

AGRENER GD 2015

10º Congresso sobre Geração Distribuída e Energia no Meio Rural

11 a 13 de novembro de 2015

Universidade de São Paulo – USP – São Paulo



EFEITO DA APLICAÇÃO DE BIOFERTILIZANTE DE DEJETOS DE BOVINO NO SOLO E CULTURA DO SORGO

**Camila Ferreira Matos¹, Érika Flávia Machado Pinheiro¹, Juliana Lobo Paes¹,
Eduardo Lima¹, Anieli de Souza Marques¹, David Vilas Boas de Campos²**

¹Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, Rio de Janeiro

² Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Jardim Botânico, Rio de Janeiro
erika.solos@gmail.com

Resumo

Entre as soluções de manejo para resíduos de origem animal, a Food and Agriculture Organization (FAO) recomenda o uso do biodigestor como alternativa viável e prática para o agricultor. Além da disposição racional dos resíduos, a utilização de biodigestores tem como vantagem a produção de biogás e biofertilizante. Assim, objetivou-se avaliar o efeito da aplicação de biofertilizante de bovino nos atributos químicos do solo e planta de sorgo. A biodigestão anaeróbica dos dejetos bovino juntamente com inoculo, ambos 8% de sólidos totais, ocorreu em biodigestores de bancada durante 72 dias. Para avaliação do efeito do biofertilizante no solo e sorgo foram utilizados como tratamento o controle, adubação mineral e biofertilizante de bovino. Os resultados indicaram que os atributos químicos do solo pH, C orgânico, P, K e soma de bases não apresentaram diferenças significativas quando comparados com controle e adubação mineral. No entanto, os teores de Na, Ca, Mg, H+Al e os complexos sortivos CTC, percentagem de sódio trocável e saturação de bases diferiram estatisticamente a 5% de significância. A produção de massa seca e altura do sorgo, bem como os teores de N, P e K na biomassa vegetal, não apresentaram diferença significativa quando comparados com controle e adubação mineral.

Palavras-chave: Biodigestor, energias alternativas, atributos químicos.

Abstract

Among the management solutions for animal waste, the Food and Agriculture Organization (FAO) recommends using the biodigester as a viable and practical alternative for the farmer. Beyond rational disposal of waste, the use of biodigestors has the advantage of producing



biogas and biofertilizers. The objective of this work was to evaluate the effect of the application of bovine biofertilizer in soil chemical properties and sorghum plant. Anaerobic digestion of bovine desires along with inoculum both 8% total solids took place in a bench digesters for 72 days. To evaluate the effect of biofertilizer in soil and sorghum was used as treatment control, mineral fertilizer and bovine biofertilizer. The results indicated that the chemical soil pH, organic carbon, P, K and sum of bases didn't show significant differences when compared with control and mineral fertilizer. However, the contents of Na, Ca, Mg, H + Al and sortivos complex CTC, exchangeable sodium percentage and base saturation differed statistically at 5% significance. The dry matter yield and height of sorghum, as well as the concentrations of N, P and K in plant biomass, showed no significant difference when compared with control and mineral fertilizer.

Keywords: Biodigestor, alternative energy, chemical properties

1. INTRODUÇÃO

O Brasil possui o segundo maior rebanho bovino do mundo, detendo cerca de 200 milhões de cabeças. A bovinocultura leiteira apresenta-se como uma das atividades em destaque no setor agropecuário brasileiro, sendo um dos principais segmentos do agronegócio (FLORIÃO et al., 2013).

O esterco advindo desse tipo de atividade, quando não tratado ou manejado inadequadamente, pode apresentar-se como fonte potencial de poluição. No entanto, esses dejetos podem, quando bem manejados, constituir-se em alternativa econômica para a propriedade rural, sem o comprometimento da qualidade ambiental (OLIVEIRA et al., 2000). Entre as diversas soluções de manejo para esses resíduos, a FAO recomenda o biodigestor como uma alternativa viável e prática (RIBEIRO, 2011).

Essa alternativa tecnológica que tem vistas à geração de energia a custos reduzidos pode gerar impactos socioeconômicos positivos através do aproveitamento da biomassa, propiciando o uso mais racional dos recursos disponíveis na exploração agrícola. A tecnologia da biodigestão anaeróbia de resíduos animais vem despertando grande interesse, apresentando-se como alternativa viável para agricultura familiar (ESPERANCINI et al., 2007).

A utilização de biofertilizante bovino como adubo orgânico na agricultura não é uma técnica recente e com o crescimento da agricultura orgânica, ele vem se difundindo cada

AGRENER GD 2015

10º Congresso sobre Geração Distribuída e Energia no Meio Rural

11 a 13 de novembro de 2015

Universidade de São Paulo – USP – São Paulo



vez mais (CAMPOS, 2011). O biofertilizante tem sido identificado como uma alternativa aos fertilizantes químicos para aumentar a fertilidade do solo e a produção de culturas na agricultura sustentável (WU et al., 2005). A substituição dos agroquímicos por biofertilizantes pode diminuir o uso indiscriminado de fertilizantes minerais e defensivos sintéticos na agricultura brasileira, reduzindo, conseqüentemente, o custo de produção e contaminação do meio ambiente (DIAS et al., 2013).

Neste contexto objetivou-se, com este trabalho, avaliar o efeito da aplicação de biofertilizante de bovino nos atributos químicos do solo e planta de sorgo.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ). O processo de biodigestão anaeróbica em protótipos de biodigestores foi realizado no Laboratório de Eletrificação Rural e Energias Alternativas do Instituto de Tecnologia - Departamento de Engenharia da UFRRJ. A avaliação da aplicação do biofertilizante no solo e na cultura do sorgo foi realizada em casa de vegetação no Instituto de Agronomia - Departamento de Solos da UFRRJ.

O experimento foi conduzido em protótipos de biodigestores de bancada (modelo indiano) constituídos de câmara de fermentação, campânula e um manômetro de coluna d'água. A câmara foi utilizada para acondicionar o substrato e o gasômetro para armazenar o biogás gerado. O recipiente de maior diâmetro foi preenchido com água a fim de formar um "selo d'água". O biofertilizante foi obtido através do processo de biodigestão anaeróbica de dejetos de bovino, a partir de protótipos de biodigestores de bancada, no período de dezembro à janeiro de 2015.

Para o abastecimento dos biodigestores, utilizaram-se dejetos de origem bovina obtida do setor da Bovinocultura do Instituto de Zootecnia da UFRRJ. O sistema semi-intensivo de produção bovina permitiu a coleta do esterco fresco, retido no solo. Adotou-se o teor de sólidos totais (ST) em 8%, considerando adequado à biodigestão anaeróbica de dejetos animais (ORRICO JUNIOR et al., 2010) e o sistema de abastecimento em batelada. Os biodigestores foram abastecidos com substrato contendo 80% de fezes frescas e 20% de inoculo.

Após 72 dias de biodigestão anaeróbica, coletou-se o substrato residual, ou seja, o biofertilizante para a sua caracterização química e física e avaliação de seu efeito no solo e no sorgo (*Sorgum sp.*).



2.1. Caracterização do biofertilizante

Amostras do afluente e efluente dos protótipos de biodigestores foram caracterizadas por meio das análises de sólidos totais, sólidos voláteis, condutividade elétrica e químicas (Cálcio (Ca), Magnésio (Mg), sódio (Na), Potássio (K), Fósforo (P), Hidrogênio + Alumínio (H+Al), Alumínio (Al) e Potencial Hidrogeniônico (pH)) (EMBRAPA, 2009). A umidade foi determinada por secagem em estufa a 105 °C até peso constante (24 h). Foi realizado o preparo do afluente e do efluente para a caracterização química, que consistiu na secagem, destorroamento e peneiramento (malha de 2 mm). Em seguida, sub amostras foram digeridos para determinação dos micronutrientes, com ácido nítrico em micro-ondas, diluídas em água destilada, filtradas, armazenadas em recipiente próprio para a realização das análises de metais pesados (Manganês (Mn), Ferro (Fe), Cromo (Cr), Arsênio (As), Selênio (Se), Chumbo (Pb), Zinco (Zn), Cobre (Cu), Níquel (Ni), Molibdênio (Mo) e Cadmo (Cd)), dos macronutrientes (Fósforo (P), Potássio (K), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg)) e dos micronutrientes (Cobre (Cu), Ferro (Fe), Manganês (Mn), Níquel (Ni), Zinco (Zn), Molibdênio (Mo), Selênio (Se), Zinco (Zn)) por espectrometria de emissão óptica com plasma indutivamente acoplado (ICP-OES). Além dessas análises, determinaram-se os teores de carbono (C) pelo método Walkley-Black, N e H pelo equipamento Aparelho CHNS/O Perkin Elmer. Todas as análises realizadas seguem a recomendação feita pela Legislação do CONAMA 375/2006 (CONAMA, 2006).

2.2 Avaliação da aplicação do biofertilizante no solo e na planta

Inicialmente, amostras de terra na profundidade de 0-20 cm, de um solo Argiloso Vermelho-Amarelo foram coletadas da área experimental do Instituto de Agronomia da UFRRJ e caracterizadas quimicamente quanto aos teores de cálcio (Ca), magnésio (Mg), sódio (Na), potássio (K), hidrogênio + alumínio (H+Al), alumínio (Al), enxofre (S), carbono (C) e potencial hidrogeniônico (pH), segundo o método da Embrapa (2009). A partir dos resultados das análises químicas do solo, foram calculados os valores do complexo sortivo do solo, a saber: saturação por bases (V%) e saturação por alumínio (m) (Tabela 1).

Tabela 1. Características químicas do Argissolo Vermelho-Amarelo.

Na	Ca	Mg	K	H+Al	Al	S	CTC	V	m	C _{org}	P	pH
-----Cmolc / dm ³ -----								-----%-----			mg/L	1:2,5
0,044	2,35	2,2	0,249	4,6	0	4,84	9,44	51,29	0	0,88	22,5	5,8



Com a finalidade de avaliar o efeito da aplicação do biofertilizante no sorgo foram plantadas seis sementes de sorgo, de forma equidistante, e colocadas em vaso contendo três quilos de solo. Após vinte dias realizou-se o desbaste, restando duas plantas por vaso. Os vasos foram irrigados de forma a manter o teor de umidade do solo em 80%. Os tratamentos avaliados foram: controle (sem adubação), adubação mineral (plantio: 0,066675 g de ureia + 0,15 g de superfosfato simples e cobertura: 20 dias após o plantio: 0,1332 g de ureia + 0,05001 g de KCl) e quatro doses do biofertilizante bovino (2,5; 5,0; 10,0 e 15,0 ton ha⁻¹).

Depois de quarenta dias após o plantio, o solo em cada vaso foi retirado, seco ao ar por três dias, destorroado, peneirado (malha de 2 mm) e caracterizados conforme as análises mencionadas anteriormente. Na avaliação das características relacionadas à produtividade do sorgo foram mensuradas altura e massa seca. As características químicas analisadas na planta foram o teor de N, P e K da parte aérea.

2.3. Análise estatística

Nas análises referentes à avaliação do potencial do biofertilizante foi utilizado o Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC) com quatro repetições e três tratamentos (T0: controle, T1: adubação mineral, T2: biofertilizante bovino), totalizando 12 unidades experimentais. Os resultados das variáveis obtidas foram submetidos à análise de variância e comparação de médias pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade utilizando o programa estatístico SISVAR.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Caracterização do biofertilizante

Ao comparar o afluente de origem bovina com o efluente (Tabela 2) verificou-se que somente o cobre, nitrogênio e pH diferiram estatisticamente ($P < 0,05$). O teor de Cu no afluente apresentou um teor de 0,17 mg kg⁻¹, e no efluente de 0,10 mg kg⁻¹, evidenciando uma redução de 42% deste elemento após a biodigestão. Observou-se aumento na concentração de N de 1,58% para 2,30%. Esse material deve estar num estágio de humificação (produção de húmus). No processo de humificação do material orgânico, ocorre um aumento no teor de N e conseqüentemente uma redução na relação C/N desse material.



Daniel (2015) também observou um aumento no teor de N no biofertilizante, proveniente da pecuária leiteira, devido a maior disponibilidade e separação dos compostos orgânicos durante o processo de fermentação.

Tabela 2. Resumo da análise de variância dos teores de macro e micronutrientes no material afluente e efluente oriundo dos dejetos bovino

FV	GL	Quadrado Médio							
		Ca	Mg	P	Cu	Fe	Mn	Zn	Cr
Trat.	1	93,299 ^{n.s.}	14,695 ^{n.s.}	18,832 ^{n.s.}	0,000*	7,128 ^{n.s.}	0,138 ^{n.s.}	0,000 ^{n.s.}	0,005 ^{n.s.}
Res.	4	29,954	11,808	7,005	0,000	8,128	0,021	0,025	0,000
Total	5	21,312	61,931	46,856	0,001	39,64	0,222	0,101	0,005
CV (%)		8,95	13,34	10,45	6,80	5,70	5,93	9,32	8,45

*Significativo a 5% de probabilidade; n.s. não significativo a 5% de probabilidade; FV Fonte de Variação; GL Grau de Liberdade; Trat Tratamento; Res Resíduo; CV Coeficiente de variação.

Tabela 2. Resumo da análise de variância dos teores de macro e micronutrientes no material afluente e efluente oriundo dos dejetos bovino (cont.)

FV	GL	Quadrado Médio				
		C	H	N	pH	CE (dS m ⁻¹)
Tratamento	1	0,589 ^{n.s.}	0,001 ^{n.s.}	0,212*	0,813*	0,019 ^{n.s.}
Resíduo	4	1,359	0,022	0,004	0,024	0,060
Total	5	6,028	0,089	0,232	0,910	0,263
CV (%)		4,02	3,74	3,92	2,58	9,2

*Significativo a 5% de probabilidade * n.s. não significativo a 5% de probabilidade

Quanto ao pH, o aumento foi de 5,7 para 6,4 (Tabela 2). No decorrer da degradação do material orgânico em um sistema fechado (hermético), o pH tende a se elevar (GRACIANO, 2007; PINTO 1999), sendo que, sua faixa de operação nos biodigestores é de 6 a 8 (GRANATO, 2003; QUADROS, 2010). Para a condutividade elétrica (CE) observou-se um aumento de 4,38% no final do processo de biodigestão. Essa variação pouco expressiva corrobora com o estudo realizado por Quadros et al. (2010). Com relação aos teores de cobalto, níquel, cádmio e chumbo no material afluente e efluente, os teores dos mesmos encontravam-se abaixo do limite de detecção da técnica utilizada.

3.2 Avaliação do efeito do biofertilizante no solo

O solo adubado com o biofertilizante bovino, apresentou diferença significativa ($P < 0,05$) para os teores de Na, Ca, Mg, H+Al, CTC, V (Tabela 3). Observou-se maior teor de sódio no tratamento controle e menor valor na dose 3 (15 t/ha). A aplicação de biofertilizante



no solo, nas três doses aplicadas, reduziu a disponibilidade de Na no solo onde, provavelmente, a matéria orgânica do solo está promovendo a complexação desse elemento (Tabela 4). Também nos tratamentos com a aplicação de biofertilizante foram observados maiores valores de saturação de bases no solo. O biofertilizante, como fonte de adubação orgânica ao solo, aumentou os teores de bases no solo quando comparado à adubação mineral.

Observou-se maiores valores para adubação mineral e orgânica com o biofertilizante tratando-se do Mg. Esse resultado está de acordo com Silva et al. (2008), ao registrarem aumentos do macronutriente no solo com o incremento das doses de esterco líquido de gado de leiteiro.

Tabela 3. Resumo da análise de variância das análises químicas do solo antes e após aplicação do biofertilizante oriundo dos dejetos bovinos

FV	GL	Quadrado médio						
		Na	Ca	Mg	K	H+Al	Al	P
Trat	5	0,000*	0,129*	0,452*	2,781 ^{n.s.}	1,319*	0,00 ^{n.s.}	4,266 ^{n.s.}
Res	18	0,000	0,027	0,079	1,923	0,078	0,00	7,888
Total	23	0,003	1,149	3,696	48,520	8,009	0,00	163,333
CV (%)		15,73	7,17	21,09	24,02	6,22	0,00	16,36

*Significativo a 5% de probabilidade; n.s. não significativo a 5% de probabilidade; FV Fonte de Variação; GL Grau de Liberdade; Trat Tratamento; Res Resíduo; CV Coeficiente de variação

Tabela 3. Resumo da análise de variância das análises químicas do solo antes e após aplicação do biofertilizante oriundo dos dejetos bovinos (cont.)

FV	GL	Quadrado médio						
		S	CTC	V	M	m	pH	C _{org.}
Trat	5	0,115 ^{n.s.}	1,152*	56,879*	0,00 ^{n.s.}	0,055*	0,011 ^{n.s.}	0,008 ^{n.s.}
Res	18	0,063	0,116	6,287	0,00	0,003	0,004	0,064
Total	23	1,711	7,863	397,565	0,00	0,344	0,138	1,94
CV (%)		6,69	4,14	5,49	0,00	15,29	1,13	12,56

*Significativo a 5% de probabilidade; n.s. não significativo a 5% de probabilidade; FV Fonte de Variação; GL Grau de Liberdade; Trat Tratamento; Res Resíduo; CV Coeficiente de variação

Tabela 4. Atributos químicos e valores do complexo sortivo do solo em função dos tratamentos (trat) controle (C), adubação mineral (AM) e adubação com biofertilizante nas doses 2,5; 5,0; 10 e 15 t ha⁻¹ oriundo de dejetos bovinos

Trat	Na cmol _c / dm ³	Ca cmol _c / dm ³	Mg cmol _c / dm ³	H+Al cmol _c / dm ³	CTC cmol _c / dm ³	V %	m
C	0,049 c	2,600 b	0,800 a	5,050 b	8,564 bc	41,096 a	0,575 c
AM	0,040 cd	2,150 a	1,675 b	4,975 b	8,903 c	44,094 ab	0,449 bc
5	0,039 cd	2,475 ab	1,050 ab	5,000 b	8,602 bc	41,952 a	0,459 bc
10,0	0,032 bc	2,325 ab	1,500 b	4,200 a	8,107 ab	48,150 bc	0,395 ab
15,0	0,020 a	2,150 a	1,475 b	3,725 a	7,435 a	49,933 c	0,270 a
20,0	0,022 ab	2,275 ab	1,525 b	4,075 a	7,943 ab	48,759 bc	0,276 a



* Tratamentos acompanhados da mesma letra não diferem entre si a nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey

3.3 Avaliação do efeito do biofertilizante na planta

Observou-se que para os teores foliares de N, P, K analisados na planta, não ocorreu efeito das diferentes doses do biofertilizante bovino (Tabela 5). Esses resultados corroboram com estudo realizado por Alves et al. (2009), em que a aplicação de biofertilizante bovino não teve efeito sobre os teores de N, P e K na matéria seca das folhas do pimentão.

Para os parâmetros relacionados à produção altura e massa seca analisados na planta, também não ocorreu efeito das diferentes doses do biofertilizante bovino e da adubação mineral. Estudos realizados por Silva et al. (2006) corroboram com o resultado do presente trabalho, visto que não observou-se diferença significativa na matéria seca na *Brachiaria brizantha* CV. Marandu, após a aplicação de biofertilizante bovino.

Tabela 5. Resumo da análise de variância da altura, massa seca e N, P, K das plantas adubadas com biofertilizante proveniente dos dejetos bovinos

Fonte de Variação	GL	Quadrado médio				
		Altura	Massa seca	N	P	K
Trat	5	32,906 ^{n.s.}	16,023 ^{n.s.}	16,023 ^{n.s.}	0,251 ^{n.s.}	45,590 ^{n.s.}
Res	18	53,252	13,259	13,259	0,108	19,476
Total	23	1123,079	318,7857	318,785	3,218	578,54
CV (%)		9,52	16,62	16,620	30,28	24,13

* n.s. não significativo a 5% de probabilidade

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

1. O modelo do biodigestor indiano, em escala de bancada, mostrou-se uma tecnologia satisfatória para o tratamento de resíduos provenientes da atividade bovina, apresentando-se como um eficiente processo de produção de biofertilizante para propriedades rurais.

2. O biofertilizante, como fonte de adubação orgânica ao solo, aumentou os teores de bases no solo quando comparado à adubação mineral.

3. O biofertilizante bovino, aplicado de forma isolada, não influenciou na altura e massa seca da planta de sorgo, bem como os teores de N, P e K.



AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a FAPERJ - Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro e a AGEVAP - Agência da Bacia do Rio Paraíba do Sul pelo suporte financeiro para a realização desta pesquisa.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, G. S. et al. Estado nutricional do pimentão cultivado em solo tratado com diferentes tipos de biofertilizantes. Revista Acta Scientiarum, Maringá, v.31, n.4, p.661-665, 2009.

CAMPOS, V. B.; CAVALCANTE, L. F.; CAMPOS, S. S. P.; GHEYI, H. R.; CHAVES, L. H. G.; MESQUITA, F.de O. Esterco bovino líquido em luvisolo sódico: Resposta biométrica e produtiva do maracujazeiro amarelo. Idesia [online], v.29, n.2, p. 59-67, 2011.

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução no 375/2006, de 29/8/2006. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiano/>.

DANIEL, T.R. Avaliação dos afluentes e efluentes em sistemas de biodigestores em escala real para a produção de biogás e biofertilizante a partir de dejetos da pecuária leiteira. 2015. 63 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia do Leite e Derivados)- Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2015.

DIAS, P. F.; SOUTO, S. M.; LEAL, M. A. A. SCHIMIDT, L. T. Efeito do biofertilizante líquido na produtividade e qualidade de Alfafa (*Medicago sativa* L.) no município de Seropédica – RJ. Revista Agronomia, v. 37, n. 01, p. 16 - 22, 2003.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos, Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. 2.ed. Brasília, Embrapa, 2009. 623.p

ESPERANCINI, M. S. T.; COLEN, F.; BUENO, O. C.; PIMENTEL, A. E. B.; SIMON, E. J. Viabilidade técnica e econômica da substituição de fontes convencionais de energia por biogás em assentamento rural do Estado de São Paulo. Eng. Agríc., Jaboticabal, v. 27, n. 1, p. 110-118, abr. 2007.

FLORIÃO, M. M. Boas práticas em bovinocultura leiteira com ênfase em sanidade preventiva. Niterói: Programa Rio Rural. Manual Técnico; 38 2013. 50 p.

GRACIANO, W. P. Delineamento das condições biológicas e físico-químicas para biodigestão de vinhaça. 2007. 80 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental) -

AGRENER GD 2015

10º Congresso sobre Geração Distribuída e Energia no Meio Rural

11 a 13 de novembro de 2015

Universidade de São Paulo – USP – São Paulo



Universidade de Ribeirão Preto, Ribeirão Preto, 2007.

GRANATO, E. F. Geração de Energia Elétrica pela Biodigestão Anaeróbia da Vinhaça. 139f. Dissertação de Mestrado apresentada ao curso de pós-graduação em Engenharia Industrial – UNESP – BAURU. 2003.

OLIVEIRA, R. A.; CAMPELO, P. L. G.; MATOS, A. T.; MARTINEZ, M. A.; CECON, P. R. Influência da aplicação de águas residuárias de suinocultura na capacidade de infiltração de um solo podzólico vermelho-amarelo. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 4, p. 263 - 267, 2000.

ORRICO JÚNIOR, M, A, P; ORRICO, A,C,A; JÚNIOR, J,L. Compostagem dos resíduos da produção avícola: cama de frangos e carcaças de aves, Eng, Agríc., v,30, n,3, p,538-545, 2010.

PINTO, C. P. Tecnologia da digestão anaeróbia da vinhaça e desenvolvimento sustentável. 1999. 162f. Dissertação (Mestrado em Planejamento de Sistemas Energético) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1999.

QUADROS, D. G.; OLIVER, A. P. M.; REGIS, U.; VALLADARES, R.; SOUZA, P. H. F.; FERREIRA, E, J. Biodigestão anaeróbia de dejetos de caprinos e ovinos em reator contínuo de PVC flexível. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 14, n. 3, p. 326-332, Mar. 2010 .

RIBEIRO, D. S. Determinação das dimensões de um biodigestor em função da proporção gás/fase líquida. Holos, v. 1, p. 49 - 56, 2011.

SILVA, A.A.; XAVIER, C.A.N.; MORALES, M.M.; LUCAS JUNIOR, J. Produtividade de matéria seca e matéria verde da *Brachiaria brizantha* CV. Marandu após aplicação de biofertilizante bovino obtido por biodigestão anaeróbia com e sem uso de caldo de cana como aditivo. In: RAIB- Reunião Anual do Instituto Biológico, 19, 2006. São Paulo. Resumos... São Paulo: 2006.

SILVA, J. C. P. M.; MOTTA, A. C. V.; PAULETTI, V.; FAVARETTO, N.; BARCELLOS, M.; OLIVEIRA, A. S.; VELOSO, C. M.; SILVA, L. F. C. Esterco líquido de bovinos leiteiros combinado com adubação mineral sobre atributos químicos de um Latossolo Bruno. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v.32, p. 2563 – 2572, 2008.

WU, S. C., CAO, Z. H., LI, Z. G., CHEUNG, K. C., AND WONG, M. H., 2005, Effects of biofertilizer containing N-fixer, P and K solubilizers and AM fungi on maize growth: a greenhouse trial. Geoderma, Wageningen, v. 1-2, p. 155 – 166, 2005.