

Eficiência do SISCODE e da aeração passiva no tratamento de resíduos da produção animal no município de Capão do Leão/RS

Efficiency of SISCODE and passive aeration for treating residues of animal production in Capão do Leão City – Rio Grande do Sul State

Beatriz Simões Valente

Médica Veterinária. Mestre em Produção Animal. Doutoranda do Programa de Pós-graduação em Zootecnia (PPGZ) da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel (FAEM/UFPEL). Coordenadora do Núcleo de Estudos em Meio Ambiente (NEMA – Pelotas)

Eduardo Gonçalves Xavier

Engenheiro Agrônomo. PhD em *Animal Sciences*. Professor Adjunto do Departamento de Zootecnia (DZ) da FAEM/UFPEL

Priscila de Oliveira Moraes

Aluna do curso de Agronomia. Bolsista pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS)

Naiana Einhardt Manzke

Médica Veterinária. Mestranda do PPGZ da FAEM/UFPEL

Victor Fernando Büttow Roll

Engenheiro Agrônomo. Doutor em Produção animal. Professor adjunto do DZ da FAEM/UFPEL

Resumo

O objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência do sistema de compostagem de dejetos e da aeração passiva no tratamento de resíduos da produção animal no município de Capão do Leão, no Rio Grande do Sul. Utilizou-se uma estrutura coberta com filme de polietileno de baixa densidade e aberta nas laterais, que recebeu seis caixas de plástico reforçado com fibra de vidro. O estudo foi realizado com dois tratamentos, os quais foram constituídos pela mistura de dejetos líquidos de bovinos leiteiros e maravalha, e de bovinos leiteiros e cama de aviário de dois lotes de frangos de corte. O SISCODE é eficiente na transformação dos resíduos líquidos em sólidos da produção animal, já que a alta umidade relativa e a baixa temperatura ambiente no município não afetam tal sistema de tratamento. A aeração passiva não é eficiente na evaporação do excedente de água e na oxigenação dos substratos compostados, não devendo ser utilizada na compostagem da mistura de resíduos líquidos e sólidos da produção animal.

Palavras-chave: bovinocultura; cama de aviário; dejetos líquidos; sustentabilidade ambiental.

Abstract

A trial was conducted to evaluate the efficiency of composting of residues system and passive aeration for treating animal residues in Capão do Leão, in Rio Grande do Sul, Brazil. A low-density polythene film covered up a laterally opened structure was used. Such structure was to protect six plastic and glass fiber boxes. The study was carried out with two treatments, which were constituted by a mixture of liquid bovine residues and wood shaving; and a mixture of liquid bovine residues and poultry litter. SISCODE is efficient for transformation of the liquid in solid residues, given that local high-relative humidity and the low environmental temperature do not affect such residues treatment system. Passive aeration is not efficient for both evaporating excess of water and oxygenating composting substrates. Therefore, it should not be used for composting a mixture of liquid and solid residues from animal production.

Keywords: dairy production; poultry litter; liquid residue; environmental sustainability.

Introdução

Os crescimentos, populacional e econômico, geraram uma alta demanda por alimentos, o que fez com que diferentes sistemas zootécnicos aumentassem sua produção, a fim de suprir o grande consumo por parte da população. Desta forma, o confinamento de animais surgiu como uma alternativa para o aumento da produtividade (PERISSINOTO *et al.*, 2009), permitindo assim uma maior produção em pequena área. Por outro lado, sistemas com alta densidade animal produzem problemas sanitários e ambientais (HERRERO *et al.*, 2000), em decorrência do aumento da produção de resíduos, pois sua taxa de geração é muito maior do que a de degradação. Conforme Díaz-Zorita e Barraco (2002), o manejo dos resíduos orgânicos líquidos ou sólidos é determinante para reduzir a dispersão dos patógenos, a eutrofização das águas superficiais, a contaminação por nitratos da água do solo e o potencial dos impactos por antibióticos e desinfetantes sobre a comunidade microbiana do solo.

Neste sentido, vários métodos de tratamento e disposição de resíduos orgânicos foram e têm sido pesquisados em todo o mundo, destacando-se o sistema de compostagem de dejetos (SISCODE). Neste, a transformação de dejetos líquidos em sólidos é realizada em duas etapas. A primeira etapa caracteriza-se por uma sequência de tanques em alvenaria de 1 m de profundidade, comprimento e largura variáveis, nos quais o material celulósico que será impregnado por 2.000 L de dejetos para cada m³ de substrato é depositado, são divididos em quatro aplicações com intervalo de 15 dias. Decorridos 60 dias, o material sólido é compostado em leiras por mais 60 dias. Esta técnica foi desenvolvida como um método alternativo de manejo dos dejetos oriundos desta atividade e visa modificar as características químicas e físicas dos dejetos, originando um produto final de alto valor econômico (STRAPAZZON, 2008).

O SISCODE é muito utilizado nas propriedades suínolas, que estão localizadas na região Oeste do Estado de Santa Catarina. Nesta região, a temperatura elevada e a baixa umidade ambiente favorecem sensivelmente a evaporação da água contida nos dejetos líquidos (PEREIRA NETO, 2007). Segundo Dai Prá *et al.* (2009), este sistema de tratamento tem a finalidade de reduzir o teor de umidade dos dejetos, por meio da evaporação do excedente de água, que é proporcionado pela cobertura transparente e pelo revolvimento mecânico semanal. Os autores ressaltam ainda que os dejetos são impregnados em substratos constituídos por material rico em carbono, desempenhando dupla função: absorção e digestão dos resíduos. Estudos conduzidos por Mazé *et al.* (1996) demonstraram a viabilidade do uso do SISCODE para o tratamento de dejetos líquidos dos suínos. Os resultados observados demonstraram que é possível atingir uma absorção entre 8 e 14 L de dejetos líquidos para cada kg de maravalha e palha, respectivamente.

Por outro lado, Sartaj *et al.* (1997) afirmam que a aeração passiva promove maior taxa de compostagem em relação à ativa, além de não

sofrer efeitos negativos em decorrência do resfriamento da massa em compostagem e perdas de nitrogênio, típicos do revolvimento para aeração ativa. No entanto, Zhu *et al.* (2004) avaliaram a influência de três sistemas de aeração (ativa, passiva e natural) nas características físico-químicas de compostagem da mistura de dejetos sólidos de suínos e casca de arroz. Os resultados indicaram que, para a variável temperatura, houve um aumento significativo, quando se utilizou a aeração forçada. Para as demais características, como pH, C, N, relação C/N e a matéria orgânica, não houve diferença significativa entre os três sistemas.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência do SISCODE e da aeração passiva no tratamento de resíduos da produção animal, no município de Capão do Leão, no Rio Grande do Sul.

Material e Métodos

O trabalho foi realizado entre outubro e novembro de 2007, no Laboratório de Ensino e Experimentação Zootécnica Professor Doutor Renato Rodrigues Peixoto (LEEZO), do Departamento de Zootecnia (DZ) da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel (FAEM) na Universidade Federal de Pelotas (UFPEL), localizado no município de Capão do Leão. O município está a 31°52'00" Sul e 52°21'24" Oeste, a uma altitude de 13,4 m. O clima, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Cfa, com precipitação pluviométrica anual média de 1.280 mm e umidade relativa do ar média de 78,8% (MORENO, 1961 *apud* SOUZA *et al.*, 2009).

Utilizou-se uma estrutura nas dimensões de 12 m de comprimento, 2 m de largura e 1,80 m de altura, coberta com filme de polietileno de baixa densidade (PEBD) de 150 µm de espessura e aberta nas laterais, a qual comportou seis caixas de plástico reforçado com fibra de vidro, a qual comportou seis caixas de plástico reforçado com fibra de vidro, a qual comportou seis caixas de plástico reforçado com fibra de vidro, a qual comportou seis caixas de plástico reforçado com fibra de vidro, com capacidade de 1.000 L cada uma, nas dimensões de 1,13 m de base, 0,93 m de altura e 1,32 m de diâmetro (Figura 1). Esta estrutura teve a finalidade de proteger os substratos contra as chuvas que pudessem ocorrer durante o período experimental e proporcionar maior penetração dos raios solares, favorecendo a evaporação do excedente de água e promovendo a compostagem da mistura dos resíduos orgânicos.

O delineamento experimental utilizado foi o completamente casualizado, com dois tratamentos, que foram constituídos pela mistura de dejetos líquidos de bovinos leiteiros e maravalha (T1) e dejetos líquidos de bovinos leiteiros e cama de aviário de dois lotes de frangos de corte (T2), cada um com três repetições. A análise de variância (ANOVA) para a variável temperatura da biomassa foi realizada com o uso do programa estatístico SAS, versão 9.1 (SAS Institute Inc. 2002-2003), sendo que as médias foram submetidas à análise de regressão.

O procedimento adotado na montagem do experimento foi baseado no volume dos substratos, sendo utilizado um recipiente graduado com capacidade de 12 L. Na primeira caixa, colocou-se a

maravalha para atingir a altura de 0,70 m, totalizando o volume de 240 L. Deste volume, retirou-se um volume correspondente a 240 L de maravalha para cada uma das duas caixas restantes, formando assim as primeiras camadas do tratamento T1, nas duas repetições restantes. Adotou-se o mesmo procedimento para o tratamento T2. O volume de dejetos líquidos a ser adicionado por caixa foi calculado utilizando regra de três simples, tomando-se como base a taxa de aplicação de 2 L de dejetos líquidos para cada 3 L de material celulósico, obtendo-se o volume total de dejetos a ser aplicado por caixa. Os dejetos líquidos foram sendo absorvidos por camadas de materiais celulósicos, em quatro etapas de aplicações, com intervalos de dez dias entre elas. Foi utilizada a taxa de incorporação de 40, 30, 20 e 10%, conforme metodologia descrita por Dai Prá (2006), apresentando um teor de matéria seca (MS) de 1,5, 2, 4 e 1,5%, respectivamente. Os dejetos líquidos foram previamente homogêneos antes de cada aplicação. Na Tabela 1, verifica-se o volume dos materiais utilizados nos tratamentos, os quais foram submetidos ao SISCODE por 40 dias.

Após a montagem da primeira camada, colocou-se, nas seis caixas, tubulação de PVC com diâmetro de 75 mm e altura de 0,85 m, para permitir a aeração passiva da massa em compostagem. Os canos, perfurados em toda a sua extensão, foram colocados a 0,20 m da borda da caixa e a uma distância de 0,30 m entre si. Somente após a montagem e instalação dos tubos, procedeu-se a impregnação dos materiais celulósicos com dejetos líquidos até a altura de 0,70 m. As análises do teor de MS dos dejetos líquidos, coletados antes de cada impregnação, foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do DZ da FAEM na UFPEL, conforme metodologia descrita por Tedesco *et al.* (1995). As avaliações da temperatura da massa em compostagem foram realizadas em dois períodos do dia, utilizando-se um termômetro digital ($\pm 0,5^\circ\text{C}$ COTERM 180) com haste de 17 cm, que foi colocado à distância de 0,50 m da borda e a 0,40 m de altura da base da caixa. A temperatura e a umidade no interior da estrutura foram mensuradas com o auxílio de um termômetro digital ($0,1^\circ\text{C}$ INCOTERM). A umidade relativa ambiente e a radiação

solar, bem como a temperatura média diária ambiente, foram obtidas na Estação Agroclimatológica de Pelotas, localizada $31^\circ52'00''\text{Sul}$ e $52^\circ21'24''\text{Oeste}$, a uma altitude de 13,24 m.

Resultados e Discussão

No início da operação do SISCODE (dia zero), a temperatura média da biomassa foi de $19,9^\circ\text{C}$ para o T1 e $20,1^\circ\text{C}$ para o T2,



Figura 1 – Estrutura da unidade de tratamento de resíduos.

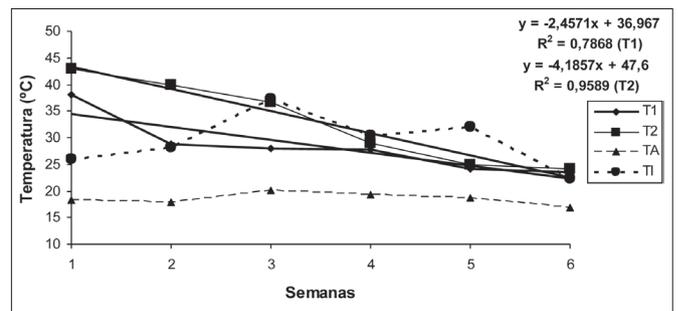


Figura 2 – Médias semanais da temperatura da biomassa, do ambiente e do ar no interior da estrutura durante o período. T1: dejetos de bovinos + maravalha; T2: dejetos de bovinos + cama de aviário; TA: temperatura ambiente e TI: temperatura do ar no interior da estrutura.

Tabela 1 – Volume dos materiais utilizados no SISCODE

Tratamentos	VT/caixa (L)		Volume/caixa (L)			
	MC	Dejeto	40%*	30%*	20%*	10%*
T1	840	560	224,0	168,0	112,0	56,0
T2	864	576	230,4	172,8	115,2	57,6

T1: dejetos de bovinos + maravalha; T2: dejetos de bovinos + cama de aviário; VT: volume total; MC: material celulósico; *taxa de incorporação de dejetos líquidos.

Tabela 2 – Dados meteorológicos obtidos entre outubro e novembro de 2007

Dados	Semanas						
	0	1	2	3	4	5	6
UR (%)	99	89	85	79	85	71	71
URI (%)	47	72	67	66	84	60	62
RS (cal.cm ⁻² .dia ⁻¹)	20	240	349	459	322	498	478

UR: umidade relativa do ambiente; URI: umidade relativa no interior da estrutura; RS: radiação solar.

enquanto que os valores da temperatura média ambiente e do ar no interior da estrutura foram de 18,7 e 18,5° C, respectivamente.

Entretanto, observou-se que, na primeira semana, a temperatura da biomassa aumentou rapidamente em ambos os tratamentos (Figura 2), indicando a presença de condições favoráveis para o desenvolvimento dos micro-organismos, tais como: umidade, aeração, relação C/N, granulometria do material presente e dimensões das caixas. Tang *et al.* (2004) afirmam que, como o metabolismo dos micro-organismos é exotérmico, parte do calor gerado durante a oxidação da matéria orgânica acumula-se no interior da leira, elevando a temperatura de 25 para 40-45° C, em um período de dois a três dias. Desta forma, Bidone (2001) considera a elevação da temperatura um indicativo do equilíbrio microbiológico no interior da biomassa, a qual, segundo Valente *et al.* (2009), é proporcionada pela inter-relação entre esses fatores, sendo afetados pelo manejo adotado durante a compostagem.

No entanto, verificou-se que, a partir deste período, a temperatura da biomassa diminuiu linearmente, possivelmente devido ao resfriamento proporcionado pela impregnação do dejetos ao material celulósico (Tabela 1) e também pela diminuição da atividade microbológica envolvida na estabilização da matéria orgânica presente. Da mesma forma, o intervalo de dez dias entre as impregnações associado ao menor teor de MS (2, 4 e 1,5%) dos dejetos pode ter colaborado para a morte gradativa dos micro-organismos mesófilos, devido ao alto teor de umidade presente na biomassa. Resultados semelhantes foram encontrados por Barrington *et al.* (2003), os quais avaliaram o efeito da aeração passiva e ativa na compostagem de dejetos de suínos com três substratos diferentes (maravalha, palha e feno), verificando que a umidade de 65% no substrato maravalha influenciou no aumento da temperatura apenas entre o segundo e sexto dias. Tuomela *et al.* (2000) afirmam que o alto teor de umidade ocasiona diminuição da eficiência do processo de compostagem, esta pode estar relacionada com a dificuldade de distribuição dos micro-organismos, das enzimas e outros metabólitos microbianos. Outros pesquisadores ressaltam que o excesso de umidade reduz a penetração de oxigênio, pois as moléculas de água se aderem fortemente à superfície das partículas, saturando os seus micro e macroporos (KADER *et al.*, 2007; TIQUIA *et al.*, 1998).

De outra forma, verificou-se que, durante a quarta semana, a média da temperatura ambiente foi de 19,3° C, enquanto que a temperatura da biomassa foi de 27,8° C para T1 e de 29° C para T2, sendo inferiores às da primeira semana (38 e 42,9° C, respectivamente), em que a média da temperatura ambiente foi de 18,2° C. Estas verificações indicam que, aparentemente, a temperatura ambiente não teve influência na temperatura da biomassa, podendo ser observado que o comportamento linear, em ambos os tratamentos, não acompanhou as oscilações da temperatura ambiente do ar. Joshua *et al.* (1998) ressaltam que a parte externa dos substratos compostados funciona como uma massa protetora, que permite a retenção de calor

e, conseqüentemente, da umidade, a qual, segundo Klamer e Baath (1998), depende das características térmicas dos materiais compostados. Neste sentido, Larney *et al.* (2000) verificaram que o teor de umidade na massa em compostagem no inverno foi significativamente menor do que no verão e concluíram que isso pode ter ocorrido devido à ação do vento no local, que fez com que a leira perdesse mais água do que em dias ensolarados sem vento.

Embora a temperatura média ambiente tenha oscilado entre 16,9 e 20,1° C, enquanto que a umidade relativa ambiente variou entre 71 e 99%, devido à menor radiação solar no período (Tabela 2), a presença de uma menor umidade relativa interna associada às altas temperaturas no interior da estrutura (Figura 2) favoreceu a evapotranspiração. Boüeri e Lunardi (2006) afirmam que o processo convectivo dentro de ambientes protegidos é interrompido devido à presença da cobertura plástica, o que provoca a elevação da temperatura do ar em seu interior, favorecendo a evapotranspiração. Da mesma forma, Valandro *et al.* (2007) afirmam que a temperatura média diária no interior do sistema varia em torno de 0,5 a 9° C acima daquela obtida no exterior. Entretanto, os autores discordam de Galvani (2001), o qual encontrou valores mais elevados de umidade no interior da estrutura do que para o campo e associou ao efeito protetor do ambiente que atua, de forma a reter maior quantidade de vapor d'água em seu interior. De modo semelhante, os resultados discordam de Seemann (1979), o qual afirma que a menor densidade de fluxo da radiação solar no interior é devido à reflexão e transmissividade do filme de PEBD.

Outro fato importante diz respeito à opção por empregar a aeração passiva que foi realizada pela utilização dos tubos de PVC perfurados, com o propósito de suprimir os revolvimentos intermitentes preconizados no processo de compostagem, minimizando assim a necessidade de mão de obra do produtor no sistema. Corroborando com a técnica, Patni e Kinsman (1997) relatam que a compostagem com aeração passiva é um possível método na remoção de água do dejetos de suíno diluído, sendo este adicionado progressivamente nas pilhas de compostagem.

Entretanto, observou-se que os tubos de PVC não foram tão eficientes na evaporação do excedente de água, bem como na oxigenação dos materiais compostados, podendo ser constatado pelas baixas temperaturas da biomassa a partir da primeira semana. Este fato possivelmente ocorreu devido à cobertura de filme de PEBD, que pode ter atenuado a velocidade de troca de ar do interior com o exterior (BURIOL *et al.*, 2000, VALANDRO *et al.*, 2007). Esses resultados corroboram com os de Nunes (2003), o qual, em estudo no município de Concórdia, localizado no Oeste catarinense, testou o SISCOCODE no tratamento da mistura dos dejetos de suínos e maravalha e concluiu que a aeração passiva, por meio de tubos de PVC perfurados, não foi eficiente na evaporação do excedente de água. Neste sentido, Dai Prá *et al.* (2009) afirmam que o revolvimento do material é importante para facilitar a difusão dos dejetos líquidos e a penetração de

oxigênio na biomassa, garantindo assim a maximização do sistema de compostagem.

Conclusões

O SISCODE é eficiente na transformação dos resíduos líquidos em sólidos, já que a alta umidade relativa e a baixa temperatura ambiente no município não afetam este sistema de tratamento.

A aeração passiva por meio de tubos de PVC perfurados não é eficiente na evaporação do excedente de água e na oxigenação dos substratos compostados, não devendo ser utilizada na compostagem da mistura de resíduos líquidos e sólidos da produção animal.

Os revolvimentos intermitentes são necessários para promover a evaporação do excedente de água dos dejetos e a penetração do oxigênio na biomassa, garantindo, deste modo, a eficiência do SISCODE.

Referências

- BARRINGTON, S. *et al.* Compost convective airflow under passive aeration. *Bioresource Technology*, v. 86, p. 259-266, 2003.
- BIDONE, F.R.A. *Resíduos sólidos provenientes de coletas especiais: eliminação e valorização*. Rio de Janeiro, Brasil: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental – ABES, 2001.
- BOÚERI, M.A.; LUNARDI, D.M.C. Avaliação de elementos agrometeorológicos no cultivo do cravo-de-defunto (*Tagetes sp.*) em ambiente protegido e a campo. *Energy Agricultural*, v. 21, n. 3, p. 45-54, 2006.
- BURIOL, G.A. *et al.* Modificação da umidade relativa do ar pelo uso e manejo da estufa plástica. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, v. 8, n. 1, p. 11-18, 2000.
- DAI PRÁ, M.A. *Desenvolvimento de um sistema de compostagem para o tratamento de dejetos de suínos*. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2006. 127p.
- DAI PRÁ, M.A. *et al.* *Compostagem como alternativa para gestão ambiental na produção de suínos*. Porto Alegre, RS: Evangraf Ltda, 2009. 144p.
- DÍAZ-ZORITA, M.; BARRACO, M. Cómo es el balance de P en los sistemas pastoriles de producción de carne en la región pampeana? *Informaciones Agronómicas del Cone Sur*, n. 13, p. 8-10, 2002.
- GALVANI, E. *Avaliação agrometeorológica do cultivo de pepino (Cucumis sativus L.) em ambientes protegido e a campo, em ciclos de outono-inverno e primavera-verão*. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, São Paulo, 2001. 124p.
- HERRERO, M.A. *et al.* Distribución de la calidad del agua subterránea en sistemas de producción agropecuarios bonaerenses – II – Condiciones de manejo y grado de contaminación. *Revista Argentina Producción Animal*, v. 20, p. 237-247, 2000.
- JOSHUA, R.S.; MACAULEY, B.J.; MITCHELL, H.J. Characterization of temperature and oxygen profiles in windrow processing systems. *Compost Science and Utilization*, v. 6, p. 15-28, 1998.
- KADER, N.A.E. *et al.* Turning, compacting and the addition of water as factors affecting gaseous emissions in farm manure composting. *Bioresource Technology*, v. 98, p. 2619-2628, 2007.
- KLAMER, M.; BAATH, E. Microbial community dynamics during composting of straw material studied using phospholipid fatty acid analysis. *Microbiology Ecology*, v. 27, n. 1, p. 9-20, 1998.
- LARNEY, F.J. *et al.* Physical changes during active and passive composting of beef feedlot manure in winter and summer. *Bioresource Technology*, v. 75, p. 139-148, 2000.
- MAZÉ, J.; MELEC, D.; THÉOBALD, O. Compostage du lisier de porc sur différents supports carbonés e selon deux modes d'aération. *Journées de la Recherche Porcine em France*, v. 28, p. 231-240, 1996.
- NUNES, M.L.A. *Avaliação de procedimentos operacionais na compostagem de dejetos de suínos*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003. 101p.
- PATNI, N.K.; KINSMAN, R.G. *Composting of swine manure slurry to control odour, remove water, and reduce pollution potential*. Ottawa: Agricultural and Agrifood Canada, Central Experimental Farm, 1997. (Report the Centre for Food and Animal Research).
- PEREIRA NETO, J.T. *Manual de compostagem: processo de baixo custo*. Viçosa: UFV, 2007. 81p.
- PERISSINOTTO, M. *et al.* Conforto térmico de bovinos leiteiros confinados em clima subtropical e mediterrâneo pela análise de parâmetros fisiológicos utilizando a teoria dos conjuntos fuzzy. *Ciência Rural*, v. 39, n. 5, p. 1492-1498, 2009.
- SARTAJ, M.; FERNANDES, L.; PATNI, N.K. Performance of forced, passive and natural aeration methods for composting manure slurries. *Transactions of the ASAE*, v. 40, p. 457-463, 1997.
- SAS Institute Inc. 2002-2003. *Statistical analysis system. Release 9.1. (Software)*. Cary. USA.

- SEEMANN, J. Greenhouse climate. In: SEEMANN, J. *Journal Agrometereology*. New York: Springer-Verlag, 1979. p. 165-178.
- SOUZA, E.A. et al. Relações materno-filiais e sua influência no peso pré-desmama de animais Nelore da Bahia. *Archivos de Zootecnia*, v. 58, p. 729-732, 2009.
- STRAPAZZON, A.J. *Avaliação da eficiência de tratamento de dejetos de suínos, utilizando um procedimento de compostagem misto em propriedade rural no vale do Taquari, RS, Brasil*. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental) – Universidade de Santa Cruz do Sul, Santa Cruz do Sul, 2008. 64p.
- TANG, J.C.; KANAMORI, 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. et al. *Análises de solo, plantas e outros materiais*. Porto Alegre: Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, 1995. 174p.
- TIQUIA, S.M.; TAM, N.F.Y.; HODGKISS, I.J. Changes in chemical properties during composting of spent pig litter at different moisture contents. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, v. 67, p. 79-89, 1998.
- TUOMELA, M.; VIKMAN, M.; HATAKKA, A. Biodegradation of lignin in a compost environment: a review. *Bioresource Technology*, v. 72, p. 169-183, 2000.
- VALANDRO, J. et al. Transpiração do tomateiro cultivado fora do solo em estufa plástica e sua relação com os elementos meteorológicos. *Ciência Rural*, v. 37, n. 6, p. 1593-1600, 2007.
- VALENTE, B.S. et al. Fatores que afetam o desenvolvimento da compostagem de resíduos orgânicos. *Archivos de Zootecnia*, v. 58, p. 59-85, 2009.
- ZHU, N.; DENG, C.; XIONG, Y.; QIAN, H. Performance characteristics of three aeration systems in the swine manure composting. *Bioresource Technology*, v. 95, p. 319-326, 2004.