

Avaliação do potencial agronômico de dois tipos de cama sobreposta de suínos

Assessment of the agronomic potential of two types of deep-bedding swine

Bruno Grossi Costa Homem^{*}
 Angelo Herbet Moreira Arcanjo^{**}
 Paulo César Santos Oliveira^{***}
 Onofre Barroca de Almeida Neto^{****}
 Aécio Granato da Trindade^{*****}
 Marcos Augusto dos Reis Nogueira^{*****}
 Iorrano Andrade Cidrini^{*****}

O objetivo deste trabalho foi avaliar duas camas sobrepostas de suíno com diferentes substratos, maravalha e bagaço de cana, por meio de análises para determinação de seu potencial agronômico como fertilizante, no decorrer de seis lotes com 40 animais. Cada baía alojou, durante 90 dias, os animais na fase de terminação. As amostras foram coletadas no momento da retirada de ambas as camas, depois de um ano de utilização. Os resultados mostraram que a cama de bagaço de cana apresentou maior concentração de minerais, devido à sua maior decomposição, enquanto que a cama com maravalha possuía maior concentração de carbono, provocando um aumento na relação entre carbono/nitrogênio, promovido por uma menor mineralização de sua matéria orgânica, pela presença em grande escala de material lignificante na madeira. A concentração média de nutrientes encontrada nas camas, a coloca como uma possível fonte de fertilizantes orgânicos para utilização em culturas.

The aim of this study was to assess two deep-bedding swine with different substrates, shavings woods and sugarcane bagasse through analyses of 6 lots with 40 animals to determine their agronomic potential as a fertilizer. Each pen housed the animals in the finishing phase for 90 days. Samples were collected at the time of removal of both beds, after 1 year of use. The results showed that the bed sugarcane bagasse presented a higher concentration of minerals due to their higher decomposition, while the bed with shaving woods had a higher concentration of carbon, causing an increase in the ratio of carbon/nitrogen, promoted by a lower mineralization of the organic matter due to the presence of large-scale lignificant material in the timber. The average concentration of nutrients found in the beds, makes it as a possible source of organic fertilizer for use on crops.

^{*} Graduando em Zootecnia pelo Instituto Federal Sudeste de Minas Gerais (IFMG, *campus* Rio Pomba) - Rio Pomba/MG - Brasil. E-mail: grossizoo@hotmail.com.

^{**} Graduando em Zootecnia pelo Instituto Federal Sudeste de Minas Gerais (IFMG, *campus* Rio Pomba) - Rio Pomba/MG - Brasil. E-mail: angelo.arcanjozoo@hotmail.com.

^{***} Graduando em Zootecnia pelo Instituto Federal Sudeste de Minas Gerais (IFMG, *campus* Rio Pomba) - Rio Pomba/MG - Brasil. E-mail: oliveira.pcs@hotmail.com.

^{****} Doutor em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Viçosa (UFV). Professor do Instituto Federal Sudeste de Minas Gerais (IFMG, *campus* Rio Pomba) - Rio Pomba/MG - Brasil. E-mail: onofre.neto@ifsudestemg.edu.br.

^{*****} Graduando em Zootecnia pelo Instituto Federal Sudeste de Minas Gerais (IFMG, *campus* Rio Pomba) - Rio Pomba/MG - Brasil. E-mail: aeciogrindade98@gmail.com.

^{*****} Graduando em Zootecnia pelo Instituto Federal Sudeste de Minas Gerais (IFMG, *campus* Rio Pomba) - Rio Pomba/MG - Brasil. E-mail: marnzoo@yahoo.com.br.

^{*****} Graduando em Zootecnia pelo Instituto Federal Sudeste de Minas Gerais (IFMG, *campus* Rio Pomba) - Rio Pomba/MG - Brasil. E-mail: iorranoandrade@gmail.com.

Palavras-chave: Bagaço de cana. *Keywords: Sugarcane bagasse. Compost. Shavings*
Compostagem. Maravalha. Minerais. *wood. Minerals.*

Introdução

No Brasil, o sistema de produção de suínos em cama sobreposta ainda é recente, bem difundido na região sul do país e vem se espalhando para as demais regiões. Esse sistema possui a característica de proporcionar maior conforto aos animais e diminuir o estresse no sistema de produção intensivo, já que os suínos tendem a expressar seu comportamento de fuçar e espojar no material orgânico usado para formar a cama. Outra vantagem refere-se aos baixos custos de implementação e operacionalização do sistema, o que diminui a necessidade de estruturas de processos complementares de tratamento, como lagoas de tratamento de dejetos, que necessita de área para implementação do sistema e apresenta altas taxas de remoção de matéria orgânica e nutrientes. Contudo, no sistema de cama sobreposta, a estabilização do dejetos já se inicia na própria cama e é acelerada pelo revolvimento dela pelos animais (KUNZ et al., 2005).

Além disso, a criação de suínos em cama sobreposta faz parte da agricultura de baixo carbono, pois a maior parte das emissões de gases do efeito estufa é associada à produção dos mesmos, onde há liberação de CH_4 das lagoas de efluentes e liberação de NO_2 com a aplicação seguinte desse resíduo no solo (LEUTHI et al., 2009).

Nesse contexto, com o objetivo de reduzir os impactos ambientais da produção de suínos e maximizar a produção, o sistema de cama sobreposta tem atraído o interesse do setor produtivo, devido ao seu princípio de substituir o piso convencional por um leito de cerca de 0,50 m de espessura, que consiste em materiais ricos em carbono, o qual realiza uma dupla função, de piso e digestor de estrume, pois os mesmos são retidos, armazenados, estabilizados e tratados dentro do edifício onde se encontra o animal, através do processo de compostagem, proporcionando redução de custos em instalações, melhorando o bem-estar dos animais e causando menor impacto ao meio ambiente (CORRÊA et al., 2009; CORRÊA et al., 2008; COSTA et al., 2008).

Enquanto o dejetos líquido apresenta menos de 10% da massa seca, a cama sobreposta apresenta cerca de 40% dessa massa (BARTELS, 2001; WANG et al., 2004). À medida que a massa seca do conteúdo do estrume é aumentada, existe também um aumento da concentração de nutrientes, tornando-o mais valioso do ponto de vista agrônomo (HONEYMAN, 2005).

A característica química, física e biológica dos fertilizantes orgânicos utilizados na agricultura depende muito da natureza dos resíduos e do processamento a que estes foram submetidos (SÁNCHEZ; RUZ, 2011). O processo de compostagem das camas depende muito da categoria animal, já que os suínos na fase de terminação possuem maior capacidade de revolver as camas, proporcionando uma aeração mais eficiente e,

portanto, realizando o processo de compostagem de forma correta. Já para a fase de creche dos animais, ocorre uma menor aeração da cama sobreposta devido à pouca capacidade dos leitões de movimentarem o substrato; outro fator que também influencia a qualidade do composto é a composição da ração, a densidade e a excreção diferenciada de acordo com a idade dos animais (HIGARASHI et al., 2008).

Os adubos orgânicos apresentam concentrações e taxas de liberação de nutrientes no solo muito variáveis e, para cama sobreposta de suíno, ainda não se dispõe dos índices de disponibilidade dos principais nutrientes, como o nitrogênio, o fósforo e o potássio (HENTZ et al., 2008). Essas concentrações vão sempre variar na cama sobreposta, pois dependerão do material orgânico usado, da densidade de animais por metro quadrado, da idade dos animais e da formulação da ração entre outros fatores.

A disposição da cama sobreposta de suíno no solo proporcionará aumentos na matéria orgânica, causando melhorias nas condições para os microrganismos presentes na rizosfera e no espaço intrarradicular das plantas, promovendo a simbiose entre os fungos micorrízicos, que produzem hifas intra e extrarradiculares, capazes de absorver elementos minerais do solo, como o P, e transportá-los ao ambiente radicular, onde serão absorvidos (BERBARA et al., 2006). Campos et al. (2012) observaram efeito positivo da adubação nitrogenada sob a forma de cama sobreposta de suíno em leito profundo de um Neossolo Quartzarênico. Os autores observaram melhorias das propriedades físicas e química do solo, observando aumentos nos níveis de fósforo e potássio, na soma de bases, na CTC do solo e na percentagem de saturação por bases.

O uso de cama sobreposta de suínos como fonte única de nutrientes pode ser recomendada, desde que se façam análises da mesma, sendo possível fonte suplementar de nitrogênio, fósforo, potássio, enxofre e zinco, uma vez que é rica nesses elementos. Por outro lado, espera-se uma decomposição tardia e, portanto, uma liberação de forma mais lenta desses nutrientes para a planta em relação à adubação com adubo químico (NAKANO NETO; MELLO, 2010).

O monitoramento da concentração dos elementos supracitados durante a utilização das camas pode servir como balizamento para avaliar o potencial desse substrato como composto orgânico, considerando-se a legislação vigente no Brasil (HIGARASHI et al., 2008).

Diante disso, o objetivo deste trabalho foi avaliar duas camas sobrepostas de suíno com diferentes substratos, maravalha e bagaço de cana, por meio de análises para determinação de seu uso potencial como fertilizante.

Material e métodos

O trabalho foi realizado na Granja de Suínos do Departamento de Zootecnia do IF Sudeste MG – *campus* Rio Pomba, localizada no município de Rio Pomba-MG, em

uma unidade de produção de suínos em cama sobreposta de dimensões 8 x 7 m, com pé-direito de 4 m. O galpão possui 8 baias, que foram divididas em duas partes, quatro foram preenchidas com 0,5 m de profundidade de maravalha e as outras quatro foram preenchidas com bagaço de cana. Cada baía possuía uma área de 9 m² de concreto e o restante (47 m²) era composto pela cama.

Esse experimento foi montado em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições, tendo a baía como unidade experimental. Os tratamentos consistiam em duas camas sobrepostas utilizadas (maravalha e bagaço de cana), coletadas em quatro baias cada.

Foram alojados, sucessivamente, seis lotes de 40 animais/baía na fase de terminação em cada baía, após os 90 dias de idade (50% machos castrados e 50% fêmeas), o que corresponde a aproximadamente um ano de uso das camas. Os animais permaneciam nas baias por 60 dias, até serem destinados ao abate.

A área de piso compacto consiste de uma faixa de 1,50 m construída junto a uma das laterais do galpão, local no qual foram instalados os bebedouros e comedouros.

Os materiais utilizados como cama sobreposta (maravalha e bagaço de cana) foram mantidos nas baias por um ano. A cada saída de um lote, as camas recebiam uma nova camada para facilitar o acesso dos animais aos cochos de alimentação.

As amostras de cama de maravalha e de bagaço de cana foram coletadas ao final de um ano de utilização das mesmas, quando se retirava todo o material para confecção de uma nova cama. Utilizamos a metodologia normatizada para amostragem de solo de áreas contaminadas com distribuição sistemática dos pontos (CETESB, 1999). As subamostras de cada baía foram coletadas em 10 pontos para se obter uma amostra composta representativa de cada cama; as coletas foram superficiais, visto que as camas já haviam sido revolvidas.

As amostras foram encaminhadas ao Laboratório de Química e Meio Ambiente do IF SUDESTE MG, *campus* Rio Pomba, para realização do processamento e análises de acordo com metodologias oficiais (AOAC, 1984; APHA/AWWA/WEF, 2005).

Os parâmetros avaliados foram os macronutrientes: Nitrogênio Total Kjeldahl (NTK = N-orgânico + N-amoniaco), Nitrogênio Amoniacal (N-NH₃), Fósforo Total (P-Total), Potássio (K⁺), Sódio (Na⁺), Cálcio (Ca²⁺) e Magnésio (Mg²⁺). Também foram quantificados os teores de Carbono Orgânico (CO), Matéria Orgânica (MO), Relação carbono/nitrogênio (C/N), Condutividade elétrica (CE), pH em água e em Cloreto de Cálcio (pH_{H₂O} e pH_{CaCl₂}).

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e as variáveis que se mostraram significativas foram submetidas ao teste Tukey no nível de 5% de probabilidade, por intermédio do programa SISVAR 5.3 (FERREIRA, 2011).

Resultados e discussão

A Tabela 1 mostra os resultados das análises físico-químicas das camas sobrepostas após a criação de seis lotes consecutivos de animais em terminação.

De acordo com os resultados da Tabela 1, verificamos que o pH em água e em cloreto de cálcio apresentou diferença significativa ($P < 0,05$), apresentando valores maiores para a C/B. Campos et al. (2012) avaliando o efeito da fertilização nitrogenada na forma de cama sobreposta de suíno nas propriedades de um Neossolo Quartzarênico, encontraram valores de pH_{H_2O} parecidos com este experimento, por volta de 7,20. Já Giacomini et al. (2013), avaliando a emissão de dióxido de carbono do solo com a aplicação de C/M, encontraram valores de pH da cama acima do encontrado neste trabalho, obtendo um valor médio de 9,10.

Para o parâmetro pH_{CaCl_2} , Hentz et al. (2008), avaliando o uso de cama sobreposta de suíno em pastagem natural, observaram menores valores para o mesmo, encontrando valores de 8,30 e 8,80 para cama sobreposta com casca de arroz e com maravalha, respectivamente.

Tabela 1. Resultados dos parâmetros físico-químicos avaliados de duas camas sobrepostas de suínos em terminação com fontes de substratos diferentes

Tipo de Cama	pH H ₂ O	pH CaCl ₂	CE ⁽⁵⁾ ds.m ⁻¹	N-Total %	N-NH ₃ mg.kg ⁻¹	MO ⁽⁶⁾ %
C/B ⁽¹⁾	8,81a	11,04a	16,47a	3,74a	268,33a	25,85b
C/M ⁽²⁾	6,84b	9,32b	9,89b	2,22b	210,02b	38,19a
Média	7,82	10,18	13,18	2,98	239,17	32,02
CV(%) ⁽³⁾	0,39	0,08	0,09	8,96	3,45	5,74
EPM ⁽⁴⁾	0,018	0,005	0,007	0,15	4,76	1,06

Tipo de Cama	CO ⁽⁷⁾ %	C/N ⁽⁸⁾	P-Total	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺
				g.kg ⁻¹			
C/B	14,99b	4,03b	1,02	18,47a	5,35	0,23b	1,31a
C/M	22,15a	9,97a	1,02	11,53b	4,55	0,50a	0,89b
Média	18,57	7,00	1,02	15,00	4,95	0,37	1,10
CV(%)	5,76	8,02	1,84	11,16	14,07	14,60	6,76
EPM	0,62	0,32	0,01	0,97	0,40	0,03	0,04

⁽¹⁾Cama Sobreposta com Bagaço; ⁽²⁾Cama Sobreposta com Maravalha; ⁽³⁾Coefficiente de Variação; ⁽⁴⁾Erro Padrão da Média; ⁽⁵⁾Conductividade Elétrica; ⁽⁶⁾Matéria Orgânica; ⁽⁷⁾Carbono Orgânico; ⁽⁸⁾Relação Carbono/Nitrogênio. Médias seguidas por letra minúscula diferente na coluna apresentaram diferença estatística pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Mesmo o bagaço sendo considerado um composto com altos teores de parede celular, baixa densidade energética e pobre em proteína e minerais (PIRES et al., 2004), sua CE apresentou valores superiores ao encontrado para a C/M ($P < 0,05$). Uma das explicações seria o maior revolvimento da cama pelos animais, o que propicia uma maior taxa de decomposição da matéria orgânica e promove uma maior mineralização dos minerais, aumentando-se a CE da mesma. Campos et al. (2012) encontraram

maior valor para a CE em C/M, obtendo um valor de 25.90 ds.m⁻¹, devido à maior carga animal nas baías e ao tempo de permanência dessa cama no recinto.

A diferença encontrada entre os valores de N-Total e N-NH₃ nas camas (P<0,05), se deve ao fato de o substrato bagaço ser proveniente da cana-de-açúcar, alimento que possui maior quantidade de nitrogênio complexado à parede celular, não extraído durante o processo de moagem para obtenção de bagaço. O valor de nitrogênio insolúvel em detergente neutro na cana-de-açúcar está em torno de 26,66% em relação ao N-Total (VALADARES FILHO et al., 2013).

Giacomini & Aita (2008ab) encontraram valores para N-Total 10,6 g.kg⁻¹, N-NH₃ 1,12 g.kg⁻¹ ao avaliar cama sobreposta de palha de aveia. Ao comparar a potencialidade de fertilização do nitrogênio da cama sobreposta e dejetos líquidos sobre a cultura de milho para produção de grãos, o mesmo autor observou baixo potencial fertilizante da cama sobreposta. O autor destaca que a qualidade da cama sobreposta pode ser interferida pelo substrato utilizado e manejo com os animais e reposição da cama.

Brito et al. (2008), avaliando a transformação do nitrogênio durante a compostagem da fração sólida do chorume bovino, verificou, que no final da compostagem, o teor de N total no composto foi, em todas as pilhas, muito superior ao teor de N da maioria dos compostos comerciais produzidos em climas quentes (15 g.kg⁻¹). Porém, o mesmo autor cita ainda que o revolvimento das pilhas de compostagem pode servir para fornecer O₂ para o processo de decomposição, mas, se realizado com frequência, pode aumentar as emissões de NH₃ e reduzir o valor agrônomico do produto final, por diminuir o teor de nitrogênio. Resultados semelhantes foram encontrados por Hao & Chang (2001); Peigné & Girardin (2004), que observaram perdas de nitrogênio com o aumento da intensidade de revolvimento das pilhas de compostagem.

Giacomini & Aita (2008ab) citam que, além dos resíduos sólidos, resultantes da decomposição da cama sobreposta apresentarem maior teor de matéria seca do que os dejetos manejados na forma líquida, eles caracterizam-se pela maior proporção de nitrogênio na forma orgânica. Caso a mineralização desse nitrogênio orgânico ocorra de forma gradual e em sincronia com a demanda em nitrogênio pelas culturas, a sua eficiência como fonte de nitrogênio às plantas será maior do que aquela proporcionada pelos dejetos líquidos.

Para os minerais P-Total, K⁺, Na⁺, Ca²⁺ e Mg²⁺, observamos que somente o P-Total e o Na⁺ não apresentaram diferença significativa (P>0,05), porém os demais nutrientes apresentaram diferença (P<0,05). Como havíamos salientado anteriormente, a C/B apresentou maior CE, fato corroborado com a concentração dos minerais presentes na mesma, que se apresentaram em concentrações maiores do que na C/M.

Hentz et al. (2008), em trabalho semelhante, avaliaram dois tipos de substrato utilizados como cama sobreposta, palha de arroz e maravalha. A palha de arroz apresentou 0,61% N-Total, 0,6% P₂O₅, 0,58% K₂O, 0,72% Ca²⁺ e 0,21% Mg²⁺ e a maravalha 0,80% N-Total, 0,87% P₂O₅, 1,09% K₂O, 0,41% Ca²⁺ e 0,08% Mg²⁺.

O autor conclui que o tipo de cama sobreposta de suínos influencia na eficiência como fertilizante.

Campos et al. (2012), ao testar a cama sobreposta de casca de arroz em Neossolo Quarterzarênico, observaram os resultados positivos da adubação nitrogenada na forma de cama sobreposta na melhoria dos atributos físico-químicos do solo, constatando aumento nos teores de potássio e na saturação por bases. Essa cama sobreposta apresentou 1.169,00 mg.kg⁻¹ de N-NH₃, 10,70 g.kg⁻¹ de P-total, 11,50 g.kg⁻¹ de K⁺, 3,00 g.kg⁻¹ de Na⁺, 18,80 g.kg⁻¹ de Ca²⁺ e 5,50 g.kg⁻¹ de Mg²⁺.

Dessa forma, a variação da carga de nutrientes na cama sobreposta de suínos ou em resíduos de compostagem é dependente de vários fatores; entre eles, destacam-se a carga animal presente na baía, a idade dos animais, alimentação utilizada, nível de revolvimento da cama, tempo de permanência, entre outros.

Alguns autores relataram variações de nutrientes em pilhas de compostagem. Amorim et al. (2004), quando conduziram leiras de compostagem a partir dos dejetos de caprinos, notaram redução nos teores de nutrientes do composto em relação ao material inicial. As maiores reduções encontradas foram nas concentrações de P, Ca²⁺ e Na⁺ (59,3; 54,6 e 57,8%, respectivamente), em leiras conduzidas durante o verão, com relação às demais estações. Os autores associaram esse comportamento com a formação de chorume no período inicial de compostagem.

Já Eghball (1997) avaliou as perdas ocorridas durante o processo de compostagem, utilizando-se como substrato o esterco bovino. O material permaneceu enleirado por 45 dias e, ao final desse período, apresentou perdas de 42,5; 0,8; 15,8; 15,5; 1,6 e 1,9% para N, P, K⁺, Na⁺, Ca²⁺ e Mg²⁺, respectivamente, e redução de massa de 20,4%.

Para os parâmetros MO, CO e relação C/N, observa-se que a C/M apresentou maiores valores em relação a C/B (P<0,05), fato devido ao maior teor de carbono na maravalha em relação ao bagaço de cana. Além disso, a taxa de decomposição do bagaço é mais acelerada, pela menor concentração de compostos lignificantes, o que propicia maior taxa de mineralização da matéria orgânica pelos microrganismos no processo de compostagem. Os resultados de Hentz et al. (2008), em que os autores verificaram que a cama de suíno com maravalha apresentou maior teor de CO do que a cama com palha de arroz, obtendo valores de 25,46% e 19,30% , respectivamente, corroboram os resultados deste experimento.

A relação C/N obtida para a C/M se encontra próxima ao valor ideal proposto por Gorgati (2001), que foi de 10:1. Já para a C/B, o valor encontrado abaixo do recomendado pode ser associado à alta decomposição da matéria orgânica, por ser um substrato mais facilmente degradável.

Essas diferenças, provavelmente, podem ser atribuídas à qualidade dos substratos e, conseqüentemente, à facilidade de degradação, visto que a relação tida como ideal foi estabelecida com base na hierarquia básica de decomposição, preconizada por Kiehl (1985), juntamente com diversos resultados encontrados em experimentos de

compostagem, conduzidos, na maioria das vezes, com substratos contendo fontes vegetais (palhadas e/ou restos de culturas) (ORRICO JÚNIOR et al., 2009).

Todavia, é importante considerar que os materiais orgânicos comumente utilizados para criação dos suínos no sistema de cama sobreposta caracterizam-se pela elevada relação C/N, a qual é considerada um dos principais atributos determinantes da dinâmica do nitrogênio no solo. Assim, é importante conhecer a mineralização líquida de N no solo após aplicação do composto orgânico resultante da mistura entre dejetos de suínos (baixa C/N) e materiais orgânicos empregados na cama (alta C/N). Isso porque o sincronismo entre a liberação de N da cama sobreposta e a demanda em N pelas plantas é fundamental, tanto do ponto de vista de produtividade como da redução do risco de contaminação ambiental via volatilização de amônia, lixiviação de nitrato e emissão de N_2O (GIACOMINI; AITA, 2008ab).

Com relação à cama sobreposta, ainda são escassas as informações, tanto na literatura internacional (O'SHEA, 2000; LOECKE et al., 2004) como na brasileira (ARNS, 2004), sobre o uso desse material orgânico como fertilizante. A maioria dos estudos envolve principalmente as transformações do C e do N na cama, durante a criação dos suínos. Nas condições do Sul do Brasil, onde o uso da cama sobreposta está sendo mais difundido e o sistema de plantio direto já é prática consolidada, é necessário avaliar a dinâmica de nutrientes no solo, sobretudo do N, e o potencial fertilizante do material orgânico resultante dessa nova modalidade de criação dos animais (GIACOMINI; AITA, 2008ab).

Conclusões

A cama sobreposta de suínos é uma alternativa de fonte de adubos orgânicos, sendo o tipo de substrato um fator que influencia na eficiência da mesma como fertilizante.

A cama sobreposta com bagaço de cana apresentou maiores teores de minerais em relação à de maravalha, pela maior decomposição e mineralização de sua matéria orgânica.

A cama com maravalha apresentou valor ideal de relação C/N, porém a de bagaço obteve valor abaixo do recomendado, devido à alta decomposição de seu substrato.

Referências

AMORIM, A.C.; LUCAS JÚNIOR, J.; RESENDE, K.T. Biodigestão anaeróbia de dejetos de caprinos obtidos nas diferentes estações do ano. *Engenharia Agrícola*, v.24, n.1, p.16-24, 2004.

AOAC. Association of Official Analytical Chemists International (Washington, EUA). *Official Methods of Analysis*. 14 ed. Washington, DC: Arlington. 1984. p. 1.141.

APHA/AWWA/WEF. *Standard methods for the examination of water and wastewater*.

- 19 ed. Washington, D.C.: American Public Health Association, 1995. 1.368p.
- ARNS, A.P. *Eficiência fertilizante da cama sobreposta de suíno*. 2004. 99p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2004.
- BARTELS, H. Criação de suíno sobre cama. *Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável*, v.2, n.2, p.27-29, 2001.
- BERBARA, R. L. L.; SOUZA, F. A.; FONSECA, H. M. A. C. Fungos micorrízicos arbusculares: muito além da nutrição. In: FERNANDES, M. S. *Nutrição Mineral de Plantas*. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. Cap. 3, p. 53-88.
- BRITO, L.M.; AMARO, A.L.; MOURÃO, I.; COUTINHO, J. Transformação da matéria orgânica e do nitrogênio durante a compostagem da fração sólida do chorume bovino. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.32, n.5, p.1959-1968, 2008.
- CAMPOS, A. T.; VELOSO, A. V.; SILVA, E. B.; YANAGI JUNIOR, T.; KLOSOWSKI, E. S. Nitrogen fertilization by deep-bedding swine production and its effects on the properties of a quartzarenicneosol. *Engenharia Agrícola*, v.32, n.4, p.756-764, 2012.
- CETESB. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Metodologia 6300 – Amostragem do solo. In: *Projeto CETESB-GTZ*. 1999.
- CORRÊA, E.K.; BIANCHI, I.; PERONDI, A.; SANTOS, J.R.G.; CORRÊA, M.N.; CASTILHOS, D.D.; GIL-TURNES, C.; LUCIA JÚNIOR, T. Chemical and microbiological characteristics of rice husk bedding having distinct depths and used for growing-finishing swine. *Bioresource Technology*, v.100, n.21, p.5318-5322, 2009.
- CORRÊA, E.K.; LUCIA JÚNIOR, T.; GIL-TURNES, C.; CORRÊA, M.N.; BIANCHI, I.; COREZZOLLA, J.L.; ULGUIM, R.R. Efeito de diferentes profundidades de cama sobre parâmetros ambientais para suínos em crescimento e terminação. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.12, n.5, 2008.
- COSTA, O.A.D.; AMARAL, A.L.; LUDKE, J.V.; COLDEBELLA, A.; FIGUEIREDO, E.A.P. Desempenho, características de carcaça, qualidade da carne e condição sanitária de suínos criados nas fases de crescimento e terminação nos sistemas confinado convencional e de cama sobreposta. *Ciência Rural*, v.38, n.8, p.2307-2313, 2008.
- EGHBALL, B. Nutrient, Carbon and mass loss during composting of beef cattle feedlot manure. *Journal Environmental Quality*, v.26, n.1, p.189-193, 1997.
- FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, v.35, n.6, p. 1039-1042, 2011.
- GIACOMINI, S.J.; AITA, C.; PUJOL, S.B.; MIOLA, E.C.C. Transformações do nitrogênio no solo após adição de dejetos líquidos e cama sobreposta de suínos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.48, n.2, p.211-219, fev. 2013.
- GIACOMINI, S. J.; AITA, C. Cama sobreposta e dejetos líquidos de suínos como fonte de nitrogênio ao milho. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.32, n. 1, p.195-205, 2008a.

GIACOMINI, S. J.; AITA, C. Emissão de dióxido de carbono após aplicação de dejetos líquidos e cama sobreposta de suínos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.43, n.1, p.107-114, 2008b.

GORGATI, C.Q. *Resíduos sólidos urbanos em área de proteção aos mananciais município de São Lourenço da Serra – SP: compostagem e impacto ambiental*. 2001. 74 f. Tese. (Doutorado em Energia na Agricultura) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2001.

HAO, X.; CHANG, C. Gaseous NO, NO₂, and NH₃ loss during cattle feedlot manure composting. *Phyton-Annales Rei Botanicae*, v.41. p. 81-93, 2001.

HENTZ, P.; SCHEFFER-BASSO, S. M.; ESCOSTEGUY, P. A. V.; FONTANELI, R. S. Utilização de cama sobreposta de suínos e sobressemeadura de leguminosas para aumento da produção e qualidade de pastagem natural. *Revista Brasileira Zootecnia*, v.37, n.7, p.1537-1545, 2008.

HIGARASHI, M. M.; COLDEBELLA, A.; OLIVEIRA, P. A. V.; KUNZ, A.; MATTEI, R. M.; SILVA, V. S.; AMARAL, A. L. 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.

HONEYMAN, M.S. Extensive bedded indoor and outdoor pig production systems in USA: current trends and effects on animal care and product quality. *Livestock Production Science*, v.94, n.6, p.15-24, 2005.

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

KUNZ, A.; HIGARASHI, M. M.; OLIVEIRA, P. A. Tecnologias de manejo e tratamento de dejetos de suínos estudadas no Brasil. *Cadernos de Ciência & Tecnologia*, v. 22, n. 3, p. 651-665, 2005.

LEUTHI, J.; PLOWMAN, K.; CAMERON, O.; LOVETT, S.; FLOR, T. *The Australian pork industry: Understanding climate change impacts*. Canberra: Australia Government/Land & Water Australia, p. 14, 2009. Disponível em: <<http://lwa.gov.au/files/products/climate-change-research-strategy-primary-industrie/pn30196/australian-pork-industry-understanding-climate-cha.pdf>>. Acesso em: 22 mar. 2014.

LOECKE, T.D.; LIEBMAN, M.; CAMBARDELLA, C.A.; RICHARD, T.L. Corn response to composting and time of application of solid swine manure. *Agronomy Journal*, v.96, p. 214-223, 2004.

NAKANO NETO, M.; MELLO, S. P. Produção de silagens de milho (*Zea mays* L.) com diferentes adubações. *Nucleus*, v.7, n.2, p. 155-164, 2010.

ORRICO JÚNIOR, M.A.P.; ORRICO, A.C.A.; LUCAS JÚNIOR, J. Compostagem da fração sólida da água residuária de suinocultura. *Engenharia Agrícola*, v.29, n.3, p.483-491, jul./set. 2009.

O'SHEA, J. *Agronomic value for broad acre crops of deep litter from pig sheds. Final Report Project number BMI 13/1228*, Austrália, 2000. Disponível em: <www.apl.au.com>. Acesso em: 15 mar.2014.

PEIGNÉ, J.; GIRARDIN, P. Environmental impacts on farm scale composting practices. *Water, Air Soil Pollution*, v.153, p.45- 68, 2004.

SÁNCHEZ, S.; RUZ, M. H. F. Alternativas de manejo de la fertilidad del suelo en ecosistemas agropecuarios. *Pastos y Forrajes*, v. 34, n.4, p. 75-392, 2011.

VALADARES FILHO, S.C., MACHADO, P.A.S., CHIZZOTTI, M.L. et al. *CQBAL 3.0. Tabelas Brasileiras de Composição de Alimentos para Bovinos*. Disponível em www.ufv.br/cqbal. Acesso em 22 mar.2014.

WANG, P.; CHANGA, C.M.; WATSON, M.E.; DICK, W.A.; CHEN, Y.; HOITINK, H.A.J. Maturity indices for composted dairy and pig manures. *Soil Biology & Biochemistry*, v.36, n.5, p.767-776, 2004.

Artigo recebido em: 3 set. 2014

Aceito para publicação em: 23 abr. 2015