

# PRODUÇÃO TOTAL DE BIOGÁS POR DEJETOS DE BOVINOS LEITEIROS COM USO DE INÓCULO EM DIFERENTES ÉPOCAS DO ANO

**Cristiane de Almeida Neves Xavier<sup>1</sup>, Jorge de Lucas Júnior<sup>1</sup>, Tânia Mara Baptista dos Santos<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias/Universidade Estadual Paulista/Departamento de Engenharia Rural, Av. de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane, s/n, Jaboticabal-SP, Cep 14884-900  
e-mail: cris anx@fcav.unesp.br, jlucas@fcav.unesp.br

<sup>2</sup>Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul/Unidade de Aquidauana/Departamento de Zootecnia/ Rod. Aquidauana-CERA, Km 12, Aquidauana-MS, Cep 79200-000  
e-mail: tania@uems.br

**Resumo-** O uso de inóculo na biodigestão anaeróbia de dejetos pode acelerar o pico de produção de biogás e aumentar sua produção total, sendo uma opção para o inverno, quando temperaturas baixas influenciam negativamente o processo e o inóculo pode manter a produção neste período. Avaliou-se neste trabalho, diferentes níveis de inóculo (0, 20, 30 e 40%) nos substratos submetidos à biodigestão anaeróbia em diferentes períodos do ano (primavera/verão e outono/inverno). Os tratamentos com inóculo e sem inóculo tiveram TRH de 71 e 142 dias, respectivamente. Maiores produções de biogás foram obtidas utilizando-se substratos contendo inóculo, em ambos períodos avaliados. O período que propiciou maiores produções de biogás para quaisquer tratamentos foi o de primavera/verão.

**Palavras-chave:** biodigestor, batelada, inclusão de inóculo.

**Área do Conhecimento:** Ciências Agrárias

## Introdução

O rápido crescimento da população mundial acompanhado do rápido desenvolvimento das nações com crescente tecnologia empregada nos diversos setores de produção têm levado à exaustão das fontes energéticas convencionais. Matérias variadas encontradas na natureza podem servir como potencial fonte de energia renovável. Os resíduos da produção animal, enquanto biomassa, pode ser fonte alternativa de energia. Tais resíduos têm aumentado consideravelmente devido à expansão dos rebanhos e aos aumentos de produtividade. Um dos processos de conversão energética da biomassa é a biodigestão anaeróbia que é um processo natural de fermentação no qual bactérias anaeróbias produzem metano (CH<sub>4</sub>) e dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) a partir de matéria orgânica complexa, não estéril. A energia gerada a partir dos dejetos obtidos em um sistema de produção animal pode suprir a demanda de energia do mesmo, já que de acordo com Corson (1996) algumas criações animais apresentam demasiado gasto de energia e tais gastos aumentam os custos finais dos produtos e se substituídos por fontes energéticas mais baratas, podem aumentar significativamente os lucros da produção dos animais.

Como a digestão anaeróbia é um processo lento, tempos de retenção hidráulica (TRH) muito longos às vezes são necessários, o que segundo

Yadvika et al. (2004) conduz a grandes volumes do biodigestor e então, altos custos do sistema. Além disso, a redução da produção de biogás durante o inverno apresenta um sério problema na aplicação prática dessa tecnologia, o que colabora para a limitação da popularização do sistema de biodigestão anaeróbia nas áreas rurais ocorrendo uma necessidade de estudos que visem aumentar a eficiência total do processo.

A inclusão de inóculo no substrato de biodigestores operados em batelada é feita no intuito de acelerar o processo de obtenção do biogás e aumentar sua produção (LUCAS Jr. et al., 1993). Os inóculos utilizados nesses casos, geralmente são quantidades variáveis de efluente que contém microrganismos típicos da digestão anaeróbia, capazes de provocarem a fermentação do material em pouco tempo e, com isso, uma rápida produção de biogás.

O objetivo deste trabalho foi avaliar diferentes porcentagens de inclusões de inóculo em dejetos de bovinos leiteiros a serem tratados em biodigestores do tipo batelada, quanto à produção de biogás em diferentes épocas do ano (primavera/verão e outono/inverno).

## Material e Métodos

O experimento foi conduzido na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista localizada em Jaboticabal-SP,

Brasil. A duração do período experimental foi de 14 meses – de julho de 2002 a setembro de 2003.

Foram utilizados 12 biodigestores bateladas de campo, com volume útil de 60 L, instalados no Departamento de Engenharia Rural. Os dejetos utilizados para o abastecimento dos mesmos foram obtidos no setor de Bovinocultura de Leite do Departamento de Zootecnia e eram provenientes de vacas holandesas em lactação. Nesse setor os animais eram mantidos em sistema de produção semi-intensivo e ordenhados duas vezes por dia. Os dejetos eram sempre de um mesmo lote de coleta, a qual era feita sempre pela manhã, por meio de raspagem do piso das instalações. A alimentação dos animais no período chuvoso era composta por concentrado (à base de farelo de milho, de soja e de trigo) e pastejo; no período seco do ano, por concentrado e silagem de milho.

Os tratamentos utilizados (tipos de substratos a serem fermentados nos biodigestores) foram: sem inóculo (SI), com 20% de inóculo (I.20), com 30% de inóculo (I.30) e 40% de inóculo (I.40), massa/massa. As composições dos substratos estão apresentados na Tabela 1. Para a obtenção do inóculo foi realizada a biodigestão anaeróbia do mesmo tipo de dejetos em período mínimo de 71 dias anterior à implantação do experimento. Como o inóculo acelera a produção de biogás, enquanto efetuou-se um ciclo de biodigestão anaeróbia do substrato sem inóculo (142 dias de TRH), foram realizados dois ciclos dos substratos contendo inóculo (de 71 dias de TRH cada).

TABELA 1: Tratamentos e respectivos níveis de inclusão de inóculo, em porcentagem (%), e quantidades em quilograma (kg) de dejetos, de inóculo e de água que compuseram os substratos para fermentação durante todo o experimento

Tratamento	SI	I.20	I.30	I.40
Inóculo (%)	0	20	30	40
Componentes	Quantidade (kg)			
Dejeto	25	22	20	18
Inóculo	0	12	18	24
Água	35	26	22	18

As produções de biogás foram calculadas com base na leitura das réguas dispostas ao lado dos eixos de condução dos gasômetros que continham setas que apontavam nas réguas o deslocamento vertical do gasômetro obtido no intervalo entre as leituras. O número obtido na leitura foi multiplicado pela área da seção transversal interna dos gasômetros (0,2827 m<sup>2</sup>). 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 nos trabalhos de Caetano (1985) e Santos (2001).

A temperatura do biogás era verificada por ocasião da leitura da produção com o uso de um termômetro digital (em °C) disposto no local de liberação do biogás.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4 x 2 em que os dois fatores foram as porcentagens de inclusão de inóculo e os períodos do ano (primavera/verão e outono/inverno), com três repetições. Para a comparação das médias aplicou-se o teste de Tukey. Os dados de produção total de biogás dos tratamentos contendo inóculo correspondem às somas das produções nos dois ciclos de cada período e foram testados contra a produção total de biogás do tratamento sem inóculo.

## Resultados

Nas Figuras 1 e 2 estão demonstradas as curvas de produção de biogás de todos os tratamentos e também as temperaturas médias semanais registradas nos dois períodos avaliados.

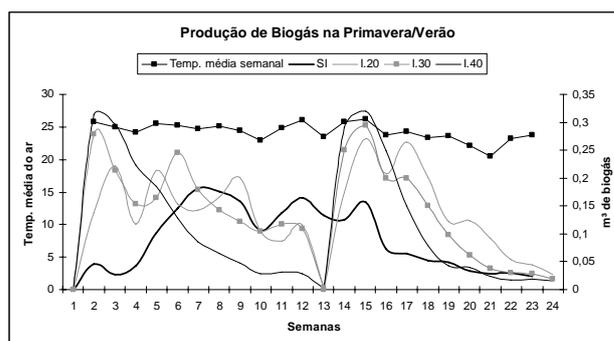


FIGURA 1 – Produção de biogás, em m<sup>3</sup>, de todos os tratamentos e temperatura média do ar no período da primavera/verão

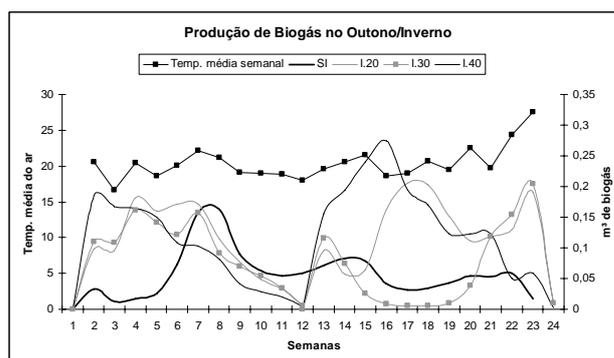


FIGURA 2 – Produção de biogás, em m<sup>3</sup>, de todos os tratamentos e temperatura média do ar no período do outono/inverno

Os resultados da análise de variância estão apresentados na Tabela 2. As médias são correspondentes a cada tratamento em cada período, portanto, os valores para os tratamentos com inclusão de inóculo são as somas das

produções desses tratamentos nos dois ciclos de fermentação em cada período.

TABELA 2 - Médias das produções totais de biogás, em m<sup>3</sup>, e estatística

Inóc.(I)	Período (P)		Teste F
	Prim./verão	Out./inverno	
SI	2,0189Ac	1,2656Bd	214,8**
I.20	3,1401Aa	2,5108Bb	149,9**
I.30	3,1179Aa	1,6655Bc	798,8**
I.40	2,6540Ab	2,7155Aa	1,43 <sup>NS</sup>
Teste F	209,5**	357,9**	

Letras minúsculas diferentes na mesma coluna, diferem pelo teste de Tukey a 5%. Letras maiúsculas diferentes na mesma linha, diferem pelo teste de Tukey a 5%. \*\*Significativo a 1% de probabilidade. <sup>NS</sup> Não significativo. DMS (P dentro de I) = 0,1090; DMS (I dentro de P) = 0,1472; CV% = 2,64.

## Discussão

Verifica-se, por meio das Figuras que o uso de inóculo antecipou a produção e os picos de produção de biogás. Nos tratamentos contendo inóculo os picos de produção de biogás foram alcançados até a terceira semana após os abastecimentos dos biodigestores. Os tratamentos sem inóculo tiveram picos de produção mais tardios, por volta da oitava semana após o abastecimento.

Os resultados demonstram que houve diferença altamente significativa entre os níveis de inclusão de inóculo utilizados, entre os períodos do ano e que existe uma interação entre ambos fatores, ou seja, o melhor ou pior desempenho de um tratamento com determinado nível de inclusão de inóculo depende do período a que se refere.

Observa-se na Tabela 2 que as maiores produções de biogás, nos dois períodos, foram alcançadas pelos tratamentos contendo inóculo.

Os níveis de inclusão de inóculo quando comparados dentro de cada período apresentaram diferença entre si, com maiores (P<0,01) produções obtidas durante a primavera/verão.

Os tratamentos sem inclusão e com inclusões de 20 e 30% apresentaram diferença significativa (P<0,01) quando comparados dentro dos diferentes períodos, o que significa que os períodos influenciaram suas produções de biogás; para o nível de inclusão de inóculo de 40% não houve diferença significativa (P>0,05) quando comparado dentro dos períodos, indicando que tanto na primavera/verão como no outono/inverno, a produção de biogás não se altera.

As médias das produções totais de biogás obtidas durante a primavera/verão, que apresenta maiores temperaturas ambiente, foram maiores que as obtidas durante o outono/inverno, a não

ser para o tratamento contendo o maior nível de inclusão de inóculo (I.40). Este nível de inclusão pode ser recomendado portanto, para o outono/inverno em sistemas de biodigestão anaeróbia de dejetos de vacas leiteiras. Sua utilização durante a primavera/verão, no entanto, implica em menor utilização do volume útil do biodigestor tratando os dejetos *in natura*, já que outros níveis de inclusão podem ser utilizados satisfatoriamente.

As maiores produções de biogás durante todo o experimento foram dos tratamentos contendo 20 e 30% de inóculo durante a primavera/verão, não tendo havido diferença significativa entre ambos (P>0,05). Vale ressaltar que esses tratamentos tiveram dois ciclos de fermentação, de 71 dias cada. O tratamento sem inclusão de inóculo, produziu menos biogás durante o mesmo período de 142 dias mas não pode ser descartado para recomendação pois sua utilização depende do objetivo do sistema de biodigestão anaeróbia a se implantar e outros parâmetros devem ser analisados, tais como a redução de sólidos voláteis, por representar o quanto da matéria orgânica foi degradada.

A menor (P<0,01) produção apresentada foi do tratamento sem inclusão de inóculo durante o outono/inverno. Nesse período, em que baixas temperaturas costumam ocorrer, se faz necessária portanto, a adição de inóculo aos substratos para que haja produções mais elevadas de biogás. O efeito do uso de inóculo nesse período ameniza o efeito das baixas temperaturas por fornecer ao meio uma população de microrganismos que não haveria na sua ausência. Uma pequena quantidade de microrganismos aliada a baixas temperaturas no início do processo fazem com que uma população de microrganismos demore mais para se estabelecer e se multiplicar e transformar, com eficiência, o substrato em biogás.

## Conclusão

As temperaturas mais altas do período primavera/verão permitiram maiores produções de biogás em todos os tratamentos, sendo recomendáveis menores quantidades de inóculo nos períodos mais quentes do ano e 40% de inóculo para os períodos mais frios.

## Referências

- CAETANO, L. **Proposição de um sistema modificado para quantificação de biogás**. 1985. 75 f. Dissertação (Mestrado em Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1985.

- CORSON, W. H. **Manual global de ecologia:** o que você pode fazer a respeito da crise do meio ambiente. 2 ed. São Paulo: AUGUSTUS, 1996. 413 p.

- LORA, E. E. S. Perspectivas da utilização da biomassa com fins energéticos. In: SIMPÓSIO TECNOLOGIA E APLICAÇÃO RACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA E DE FONTES RENOVÁVEIS NA AGRICULTURA, 16, 1997, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: COMBEA/UFPB, 1997. p. 97-133.

- LUCAS JR., J. et al. Avaliação do uso de inóculo no desempenho de biodigestores abastecidos com estrume de frangos de corte com cama de

maravalha. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 22, 1993, Ilhéus. **Anais...** Ilhéus:SBEA/CEPLAC, 1993. p. 915-930.

- SANTOS, T. M. B. **Balanco energético e adequação do uso de biodigestores em galpões de frangos de corte.** 2001. 167 f. Tese (Doutorado em Produção Animal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2001.

- YADVIKA, S. et al. Enhancement of biogas production from solid substrates using different techniques – a review. **Bioresource Technology,**