



Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA
Vinculada ao Ministério da Agricultura
Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Úmido - CPATU
Belém, PA

1º Simpósio do Trópico Úmido

1st Symposium
on the Humid Tropics

1er Simpósio
del Trópico Húmedo

ANAIS PROCEEDINGS ANALE

Volume VI

Temas Multidisciplinares
Multidisciplinary Themes
Temas Multidisciplinarias

Anais...

1986

PC - 2005.00337



30940-7

Centro de Difusão de Tecnologia
Brasília, DF
1986



Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA
Vinculada ao Ministério da Agricultura
Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Úmido - CPATU
Belém, PA

1º Simpósio do Trópico Úmido

**1st Symposium
on the Humid Tropics**

**1er Simpósio
del Trópico Húmedo**

ANAIS PROCEEDINGS ANALES

Belém, PA, 12 a 17 de novembro de 1984

Volume VI

Temas Multidisciplinares

Multidisciplinary Themes

Temas Multidisciplinarias

Departamento de Difusão de Tecnologia
Brasília, DF
1986

Copyright © EMBRAPA - 1986

EMBRAPA-CPATU. Documentos, 36

Exemplares desta publicação podem ser solicitados à

EMBRAPA-CPATU

Trav. Dr. Enéas Pinheiro s/n

Telefone: 226-6622

Telex (091) 1210

Caixa Postal 48

66000 Belém, PA - Brasil

Tiragem: 1.000 exemplares

Unidade:	AT-Sede
Valor aquisição:	
Data aquisição:	
N.º N. Fiscal/Fatura:	
Fornecedor:	
N.º OCS:	
Origem:	Doação
N.º Registro:	337/05 V.4

Observação

Os trabalhos publicados nestes anais não foram revisados pelo Comitê de Publicações do CPATU, como normalmente se procede para as publicações regulares. Assim sendo, todos os conceitos e opiniões emitidos são de inteira responsabilidade dos autores.

Simpósio do Trópico Úmido, I., Belém, 1984.
Anais. Belém, EMBRAPA-CPATU, 1986.
6v. (EMBRAPA-CPATU. Documentos, 36)

1. Agricultura - Congresso - Trópico. I. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Úmido, Belém, PA.
II. Título. III. Série.

CDD 630.601

EFEITO DA ADIÇÃO DE NH_4OH E $\text{Ca}(\text{OH})_2$ NA PRODUÇÃO DE BIOGÁS OBTIDO A PARTIR DE DEJETOS BUBALINOS

Sérgio de Mello Alves¹, Célio Francisco Marques de Melo¹ e
Kauzhiparamail Prakasan²

RESUMO - A eficiência da produção de biogás a partir de dejetos bubalinos é baixa. Visando a incrementar a produção, foram incorporados, como aditivos, ao material em digestão, nos biodigestores de batelada, os reagentes alcalinos hidróxido de amônio (NH_4OH) e hidróxido de cálcio ($\text{Ca}(\text{OH})_2$). A presença desses reagentes, nas concentrações estudadas, não influenciou a primeira etapa da fermentação que se configura na produção dos ácidos orgânicos, mas a influência se fez notar na fase posterior de transformações para a de produção de biogás. Aliás, os tratamentos com NH_4OH pouca influência exerceram na produção de biogás, enquanto aumentos de produção consideráveis foram obtidos em função das concentrações de 50, 150, 450, 1.350, 4.050 ppm de Ca na massa em fermentação que resultaram em aumento de rendimento de, respectivamente 7,70%, 18,44%, 38,40%, 20,51% e 15,77%, em comparação com a produção do material não tratado.

Termos para indexação: Energia de biomassa, biodigestor, biogás, biofertilizante.

THE EFFECT OF ADDING NH_4OH AND $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ON BIOGAS PRODUCTION FROM WATER BUFFALO MANURE

ABSTRACT - The efficiency of biogas production out of water buffalo manure is quite low. With the objective of increasing the biogas production out of buffalo waste, NH_4OH and $\text{Ca}(\text{OH})_2$ were added to biodigestors of the batch process. The presence of these alkaline reagents, at the concentrations studied, did not affect the first stage of fermentation i.e. the organic acid formation, but influenced their later transformation to biogas. Treatments with NH_4OH did not produce a substantial increase in the production of biogas, but the concentrations 50, 150, 450, 1.350 and 4.050 ppm of Ca in the fermentation mixture increased the production of biogas 7.70%, 18.44%, 38.40%, 20.51% and 15.77%, respectively, more than that obtained from untreated material.

Index terms: biomass energy, biodigestor, biogas, biofertilizer.

INTRODUÇÃO

A digestão anaeróbica depende de várias atividades microbianas. No curso da mesma, os compostos complexos da matéria orgânica como polissacarídeos, lipídios e proteínas são hidrolisados para seus componentes básicos que, funcionando como substratos nas fases subseqüentes da fermentação, dão origem a compostos orgânicos mais simples, principalmente, ácidos graxos e alcoóis os quais, finalmente, por ação de bactérias anaeróbicas especializadas são convertidos

em gases, notadamente metano (CH_4) e dióxido de carbono (CO_2). Para que se alcance um desempenho ideal do biodigestor, portanto, é necessário que se estabeleça um adequado equilíbrio entre as diferentes atividades microbianas. (Hungate 1982).

As bactérias metanogênicas são extremamente sensíveis às variações de pH. Por isso, quando o sistema em fermentação se apresenta deficiente em relação à capacidade tamponante, pequenas concentrações de ácido podem provocar consideráveis variações no pH a ponto de induzirem a forma-

¹ Quím. Ind. M.Sc., EMBRAPA-CPATU. Caixa Postal 48. CEP 66000 Belém, PA.

² Eng. - Agr., Ph.D., Consultor IICA/EMBRAPA. EMBRAPA-CPATU.

ção de um meio inadequado para a sobrevivência das mesmas. Atingindo, pois, o pH do meio, nos biodigestores, valores abaixo de 6,5, como no caso dos efluentes de esgoto, recomenda-se exercer um controle de correção do mesmo através de reagentes alcalinos, condicionada a eficiência desse procedimento a inexistência de níveis de ocorrência de cátions capazes de provocar toxicidade (McCarty 1964).

Os biodigestores rurais no Brasil utilizam principalmente dejetos de animais como matéria-prima, apresentando baixo rendimento na produção de biogás. A produção média, a partir de dejetos de bubalinos, foi de 0,13 m³ por kg de sólido volátil de carga e, durante o processo de fermentação, o pH baixou até 5,7 em biodigestores de batelada e até pH 6,0 nos biodigestores contínuos (Alves et al. 1983 e 1984).

Segundo Hungate (1982), existe grande semelhança entre os processos metabólicos que ocorrem no rúmen e as transformações bioquímicas dos substratos em fermentação nos biodigestores.

Uma metodologia já conhecida para melhorar a eficiência da digestibilidade dos dejetos de animais em biodigestores consiste no tratamento desses dejetos com hidróxido de sódio (NaOH).

Ngian et al. (1977) estudaram a biogaseificação de fezes de suíno tratadas com NaOH e mostraram que a adição de 9% de NaOH sobre a matéria seca produziu 1,7 vezes mais gás do que a testemunha.

O presente trabalho tem por objetivo estudar o efeito da adição de NH₄OH e Ca (OH)₂ na produção de biogás a partir de

dejetos de bubalinos em biodigestores de batelada.

MATERIAL E MÉTODOS

Utilizaram-se dois reagentes alcalinos, NH₄OH e Ca(OH)₂ e dejetos de bubalinos como matéria-prima a ser fermentada. Os tratamentos, que consistiram na incorporação de diferentes quantidades dos reagentes alcalinos ao dejetos convenientemente diluído com água em minidigestores de batelada, podem ser vistos nas Tabelas 1 e 2.

A cada tratamento repetido, três vezes foi adicionado, como inóculo, meio litro de efluente de biodigestor em pleno funcionamento.

Os minidigestores utilizados consistiram de dois tambores metálicos superpostos de quinze litros de capacidade cada um, funcionando o tambor inferior como câmara de fermentação, enquanto o tambor superior, desempenhando o papel de gasômetro, é dotado de um tubo de borracha através do qual retira-se o gás, cuja saída pode ser regulada por meio de uma presilha metálica, afixada na parte superior do mesmo (Fig. 1).

A matéria-prima a ser fermentada foi colocada na parte inferior do biodigestor acoplado-se o gasômetro imerso na massa

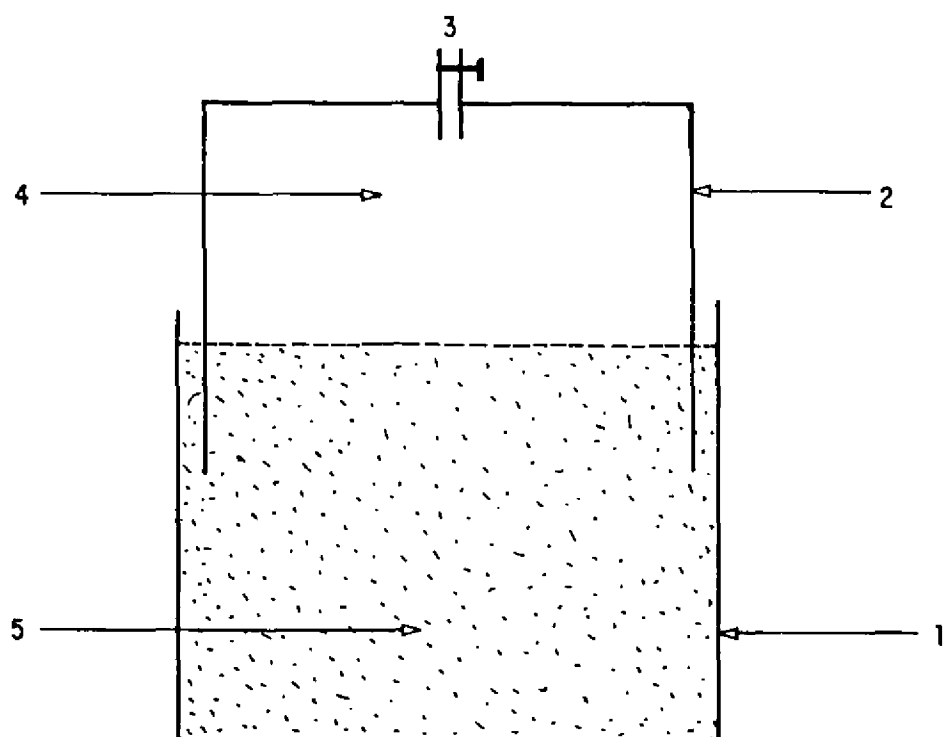
TABELA 1. Composição da matéria-prima utilizada na produção de biogás e biofertilizante, a partir de dejetos bubalinos tratados com NH₄OH.

Tratamento	Composição da matéria-prima				
	Dejetos de bubalinos (kg)	Água (l)	Inóculo (l)	NH ₄ OH* (ml)	Observações NH ₃ (ppm) na massa em fermentação
01	6,0	5,5	0,5	0	0
02	6,0	5,5	0,5	2,28	50
03	6,0	5,5	0,5	11,42	250
04	6,0	5,5	0,5	22,84	500
05	6,0	5,5	0,5	45,69	1.000
06	6,0	5,5	0,5	68,53	1.500

* Com 26,265% de NH₃.

TABELA 2. Composição da matéria-prima utilizada na produção de biogás e biofertilizante, a partir de dejetos de bubalinos tratados com Ca(OH)_2 .

Tratamento	Composição da matéria-prima				Observações Ca (ppm) na massa em fermentação
	Dejetos de bubalinos (kg)	Água (l)	Inóculo (l)	Ca $(\text{OH})_2$ (g)	
01	6,0	5,5	0,5	0	0
02	6,0	5,5	0,5	1,11	50
03	6,0	5,5	0,5	3,33	150
04	6,0	5,5	0,5	9,99	450
05	6,0	5,5	0,5	29,07	1.350
06	6,0	5,5	0,5	89,91	4.050



- 1 - Câmara de fermentação
- 2 - Gasômetro
- 3 - Saída de gás
- 4 - Biogás
- 5 - Matéria prima

FIG. 1. Corte vertical do minibiogestor.

em fermentação formando, assim, um sistema hermeticamente fechado.

O gasômetro, armazenando o gás produzido na câmara de fermentação, permite a medida de sua quantidade pela altura que o mesmo atinge, podendo-se, assim, avaliar a produção de biogás a intervalos desejáveis. Após a avaliação da quantidade, o biogás é retirado do sistema.

Amostras dos materiais em fermentação foram coletadas e analisadas em intervalos de 30 dias para a avaliação das variações dos parâmetros, entre os quais, o pH, percentagem de sólidos voláteis, percentagem de nitrogênio e carbono. O carbono, nitrogênio e sólidos voláteis foram determinados pelos métodos usuais utilizados na análise de água e de dejetos de esgotos (American... & American 1975). O pH foi determinado em potenciômetro, modelo E-516 Metrohm Herisau.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas Tabelas 3 e 4 são apresentadas as variações do pH durante a fermentação do esterco de bubalino tratado com os reagentes alcalinos NH_4OH e Ca(OH)_2 , respectivamente. Em ambos os casos, verificou-se que no início da fermentação ocorreu um aumento gradativo do pH em relação ao aumento de concentração de reagentes, alcançando um valor máximo de onze no caso do hidróxido de amônia e dez no de hidróxido de cálcio. Os resultados mostram que os valores do pH inicial, nos tratamentos 5 e 6 com NH_4OH e Ca(OH)_2 não favorecem o início das atividades das bactérias metanogênicas, como já foi verificado em trabalhos de pes-

TABELA 3. Variação dos valores do pH durante a fermentação de dejetos de bubalinos tratados com NH_4OH .

Tratamento	Período de incubação (dias)			
	0	30	60	90
01	6,7	7,3	7,2	7,4
02	6,8	7,2	7,1	7,3
03	7,0	7,4	7,2	7,2
04	7,8	7,5	7,3	7,4
05	9,6	7,8	7,5	7,6
06	11,0	7,8	7,5	7,7

TABELA 4. Variação dos valores do pH durante a fermentação de dejetos de bubalinos tratados com Ca(OH)_2 .

Tratamento	Período de incubação (dias)			
	0	30	60	90
01	6,8	7,1	6,9	7,0
02	7,0	7,3	7,0	7,1
03	8,6	7,3	7,0	7,1
04	9,7	7,3	7,1	7,2
05	9,8	7,4	7,2	7,2
06	10,0	7,1	7,3	7,3

quisa de diversos autores (Stout & London 1976; e Meynell 1976). Assim, o pH inicial elevado dos tratamentos 5 e 6 parece ser a causa da baixa produção do biogás nos primeiros quinze dias de fermentação. Mas essa inibição foi temporária. O pH dos sistemas logo baixou para o normal, possivelmente pelas atividades de bactérias acidogênicas que produzem ácidos orgânicos. As bactérias acidogênicas são de diversos gêneros e mais resistentes para as variações do pH como foi mostrado por Hobson et al. 1981; Hungate 1982 e Sathianathan 1975.

Em ambos os experimentos, o comportamento das variações das percentagens de sólidos voláteis, nitrogênio e carbono foi praticamente igual em todos os tratamentos em relação à testemunha (Tabelas 5 e 6), o que parece indicar que a presença dos reagentes alcalinos nas concentrações estudadas não influenciaram na decomposição da matéria orgânica e nem na produção dos ácidos orgânicos.

Observando-se a Tabela 7, constata-se que a adição de 1.000 e 1.500 ppm de NH_3 (tratamentos 5 e 6, respectivamente), inibiu a produção do biogás nos primeiros quinze dias de incubação e que, após esse período, a produção do biogás foi normal em relação aos outros tratamentos. Como foi citado anteriormente, a inibição inicial dos tratamentos 5 e 6 pode ter sido causada pela elevação do pH que não favorece as bactérias metanogênicas. Os resultados também mostram que nenhum tratamento com NH_4OH proporcionou um aumento substancial da produção do biogás em relação à testemunha (Tabela 7).

Na Tabela 8 são apresentados os resultados da produção do biogás a partir de deje-

TABELA 7. Produção de biogás (em litros) acumulado e produção durante os períodos de 1 a 15; 16 a 30; 31 a 45; 46 a 60; 61 a 75 e 76 a 90 dias de incubação a partir de dejetos bubalinos tratados com NH_4OH .

Tratamento	Dias de incubação											
	1 a 15		16 a 30		31 a 45		46 a 60		61 a 75		76 a 90	
	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
01	55,30	55,30	62,07	117,37	46,61	163,99	22,01	186,00	13,37	199,37	10,12	209,49
02	55,13	55,13	63,86	119,99	48,64	168,63	23,22	191,86	14,54	206,40	12,12	218,52
03	59,12	59,12	65,26	124,39	45,28	169,67	22,38	192,06	12,35	206,22	11,96	218,19
04	55,95	55,95	67,60	123,55	44,80	168,36	20,84	189,20	13,70	202,90	12,02	214,92
05	44,94	44,94	68,82	113,76	43,56	157,32	24,96	182,29	14,76	197,05	11,42	208,49
06	32,33	32,33	73,04	105,38	46,84	152,22	22,93	175,15	16,05	191,21	12,28	203,49

a. Produção de gás (em litros) durante o período.

b. Produção de gás acumulado até o período.

TABELA 8. Produção de biogás (em litros) acumulado e produção durante os períodos de 1 a 15; 16 a 30; 31 a 45; 46 a 60; 61 a 75 e 76 a 90 dias de incubação, a partir de dejetos bubalinos tratados com $\text{Ca}(\text{OH})_2$.

Tratamento	Dias de incubação											
	1 a 15		16 a 30		31 a 45		46 a 60		61 a 75		76 a 90	
	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
01	40,75	40,75	44,57	85,32	29,47	114,79	16,54	131,33	10,72	142,05	7,87	149,92
02	41,99	41,99	53,22	95,21	29,46	124,66	15,91	140,58	11,19	151,77	9,46	161,58
03	45,74	45,74	53,73	99,47	34,06	133,54	19,68	153,22	13,12	166,34	11,20	177,58
04	53,00	53,00	56,30	109,30	39,55	148,86	25,68	174,54	17,85	192,39	15,11	207,50
05	24,24	24,24	50,39	74,63	40,82	115,45	30,64	146,09	17,85	163,94	16,73	180,67
06	4,16	04,16	50,43	54,59	47,46	102,05	30,86	132,91	21,58	154,49	19,48	173,57

a. Produção de gás (em litros) durante o período.

b. Produção de gás acumulado até o período.

tos bubalino tratados com hidróxido de cálcio. Percebe-se que quando se utilizou 1.350 ppm e 4.050 ppm de Ca, nos tratamentos 5 e 6, respectivamente, houve uma inibição na produção do biogás nos primeiros quinze dias possivelmente pela elevação do pH do meio. Após quinze dias houve uma recuperação (da inibição) e a produção do biogás de todos os tratamentos superou a produção da testemunha. Se o sistema é deficiente em sua capacidade tampão, uma pequena concentração de ácidos inibe as atividades das bactérias metanogênicas (McCarty 1964). Assim, o aumento da produção do biogás na presença do $\text{Ca}(\text{OH})_2$ mostra que o sistema da fermentação com esterco bubalino como matéria-prima é deficiente em sua capacidade tampão. Uma concentração de 450 ppm de Ca na massa em fermentação aumentou a produção do biogás em até 38% em relação a testemunha.

Broyko & Chem (1977) citado por Pohland (1982), mostraram que a incorporação de bicarbonato de sódio é o melhor método para aumentar a capacidade tampão do sistema, mas devido ao seu elevado custo torna-se inviável. O uso de NaOH , $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ou NH_4OH em concentrações elevadas pode inibir também a ação das bactérias metanogênicas, principalmente quando o pH do sistema é superior a 8,5 (Pohland 1982). Por isso o pH do sistema tem que ser rigorosamente controlado quando se usar esses reagentes alcalinos como aditivos.

CONCLUSÃO

Considerando o relativamente baixo custo da cal ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) e a sua facilidade de aquisição e dado o aumento de 38% na produção de biogás quando se incorporam 450 ppm de Ca ao material a ser fermentado, recomenda-se o tratamento alcalino com ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) visando ao aumento do rendimento na produção de biogás, nos processos de fermentação de dejetos de bubalinos em biodigestores de batelada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, S. de M.; MELO, C.F.M. de & PRAKASAN, K. Produção e utilização de biogás a partir de esterco de bubalino. Belém, EMBRAPA-CPATU, 1983. 20p. (EMBRAPA-CPATU, Circular Técnica, 46).
- ALVES, S. de M.; MELO, C.F.M. de & PRAKASAN, K. Efeito da adição de rochas fosfatadas na produção de biogás e biofertilizante a partir de dejetos de bovinos e bubalinos. Belém, EMBRAPA-CPATU, 1984. Trabalho apresentado no Congresso Brasileiro de Energia, 3, Rio de Janeiro, out./1984.
- HOBSON, P.N.; BOUSFIELD, S. AND SUMMERS, R. Methane production from agricultural and domestic. Wastes, London, applied Science pub., 1981. 118p.
- HUNGATE, R.E. The microbiology of bio-digestion. São Paulo, Sociedade Brasileira de Microbiologia, 1982. 112p. Trabalho apresentado no 1º Simpósio Latino-Americano sobre produção de biogás a partir de resíduos orgânicos, São Paulo, 1982.
- MCCARTY, P.L. Anaerobic waste treatment fundamentals. Public Works, 1107-12, Set. 1964.
- MAYNELL, P.J. Methane: Planning a digester. Stable Court, Prism, 1976. 150p.
- NGIAN, M.F.; NGIAN, K.F.; LIN, S.H. & PEARCE, G.R. Biogasification using NaOH treated pig faeces ASCE; Proceedings. s.l., s.ed., 1977. p.1131-3.
- POHLAND, F.G. Digestão anaeróbica: Aspectos teóricos e práticos. São Paulo, s.ed., 1982. 93p. Trabalho apresentado no Simpósio Latino-Americano sobre produção de biogás a partir de resíduos orgânicos, 1, São Paulo, 1982.
- SATHIANATHAN, M.A. Biogás: Achievements & Challenges. New Delhi, Association of Voluntary agencies for rural development, 1975. 192p.
- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION, Washington, EUA & AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION, Washington, EUA. Standard methods for the examination of water and wastewater. 14.ed. Washington, WPCF, 1975.
- STOUT, B.A. & LONDON, T.L. Energy from organic residues. East Lansing, Michigan State University, Agricultural Engineering Department, 1976. 51p. Trabalho apresentado no UNEP/FAO Seminar on Residue Utilization Management of Agriculture and Agroindustrial Waste, 1976.