



Biodegradação de resíduos sólidos da coturnicultura através da compostagem

Beatriz Simões Valente ^{*1}, Eduardo Gonçalves Xavier², Heron da Silva Pereira³,
Michelle Lopes⁴

¹Doutora em Produção Animal. Coordenadora do Núcleo de Estudos em Meio Ambiente (Nema Pel). E-mail: bsvalente@terra.com.br

²Doutor em Nutrição Animal. Professor Adjunto do Departamento de Zootecnia da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da Universidade Federal de Pelotas. E-mail: egxavier@yahoo.com.

³Graduando em Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Federal de Pelotas. Estagiário colaborador do Núcleo de Estudos em Meio Ambiente.

⁴Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da Universidade Federal de Pelotas.

Resumo: Objetivou-se avaliar a biodegradação de resíduos sólidos da coturnicultura através da compostagem. A célula de compostagem foi preenchida com resíduos sólidos na proporção de 3 kg de cama aviária para 1 kg de resíduos da produção de codornas (excretas + ração + ovos descartados para consumo). As análises de pH, umidade, matéria orgânica total, carbono orgânico total, cinzas, nitrogênio total, relação carbono/nitrogênio e os teores totais de fósforo, potássio, cálcio e magnésio foram realizadas durante 90 dias de compostagem. Os dados foram submetidos à regressão. Os resultados mostraram que a compostagem em células é um método eficiente na biodegradação de resíduos sólidos da coturnicultura. No entanto, a relação C/N do composto da mistura de cama aviária e resíduos sólidos da coturnicultura não atendeu a recomendação da Instrução Normativa nº 25/2009 para ser considerado estabilizado ou bioestabilizado. O tratamento da mistura de cama aviária e resíduos sólidos da coturnicultura através da compostagem em células deve ser realizado em um tempo superior a 90 dias para que possa ser utilizado como fertilizantes orgânicos. O recipiente graduado não deve ser usado para umedecer a biomassa após a montagem da célula de compostagem.

Palavras-chave: Avicultura; resíduos orgânicos; produção animal; sustentabilidade.

Biodegradation of solid residues of quail production through composting

Abstract: A trial was conducted to evaluate biodegradation of solid residues of quail production through composting. The composting cell was filled up with solid residues in a 3:1 ratio (3kg of poultry litter: 1 kg of residues of quail production, including excreta+wasted feed+unedible eggs). Analysis of pH, moisture, total organic matter, total organic carbon, ash, total nitrogen, C/N ratio, total phosphorus, total calcium and total magnesium were performed during 90 days of composting. Treatment means were analyzed through regression. The results showed that composting in cells is an efficient method for biodegradation of solid residues of quail production. However, the C/N ratio of composting of a mixture of poultry litter and solid residues of quail production did not accomplish the Brazilian Normative Instruction Nº 25/2009 to be considered stabilized or biostabilized. The treatment of a mixture of poultry litter and solid residues of quail production through composting in cells needs more than 90 days to be used as an organic fertilizer. The volumetric container should not be used to humidify the biomass after the assemblage of composting cell.

Keywords: Poultry production; organic residues; animal production; sustainability.

Autor para correspondência - * bsvalente@terra.com.br

Recebido 20/01/2015; Aceito 28/03/2015

<http://dx.doi.org/10.5935/1981-2965.2015000>

Introdução

No Brasil, a criação de codorna vem crescendo de maneira considerável desde a sua implantação como atividade avícola econômica. Esse segmento apresentou em 2012 um rápido crescimento, registrando um efetivo de 16.436 milhões de codornas, o que representou um aumento de 5,6% em relação a 2011 (IBGE, 2012). O grande interesse pela produção de codornas deve-se principalmente a sua precocidade e alta produtividade (SAKAMOTO et al., 2006), o uso de pequenas áreas, o baixo investimento e o rápido retorno financeiro (LEANDRO et al., 2005). Outra razão do aumento efetivo dessa produção é a qualidade excepcional de sua carne e pelo alto valor nutritivo e agradável do sabor de seu ovo, o que tem resultado em boa aceitação no mercado consumidor (MARTINS, 2002).

Entretanto, em face de restrições legais quanto à disposição de resíduos no solo, os produtores de aves necessitam planejar e administrar suas operações de forma segura (SILVA & PELÍCIA, 2012). Desta forma, conciliar a produtividade à preservação do meio ambiente tem sido um dos grandes desafios dos sistemas produtivos e das instituições governamentais. A busca de conceitos técnico-científicos e a sua aplicabilidade são as soluções para os impasses do desenvolvimento e da sustentabilidade da produção animal em propriedades rurais (PALHARES, 2007).

Neste sentido, o uso da compostagem na biodegradação de resíduos sólidos da produção animal pode ser uma importante ferramenta de baixo custo no desenvolvimento e na sustentabilidade de propriedades rurais.

A compostagem caracteriza-se por uma sucessão de diferentes populações de micro-organismos aeróbios que colonizam a biomassa no decorrer do processo (BARRENA et al., 2009). Estudos sobre a compostagem demonstram a sua eficiência na degradação de diferentes resíduos orgânicos da produção animal como cama aviária (VALENTE et al., 2011b), dejetos de bovinos leiteiros (VALENTE et al., 2011a), resíduos de pescado (OLIVEIRA et al., 2013, VALENTE et al., 2014), de incubatórios de ovos (VALENTE et al., 2009a), carcaças de frangos de corte (VALENTE et al., 2011b), de bovinos (GLANVILLE et al., 2013) e de abate de aves (SUNADA et al., 2015). Esses resíduos apresentam uma grande variabilidade nas suas propriedades físico-químicas determinando assim a eficiência do processo de compostagem, que é afetada pela interdependência e pelo interrelacionamento de fatores como

umidade, taxa de oxigênio, relação C/N e porosidade (VALENTE et al., 2009b). Diferentes estratégias de aeração, de misturas de substratos e de agentes de estruturação tem sido utilizadas para reduzir o tempo de compostagem, os custos e melhorar a qualidade do produto final (RASHAD et al., 2010; LÓPEZ-MOSQUERA et al., 2011; GUO et al., 2012).

Objetivou-se avaliar a biodegradação de resíduos sólidos da coturnicultura através da compostagem.

Material e Métodos

O presente trabalho foi realizado no período de outubro de 2008 a fevereiro de 2009, no Setor de Compostagem Laboratório de Ensino e Experimentação Zootécnica (LEEZO) “Professor Doutor Renato Rodrigues Peixoto” do Departamento de Zootecnia da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel (FAEM) da Universidade Federal de Pelotas (UFPEL), localizado no município de Capão do Leão/RS.

A compostagem da mistura de resíduos sólidos da coturnicultura (excretas + ração + ovos descartados para consumo) e cama aviária, de dois lotes de 35 dias de fêmeas de frangos de corte, foi realizada em uma célula de compostagem de alvenaria, impermeabilizada, de 2,20 m de comprimento, 1,70 m de largura e 1,20 m de altura, com pé direito de 2,50 m. A parte superior da célula de compostagem era aberta e protegida por uma estrutura telada e sua parte frontal apresentava tábuas móveis para facilitar o preenchimento gradual da célula com as camadas de resíduos orgânicos, que foram submetidos à compostagem por 90 dias.

As proporções entre as matérias primas iniciais foram baseadas em estudos de COSTA et al. (2005) e VALENTE et al. (2011b), que usaram cama aviária como agente de estruturação na compostagem de resíduos de carcaças de aves. Portanto, a

célula de compostagem recebeu os resíduos na proporção 3:1, ou seja, para cada 3 kg de cama aviária foi adicionado 1 kg de resíduos da coturnicultura. A altura utilizada para as camadas de cama aviária foi de 0,15 m, seguindo a metodologia de PAIVA (2004), determinada pelas pesagens e definida por medições com auxílio de uma fita métrica, obtendo-se assim 120 kg por camada.

As porções de resíduos da produção de codornas (excretas + ração + ovos descartados para consumo) foram dispostas sobre as camadas de cama aviária respeitando a distância de 0,10 m entre elas, das paredes e da parte frontal da célula de compostagem. Assim, em cada camada de cama aviária foi disposto 40 kg de resíduos. Os resíduos orgânicos ocuparam a altura de 1,20 m, totalizando 760 kg de biomassa. A água foi adicionada com o auxílio de um recipiente graduado, na proporção de 35% da massa de cama aviária, o que

correspondeu 42 L por camada. A partir dos 45 dias de compostagem, tomando-se como referencial as temperaturas médias entorno de 40°C, foi realizada a

adição de água a cada 15 dias, na proporção de 35% da massa total de cama aviária (600 kg), correspondendo 210 L (Figura 1).



Figura 1. Adição de água aos 45 dias de compostagem.

Foram colocadas cinco estacas de madeira numeradas, a uma distância de 0,20 m entre elas e da lateral da parede da célula de compostagem a fim de demarcar cinco pontos de coleta e de aferição. As avaliações da temperatura da massa em compostagem foram realizadas em dois períodos do dia, às 8:00 h e 15:30 h,

utilizando-se um termômetro digital ($\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ COTERM 180) com haste de 0,17 m.

As coletas foram realizadas aos 30, 60 e 90 dias do período experimental. No Laboratório de Nutrição Animal do DZ/FAEM/UFPEL foram realizadas as avaliações de carbono orgânico total (C), matéria

orgânica total (MO), teor de cinzas, conforme metodologia descrita por KIEHL (1985). O N total foi determinado pela digestão da amostra em ácido sulfúrico e posterior destilação em aparelho Kjeldahl, conforme descrito por SILVA & QUEIROZ (2004). O teor de umidade das amostras foi obtido através da equação $UMID = 100 - \% MS$ e a relação C/N, pela equação $C/N = \% C \div \% N$, conforme descrito por TEDESCO et al. (1995).

No Laboratório de Química do Solo do Departamento de Solos da FAEM/UFPEL, o teor de fósforo total (P) foi determinado pela leitura da solução mineral em espectrofotômetro ultravioleta visível. O teor de potássio (K) foi determinado pela leitura da solução mineral em espectrofotômetro de chama. Os teores de cálcio (Ca) e magnésio (Mg) totais foram determinados pela leitura da solução mineral em espectrofotômetro de absorção atômica.

Os dados foram submetidos à análise de regressão pelo programa “Statistical Analysis System” versão 9.1 (SAS Institute Inc. 2002-2003).

Resultados e Discussão

Na Figura 2, pode ser observado no dia zero que a temperatura média foi de 22,8 °C, indicando a presença de micro-organismos mesófilos na biomassa. A partir desse período, houve um aumento da temperatura, atingindo aos 15 dias de compostagem 56,8 °C, demonstrando intensa atividade microbiológica termofílica, que persistiu até os 30 dias (46,3 °C), devido à presença de condições favoráveis como, umidade, aeração relação C/N, granulometria do material e dimensões da célula de compostagem (VALENTE et al., 2011a). BERNAL et al. (2009) salientam que a microbiota produz a maior parte das modificações físico-químicas na biomassa e determina a fase em que se encontra o processo de compostagem.

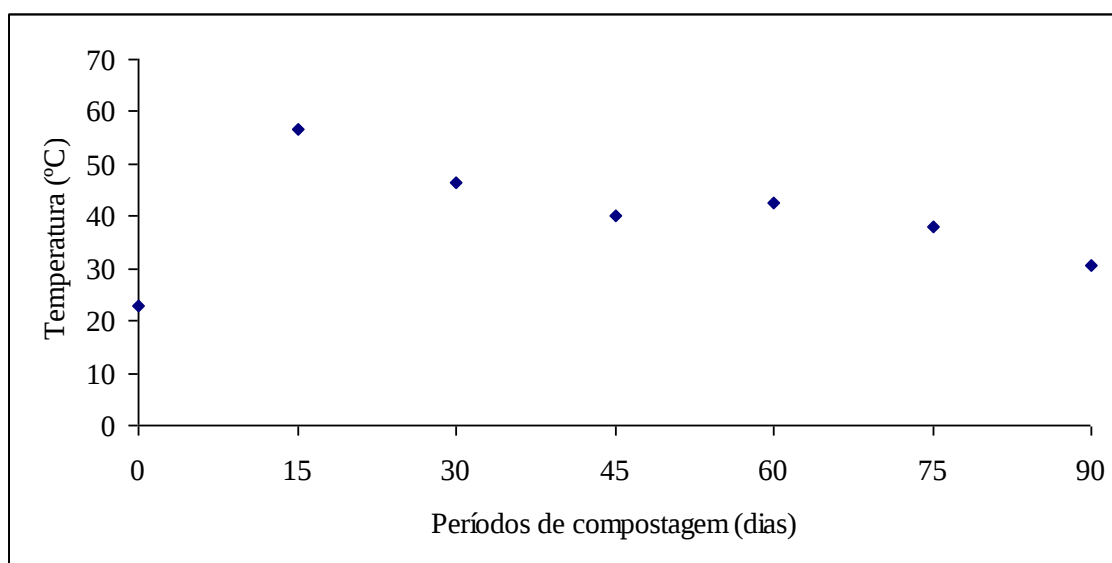


Figura 2. Médias da temperatura da biomassa durante a compostagem da mistura de cama aviária e resíduos sólidos da coturnicultura (excretas + ração + ovos descartados para consumo).

Entretanto, a partir dos 30 dias de compostagem, a temperatura da biomassa decresceu progressivamente, persistindo até os 90 dias (30,6 °C), sugerindo que o baixo teor de umidade aos 60 dias (19,9%) possa ter influenciado a atividade microbiana no meio. O fato pode ser explicado pelo uso do recipiente graduado aos 45 dias, o qual não foi eficiente para elevar o teor de umidade, pois não possibilitou que a água penetrasse de maneira homogênea nas camadas mais profundas da massa em compostagem.

Da mesma forma, verificou-se aos 90 dias que o teor de umidade de 58,9% também não favoreceu a elevação da temperatura. Esse fato pode ter sido causado pela compactação dos substratos compostados no interior da célula de compostagem, o que diminuiu o teor de oxigênio entre as partículas.

BERNAL et al. (2009) afirmam que a distribuição do tamanho das partículas e a porosidade entre as mesmas afetam o balanço entre o conteúdo de água e o ar para cada nível de umidade.

Considerando os teores totais de MO e C orgânico, pode ser observado que os dados apresentaram um comportamento quadrático (Figura 3), sendo verificadas reduções aos 60 dias (82,3%; 45,7%) de compostagem e um aumento ao final do período (84,9%; 47,2%), respectivamente, para ambas as variáveis estudadas. Consequentemente, o teor de cinzas apresentou-se elevado aos 60 dias (17,7%) do processo, demonstrando uma maior mineralização

da MO total e uma maior liberação de CO_2 através da atividade respiratória dos micro-organismos envolvidos no processo.

Diferentemente, os acréscimos nos teores de MO total e C orgânico total ao final de 90 dias indicam a morte de parte da microflora e também uma menor atividade microbiana no meio, podendo ser constatado pela temperatura média da biomassa no período (30,6 °C).

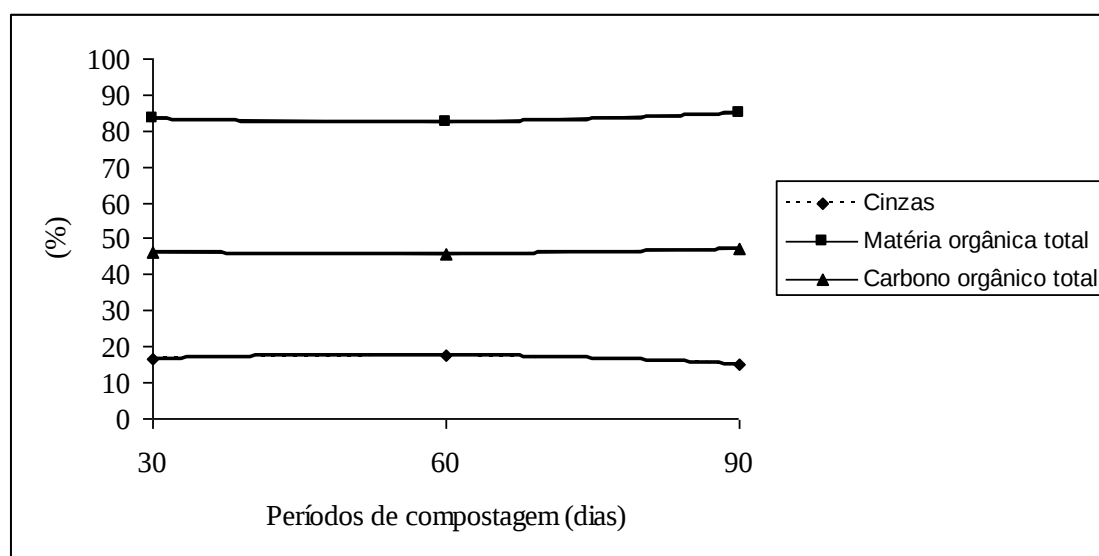


Figura 3. Comportamento dos teores de cinzas (CZ), matéria orgânica total (MO) e carbono orgânico total (C) durante a compostagem da mistura de cama aviária e resíduos sólidos da coturnicultura (excretas + ração + ovos descartados para consumo). CZ: $y = 11,798 + 0,2196x - 0,002x^2$ ($R^2 = 1$); MO: $y = 87,8 - 0,2084x + 0,002x^2$ ($R^2 = 1$); C: $y = 48,778 - 0,1158x + 0,0011x^2$ ($R^2 = 1$).

A degradação de componentes facilmente degradáveis conduz ao aumento da fração ligno-húmica recalcitrante (LHADI et al., 2006), que é resistente ao ataque enzimático, o que resulta em uma degradação lenta da lignina (PARADELO et al., 2013).

KOZLOSKI (2009) ressalta que a susceptibilidade dos diferentes carboidratos e compostos nitrogenados à degradação bacteriana é amplamente variável, dependendo das suas características físico-químicas ou dos fatores que limitam o acesso das enzimas bacterianas ao substrato. Os resultados discordam de AIRA et al. (2006) que afirmam que quanto mais baixa for a eficiência do crescimento microbiano maior será a quantidade de C perdido como CO₂.

A Figura 4A, sugere uma maior assimilação de N total pela biomassa microbiana aos 60 dias (1,9%), reduzindo o seu teor aos 90 dias (1,4) de compostagem, sendo representado pelo

comportamento quadrático. O aumento do teor de N total, a maior mineralização da MO total e também a liberação de CO₂ (Figura 3) afetaram a relação C/N da biomassa (Figura 4B), que aos 60 dias apresentou o valor mais baixo (24,6/1) do período experimental. Esses resultados concordam com RASHAD et al. (2010) que afirmam que a redução da relação C/N ao longo do processo de compostagem reflete a proporção de MO total decomposta.

Porém, verificou-se um aumento da relação C/N aos 90 dias (34,4/1) de compostagem, estando o seu valor acima do recomendado pela Instrução Normativa nº25/2009, que é de 20/1 para composto orgânico. A qualidade do composto orgânico é dependente da maior ou menor quantidade de húmus e nutrientes minerais (BRUNO et al., 2013a). HAUG (1993) salienta que valores mais elevados de relação C/N significam que não há N suficiente para um ótimo crescimento das populações

microbianas, havendo consumo de N do solo pelos micro-organismos,

Embora o comportamento da variável pH tenha resultado em um comportamento quadrático, verificou-se uma alcalinidade ao longo do período de compostagem (Figura 5).

AN et al. (2012) explicam que a redução do pH aos 90 dias de

prejudicando assim o desenvolvimento das plantas.

compostagem ocorre devido à abundância de componentes orgânicos e a atividade microbiológica nos resíduos que induz a produção de metabólitos ácidos secundários, contribuindo significativamente para a sua redução.

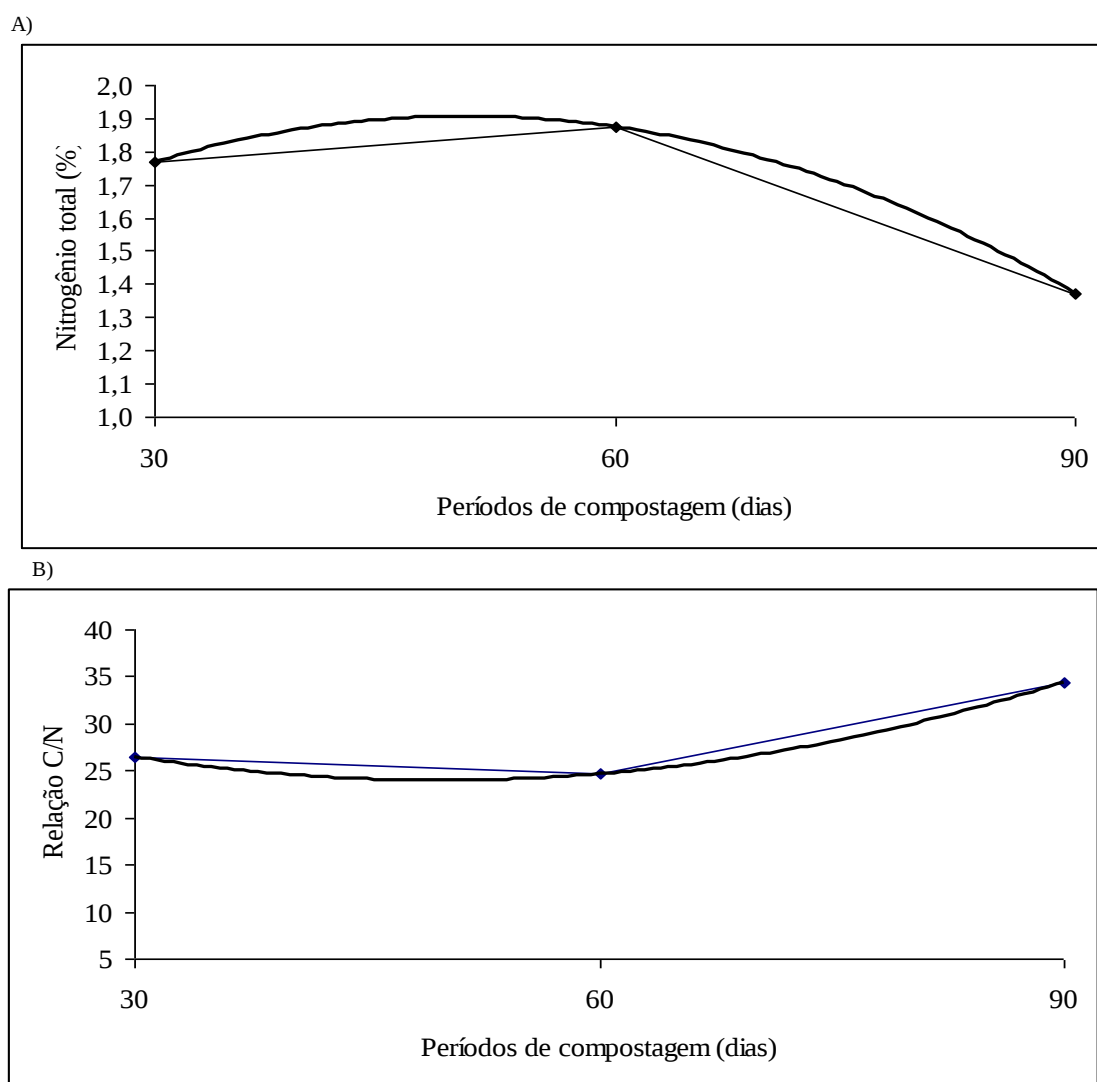


Figura 4. Comportamento do teor de nitrogênio total (N) e relação carbono/nitrogênio (C/N) durante a compostagem da mistura de cama aviária e resíduos sólidos da coturnicultura (excretas + ração + ovos descartados para consumo). N: $y = 1,056 + 0,0338x - 0,0003x^2$ ($R^2 = 1$); Relação C/N: $y = 39,942 - 0,6425x + 0,0065x^2$ ($R^2 = 1$).

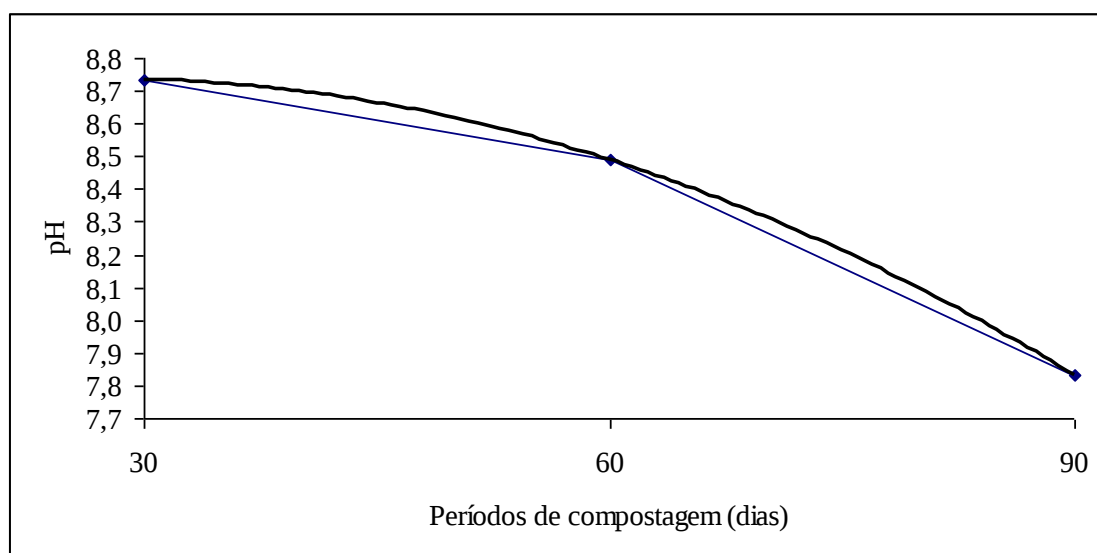


Figura 5. Comportamento do pH durante a compostagem da mistura de cama aviária e resíduos sólidos da coturnicultura (excretas + ração + ovos descartados para consumo). pH: $y = 8,57 + 0,0124x - 0,0002x^2$ ($R^2 = 1$).

No que diz respeito à composição mineral da massa em compostagem, verificou-se que os dados de P total não permitiram ajuste de equação de regressão. Na Figura 6, pode ser observada aos 60 dias de compostagem uma redução do teor de P total (10,6 g kg⁻¹), sugerindo que o pH alcalino favoreceu a adsorção do P às moléculas de Ca e Mg, causando sua indisponibilidade temporária, concordando com TUMUHAIRWE et al. (2009) que verificaram reduções no teor de P durante a compostagem da

mistura de resíduos de vegetais e atribuíram tal fato à pouca mobilidade do macromineral e à formação de complexos insolúveis com o Ca e o Mg da MO total em pH alcalino. Diferentemente, verificou-se um aumento do P total (11,7 g kg⁻¹) aos 90 dias de compostagem, podendo ser atribuído ao P solúvel imobilizado pelas células microbianas, que promoveram o aumento de P orgânico no produto final. De modo semelhante, RASHAD et al. (2010) estudando a compostagem da mistura de palha de arroz e resíduos

agroindustriais verificaram que o P total foi imobilizado pelas células aumentou para todos os tratamentos, microbianas devido a maior solubilização de P que

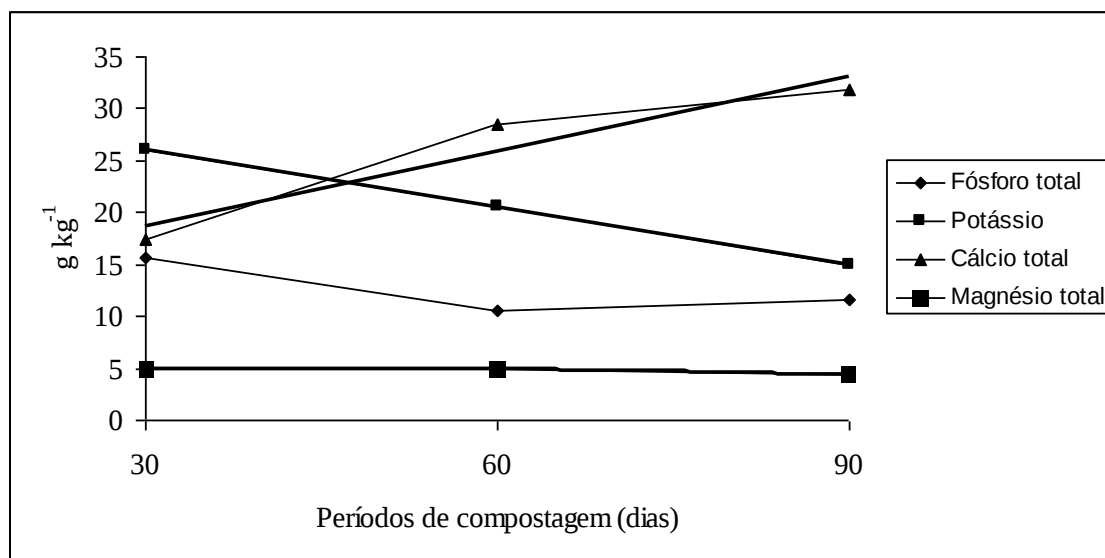


Figura 6. Comportamento do teor do fósforo total (P), potássio(K) cálcio total (Ca) e magnésio total (Mg) durante a compostagem da mistura de cama aviária e resíduos sólidos da coturnicultura (excretas + ração + ovos descartados para consumo). Ca: $y = 11,419 + 0,2414x$ ($R^2 = 0,91$); K: $y = 31,558 - 0,1846x$ ($R^2 = 0,99$); Mg: $y = 4,84 + 0,03x - 0,0003x^2$.

Com base na linearidade do modelo de equação do K e no seu respectivo coeficiente de determinação elevado ($R^2 = 0,99$) constatou-se uma redução progressiva até os 90 dias de compostagem. Resultados semelhantes foram encontrados OGUNWANDE et al. (2008) e TUMUUHAIRWE et al. (2009). BRUNO et al. (2013b) afirmam que os teores minerais de um mesmo material orgânico e de uma mesma

quantidade podem variar porque fatores como, micro-organismos, temperatura e clima podem influenciar na qualidade de disponibilidade de minerais.

Diferentemente, o comportamento linear do teor de Ca total demonstrou um aumento da sua concentração na biomassa, enquanto que o teor de Mg total diminuiu no mesmo período, sendo representado por uma equação quadrática ($R^2 = 1$). A liberação do Ca e

do Mg totais é fortemente influenciada pelas concentrações de lignina e fenólicos solúveis, porque a capacidade de troca catiônica da matéria orgânica

Conclusões

A compostagem em células é um método eficiente na biodegradação de resíduos sólidos da coturnicultura.

A relação C/N do composto da mistura de cama aviária e resíduos sólidos da coturnicultura não atendeu a recomendação da Instrução Normativa nº 25/2009 para ser considerado estabilizado ou bioestabilizado.

Referências Bibliográficas

AIRA, M.; MONROY, F.; DOMÍNGUEZ, J.C to N ratio strongly effects population structure of *Eisenia fetida* in vermicomposting systems. **European Journal of Soil Biology**, v. 42, p. S127-S131, 2006.

AN, C.J.; HUANG, G.H.; YAO, Y.; SUN, W.; AN, K. Performance of in-vessel composting of food waste in the presence of coal ash and uric acid. **Journal of Hazardous Materials**, v.203, n. 204, p. 38-45, 2012.

tem sua origem nas cargas negativas oriundas dos grupos carboxílicos e fenólicos (KIEHL, 1985).

O tratamento da mistura de cama aviária e resíduos sólidos da coturnicultura através da compostagem em células deve ser realizado em um tempo superior a 90 dias para que possa ser utilizado como fertilizantes orgânico.

O recipiente graduado não deve ser usado para umedecer a biomassa após a montagem da célula de compostagem.

BARRENA, R.; ARTOLA, A.; VÁZQUEZ, F.; SÁNCHEZ, A. The use of composting for the treatment of animal by-products: experiments at lab scale. **Journal of Hazardous Materials**, v. 161, p. 380-386, 2009.

BERNAL, M. P.; ALBURQUERQUE, J.A.; MORAL, R. Composting of animal manures and chemical criteria for compost maturity assessment. A review. **Bioresource Technology**, v. 100, p. 5444-5453, 2009.

BRASIL. 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. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº25, de 23 de julho de 2009. Disponível em www.agricultura.gov.br. Acessado em 4 de fev. 2011

BRUNO, F.H.S.; SALES, R.O.; OLIVEIRA, A.L.T. de; FREITAS, J.B. S. Avaliação de diferentes concentrações de adubo orgânico produzido a partir de resíduos de pescados e vegetais no desenvolvimento da cultura de cebolinha (*Allium schoenoprasum*). **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, v. 7, n. 2, p. 86-105, 2013a. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5935/1981-2965.20130012>

BRUNO, F.H.S.; SALES, R.O.; OLIVEIRA, A.L.T. de; FREITAS, J.B. S. Avaliação da composição mineral do adubo orgânico produzido a partir de resíduos de pescados e vegetais no desenvolvimento da cultura de cebolinha (*Allium schoenoprasum*). **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, v. 7, n. 2, p. 106-125, 2013b. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5935/1981-2965.20130013>

COSTA, M.S.S. de M.; COSTA, L.A. de M.; OLIBONE, D.; RÖDER, C.; BURIN, A.; KAUFMANN, A.V.; ORTOLAN, M.L. Efeito da aeração no primeiro estágio da compostagem de carcaça de aves. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 25, n. 2, p. 549-556, 2005.

GLANVILLE, T.D.; AHN, H.K.; RICHARD, T.L.; HARMON, J.D.; REYNOLDS, D.L.; AKINC, S. Effect of envelope material on biosecurity during emergency bovine mortality

- composting. **Bioresource Technology**, v. 130, p. 543-551, 2013.
- 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. **Bioresource Technology**, v. 112, p. 171-178, 2012.
- HAUG, R.T. Practical handbook of compost engineering. Boca Raton: Lewis Publishers, 1993, 717p.
- IBGE. Produção da pecuária municipal. 2012. Disponível em: www.ibge.gov.br/home/.../ppm/2012/default_zip_municipios.xls.shtm Acesso em 20 ago. 2014.
- KIEHL, E.J. Fertilizantes Orgânicos. Editora Agronômica Ceres Ltda., São Paulo, SP, 1985. 492p.
- KOZLOSKI, G.V. Bioquímica dos ruminantes. Santa Maria: UFSM, 2009, 212p.
- LEANDRO, N.S.M.; VIEIRA, N.S.; MATOS, M.S.; CAFÉ, M.B.; STRINGHINI, J.H.; SANTOS, D.A. Desempenho produtivo de codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) submetidas a diferentes densidades e tipos de debicagem. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 27, n.1, p.129-135, 2005.
- LHADI, E.K.; TAZI, H.; AYLAI, M.; GENENINI, P.L.; ADANI, F. Organic matter evolution during co-composting of the organic fraction of municipal waste and poultry manure. **Bioresource Technology**, v. 97, p.2117-2123, 2006.
- LÓPEZ-MOSQUERA, M.E.; FERNÁNDEZ-LEMA, E.; VILHARES, R.; CORRAL, R.; ALONSO, B.; BLANCO, C. Composting fish waste and seaweed to produce a fertilizer for use in organic agriculture. **Procedia Environmental Sciences**, v. 9, p. 113-117, 2011.

- MARTINS, E.N. Perspectivas do melhoramento genético de codornas no Brasil. In: IV SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE MELHORAMENTO ANIMAL, 2002. Anais... Lavras: Universidade Federal de Lavras.
- OGUNWANDE, G.A.; OSUNADE, J. A.; ADEKALU, K.O.; OGUNJIMI, L. A.O. Nitrogen loss in chicken litter compost as affected by carbon to nitrogen ratio and turning frequency. **Bioresource Technology**, v. 99, p.7495-7503, 2008.
- OLIVEIRA, A.L.T. de; SALES, R.O.; FREITAS, J.B.S.; LOPES, J.E.L. Alternativa sustentável para descarte de resíduos de pescado em Fortaleza. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, v. 7, n. 1, p. 1-8, 2013. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5935/1981-2965.20120003>.
- PALHARES, J.C.P. Gestão ambiental nas cadeias produtivas animais. In: GEBLER, L.; PALHARES, J.C.P. Gestão ambiental na agropecuária. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2007. 310p.
- PARADELO, R.; MOLDES, A.B.; BARRAL, M.T. Evolution of organic matter during the mesophilic composting of lignocellulosic winery wastes. **Journal of Environmental Management**, v. 116, p.18-26, 2013.
- RASHAD, F.M.; SALEH, W.D.; MOSELHY, M.A. Bioconversion of rice straw and certain agro-industrial wastes to amendments for organic farming system: 1. Composting, quality, stability and maturity indices. **Bioresource Technology**, v. 101, p. 5952-5960, 2010.
- SAKAMOTO, M.I.; MURAKAMI, A. E.; SOUZA, L.M.G. de; FRANCO, J. R.G.; BRUNO, L.D.G.; FURLAN, A. C. Valor energético de alguns alimentos para codornas japonesas. **Revista**

- Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 3, p. 818-821, 2006.
- SAS Institute Inc. 2002-2003. Statistical analysis system. Release 9.1. (Software). Cary. USA.
- SILVA, H.W. da; PELÍCIA, K. Manejo de dejetos sólidos de poedeiras pelo processo de biodigestão anaeróbia. **Revista Brasileira Agropecuária Sustentável**, v. 2, n. 1, p. 151-155, 2012.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. de. *Análise de Alimentos: Métodos Químicos e Biológicos*. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2004. 235p.
- SUNADA, N. da S.; ORRICO, A.C.A.; ORRICO JUNIOR, M.A.P.; CENTURION, S.R.; OLIVEIRA, A.B. de M.; FERNANDES, A.R.M.; LUCAS JUNIOR, J. de L.; SENO, L. de O. Compostagem de resíduo sólido de abatedouro avícola. **Ciência Rural**, v. 45, n. 1, p. 178-183, 2015. **Disponível em:** <http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20120261>
- TEDESCO, M.J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A.; BOHNEN, H.; VOLKWWEISS, S.J. *Análises de solo, plantas e outros materiais*. POA: Faculdade de Agronomia/UFRGS, 1995. 174p.
- TUMUHAIRWE, J.B.; TENYWA, J. S.; OTABBONG, E.; LEDIN, S. Comparison of four low-technology composting methods for market crop wastes. **Waste Management**, v. 29, p.2274-2281, 2009.
- VALENTE, B.S.; MOREIRA, C.V.; MORAES, P. de O.; ALMEIDA, G.R. de; JAHNKE, D.S.; CABRERA, B.R.; OLIVEIRA, C. dos S.; XAVIER, E.G. Gerenciamento e tratamento de resíduos da avicultura industrial. In: III SEMINÁRIO SOBRE TECNOLOGIAS LIMPAS E V FÓRUM INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO MAIS LIMPA, 2009a,

- Porto Alegre. Anais... Porto Alegre: ABES.
- 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, 2009b.
- VALENTE, B.S.; XAVIER, E.G.; MORAES, P.de O.; MANZKE, N.E.; ROLL, V.F.B. Eficiência do SISCODE e da aeração passiva no tratamento de resíduos da produção animal no município de Capão do Leão/RS. **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**, v.16, n.3, p. 231-236, 2011a. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-41522011000300005>
- VALENTE, B.S.; XAVIER, E.G.; MANZKE, N.E.; MORAES, P. de O.; ROLL, V.F.B. Compostagem da mistura de carcaças de frangos de corte e cama de aviário. **Revista Varia Scientia Agrárias**, v. 2, n. 2, p. 135-152, 2011b.
- VALENTE, B.S.; XAVIER, E.G.; PEREIRA, H. da S.; PILOTTO, M.V. T. 2014. Compostagem na gestão de resíduos de pescado de água doce. **Boletim Instituto de Pesca**, v. 40, n. 1, p. 95-103, 2014.