

REDUÇÕES DOS NÚMEROS MAIS PROVÁVEIS DE COLIFORMES TOTAIS E FECAIS DURANTE A BIODIGESTÃO ANAERÓBIA DAS FEZES DE CABRITOS ALIMENTADOS COM TRÊS DIETAS E EM DIFERENTES IDADES ¹

ANA C. AMORIM², JORGE DE LUCAS JUNIOR³, MARCO A. PREVIDELLI ORRICO JUNIOR⁴

1. Pesquisa financiada pela FAPESP (processo de nº. 02/12168-9).

2. Zootecnista, Doutora pelo Programa de Zootecnia da FCAV, Unesp – Jaboticabal. Bolsista de Pós-doutorado Junior pelo CNPq junto ao Departamento de Engenharia Rural da FCAV – Unesp, Campus de Jaboticabal. (16) 3209-2637. amorim@fcav.unesp.br.

3. Engenheiro Agrônomo, Professor titular do Departamento de Engenharia Rural da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Unesp, Campus de Jaboticabal. jlucas@fcav.unesp.br

4. Zootecnista, Mestrando pelo Programa de Zootecnia da FCAV, Unesp – Jaboticabal.

Escrito para apresentação no XXXV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola 31 de julho a 4 de agosto de 2006 – João Pessoa – PB

RESUMO – Os resíduos gerados na produção animal representam uma significativa parcela da biomassa oriunda dos sistemas produtivos e sua reciclagem em busca da maior sustentabilidade econômica e ambiental se mostra favorável. Para a execução do experimento foram utilizadas as fezes produzidas por cabritos Saanen aos 90, 120 e 150 dias de idade e alimentados com três dietas (d1, d2 e d3 = dietas 1 (80% volumoso (V) e 20% concentrado (C)), 2 (60% V e 40% C) e 3 (40% V e 60% C), respectivamente). Para tanto foram adotados: biodigestores batelada de bancada com capacidade para 12 litros de substrato em fermentação e teor de sólidos totais (ST) inicial igual a 8%; e determinados os números mais prováveis de coliformes totais e fecais nos afluentes e efluentes dos biodigestores. Como resultados foram observados reduções dos números de coliformes totais e fecais de 100,0%, sem ocorrer efeitos das dietas com que os animais foram alimentados ou da idade em que foram avaliados, sobre as reduções obtidas. Desta forma a biodigestão anaeróbia demonstrou ser uma eficiente técnica no tratamento dos dejetos, permitindo que todos os efluentes apresentassem números de coliformes termotolerantes inferiores aos limites tolerados pelo CONAMA (rios de classe 2).

PALAVRAS – CHAVE: biodigestores, coliformes termotolerantes.

REDUCTIONS OF THE MOST PROBABLE NUMBERS OF TOTAL AND FECAL COLIFORMS DURING ANAEROBIC DIGESTION OF KID GOATS FECES FED WITH THREE DIETS AND IN DIFFERENT AGES

ABSTRACT - The residues generated in animal production represent a significant fraction of the biomass originating from productive systems and its recicy in search of the largest economical and environmental sustainability it is shown favorable. For the execution of experiment were used the feces produced by kid goats Saanen to the 90, 120 and 150 days of age and fed with three diets (d1, d2 and d3 = diets 1 (80% forage (F) and 20% concentrated (C)), 2 (60% F and 40% C) and 3 (40% F and 60% C), respectively). 12 liters batch digesters, initial concentration total solids (TS) of 8% and determinate the most probable number of total and fecal coliforms in affluent and effluent of biodigestors, was adopted. As results were observed reductions of the numbers of total and fecal coliforms of 100.0%, without effects of the diets with that the animals were fed or of the age in that animals were evaluated, on the obtained reductions. The anaerobic digestion demonstrated to be an efficient technique in the treatment of the wastes, allowing all the effluents to presented numbers of termotolerantes coliforms inferior to the limits tolerated by CONAMA (rivers of class 2).

KEYWORDS: biodigestors, coliformes termotolerantes.

INTRODUÇÃO

Como parte do processo produtivo está a geração de resíduos com a criação dos animais, que são caracterizados pelas elevadas quantidades de matéria orgânica, nutrientes e coliformes totais e fecais. A biodigestão anaeróbia pode ser utilizada na reciclagem e tratamento destes resíduos, pois além de reduzir o poder poluente e os riscos sanitários dos dejetos, oferece como subprodutos o biogás e o biofertilizante (SANTOS e LUCAS JR., 1998).

Em experimento conduzido por AMORIM et al. (2004) objetivaram-se avaliar o efeito das estações do ano sobre a digestão anaeróbia dos dejetos caprinos, em biodigestores modelo batelada com volume útil de 60 L de substrato em fermentação, mantidos sob temperatura ambiente e TRH de 20 semanas. O processo se mostrou eficiente na remoção de coliformes totais e fecais, proporcionando reduções acima de 99,0%, contendo nos efluentes: $2,0 \times 10^3$; $1,5 \times 10^3$; $1,7 \times 10^3$ e $3,1 \times 10^4$ coliformes totais por grama de material nas estações de verão, outono, inverno e primavera, respectivamente, e números de $3,3 \times 10^2$; $1,5 \times 10^3$; 0,0 e 0,0 coliformes fecais por grama de material, nos mesmos períodos do ano. ORRICO JR. et al. (2005) também observaram os benefícios da biodigestão anaeróbia sobre a diminuição dos números mais prováveis de coliformes totais e fecais contidos nos efluentes de biodigestores abastecidos com material a base de cama de frangos e carcaças de aves, previamente compostados.

Este trabalho foi desenvolvido com o intuito de avaliar os efeitos das idades e três alimentações sobre as reduções de coliformes totais e fecais durante a biodigestão anaeróbia das fezes de cabritos Saanen produzidas na fase de engorda dos animais.

MATERIAL E MÉTODOS

A biodigestão anaeróbia foi desenvolvida com as fezes produzidas por cabritos Saanen aos 90, 120 e 150 dias de idade e alimentados com três dietas, com variação nas proporções entre volumoso e concentrado, por meio do abastecimento de biodigestores batelada. Durante a fase de engorda (dos 90 aos 150 dias de idade) os cabritos permaneceram em baias coletivas, separados por dietas, no entanto, para a colheita das fezes, foram alojados em gaiolas metabólicas individuais. Os animais foram alimentados com as dietas experimentais durante toda a fase de engorda, sendo que não foi necessário o período de adaptação às dietas para a colheita de fezes, considerando-se somente sete dias para a adaptação dos animais as gaiolas. Após os sete dias de adaptação foram realizadas as colheitas das fezes por cinco dias consecutivos, da seguinte forma: coletaram-se fezes dos animais dos 90 aos 95, dos 120 aos 125 e dos 150 aos 155 dias de idade. As dietas foram fornecidas em duas refeições diárias.

As dietas empregadas na alimentação dos cabritos foram compostas por volumoso e concentrado nas seguintes proporções: dieta 1 (d1) = 80% volumoso e 20% concentrado, dieta 2 (d2) = 60% volumoso e 40% concentrado e dieta 3 (d3) = 40% volumoso e 60% concentrado. O fornecimento da alimentação foi em cochos, “ad libitum”, em duas refeições diárias, havendo à disposição dos animais água e sal mineral. O volumoso foi o feno de Tifton 85 (*Cynodon dactylon*) e o concentrado foi composto por: 53,8% de milho moído, 10,0% de soja grão, 15,0% de farelo de soja, 10,0% de farelo de algodão, 5,0% de farelo de trigo, 4,2% de núcleo leite e 2,0% de calcário. As dietas foram balanceadas para atender as exigências dos animais segundo recomendações do NRC (1981).

Os biodigestores utilizados são constituídos, basicamente, com três cilindros retos de PVC com diâmetros de 200, 250 e 300 mm, acoplados sobre uma placa de PVC com 2,5 cm de espessura e podem ser caracterizados como biodigestores de bancada, com capacidade média de 12 litros de substrato, cada. Os cilindros de 200 e 300 mm encontram-se inseridos um no interior do outro, de tal forma que o espaço existente entre a parede externa do cilindro interior e a parede interna do cilindro exterior comporte um volume de água (“selo de água”), atingindo profundidade de 500 mm. O cilindro de diâmetro intermediário teve em uma das extremidades vedadas, conservando-se apenas uma abertura para descarga do biogás, e foi emborcado no selo de água, para propiciar condições anaeróbias e armazenar o gás produzido. Os biodigestores foram dispostos sobre uma bancada, em condições de temperatura ambiente, abrigados da luz solar e chuvas.

Os abastecimentos foram efetuados procurando-se obter substratos com teor de ST em torno de 8%, conforme expressões citadas em LUCAS JR. (1994). Os biodigestores foram avaliados por todo o período em que apresentaram produções de biogás. Depois de calculadas as quantidades descritas de água e fezes, as misturas foram homogeneizadas com a utilização de liquidificador industrial, de modo que as cı́balas fossem quebradas, propiciando melhores condições de fermentação no interior dos biodigestores. Os números mais prováveis de coliformes totais e fecais foram determinados pela técnica de tubos múltiplos, descrita pela APHA (1995).

Para comparar os resultados obtidos adotou-se delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial, constando de 9 tratamentos (3 dietas x 3 idades dos animais) e 3 repetições (biodigestores), com comparação de médias pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve efeito ($P>0,05$) das dietas e das idades avaliadas sobre a redução dos números mais prováveis de coliformes totais e fecais durante a biodigestão anaeróbia das fezes (Tabela 1). Desta forma ressalta-se a importância da biodigestão anaeróbia na remoção de microrganismos indicadores de poluição fecal, assegurando a qualidade do biofertilizante. É importante destacar que apesar da elevada eficiência de remoção dos coliformes totais e fecais durante a biodigestão anaeróbia, os substratos foram retidos no interior dos biodigestores por no mínimo 18 semanas, o que em condições práticas poderia ocasionar na demanda de um maior número de biodigestores, para que fosse possível reter os substratos por esse período. Desta forma fica evidenciada a importância do período de retenção hidráulica sobre a redução destes microrganismos.

TABELA 1. Número mais provável (NMP) médio de coliformes totais e fecais (por grama) nos afluentes e efluentes dos biodigestores operados com fezes de cabritos Saanen aos 90, 120 e 150 dias de idade e alimentados com três dietas

Coliformes	90 dias			120 dias			150 dias			
	dieta 1	dieta 2	dieta 3	dieta 1	dieta 2	dieta 3	dieta 1	dieta 2	dieta 3	
Totais	Afl	$2,4 \times 10^9$	$2,4 \times 10^9$	$1,7 \times 10^9$	$4,6 \times 10^{10}$	$4,6 \times 10^{10}$	$2,4 \times 10^8$	$4,6 \times 10^9$	$2,4 \times 10^9$	$7,5 \times 10^8$
	Efl	< 3	$4,3 \times 10$	$4,3 \times 10^2$	$4,3 \times 10$	< 3	< 3	$1,2 \times 10$	$2,3 \times 10$	< 3
	Red (%)	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
	Aa	Aa	Aa	Aa	Aa	Aa	Aa	Aa	Aa	Aa
Fecais	Afl	$2,4 \times 10^9$	$2,4 \times 10^9$	$1,7 \times 10^9$	$4,6 \times 10^{10}$	$4,6 \times 10^{10}$	$2,4 \times 10^8$	$4,6 \times 10^9$	$2,4 \times 10^9$	$7,5 \times 10^8$
	Efl	< 3	$4,3 \times 10$	$4,3 \times 10^2$	$4,3 \times 10$	< 3	< 3	$1,2 \times 10$	$2,3 \times 10$	< 3
	Red (%)	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
	Aa	Aa	Aa	Aa	Aa	Aa	Aa	Aa	Aa	Aa

Dieta 1: 80% volumoso e 20% concentrado, dieta 2: 60% volumoso e 40% concentrado e dieta 3: 40% volumoso e 60% concentrado.

Na linha, letras maiúsculas comparam idade e letras minúsculas comparam dietas. Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey ($P<0,05$).

Os números de coliformes nos efluentes não ultrapassaram os limites recomendados para os rios de classe 2, destinados à aquicultura ou à recreação de contato primário, (CONAMA, 2005), que foram preconizados em no máximo 1.000 coliformes termotolerantes (fecais) por 100 mL de efluente. Estes efluentes, segundo disposição do CONAMA (2005), poderão ser empregados na irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto.

Comparando-se o NMP de coliformes totais e fecais dos afluentes e efluentes de biodigestores abastecidos com material a base de cama de frangos e carcaças de aves previamente compostado, ORRICO JR. et al. (2005) observam que a biodigestão anaeróbia promoveu acentuada redução nos NMP de coliformes de $3,7 \times 10^5$ para $7,45 \times 10^2$ coliformes totais/g de material e $7,3 \times 10^3$ para $7,3 \times 10$ coliformes fecais/g de material no afluente e efluente respectivamente, obtendo-se desta forma, reduções acima de 99,0% nos NMP de coliformes totais e fecais. Resultados semelhantes foram observados por STEIL (2001), quando manejou biodigestores batelada com substratos preparados a partir de dejetos de suínos, frangos de corte e aves de postura (média de 99,99 % de redução no NMP de coliformes totais e fecais). AMORIM et al. (2004) também verificou reduções de 99,99% ao se utilizar dos dejetos de caprinos para abastecimento de biodigestores batelada de campo nas estações de verão, outono, inverno e primavera e com TRH de 20 semanas.

A redução dos números de microrganismos indicadores de poluição fecal 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 conseqüente aumento da mortalidade e diminuição da produtividade (ENNIX, 1996).

CONCLUSÕES

A biodigestão anaeróbia demonstrou ser uma eficiente técnica no tratamento dos dejetos produzidos por cabritos durante a fase de engorda, proporcionando elevadas reduções nos conteúdos de coliformes totais e fecais. Não foi observado efeito significativo das idades ou regime alimentar dos cabritos sobre as reduções de coliformes totais e fecais, que foram de 100,0% em todas as condições.

REFERÊNCIAS

- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION - APHA. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 19th ed. Washington, 1999. p. irreg.
- AMORIM, A. C., LUCAS JUNIOR, J., RESENDE, K. T. Efeito da estação do ano sobre a biodigestão anaeróbia de dejetos de caprinos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 24, n. 1, p. 16-24. 2004
- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005, que "**Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.**" Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiano.cfm?codlegitipo=3>>. Acesso em: 18/11/2005.
- ENNIX Inc. Product Guide. Manual da empresa. EUA: Arizona, 1996. 327p.
- LUCAS JR., J. **Algumas considerações sobre o uso do dejetos de suínos como substrato para três sistemas de biodigestores anaeróbios**. 1994. 137f. Tese (Livre-Docência em Construções Rurais) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1994.
- NRC. **Nutrition Requirements of Goats**. National Academy Press, Washington, DC, pp.2-3, 1981.
- ORRICO JUNIOR, M. A. P.; AMORIM, A. C.; LUCAS JUNIOR, J.. Biodigestão anaeróbia da cama de frangos e carcaça de aves: produção de biogás e qualidade do biofertilizante. In: Zootec - VII Congresso Internacional de Zootecnia, X Congresso Nacional de Zootecnia, XI Reunião Nacional do Ensino de Zootecnia, 2005, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: Zootec 2005. Disponível em CD-rom.
- SANTOS, T.M.B.; LUCAS JR., J. Produção de cama e biogás após criação de frangos sob três densidades. In: BALBUENA et al, **Ingeniería rural y mecanización agraria en el ámbito latinoamericano**. La Plata: UNLP, 1998. p. 340-5.
- STEIL L. **Avaliação do uso de inóculos na biodigestão anaeróbia de resíduos de aves de postura, frangos de corte e suínos**. 2001. 108f. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia), - Instituto de Química, Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2001.