

PRODUÇÕES DE BIOGÁS E METANO A PARTIR DA BIODIGESTÃO ANAERÓBIA DAS FEZES DE CABRITOS ALIMENTADOS COM TRÊS DIETAS E EM DIFERENTES IDADES¹

JORGE DE LUCAS JUNIOR², ANA C. AMORIM³, MARCO A. PREVIDELLI ORRICO JUNIOR⁴

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

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

3. 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

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 – A expansão da caprinocultura brasileira e as características dos dejetos gerados com a criação dos animais justificam a adoção da biodigestão anaeróbia para tratamento e reciclagem dos dejetos. 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 quantificadas as produções e potenciais de produção de biogás e metano. As maiores produções de biogás e metano ocorreram em substratos preparados com as fezes de cabritos aos 150 dias de idade e alimentados com a dieta 3. Os melhores rendimentos, expressos por meio dos potenciais de produção de biogás e metano por kg de ST ou sólidos voláteis (SV) adicionados, de substrato ou fezes foram observados nos substratos preparados com as fezes de cabritos alimentados com a dieta 3, aos 120 e 150 dias de idade.

PALAVRAS – CHAVE: biodigestores, sólidos totais, sólidos voláteis.

PRODUCTIONS OF BIOGAS AND METHANE FROM ANAEROBIC DIGESTION OF KID GOATS FECES FED WITH THREE DIETS AND IN DIFFERENT AGES

ABSTRACT - The expansion of the Brazilian caprinoculture and the characteristics of the wastes generated with the breeding of the animals justify the adoption of the anaerobic digestion for treatment and recycle of the wastes. 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 quantified the total productions and potentials production of biogas and methane was adopted. The largest biogas productions and methane happened in substrate prepared with the kid goats feces of 150 days of age and fed with the diet 3. The best efficiency, expressed by potentials production of biogas and methane by kg of TS or volatile solids (VS) added, of substrate or feces were observed in the prepared substrate with the kid goats feces of fed with the diet 3, to the 120 and 150 days of age.

KEYWORDS: biodigestors, total solids, volatile solids

INTRODUÇÃO

Os dejetos de caprinos quando submetidos à biodigestão anaeróbia apresentam significativas produções de biogás (médias de 0,05 - 0,06m³ de biogás / kg de dejetos), superiores às obtidas quando se utiliza como substrato os dejetos provenientes de bovinos e ovinos. No entanto, independente da espécie, se sabe que a alimentação dos animais tem efeito direto sobre as produções de biogás, sendo que verificado por AMORIM et al. (2004) que os maiores rendimentos ocorreram quando se elevou a participação de alimento concentrado na dieta dos animais. Outros fatores são responsáveis pelas alterações nas produções de biogás, como a idade e estágio fisiológico dos animais, pois apresentam

influência direta sobre o aproveitamento dos alimentos, que determinam a quantidade e qualidade dos dejetos excretados e assim influenciam nas quantidades de biogás produzidas durante o processo.

Em experimento realizado por MISI e FORSTER (2001) foi avaliado o processo de biodigestão anaeróbia em reatores abastecidos com misturas a base de dejetos de caprinos, ovinos e bovinos, resíduos do processamento de frutas e cama de frangos, em diferentes proporções. Quando os dejetos de ovinos e caprinos perfizeram 70% da mistura obtiveram-se como valores: produção total de 4,2 L de CH₄ (com 35 dias de retenção e em biodigestores com capacidade de 1000 mL), 0,14m³ de metano/kg de SV adicionado, 0,42 m³ de CH₄/kg de SV reduzido e 34,1% de redução de SV.

Este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar os efeitos das idades e três alimentações sobre a biodigestão anaeróbia das fezes de cabritos Saanen produzidas durante a 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 teores de sólidos totais (ST) e sólidos voláteis (SV) das amostras coletadas durante a biodigestão anaeróbia foram determinados segundo metodologia descrita por APHA (1995). 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 cibalas fossem quebradas, propiciando melhores condições de fermentação no interior dos biodigestores. Os volumes de biogás produzidos diariamente, foram determinados medindo-se o deslocamento vertical dos gasômetros e multiplicando-se pela área da seção transversal interna dos gasômetros, ou seja, 0,0507 m². Após cada leitura os gasômetros foram zerados utilizando-se o registro de descarga do biogás. A correção do volume de biogás para as condições de 1 atm e 20°C foi efetuada com base no trabalho de CAETANO (1985). O potencial de produção de biogás foi calculado utilizando-se os dados de produção diária e as quantidades de fezes “in natura”, de substrato, de ST e

SV adicionadas nos biodigestores, além das quantidades de SV reduzidas durante o processo de biodigestão anaeróbia. Os valores foram expressos em m³ de biogás por kg de substrato, de dejetos ou de sólidos totais e voláteis. O potencial de produção de metano foi calculado com base nas produções de biogás e nos teores de metano contidos no biogás. As análises da composição do biogás produzido foram realizadas semanalmente para determinação dos teores de metano (CH₄) e dióxido de carbono (CO₂), principalmente, em cromatógrafo de fase gasosa Finigan GC-2001, equipado com as colunas Porapack Q e Peneira Molecular, e detector de condutividade térmica.

Para comparar os tratamentos empregados no ensaio de biodigestão anaeróbia dos dejetos gerados por cabritos durante fase de engorda, 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

As produções de biogás foram maiores ($P < 0,05$) em substratos preparados com as fezes de cabritos Saanen alimentados com a dieta 3 (média de 0,2445m³), em comparação às produções observadas em substratos que contiveram as fezes de animais que receberam a dieta 2 (média de 0,2187m³), que por sua vez foram superiores aos produzidos com fezes de animais que consumiram a dieta 1 (média de 0,1843m³). Houve efeito da idade dos animais sobre as produções de biogás, verificando-se que os maiores valores foram alcançados por substratos preparados com as fezes de cabritos Saanen aos 150 dias de idade (média de 0,2314m³), em relação às produções obtidas em substratos produzidos com as fezes de cabritos aos 120 dias de idade (média de 0,2286 m³), que foram superiores as produções verificadas em substratos originados as fezes de cabritos aos 90 dias de idade (média de 0,1874 m³). Os substratos originados das fezes de cabritos Saanen alimentados com as dietas 1 e 2 e aos 120 e 150 dias de idade, apresentaram antecipação na produção de biogás, em comparação com as produções observadas nos substratos provenientes das fezes de cabritos Saanen aos 90 dias de idade e alimentados com as dietas 1 e 2. Este comportamento pode ter sido acarretado pelos conteúdos de fração fibrosa e lignina nos afluentes, que foram acrescidos segundo a adição de alimento volumoso na dieta dos animais.

Assim como observado para os resultados de produção de biogás, notou-se que houve acréscimo nas quantidades de metano produzidas em substratos gerados com as fezes de animais de maiores idades e alimentados com maior proporção de alimento concentrado. Este fato demonstra a importância da biodigestão anaeróbia das fezes geradas por caprinos, visto que as quantidades de metano geradas com a fermentação destes resíduos foram acrescidas em aproximadamente 300,0% ao se comparar os substratos produzidos com as fezes de caprinos aos 90 dias de idade e alimentados com a dieta 1 (0,052m³ de metano), em relação aos substratos preparados com as fezes de cabritos aos 150 dias de idade e recebendo a dieta 3 (0,149m³ de metano).

Os potenciais de produção de biogás (Tabela 1) por kg de ST e SV adicionados, kg de substrato e kg de fezes sofreram o mesmo efeito das idades e dietas, apresentando valores superiores ($P < 0,05$) nos substratos preparados com as fezes de cabritos Saanen aos 120 e 150 dias de idade, em relação aos substratos produzidos com as fezes de cabritos aos 90 dias de idade e, também foram maiores ($P < 0,05$) quando se utilizaram as fezes provenientes de animais alimentados com as dietas 2 e 3, em relação aos substratos obtidos das fezes de animais que receberam a dieta 1. Este comportamento reforça os efeitos benéficos da idade e da maior qualidade das dietas, pela adição de alimento concentrado, sobre a melhoria da composição dos dejetos e conseqüentemente do desempenho da biodigestão anaeróbia.

Os resultados de potenciais de produção de metano (Tabela 2) por kg de ST e SV adicionados, de substrato e de fezes apresentaram o mesmo comportamento destes potenciais na produção para o biogás, demonstrando menores valores ($P < 0,05$) nos substratos produzidos com as fezes de animais mais jovens, 90 dias de idade, em relação aos potenciais observados nos substratos preparados com as fezes de animais aos 120 e 150 dias de idade, e ainda potenciais inferiores ($P < 0,05$) nos substratos provenientes das fezes de animais alimentados com a dieta 1, em relação às fezes dos animais que receberam as dietas 2 e 3.

TABELA 1. Potenciais médios de produção de biogás, corrigidos para 20 °C e 1 atm, para substratos preparados com fezes de cabritos Saanen aos 90, 120 e 150 dias de idade e alimentados com três dietas, variando-se a proporção volumoso:concentrado

Potenciais produção (m ³ biogás)	90 dias			120 dias			150 dias		
	d1	d2	d3	d1	d2	d3	d1	d2	d3
kg de ST adi	0,124 Bc	0,219 Bb	0,258 Ba	0,235 Ac	0,249 Ab	0,269 Aa	0,233 Ac	0,238 Ab	0,256 Aa
kg de SV adi	0,137 Bc	0,246 Bb	0,296 Ba	0,259 Ac	0,279 Ab	0,305 Aa	0,258 Ac	0,271 Ab	0,292 Aa
kg de subst	0,010 Bc	0,017 Bb	0,020 Ba	0,018 Ac	0,019 Ab	0,020 Aa	0,018 Ac	0,018 Ab	0,021 Aa
kg de fezes	0,043 Bc	0,087 Bb	0,103 Ba	0,081 Ac	0,087 Ab	0,092 Aa	0,071 Ac	0,091 Ab	0,099 Aa
kg de SV red	0,577 Bc	0,878 Bb	0,954 Ba	1,008 Ac	0,982 Ab	0,948 Aa	0,722 Bc	0,699 Bb	0,746 Ba

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).

TABELA 2. Potenciais médios de produção de metano, corrigidos para 20 °C e 1 atm, para substratos preparados com fezes de cabritos Saanen aos 90, 120 e 150 dias de idade e alimentados com três dietas, variando a proporção volumoso:concentrado

Potenciais produção (m ³ metano)	90 dias			120 dias			150 dias		
	d1	d2	d3	d1	d2	d3	d1	d2	d3
kg de ST ad	0,055 Bc	0,086 Bb	0,102 Ba	0,116 Ac	0,114 Ab	0,156 Aa	0,142 Ac	0,143 Ab	0,150 Aa
kg de SV ad	0,061 Bc	0,097 Bb	0,117 Ba	0,127 Ac	0,127 Ab	0,176 Aa	0,158 Ac	0,162 Ab	0,172 Aa
kg de subst	0,004 Bc	0,007 Bb	0,008 Ba	0,009 Ac	0,009 Ab	0,012 Aa	0,011 Ac	0,013 Ab	0,014 Aa
kg de fezes	0,019 Bc	0,034 Bb	0,041 Ba	0,040 Ac	0,040 Ab	0,053 Aa	0,044 Ac	0,054 Ab	0,056 Aa
kg de SV red	0,254 Bc	0,347 Bb	0,377 Ba	0,435 Ac	0,449 Ab	0,548 Aa	0,441 Ac	0,469 Ab	0,483 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).

CONCLUSÕES

Os substratos originados das fezes de cabritos com 150 dias de idade e alimentados com a dieta 3 (60% de concentrado) apresentaram as maiores produções de biogás e metano. Os melhores rendimentos de geração de biogás e metano por quantidades de ST, SV, substrato e fezes adicionados aos biodigestores foram observados nos substratos preparados com as fezes de cabritos alimentados com a dieta 3, aos 120 e 150 dias de idade.

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
- CAETANO, L. **Proposição de um sistema modificado para quantificação de biogás**. 1985. 75f. Dissertação (Mestrado em Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1985.
- 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.
- MISI, S. N., FORSTER, C. F. Batch co-digestion of multi-componente agro-wastes. **Bioresource Technology**, Oxford, v. 80, n.1, p. 19-28. 2001.

NRC. **Nutrition Requeriments of Goats**. National Academy Press, Washington, DC, pp.2-3, 1981.