

## COMPOSTAGEM DOS RESÍDUOS DA PRODUÇÃO AVÍCOLA: CAMA DE FRANGOS E CARÇAÇAS DE AVES

MARCO A. P. ORRICO JÚNIOR<sup>1</sup>, ANA C. A. ORRICO<sup>2</sup>, JORGE DE LUCAS JÚNIOR<sup>3</sup>

**RESUMO:** O propósito deste trabalho foi avaliar a eficiência do processo de compostagem no tratamento e na reciclagem dos resíduos cama de frangos e carcaças de aves. Para tanto, o material foi disposto na composteira em camadas alternadas de cama de frango por 60 dias (pré-compostagem), tempo necessário para que ocorresse a decomposição prévia das carcaças e assim fosse possível manipular o material e confeccionar as leiras de compostagem. Posteriormente, o material pré-compostado foi transferido para o pátio de compostagem, onde foram avaliados: peso, número mais provável (NMP) de coliformes totais e termotolerantes, sólidos totais (ST), temperatura, pH e os teores de N, P, K, Ca, Na, Mg, Fe, Zn e Cu. Foram observadas reduções elevadas de ST e principalmente de N, que durante a fase de compostagem chegou a 71,6% de perdas. Com relação ao NMP de coliformes totais e termotolerantes, as reduções chegaram a 100%. A compostagem de carcaças e cama de frangos demonstrou ser um método eficiente para o tratamento e o aproveitamento desses resíduos.

**PALAVRAS-CHAVE:** composto, volatilização do nitrogênio, leiras.

### WASTE COMPOSTING OF POULTRY PRODUCTION: POULTRY LITTER AND CARCASS

**ABSTRACT:** The purpose of this study was to evaluate the efficiency of the process of composting in the treatment and the recycling of waste poultry litter and carcasses of dead birds. For both materials was prepared in the composter, alternate layers of poultry litter with 60 days, time necessary to occur prior decomposition of the carcasses and so the material can be manipulate and manufacture the compost piles. The parameters evaluated during composting were: weight, most probable number (MPN) of total and thermotolerant coliforms, total solids (TS), temperature, pH and the levels of N, P, K, Ca, Na, Mg, Fe, Zn and Cu. There were large reductions in ST and especially that of N during the composting reached 71.6% of losses. With the MPN of total coliforms and thermotolerant reductions reached 100%.

**KEYWORDS:** pathogens, mortality, compost.

### INTRODUÇÃO

Ao lado do crescimento dos índices produtivos, cresce também a preocupação com os efeitos das criações intensivas de aves sobre o meio ambiente, principalmente no que diz respeito à geração e disposição dos resíduos produzidos (cama de frangos e carcaça de aves). Se considerar a mortalidade média de aves de 3,5% (PERDOMO, 2001) durante toda a fase de engorda e o plantel brasileiro de 3,9 bilhões de frangos de corte (ANUALPEC, 2008), estima-se que somente neste último ano foram descartadas 136 milhões de carcaças de aves. O descarte dessas carcaças no meio ambiente, sem que elas tenham sofrido algum tipo de tratamento prévio, pode levar a sérios problemas de contaminação química e microbiológica do solo e da água, o que coloca em risco a qualidade de vida da população ao redor das unidades produtoras.

<sup>1</sup> Doutorando em Zootecnia, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, Jaboticabal - SP, marcoorrico@yahoo.com.br.

<sup>2</sup> Profa. Adjunta, Faculdade de Ciências Agrárias, UFGD, Dourados - MS, anaorrico@ufgd.edu.br.

<sup>3</sup> Prof. Titular, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, Jaboticabal - SP, jlucas@fcav.unesp.br.

Recebido pelo Conselho Editorial em: 14-4-2009

Aprovado pelo Conselho Editorial em: 27-1-2010

As formas mais utilizadas de descarte de aves mortas são: aterro, fossas anaeróbias, incineração, alimentação de outras espécies e até mesmo lançamento em córregos e matas (SALMINEN & RINTALA, 2002). Todos esses métodos apresentam algum tipo de limitação, seja ela econômica, seja ambiental, ficando a critério do avicultor a escolha do método que melhor se ajuste a sua realidade. A escolha, na maioria das vezes, é pelo método que apresentar o menor custo, mas o que se deve ter em mente não é apenas a preocupação com o custo, mas também com os possíveis problemas ambientais causados pela escolha do método. Por isso, faz-se necessária a adoção de um sistema de tratamento de carcaças que seja economicamente viável e que não agride o meio ambiente, por isso a compostagem vem destacando-se nas unidades produtoras como sendo um método eficiente e sem grandes custos para sua implantação e condução (SIVAKUMAR et al., 2008).

Esse sistema de reciclagem dos nutrientes é uma forma de acelerar a decomposição da matéria orgânica em relação ao que ocorreria no meio ambiente, melhorando as condições de atividade dos microrganismos (bactérias e fungos). Nesse processo, ocorre intensa proliferação de microrganismos, o que provoca aumento brusco na temperatura (fase termofílica), que possui alto poder de destruir patógenos e sementes de plantas daninhas (ORRICO JÚNIOR et al., 2009). Os sólidos biodegradáveis da matéria orgânica são convertidos para um estado estável que pode ser manejado, estocado e aplicado como adubo orgânico, sem efeitos nocivos ao meio ambiente, desde que utilizado na dosagem adequada (ORRICO et al., 2007).

A fase termofílica é de fundamental importância para reduzir o número de microrganismos patogênicos do resíduo. COSTA et al. (2006) observaram em compostagem de carcaça de aves uma redução progressiva de coliformes totais e termotolerantes, além da destruição das bactérias do gênero *Salmonella* que foram isoladas no material inicial e não foram encontradas no composto final.

Mas, apesar de todas estas vantagens, é comum observar, durante a compostagem de resíduos de aviário, significativas perdas de nitrogênio. Isso se deve ao desequilíbrio existente na relação C:N do material que, na maioria das vezes, é perdida por volatilização, na forma de amônia. As perdas iniciam-se com a hidrólise dos compostos nitrogenados pelos microrganismos que degradam o N-orgânico, levando à formação de  $\text{NH}_4^+\text{-N}$  (amonificação). O  $\text{NH}_4^+\text{-N}$  formado é utilizado no crescimento microbiano ou para o processo de nitrificação; no entanto, quando se apresenta em quantidades maiores do que as assimiláveis pelos microrganismos, é perdido para a atmosfera nas formas de óxidos de nitrogênio e amônia, sendo que esta última representa a maior fração das perdas ocorridas (ORRICO JÚNIOR, 2004).

Com base no exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência do processo de compostagem, na redução de sólidos totais, microrganismos patogênicos e na conservação dos nutrientes contidos, dos resíduos cama de frangos e carcaças de aves.

## MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida no Departamento de Engenharia Rural da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista, Câmpus de Jaboticabal. Os resíduos utilizados, cama de frangos e carcaças de aves mortas foram coletados em granja comercial, na região de Ribeirão Preto - SP.

### Período de pré-compostagem

O período de pré-compostagem é uma fase que antecede à compostagem propriamente dita e é aplicada apenas quando se pretende compostar animais mortos. Essa fase é necessária para que ocorra uma decomposição prévia das aves, restando apenas partes de difícil degradação (bicos, ossos e penas, principalmente), facilitando, assim, o manejo do material, proporcionando melhor uniformidade e evitando a exposição do material ao meio ambiente e a predadores. Essa fase teve a duração de 60 dias e foi realizada em uma composteira com paredes de blocos e piso de concreto e

dimensões 0,41 m de profundidade, 1,48 m de largura e 6,5 m de comprimento, com cobertura de lona plástica, sustentada por arcos semicirculares de ferro em toda a extensão, para evitar a entrada de água da chuva.

A disposição dos resíduos na composteira foi feita em camadas alternadas de cama de frangos e aves mortas, de forma que a primeira e a última camada fossem obrigatoriamente de cama de frangos. Foram utilizados, no total, 660 kg de cama de frangos e 220 kg de aves mortas, respeitando-se a relação três quilogramas de cama para cada quilograma de ave e adequando à umidade entre 40 a 60% (KIEHL, 1985).

Durante a pré-compostagem, não foram realizadas análises do material, devido à dificuldade de manipulação e à heterogeneidade do mesmo; por isso, os valores iniciais dos parâmetros avaliados foram estimados com base na composição de amostras da cama e das carcaças de aves, levando em consideração as quantidades de cada material utilizado (Tabela 1).

TABELA 1. Composição das camas de frango e carcaça de aves utilizadas no experimento de compostagem de cama de frangos e carcaça de aves mortas. **Composition of chicken litter and carcasses of birds used in the experiment of composting poultry litter and carcasses of dead birds.**

Identificação	P	N	Ca	Mg	K	Na
Cama de frangos	1,77	2,41	0,86	0,41	2,60	0,71
Carcaça de aves	9,50	2,60	0,58	1,92	0,06	0,44

### Período de compostagem

Após o período de pré-compostagem, a composteira foi aberta, a massa revolvida e homogeneizada, e o material resultante transferido para o pátio de compostagem, para a confecção de três leiras com dimensões de 2,3 m de comprimento, 1,2 m de largura e 1,0 m de altura. O pátio de compostagem possuía piso de concreto e dimensões de 4 m de largura e 12 m de comprimento, com cobertura de lona plástica sustentada por tesouras de ferro em toda a extensão, para evitar a entrada de água da chuva.

Essa fase teve a duração de 60 dias, sendo que, diariamente, efetuou-se o monitoramento da temperatura e, semanalmente, foram efetuadas pesagens das leiras. Nessa ocasião, foram feitos os revolvimentos, avaliando-se os teores de ST e SV e coletando-se amostras para a quantificação dos teores de C, N (relação C/N), P, Ca, Mg, K, Na, Fe, Zn, Mn e Cu, além da determinação do número mais provável (NMP) de coliformes totais e termotolerantes, durante o processo.

### Metodologias utilizadas

Os teores de sólidos totais (ST), sólidos voláteis (SV) e NMP de coliformes totais e termotolerantes das amostras coletadas durante o ensaio de compostagem foram determinados segundo metodologia descrita por APHA (2005).

Para realizar a caracterização do material dos ensaios de pré-compostagem e compostagem, as amostras foram pré-secas a 60 °C, em estufa de circulação forçada de ar, por 48 horas. A seguir, foram finamente moídas, em moinho de facas, e então utilizadas para a digestão da matéria orgânica e determinação dos teores de sólidos voláteis e carbono.

O preparo das carcaças para caracterização foi feito pelo método da autoclave, onde se efetuou o cozimento das aves inteiras por aproximadamente 5 horas. Na sequência, a massa resultante do cozimento foi homogeneizada em liquidificador, então seca em estufa com circulação forçada de ar (55 °C) por 48 horas e moída em moinho de bola, conforme metodologia descrita por SIBBALD & FORTIN (1982).

Para a digestão, utilizou-se o digestor Digesdahl Hach, que promove a digestão total da matéria orgânica à base de ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ) e peróxido de hidrogênio ( $H_2O_2$ ) a 50%. Com esse extrato, foi possível a determinação dos teores de N, P, Ca, Mg, K, Na, Fe, Zn, Mn e Cu, segundo APHA (2005). O nitrogênio foi determinado conforme metodologia descrita por SILVA & QUEIROZ (2006). Os teores de fósforo foram determinados pelo método colorimétrico, utilizando-se de espectrofotômetro HACH, modelo DR-2000, como descrito por APHA (2005). As concentrações de Ca, Mg, K, Na, Fe, Zn, Mn e Cu foram determinadas em espectrofotômetro de absorção atômica, modelo GBC 932 AA.

A partir das amostras coletadas nas leiras de compostagem, foram quantificados os teores de C orgânico, cuja análise se fundamenta no fato de a matéria orgânica oxidável ser atacada pela mistura sulfocrômica, utilizando-se do próprio calor formado pela reação do dicromato de potássio com o ácido sulfúrico como fonte calorífica. O excesso de agente oxidante, que resta desse ataque, é determinado por titulação com sulfato ferroso. O método oferece a vantagem de não oxidar a fração de matéria orgânica não decomponível durante o processo de compostagem KIEHL (1985). Os conteúdos de matéria orgânica compostável (MOC), matéria orgânica resistente à compostagem (MORC) e demanda química de oxigênio (DQO) foram estimados conforme proposto por KIEHL (1985).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O comportamento da temperatura média das leiras pode ser observado na Figura 1. A temperatura média das leiras de compostagem manteve-se acima dos 50 °C do segundo ao 27º dia da compostagem, atingindo o pico de 64 °C no sétimo dia do enleiramento. A manutenção da temperatura na faixa termofílica é o resultado de intensas degradações da matéria orgânica o qual pode ser considerado de fundamental importância no tratamento dos resíduos, pois é responsável pela diminuição e/ou eliminação dos patógenos. Contudo, foi nessa fase que se observaram as maiores perdas de N (54,1%) (Tabela 2).



FIGURA 1. Comportamento da temperatura durante a compostagem dos resíduos, cama de frango e carcaça de aves. **Behavior of temperature during the composting of waste, poultry litter and carcass of birds.**

Observando-se os resultados da Tabela 2, verifica-se que a quantidade média inicial de nitrogênio (estimada pela soma das quantidades de nitrogênio da cama de frangos e aves) foi de 19,31 kg (3,24%) no início e 5,49 kg (1,79%) no final, representando perdas de 71,6% em relação ao material com o qual se iniciou o processo de pré-compostagem.

TABELA 2. Conteúdos de ST (kg) e N (kg e %) durante pré-compostagem e compostagem dos resíduos, cama de frango e carcaça de aves. **Contents of ST (kg) and N (kg and %) during the pre composting and the composting waste, poultry litter and carcasses of birds.**

		Verão		
Processo	Período	ST kg	N %	N kg
Pré-compostagem	Inicial*	596,60	3,24	19,31
	60 dias	430,27	2,06	8,86
	Redução %	27,90	36,40	54,10
Compostagem	Inicial (60 dias)	430,27	2,06	8,86
	67 dias	420,59	1,99	8,37
	74 dias	388,96	1,95	7,58
	81 dias	331,47	1,93	6,40
	88 dias	327,58	1,90	6,22
	95 dias	324,69	1,85	6,01
	102 dias	316,86	1,82	5,77
	109 dias	306,62	1,79	5,49
	Redução %	28,73	13,10	38,03
Redução total (%)		48,60	44,70	71,60

\*Estimado pela quantidade utilizada de cama de frangos e carcaça e seus teores de ST e N.

O pH pode ser considerado um dos principais fatores na determinação das perdas de N, pois valores acima da neutralidade favorecem a formação de amônia, acarretando maiores reduções no conteúdo de N (TIQUIA & TAM, 2000). Dessa forma, observa-se que, durante o processo de compostagem de cama de frangos e carcaça de aves, a formação de amônia foi favorecida, pois por todo o período o pH manteve-se acima de 8,6.

COSTA et al. (2006) estudaram as concentrações de N durante a compostagem de aves mortas em diferentes sistemas de aeração, sendo que foram observados teores de 3,85% no início e 2,45% no final. TIQUIA & TAM (2000) avaliaram a compostagem dos resíduos de aviário e observaram decréscimo de 50% do  $\text{NH}_4^+\text{-N}$ , entre o primeiro e sétimo dia de compostagem e verificaram que somente a partir do 35º dia, as concentrações mantiveram-se constantes. Os autores obtiveram redução de 59% de N na massa em relação ao inicial e atribuíram como causas principais das perdas de nitrogênio: a baixa relação C/N do material, alta temperatura das leiras e pH acima de 7.

Verifica-se (Tabela 2) que as maiores reduções de ST ocorreram na fase de pré-compostagem e no início da fase de compostagem (fase termofílica). A redução total de ST das duas fases foi de 48,6%, valor muito acima dos 21,2% encontrados por COSTA et al. (2006), quando avaliaram a compostagem de carcaça em sistema de composteira sem aeração (mesmo sistema utilizado neste trabalho).

A análise microbiológica (Tabela 3) demonstrou a eficiência da compostagem na remoção de coliformes, durante o período de enleiramento. As reduções observadas foram de 100%, com  $1,1 \times 10^8$  NMP  $\text{g}^{-1}$  no início e 0 NMP  $\text{g}^{-1}$  no final para coliformes totais e termotolerantes. Vários trabalhos, como os de CURCI et al. (2007), TORRES et al. (2007) e ORRICO et al. (2007), também observaram a eficiência da compostagem na eliminação de microrganismos patogênicos.

A redução dos números de patógenos no produto final, que será retornado ao solo, é um fator importante, pois a ocorrência de altos níveis de bactérias do grupo coliformes, na água de consumo, pode sujeitar as propriedades a maiores taxas de incidência de doenças nos animais, com consequente aumento da mortalidade e diminuição da produtividade (SALMINEN & RINTALA, 2002).

TABELA 3. Números mais prováveis (NMP) de coliformes totais e termotolerantes durante a compostagem dos resíduos, cama de frangos e carcaças de aves. **Most probable numbers (MPN) of total and thermotolerant coliforms during the composting of waste, poultry litter and carcasses of dead.**

Período	NMP g <sup>-1</sup> de Material	
	Coliformes Totais	Coliformes Termotolerantes
Início	1,1 x 10 <sup>8</sup>	1,1 x 10 <sup>8</sup>
60 dias	4,6 x 10 <sup>6</sup>	9,3 x 10 <sup>4</sup>
80 dias	230	230
100 dias	6	6
Final	0	0
Redução (%)	100	100

A relação C/N (Tabela 4) apresentou comportamento crescente, diferente dos observados normalmente em leiras de compostagem. TIQUIA & TAM (2000) afirmaram que este aumento na relação C/N se deve à grande perda de nitrogênio na fase inicial do processo, a qual não foi acompanhada pela redução de carbono orgânico da leira, resultando no aumento da relação. A menor redução do carbono está relacionada com a qualidade do mesmo (a cama de frangos utilizada no processo apresentava grande quantidade de serragem, que representa material de difícil degradação).

Conforme valor apresentado na Tabela 4, verifica-se elevado teor de MORC (matéria orgânica resistente à compostagem), o que diminui a capacidade de os microrganismos oxidarem o material e, conseqüentemente, apresentarem crescimento. Outro parâmetro que demonstra a difícil degradação do material é a DQO, na qual a redução observada foi de aproximadamente 3% na concentração final, demonstrando que a quantidade de C-orgânico não foi suficiente para que fosse obtida a relação C/N adequada.

TABELA 4. Quantidades de ST (kg), concentrações de N, C/N, MOC, MORC (%) e DQO (mg/g de ST) durante a compostagem dos resíduos cama de frangos e carcaças de aves. **Amounts of TS (kg), concentrations of N, C/N, COM, RCOM (%) and COD (mg/g in ST) during the composting of waste poultry litter and carcasses of birds.**

Período	ST kg	%C	%N	C/N	%MOC	%MORC	DQO mg/g
Montagem	430,27	22,91	2,06	11,12	41,24	49,96	610,84
20 <sup>o</sup> dia	388,96	22,69	1,95	11,66	40,84	48,92	604,91
40 <sup>o</sup> dia	324,69	22,47	1,89	11,89	40,44	44,42	598,98
Final	306,62	22,25	1,79	12,43	40,04	42,22	593,05

MOC - matéria orgânica compostável; MODC - matéria orgânica resistente a compostagem; DQO - demanda química de oxigênio

Portanto, a relação C/N não pode, isoladamente, definir se haverá ou não grandes perdas de N durante o processo de compostagem. Deve-se ter conhecimento da qualidade da fração carbono, que servirá como indicativo da facilidade de degradação do material, sendo que, quanto maior for a resistência para que ocorra a degradação do substrato utilizado como fonte de C, maiores serão as perdas de N.

Conforme os resultados apresentados na Tabela 5, observa-se que os teores de nutrientes no produto final foram superiores em relação ao substrato inicial. Porém esse fato deve ser analisado com cautela, pois um aumento nos teores dos nutrientes não implica ganho durante o processo, devendo-se considerar que ocorreram reduções nos sólidos totais, o que faz com que a concentração dos nutrientes no composto final aumente (processo de mineralização).

TABELA 5. Teores de P, K, Mg, Ca, Na (g/100g ST), Zn, Fe, Mn e Cu (mg/100g ST) do material no início, ao 20<sup>o</sup>, 40<sup>o</sup> e último dia de compostagem e o incremento (%) nos teores dos nutrientes no composto final em relação ao material inicial. **Levels of P, K, Mg, Ca, Levels of P, K, Mg, Ca, Na (g/100g TS), Zn, Fe, Mn and Cu (mg/100g TS) of the material at the beginning, the 20<sup>o</sup>, 40<sup>o</sup> and last day of composting and increase (%) in nutrient content in the final composite material on the original.**

Período	P	K	Mg	Ca	Na	Zn	Fe	Mn	Cu
	g/100 g				mg/100 g				
Montagem	2,00	2,71	0,44	0,77	0,70	13,46	85,15	29,25	13,48
20 <sup>o</sup> dia	2,81	2,90	0,49	0,99	0,72	13,88	99,21	31,85	14,28
40 <sup>o</sup> dia	2,87	2,92	0,52	1,10	0,78	14,75	110,11	33,17	15,87
Final	2,90	3,09	0,55	1,14	0,82	15,48	111,81	35,63	16,58
Incremento (%)	45,00	14,06	24,84	48,79	16,53	14,98	31,31	21,84	22,99

Os incrementos esperados nas concentrações dos elementos deveriam ser proporcionais à redução de massa seca, pois, com o aquecimento da massa enleirada, grande parte da matéria orgânica é perdida, principalmente na forma de CO<sub>2</sub> e água, ocasionando assim a concentração da matéria mineral. Essa ocorrência pode estar relacionada com uma possível lixiviação dos nutrientes visto que é comum, mesmo em condições controladas a formação de uma pequena quantidade de chorume. Esse comportamento foi observado por AMORIM et al. (2004), quando conduziram leiras de compostagem a partir dos dejetos de caprinos, notando inclusive redução nos teores de nutrientes do composto em relação o material inicial.

A porcentagem de ossos em relação à quantidade inicial de aves, a qual resistiu ao processo de compostagem, foi de 2,95%, sendo que a maioria desses ossos apresentava estrutura frágil e quebradiça. Esse dado representa mais um benefício da compostagem de carcaça de aves, pois a baixa quantidade de ossos encontrados permite seu uso como adubo orgânico sem grandes problemas para incorporar esse composto no solo.

## CONCLUSÕES

A compostagem demonstrou ser um método eficiente para o tratamento de carcaças e cama de frangos no que diz respeito à redução de sólidos totais e na eliminação de microrganismos patogênicos; entretanto, esse processo não demonstrou a mesma eficiência na conservação do nitrogênio do material. Dessa forma, é necessária a realização de trabalhos futuros no intuito de reduzir as excessivas perdas de nitrogênio durante o processo.

## REFERÊNCIAS

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION; AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION; WATER ENVIRONMENT FEDERATION (APHA; AWWA; WEF). *Standard methods for examination of water and wastewater*. 21<sup>th</sup> ed. Washington: American Water Works Association, 2005. 1.368 p.

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

ANUALPEC 2007: *anuário estatístico da pecuária brasileira*. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio, 2008. 392 p.

COSTA, M.S.S.M.; COSTA, L.A.M.; PELÁ, A.; SILVA, A.C.J.; DECARLI, L.D.; MATTER, U.F. Desempenho de quatro sistemas para compostagem de carcaça de aves. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental*, Campina Grande, v.10, n.3, p.692-698, 2006.

- CURCI, V.C.L.M.; DUTRA, I.S.; DOBEREINER, J.; LUCAS JÚNIOR, J. Pré-compostagem de cadáveres de bovinos acometidos pelo botulismo. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, Rio de Janeiro, v.27, n.4, p.157-161, 2007.
- KIEHL, E.J. *Fertilizantes orgânicos*. São Paulo: Agronômica Ceres, 1985. 492 p.
- ORRICO, A.C.A.; LUCAS JÚNIOR, J.; ORRICO JÚNIOR, M.A.P. Alterações físicas e microbiológicas durante a compostagem dos dejetos de cabras. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v.27, n.3, p.764-772, 2007.
- ORRICO, A.C.A.; LUCAS JÚNIOR, J.; ORRICO JÚNIOR, M.A.P. Caracterização e biodigestão anaeróbia dos dejetos de caprinos. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v.27, n.3, p.639-647, 2007.
- ORRICO JÚNIOR, M.A.P.; AMORIM, A.C.; LUCAS JÚNIOR, J. Perda de nitrogênio e redução de carbono orgânico durante o processo de compostagem dos resíduos gerados na avicultura de corte. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004, Campo Grande. *Anais...* Campo Grande: SBZ, 2004. 1 CD-ROM.
- ORRICO JÚNIOR, M.A.P.; ORRICO, A.C.A.; LUCAS JÚNIOR, J. Compostagem da fração sólida da água residuária de suinocultura. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v.29, n.3, p.483-491, 2009.
- PERDOMO, C.C. Controle do ambiente e produtividade de frangos de corte: a produção animal na visão dos brasileiros. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 28., 2001, Piracicaba. *Anais...* p.91-110.
- SALMINEN, E.; RINTALA, J. Anaerobic digestion of organic solid poultry slaughterhouse waste - a review. *Bioresource Technology*, Oxford, v.83, n.1, p.13-26, 2002.
- SIBBALD, I.R.; FORTIN, A. Preparation of dry homogenates from whole and eviscerated chickens. *Poultry Science*, Champaign, v.61, p.589-590, 1982.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. *Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos*. 3.ed. Viçosa - MG: Editora Universitária, 2006. 166 p.
- SIVAKUMAR, K.; RAMESH, S.K.V.; RICHARD, J.P.N.; VISWANATHAN, K.; CHANDRASEKARAN, D. Seasonal variations in composting process of dead poultry birds. *Bioresource Technology*, Oxford, v.99, n.2, p.3.708-3.713, 2008.
- TIQUIA, S.M.; TAM, N.F.Y. Fate of nitrogen during composting of chicken litter. *Environmental Pollution*, Oxford, n.4, v.110, p.535-541, 2000.
- TORRES, P.; PÉREZ, A.; ESCOBAR, J.C.; URIBE, I.U.; IMERY, R. Compostaje de biosólidos de plantas de tratamiento de águas residuales. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v.27, n.1, p.267-275, 2007.