

AVALIAÇÃO DE PARÂMETROS DA BIODIGESTÃO ANAERÓBIA DE DEJETOS DE SUÍNOS ALIMENTADOS COM DIETAS À BASE DE MILHO E SORGO

MARCO A. P. ORRICO JÚNIOR¹, ANA C. A. ORRICO², JORGE DE LUCAS JÚNIOR³

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi avaliar a interferência da dieta à base de sorgo em substituição à de milho na composição e no tratamento dos dejetos. Foram utilizados 24 biodigestores batelada de bancada, dos quais 12 foram abastecidos com dejetos de suínos alimentados com dieta à base de milho, e o restante, com dieta à base de sorgo. A cada 30 dias foram esvaziados três biodigestores dentro de cada dieta, em um total de quatro tempos de retenção hidráulica (TRH) 30; 60; 90 e 120 dias. Para avaliar a eficiência do processo de biodigestão anaeróbia, foram avaliadas as reduções de sólidos totais, sólidos voláteis totais, demanda química de oxigênio, demanda bioquímica de oxigênio, número mais provável (NMP) de coliformes totais e termotolerantes, além dos potenciais de produção do biogás e metano. Os resultados mostraram que os dejetos dos suínos alimentados com dietas à base de sorgo apresentaram menor eficiência no processo, principalmente nos potenciais de produção de biogás e metano. Em média, os potenciais foram 8,6% menor ($P < 0,01$) que os potenciais obtidos em biodigestores abastecidos com dejetos de suínos alimentados com dieta à base de milho. Com relação ao NMP de coliformes totais e termotolerantes, apenas foram observadas reduções significativas conforme aumentou TRH.

PALAVRAS-CHAVE: suinocultura, tanino, metano, coliformes.

EVALUATION OF ANAEROBIC BIODIGESTION PARAMETERS OF SWINE WASTE FED WITH DIETS BASED ON CORN AND SORGHUM

ABSTRACT: The aim of this work was to evaluate the interference of a diet based on sorghum in substitution of corn in the compound and treatment of waste. Twenty four batch digesters of bench with capacity of 12 liters, from which 12 were provided with swine waste that were fed with a diet base on corn and the others with a diet based on sorghum. At every 30 days, 3 digesters of each diet were emptied, in a total of 4 hydraulic retention times (HRT): 30; 60; 90 and 120 days. For evaluating the efficiency of anaerobic biodigestion process, reduction of total solids, total volatile solids, chemical demand of oxygen, biochemical demand of oxygen, the most probably number (NMP) of total and thermo tolerant coliforms, besides potentials of biogas and methane production were evaluated. Results showed that swine waste that were fed with diets based on sorghum, presented a smaller efficiency of the process, mainly for potentials of biogas and methane production. In average, potentials were 8.6% smaller ($P < 0.01$) than potentials that were obtained from biodigestors provided with swine waste that were fed with diet based on corn. Regarding to NMP of total and thermo tolerant coliforms, only significative reductions were observed as increase HRT.

KEYWORDS: swine breeding, tannin, methane, coliforms.

INTRODUÇÃO

A suinocultura caracteriza-se como uma atividade que acarreta sérios prejuízos ambientais, devido à elevada capacidade poluente dos dejetos, principalmente pelas concentrações de matéria orgânica, coliformes totais e termotolerantes, e significativas quantidades de N e P. Diante deste

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

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

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

Recebido pelo Conselho Editorial em: 31-8-2009

Aprovado pelo Conselho Editorial em: 11-6-2010

cenário, a biodigestão anaeróbia demonstra ser uma alternativa de tratamento e reciclagem dos dejetos gerados na criação de suínos, principalmente por estabilizar a matéria orgânica, reduzir os coliformes e promover agregação de valor à atividade principal com a produção do biogás e do biofertilizante (AMORIM, 2004).

A biodigestão anaeróbia, como em qualquer processo biológico, depende de alguns fatores que, se não forem respeitados, podem levar ao fracasso do sistema e consequentes perdas dos potenciais energéticos contidos nos dejetos. Em se tratando dos dejetos de animais, a preocupação principal durante muito tempo era com relação às condições do meio, tempo de retenção e os teores de sólidos aos quais estes biodigestores eram submetidos. Com o passar do tempo, surgiu a necessidade de se conhecer também a qualidade do sólido e como isto pode interferir no desempenho dos reatores. Estudos recentes, entre os quais o de ORRICO et al. (2007), demonstram que existe relação direta entre a qualidade dos dejetos gerados pelos animais e a produção de biogás, evidenciando que somente a quantidade de fração volátil (ou orgânica) não se mostrou suficiente para determinar a qualidade dos substratos. Dessa forma, torna-se necessária uma avaliação mais profunda dos diversos constituintes dos resíduos, pois cada um apresenta diferentes taxas de degradação, de forma a acelerar a produção de biogás, quando de degradação rápida, ou retardando, quando de difícil degradação. Segundo os mesmos autores, a dieta a que os animais são submetidos é a principal responsável pela grande variação existente entre os potenciais de produção encontrados nos experimentos de biodigestão, onde, na maioria das vezes, o ingrediente de maior proporção da dieta é o que determina a qualidade final do resíduo.

O principal ingrediente utilizado nas dietas de suínos é o milho; no entanto, este cereal também é utilizado na alimentação humana, uma concorrência que desfavorece sua utilização em determinadas épocas do ano. Assim, muitos produtores vêm substituindo o milho nas dietas de suínos por outros alimentos energéticos de menor custo. Entre os alimentos utilizados, destaca-se o sorgo, que possui composição química próxima à do milho, embora com valor nutritivo inferior (GOBESSO et al., 2008).

O menor valor energético do sorgo, em comparação ao milho, está relacionado à menor digestibilidade causada pela interferência dos taninos (presente no grão) no metabolismo de proteínas e carboidratos, especialmente em grãos de sorgo com mais de 1% de taninos (FIALHO e RUTZ, 1985). Os taninos são compostos fenólicos de alto peso molecular, que, além de comprometer a palatabilidade, diminuem a digestibilidade, especialmente de proteína e amido (MAKKAR, 1988), e os valores energéticos do alimento (LIZARDO et al., 1995).

Alguns autores, entre os quais SELINGER et al. (1996), atestam que microrganismos anaeróbios, principalmente os de origem ruminal, são capazes de degradar compostos tóxicos como os taninos, não trazendo efeito negativo sobre a degradação do material. Mas segundo outros autores, o sucesso não ocorre quando há presença de taninos condensados. Estes são mais difíceis de serem hidrolisados, podendo ser tóxicos tanto para os animais como para uma variedade grande de microrganismos. Isso pode explicar o efeito dos taninos condensados em retardar a biodegradação e diminuir a decomposição da matéria orgânica (BAHT et al., 1998).

Diante da importância econômica e ambiental dos dejetos de suínos, o objetivo deste trabalho foi constatar se existe interferência sobre a composição da excreta e o desempenho de biodigestores abastecidos com dejetos de suínos em terminação, alimentados com dietas à base de sorgo e de milho, submetidos a 30; 60; 90 e 120 dias de retenção hidráulica.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados oito suínos alimentados por cada dieta, sendo todos os animais machos, com peso médio inicial de 72,4 kg (\pm 2,80 kg), que foram mantidos em baias coletivas, com piso de concreto, sem o uso de lâmina d'água e providas de comedouros e bebedouros automáticos, com fornecimento *ad libitum* de água e alimento sólido. As dietas contiveram milho ou sorgo, como recurso energético, e foram formuladas para serem isonutritivas; dessa forma, a única diferença

entre as dietas foi o alimento energético. A limpeza das baias era efetuada uma vez ao dia, raspando-se toda a massa de dejetos do piso e, em seguida, efetuando-se a lavagem.

A influência das dietas sobre o potencial energético foi avaliada no processo de biodigestão anaeróbia por meio das produções e potenciais de produção de biogás, reduções nos teores de sólidos totais (ST) e voláteis totais (SVT), do número mais provável (NMP) de coliformes totais e termotolerantes e das demandas química (DQO) e bioquímica de oxigênio (DBO).

Para a execução do trabalho, foram utilizados biodigestores batelada com o intuito de exercer maior controle sobre as quantidades de cada componente dos substratos adicionadas aos biodigestores. O sistema batelada também permitiu o acompanhamento das degradações em intervalos determinados de tempo. Os biodigestores utilizados são constituídos, basicamente, por três cilindros retos de PVC, com diâmetros de 20; 25 e 30 cm, 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 em fermentação, cada.

Os cilindros de 20 e 30 cm 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 comporta um volume de água (“selo de água”), atingindo profundidade de 50 cm. O cilindro de diâmetro intermediário tem uma das extremidades vedadas, conservando-se apenas uma abertura para descarga do biogás, e está emborcado no “selo de água”, para propiciar condições anaeróbias e armazenar o gás produzido (gasômetro).

As produções de biogás foram observadas diariamente, e a sua qualidade, avaliada semanalmente. Para a avaliação das reduções dos teores de ST, SVT, coliformes totais e termotolerantes, DQO e DBO, o processo de biodigestão foi interrompido a cada 30 dias (desabastecimento), segundo os TRHs descritos, no intuito de se verificar o comportamento de degradação dos substratos ao longo do período.

Para tanto, foram alimentados 24 biodigestores batelada de bancada (2 dietas x 4 desabastecimentos x 3 repetições (biodigestores)), sendo que a cada 30 dias foram desabastecidos 6 biodigestores (2 dietas x 3 repetições). A quantidade de inóculo foi fixa e representou 15% da massa seca utilizada no abastecimento dos biodigestores, sendo que o inóculo foi obtido a partir do efluente de biodigestores estabilizados e alimentados com dejetos de suínos.

Este procedimento permitiu que os microrganismos presentes no inóculo se adaptassem mais facilmente ao substrato, otimizando, assim, as produções de biogás e reduzindo o período de colonização bacteriana. Os abastecimentos foram efetuados procurando-se obter substratos com teor de ST em torno de 80 g L^{-1} , conforme expressões citadas por LUCAS JÚNIOR (1994).

Os ST, SVT, DQO, DBO e NMP de coliformes totais e termotolerantes avaliados no afluente e no efluente dos biodigestores batelada de bancada foram determinados segundo metodologia descrita por APHA et al. (2005).

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, $0,0507 \text{ m}^2$. Após cada leitura, os gasômetros foram zerados, utilizando-se do 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 dos dados de produção diária e das quantidades de dejetos *in natura*, substrato, ST, SVT, DQO e DBO durante o processo de biodigestão anaeróbia.

As análises da composição do biogás produzido em biodigestores abastecidos com dejetos de suínos foram realizadas semanalmente para a determinação dos teores de metano (CH_4) e dióxido de carbono (CO_2), principalmente em cromatógrafo de fase gasosa Finigan GC-2001, equipado com as colunas Porapack Q e Peneira Molecular, e detector de condutividade térmica (STEIL, 2001).

As amostras coletadas durante o desenvolvimento da biodigestão anaeróbia foram pré-secadas 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 determinação de SVT.

Na avaliação dos resultados referentes ao ensaio de biodigestão anaeróbia com dejetos provenientes de suínos alimentados por duas dietas, adotou-se delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial, constando de 8 tratamentos (2 dietas x 4 TRH e 3 repetições (biodigestores)), com comparação de médias pelo teste de Tukey, a 1% de probabilidade. Os resultados das variáveis obtidas foram submetidos à análise de variância, utilizando o procedimento GLM (SAS, 1990).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A composição dos afluentes (Tabela 1) apresenta resultados semelhantes para a maioria dos constituintes avaliados. Este resultado pode ser explicado pelo fato de os animais consumirem dietas formuladas para serem nutricionalmente iguais no que se refere à proteína, energia e minerais. Mas, apesar disso, o teor de N nos dejetos de suínos alimentados com dietas à base de sorgo ficou 43% maior do que nos dejetos de suínos alimentados com milho.

O aumento da excreção de N nas fezes é característica da ingestão de alimentos de menor digestão e/ou de alimentos que possuem compostos antinutricionais, sendo provavelmente o tanino presente no sorgo o principal agente envolvido neste acontecimento. CABRAL FILHO (2004) relata que o maior efeito das dietas com alta proporção de sorgo é o menor aproveitamento do nitrogênio da dieta, o que conseqüentemente leva a maior excreção de N nas fezes.

TABELA 1. Caracterização dos afluentes utilizados no experimento. **Characterization of the effluents used in the experiment.**

Componentes	Milho	Sorgo
ST (g L ⁻¹)	80,00	78,00
SVT (g L ⁻¹)	67,70	61,80
DQO (g L ⁻¹)	130,40	122,75
DBO (g L ⁻¹)	75,42	71,19
	% dos ST	
N	3,69	5,30
P	3,21	3,17
K	1,39	1,44
Celulose	16,26	11,64
Lignina	1,69	1,95

Na Tabela 2, estão apresentados os dados das reduções de ST, SVT, DQO e DBO em substratos preparados a partir dos dejetos de suínos alimentados com dietas contendo milho ou sorgo, em diferentes TRH.

Os efeitos negativos das dietas à base de sorgo também foram observados para o desempenho dos biodigestores quando abastecidos com dejetos dos suínos alimentados com sorgo (Tabela 2). Foram observadas diferenças (P<0,01) nas reduções dos conteúdos de ST, SVT, DQO e DBO, sendo que a dieta à base de milho apresentou reduções superiores quando comparada à dieta à base de sorgo.

Esta menor degradação dos dejetos à base de sorgo refletiu diretamente sobre o processo de biodigestão anaeróbia, pois quanto menor for a energia disponível para fermentação do dejetos, menor será a produção de biogás (Tabela 3).

TABELA 2. Redução (%) de ST, SVT, DQO e DBO em substratos preparados a partir dos dejetos de suínos alimentados com dietas contendo milho ou sorgo, em diferentes TRH. **Reduction (%) of TS, TVS, COD and BOD in substrata prepared from waste of swine that were fed with diets containing corn or sorghum at different HRT.**

Entrada	TRH 30	TRH 60	TRH 90	TRH 120
Redução de ST (%)				
Milho	29,84Ad	33,21Ac	37,72Ab	44,34Aa
Sorgo	24,55Bd	29,70Bc	35,52Bb	41,48Ba
Redução de SVT (%)				
Milho	31,26Ad	35,55Ac	38,39Ab	45,77Aa
Sorgo	28,64Bd	31,69Bc	36,77Bb	43,92Ba
Redução de DQO (%)				
Milho	45,25Ad	54,81Ac	58,54Ab	61,62Aa
Sorgo	41,91Bd	49,40Bc	54,50Bb	59,88Ba
Redução de DBO (%)				
Milho	45,25Ad	53,71Ac	59,49Ab	60,38Aa
Sorgo	41,91Bd	48,61Bc	54,59Bb	59,26Ba

Na coluna, letras maiúsculas comparam dietas e, na linha, letras minúsculas comparam tempos de retenção. Médias seguidas de letras distintas diferem entre si, pelo teste de Tukey (P<0,01).

Com relação ao TRH utilizado, foi observado aumento nas reduções de ST, SVT, DQO e DBO conforme aumentou o TRH. Os dados da Tabela 2 indicam importantes reduções de DQO e DBO, sobretudo aos 120 dias de retenção, verificando-se valores acima de 59%. As maiores (P<0,01) reduções ocorreram em substratos preparados com os dejetos de suínos alimentados com milho e mantidos em biodigestão anaeróbia por 120 dias. Dessa forma, os dejetos de suínos alimentados com dietas à base de sorgo necessitam de TRH maiores para que atinjam o mesmo nível de degradação. Tomando como base os dados de redução de SVT para um TRH de 30 dias, seriam necessários mais três dias para que os biodigestores abastecidos com dejetos de suínos alimentados com dieta à base de sorgo atingissem a mesma redução que os abastecidos com dejetos à base de milho (31,26%). Dessa forma, a mudança da base energética das dietas dos suínos de uma granja pode levar a menor capacidade dos biodigestores em reduzir os teores de sólidos.

Nas Tabelas 3 e 4, estão apresentados os valores das produções e potenciais de produção de biogás e metano, respectivamente.

TABELA 3. Produções totais (m³) de biogás e metano e porcentagens relativas (120 dias de retenção) e de metano aos 30; 60; 90 e 120 dias de retenção, em substratos preparados a partir dos dejetos de suínos alimentados com dietas contendo milho ou sorgo. **Total production (m³) of biogas and methane and relative percentages (120 days of retention) and methane percentages on 30; 60; 90 and 120 days of retention in substrata prepared from waste of swine that were fed with diets containing corn or sorghum.**

TRH	m ³ de Biogás		Produção Relativa(%)		CH ₄ (%)		m ³ de CH ₄	
	Milho	Sorgo	Milho	Sorgo	Milho	Sorgo	Milho	Sorgo
30	0,13Ac	0,11Bc	41,70	41,10	39,60Ad	32,70Bd	0,05Ac	0,03Bc
60	0,25Ab	0,23Bb	80,20	80,90	62,00Ac	56,40Bc	0,15Ab	0,13Bb
90	0,29Aa	0,27Ba	94,50	95,30	76,80Ab	72,10Bb	0,22Aa	0,19Ba
120	0,31Aa	0,29Ba	100,00	100,00	80,10Aa	82,10Ba	0,25Aa	0,23Ba

Na linha, letras maiúsculas comparam dietas e, na coluna, letras minúsculas comparam tempos de retenção. Médias seguidas de letras distintas diferem entre si, pelo teste de Tukey (P<0,01).

TABELA 4. Potenciais médios de produção de biogás em substratos preparados a partir dos dejetos de suínos alimentados com dietas contendo milho ou sorgo, em diferentes TRH. **Average potentials of biogas production in substrata prepared from waste of swine that were fed with diets containing corn or sorghum at different HRT.**

Substrato	TRH 30	TRH 60	TRH 90	TRH 120
L biogás kg ⁻¹ ST reduzido				
Milho	684Bc	1.180Bb	1.225Ba	1.103Ba
Sorgo	822Ac	1.336Ab	1.315Aa	1.182Aa
L de biogás kg ⁻¹ de SVT reduzido				
Milho	523Ac	883Ab	963Aa	855Aa
Sorgo	477Bc	825Bb	900Ba	792Ba
L de biogás kg ⁻¹ de dejetos adicionado				
Milho	56Ab	107Ab	126Aa	134Aa
Sorgo	56Ab	111Ab	130Aa	137Aa
L de biogás kg ⁻¹ de substrato				
Milho	11Ac	21Ab	25Aa	26Aa
Sorgo	10Bc	20Bb	23Ba	24Ba

Na linha, letras maiúsculas comparam dietas e, na coluna, letras minúsculas comparam tempos de retenção. Médias seguidas de letras distintas diferem entre si, pelo teste de Tukey (P<0,01).

As menores produções de biogás e metano (P<0,01) foram observadas para os afluentes dos suínos alimentados com sorgo. Essa redução chegou a 8,6% na produção total de metano, fato esse que reforça ainda mais o efeito negativo das dietas à base de sorgo sobre o processo de biodigestão. As menores produções de biogás dos dejetos de suínos alimentados com sorgo também interferiram de forma negativa sobre os potenciais de produção (Tabela 4). CABRAL FILHO (2004) testou a produção de gás e a degradabilidade de oito variedades de sorgo e observou diferenças significativas entre as variedades de alto e baixo tanino.

Com relação aos diversos TRH testados (Tabela 2), apesar de os substratos retidos por 120 dias alcançarem as maiores reduções do poder poluente em relação ao material inicial, não foram observadas diferenças significativas (P>0,01) para a produção de biogás, bem como para os potenciais de produção de biogás (Tabelas 3 e 4), em comparação com o TRH de 90 dias. Dessa forma, o TRH de 120 dias pode ser considerado desnecessário para este substrato, visto que não apresentou redução significativa do poder poluente dos dejetos. Entretanto, o uso do TRH de 30 dias não foi suficiente para promover a degradação efetiva do material, sendo observado aumento médio de 75% no potencial de produção de biogás por kg de ST reduzido, quando comparado ao TRH de 60 dias.

ORRICO JÚNIOR (2007) observou aumento de 28% nos potenciais de produção de biogás, quando acresceu o TRH de 15 para 36 dias. Neste trabalho, o autor utilizou biodigestores semicontínuos modelo “plug flow” e água residuária de suinocultura com baixa concentração de sólidos (25 g de ST L⁻¹), condição que provavelmente colaborou para que os dados de TRH obtidos pelo referido autor fossem inferiores aos verificados neste trabalho, em que se utilizaram efluentes com elevados teores de sólidos. SOUZA e CAMPOS (2007) também observaram aumento 94,3% no potencial de produção biogás por kg de dejetos suíno, quando o TRH passou de 10 para 30 dias. Estes dados reforçam a necessidade de que os biodigestores retenham os substratos de acordo com o TRH adequado, contabilizando as variáveis: tipo de reator, de resíduo, concentração de sólidos e temperatura do meio.

Na Tabela 5, podem ser observadas as reduções de coliformes totais e termotolerantes em substratos preparados a partir dos dejetos de suínos alimentados com dietas contendo milho ou sorgo, como recurso energético. Não foram observadas diferenças significativas (P>0,01) entre as dietas testadas, apenas houve diferença (P<0,01) com relação ao tempo de retenção hidráulica, onde

os substratos que permaneceram por mais tempo dentro dos biodigestores, apresentaram maior redução no NMP dos coliformes totais e termotolerantes.

COTÉ et al. (2006) observaram eficiência de 97,94 a 100% nas reduções de coliformes termotolerantes e totais durante a biodigestão anaeróbia dos dejetos de suínos, mesmo quando estes foram submetidos a condições de baixa temperatura (20 °C). Segundo os mesmos autores, a eficiência na redução dos microrganismos patogênicos está associada à temperatura de fermentação e ao TRH utilizado, sendo que quanto maiores forem os seus valores, mais eficiente será a redução de patógenos.

TABELA 5. Números mais prováveis (NMP mL⁻¹) de coliformes totais e termotolerantes em substratos preparados a partir dos dejetos de suínos alimentados com dietas contendo milho ou sorgo, em diferentes TRH. **Most probably numbers (MPN.mL⁻¹) of total and thermotolerant coliforms on substrates prepared from the manure of pigs fed with diets containing corn or sorghum at different HRT.**

	Afluente	TRH 30	TRH 60	TRH 90	TRH 120
Coliformes Totais					
Milho	5,30x10 ⁷	2,3x10 ³ Aa	3,30x10 ² Ab	1,14 x10 ² Ac	0Ad
Sorgo	6,17x10 ⁷	4,6x10 ⁴ Aa	1,11x10 ³ Ab	2,67 x10 ² Ac	1,1 x10 ¹ Ad
Coliformes Termotolerantes					
Milho	5,30x10 ⁷	2,3x10 ³ Aa	3,30x10 ² Ab	1,14 x10 ² Ac	0Ad
Sorgo	6,17x10 ⁷	9,3x10 ³ Aa	1,11x10 ³ Ab	2,67 x10 ² Ac	0Ad

Na linha, letras maiúsculas comparam dietas e, na coluna, letras minúsculas comparam tempos de retenção. Médias seguidas de letras distintas diferem entre si, pelo teste de Tukey (P<0,01).

Semelhantes reduções foram obtidas por MATEU et al. (1992), ao estudarem a eliminação de coliformes termotolerantes de resíduos de suínos por meio da digestão anaeróbia mesofílica, em biodigestores contínuos, com tempo de retenção hidráulica (TRH) de 18 dias e obterem redução de 99,0% no número destes microrganismos. Os autores associaram este fato à presença dos ácidos graxos voláteis que são produzidos durante o processo. STEIL (2001) também observou reduções de 99,99% em substratos preparados a partir dos dejetos de suínos, utilizando-se de 0; 10 e 15% de inóculo e por 154 dias de retenção, em concentração inicial de 80 g de ST L⁻¹.

CONCLUSÕES

A utilização de sorgo na alimentação de suínos como fonte energética, em substituição ao milho, promoveu a geração de dejetos que, submetidos à biodigestão anaeróbia, apresentaram menores produções de biogás e metano, bem como reduções menos eficientes dos conteúdos dos ST, SVT, DQO e DBO. Dessa forma, os substratos gerados a partir destes dejetos demandaram pela necessidade de maior TRH para que atingissem a mesma eficiência de redução dos teores de sólidos obtida em substratos produzidos com os dejetos de animais alimentados com milho como recurso energético.

REFERÊNCIAS

APHA/AWWA/WEF. AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION; AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION; WATER ENVIRONMENT FEDERATION. *Standard methods for examination of water and wastewater*. 21th 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.

- BHAT, T.K.; SINGH, B.; SHARMA, O.P. Microbial degradation of tannins - A current perspective. *Biodegradation*, Dordrecht, v.9, n.1, p.343-357, 1998.
- CABRAL FILHO, S.L.S. *Efeito do teor de tanino do sorgo sobre a fermentação ruminal e parâmetros nutricionais em ovinos*. 2004. 88 f. Tese (Doutorado em Ciências) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.
- CAETANO, L. *Proposição de um sistema modificado para quantificação de biogás*. 1985. 75 f. Dissertação (Mestrado em Energia na Agricultura) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 1985.
- CÔTE, C.; MASSE, D.I.; QUESSY, S. Reduction of indicator and pathogenic microorganisms by psychrophilic anaerobic digestion in swine slurries. *Bioresource Technology*, Essex, v.97, n.1, p.686-691, 2006.
- FIALHO, E.T.; RUTZ, F. Utilização de sorgo em rações para suínos. *Suinocultura Industrial*, São Paulo, v.83, p.39-43, 1985.
- GOBESSO, A.A.O.; D'AURIA, E.; PREZOTTO, L.D.; RENNÓ, F.P. Substituição de milho por sorgo triturado ou extrusado em dietas para equinos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa - MG, v.37, n.11, p.2.011-2.016, 2008.
- LIZARDO, R.; PEINIAU, J.; AUMAITRE, A. Effect of sorghum tannins on growth, digestibility of diet components and activity of pancreatic and intestinal enzymes in piglets. *Journées de la Recherche Porcine en France*, Paris, v.27, n.1, p.209-216, 1995.
- LUCAS JÚNIOR, J. *Algumas considerações sobre o uso do estrume de suínos como substrato para três sistemas de biodigestores anaeróbios*. 1994. 137 f. Tese (Livre-Docência em Construções Rurais) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 1994.
- MAKKAR, H.P.S. Do tannins affect only protein utilization? *Indian Dairyman*, New Dehli, v.41, n.7, p.135-156, 1988.
- MATEU, A.; MATA-ALVAREZ, J.; PARÉS, R. Enterobacterial and viral decay experimental models for anaerobic digestion of piggery waste. *Applied Microbiology Biotechnology*, Berlin v.38, n.2, p. 291-296, 1992.
- ORRICO JÚNIOR, M.A.P. *Avaliação dos processos de biodigestão anaeróbia e compostagem em dejetos de suínos: produção de biogás, biofertilizante e composto*. 2007. 95 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 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.
- SAS/STAT *User's Guide Version 6*. 4th ed. Cary: Statistical Analysis System, 1990. 891 p.
- SELINGER, L.B.; FOSBERG, C.W.; CHENG, K.J. The rumen: a unique source of enzymes for livestock production. *Anaerobe*, Orlando, v.2, n.2, p.263-284, 1996.
- SOUZA, C.F.; CAMPOS, J.A. Avaliação do tempo de retenção hidráulica, agitação e temperatura em biodigestores operando com dejetos de suínos. *Revista Brasileira de Agroecologia*, Porto Alegre, v.2, n.1, p. 235-241, 2007.
- STEIL, L. *Avaliação do uso de inóculos na biodigestão anaeróbia de resíduos de aves de postura, frangos de corte e suínos*. 2001. 108 f. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Química, Araraquara, 2001.