⁻¹ -----				
Controle	20,5	15,6	15,6	2,1	318	253	5,1	3,9	3,9	0,53	0,08
Carvão	17,3	11,5	10,9	1,9	278	350	6,0	4,0	3,8	0,66	0,10
Gesso	17,8	11,2	10,2	1,8	283	365	6,5	4,1	3,8	0,66	0,10
NBPT	17,5	13,5	13,4	2,0	288	296	5,1	4,0	3,9	0,60	0,08
S. Simples	15,7	16,1	10,3	1,8	257	380	6,0	6,1	3,9	0,68	0,10

Recomendações técnicas

O uso de condicionadores reduz as perdas de nitrogênio total durante o processo de compostagem com dejetos suíno em leito de maravalha, sendo o gesso agrícola o de maior eficiência. As maiores concentrações de nitrogênio nos compostos com condicionadores é, principalmente, em razão a menor volatilização deste nutriente, com ênfase para gesso e super simples, os quais demonstraram redução de 38 e 43% do nitrogênio emitido na forma de amônia (N-NH₃).

Referência

MAPA. Assessoria de Gestão Estratégica. **Projeção do agronegócio 2009/2010 a 2019/2020**. Brasília, DF 2010. Disponível em: < http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/MAIS%20DESTAQUES/Proje%C3%A7%C3%B5es%20Agroneg%C3%B3cio%202009-2010%20a%202019-2020.pdf >. Acesso em: 10 nov. 2013.

CUNNIFF, P. (Ed.). **Official methods of analysis of AOAC International**. 16th.ed. Arlington: AOAC International, 1995. 684. v. 1.

MANUAL de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. 10 ed. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo - Núcleo Regional Sul - Comissão de Química e Fertilidade do Solo, 2004. 400 p.

- FUKUMOTO, Y.; OSADA, T.; HANAJIMA, P.; HAGA, K. Patterns and quantities of NH_3 , N_2O and CH_4 emissions during swine manure composting without forced aeration - effect of compost pile scale. **Biore-source Technology**, v. 89, p. 109-114, 2003.
- GUO, R.; LI, G.; JIANG, T.; SCHUCHARDT, F.; CHEN, T.; ZHAO, Y.; SHEN, Y. Effect of aeration rate, C/N ratio and moisture content on the stability and maturity of compost. **Biore-source Technology**, v. 112, p. 171-178, 2012.
- HIGARASHI, M. M.; SARDÁ, L. G.; MULLER, S.; OLIVEIRA, P. A. V. de; MATTEI, R. M.; COMIN, J. J. **Metodologia para medir a emissão de CH_4 , CO_2 e H_2S em compostagem de dejetos de suínos**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2010. 5 p. (Embrapa Suínos e Aves. Comunicado Técnico, 479)
- HUANG, G. F.; WU, Q. T.; WONG, J. W. C.; NAGAR, B. B. Transformation of organic matter during co-composting of pig manure with sawdust. **Biore-source technology**, v. 97, p. 1834-1842, 2006.
- KELLER, P. Proper degree of stability. In: **Biocycle: Guide to the art & science of composting**. Emmaus: J. G. Press, 1991. p. 178-180.
- KIEHL, E. J. **Manual de compostagem: maturação e qualidade do composto**. 4. ed. Piracicaba: E. J. Kiehl, 2004. 173 p.
- OLIVEIRA, P. A.; HIGARASHI, M. M.; NUNES, M. L. Emissão de gases, na suinocultura, que provocam efeito estufa, Sustentabilidade ambiental da suinocultura. In: SCOLARI, T. M. G. **Coletânea de artigos do ano 2003 da Embrapa Suínos e Aves**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2005. (Embrapa Suínos e Aves. Documentos, 95). p. 116-121.
- OLIVEIRA, P. P. A.; TRIVELIN, P. C. O.; ALVES, A. C.; LUZ, P. H. de C.; HERLING, V. R. **Métodos para avaliar as perdas de nitrogênio por volatilização da superfície do solo e por emissão de amônia pela folhagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu**. São Carlos, SP: Embrapa Pecuária Sudeste, 2008. 41 p. (Embrapa Pecuária Sudeste. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 16).
- 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**, v. 29, p. 6833-6842, 2005.
- RYCKEBOER, J.; MERGAERT, J.; VAES, K.; KLAMMER, S.; DE CLERCQ, D.; COOSEMANS, J.; INSAM, H.; SWINGS, J. A survey of bacteria and fungi occurring during composting and self-heating processes. **Annals of Microbiology**, n. 53, p. 349-410, 2003.
- SARDÁ, L.G.; HIGARASHI, M.M.; MULLER, S.; OLIVEIRA, P.A.V.; COMIN, J.J. Redução da emissão de CO_2 , CH_4 e H_2S através da compostagem de dejetos suínos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, p. 1008-1013, 2010.
- SEDIYAMA, M. A. N.; GARCIA, N. C. P.; VIDIGAL, S. M.; MATOS, A. T. de. Nutrientes em compostos orgânicos de resíduos vegetais e dejetos de suínos. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 57, p. 1-8, 2000.
- SINGH, B. R. Phosphorus Management in Low-Input Agricultural Systems. In: SIMS, J. T.; SHARPLEY, A. N. (Ed.). **Phosphorus: agriculture and the environment**. Madison, Wisconsin : American Society of Agronomy: Crop Science Society of America: Soil Science Society of America, 2005. p. 729-760.
- SZANTO, G. L.; HAMELERS, H. V. M.; RULKENS, W. H.; VEEKEN, A. H. M. NH_3 , N_2O and CH_4 emissions during passively aerated composting of straw-rich pig manure. **Biore-source Technology**, v. 98, p. 2659-2670, 2007.

**Comunicado
Técnico, 522**

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:

Embrapa Suínos e Aves

Endereço: BR 153, Km 110,
Distrito de Tamanduá, Caixa Postal 21,
89700-000, Concórdia, SC

Fone: 49 34410400

Fax: 49 34410497

E-mail: www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Ministério da
**Agricultura, Pecuária
e Abastecimento**



1ª edição

Versão Eletrônica: (2015)

**Comitê de
Publicações**

Presidente: *Marcelo Miele*

Membros: *Airton Kunz, Helenice Mazzuco, Monalisa L. Pereira, Nelson Morés e Rejane Schaefer*

Suplente: *Mônica C. Ledur e Rodrigo S. Nicoloso*

**Revisores
Técnicos**

Alexandre Matthiensen e Marcio Luis Busi da Silva

Coordenação editorial: *Tânia M.B. Celant*

Editoração eletrônica: *Vivian Fracasso*

Normalização bibliográfica: *Cláudia A. Arrieche*

Revisão gramatical: *Lucas S. Cardoso*

Expediente