

Avaliação *in vitro* da eficiência de inóculos no tratamento anaeróbio de efluentes líquidos de suinocultura

[*Efficiency of seeding material in anaerobic treatment of swine liquid waste: an in vitro trial*]

L.S. Rodrigues^{1*}, I.J. Silva², P.R. Oliveira², C.M.M. Campos³, F.L. Silva⁴

¹Engenheiro Agrícola

²Universidade Federal de Minas Gerais

³Universidade Federal de Lavras

⁴Médico Veterinário

RESUMO

Avaliou-se o efeito de inóculos (tratamentos) na degradação dos dejetos líquidos de suínos, em diferentes tempos de detenção hidráulica (0, 30, 60, 90, 120, 150, 180 horas). Foram utilizados um inóculo comercial, na dose recomendada pelo fabricante, três inóculos alternativos à base de esterco bovino, cama de frango e esgoto doméstico, todos aplicados na dose de 5ml/l, e um tratamento-controle, sem inóculo. Foi utilizado o delineamento inteiramente ao acaso, em esquema de parcelas subdivididas, empregando-se três repetições. Após cada tempo de detenção foram realizadas as seguintes análises: pH, demanda bioquímica de oxigênio (DBO), demanda química de oxigênio, sólidos totais, sólidos totais voláteis e sólidos sedimentáveis, temperaturas do ar e do líquido. Os inóculos comercial e alternativo à base de cama de frango promoveram maior redução de DBO que os demais, 68,5% e 67,5%, respectivamente.

Palavras-chave: suínos, digestão anaeróbia, ensaio *in vitro*

ABSTRACT

The effect of seeding material (treatments) upon degrading liquid waste of swine was evaluated at different hydraulic retention times (0, 30, 60, 90, 120, 150, 180 hours). A commercial seeding material according to the recommended manufacture dosage, three alternative seeding materials based on bovine manure, chicken manure, and domestic sewage, all of them applied at the dosage of 5ml/l, and a control treatment (without seeding material) were used. An entirely randomized design was set to study the subdivided fragments using three repetitions. After each detention time, the following analyses have been performed: pH, biochemical oxygen demand (BOD), chemical oxygen demand, total solids, total volatile solid, settling solids, air and liquid temperatures. The commercial and alternative seeding materials based on chicken waste promoted a higher reduction of BOD than the other ones, 68.5% and 67.5%, respectively.

Keywords: swine, anaerobic digestion, in vitro analysis

Recebido para publicação em 25 de abril de 2003

Recebido para publicação, após modificações, em 1 de setembro de 2004

*Endereço para correspondência:

R. Antônio Augusto Faria, 47 – Lavrinhas

37200-000 - Lavras, MG

E-mail: lsr@ufla.br

INTRODUÇÃO

A demanda por carne suína e seus derivados estimulou a expansão da criação de suínos, resultando na intensificação de criatórios em confinamento. Isso trouxe, como consequência, aumento da quantidade de dejetos produzidos, os quais inadequadamente tratados e reaproveitados passaram a causar poluição ambiental. A nova realidade do mercado consumidor, exigindo produtos de qualidade, preços competitivos e oriundos de sistemas não-poluidores do ambiente, passou a exercer crescente pressão para a reciclagem desses resíduos, dentro de padrões aceitáveis sob o ponto de vista sanitário, econômico e ambiental (Seganfredo, 2000). Por isso, o estudo de alternativas de tratamento dos efluentes provenientes da suinocultura tornou-se necessário.

A utilização de microrganismos promotores de degradação de resíduos orgânicos tem sido uma alternativa que deve ser considerada no sistema de tratamento de dejetos de suínos, pois há vários trabalhos que mostram a eficiência do processo de bioaumento no tratamento desse tipo de resíduo. Schneider (1991) relatou a utilização de bactérias na redução da amônia em criações de suínos. Nesse caso, os tanques que receberam os dejetos foram tratados diariamente com as bactérias, trazendo, como consequência, redução do nitrogênio amoniacal (amônia) e, com isso, redução do odor, da população de moscas e da acumulação de sólidos. Um outro estudo sobre utilização de microrganismos no tratamento de dejetos de suínos foi realizado na Inglaterra, onde se verificou que, depois de várias semanas de tratamento, o nível de amônia diminuiu em até 50%. Essa redução foi constante por vários meses, com tratamento diário contínuo (Isbizuka, 1997).

Este trabalho teve o objetivo de avaliar a eficiência de diferentes inóculos na redução da carga orgânica dos efluentes de suinocultura.

MATERIAL E MÉTODOS

Os dejetos de suínos utilizados para a condução do experimento foram provenientes dos setores de recria e terminação da suinocultura da Fazenda Experimental da Escola de Veterinária

da UFMG. Foram utilizados 220 litros de dejetos, colocados em recipientes de politerifalato de etileno (PET) de cor verde e com capacidade para dois litros, onde foram realizados os ensaios de digestão anaeróbia.

Foram utilizados um inóculo comercial desodorizante recomendado para lagoas anaeróbias, contendo os componentes básicos antiespumante, propionato de cálcio, água e extrato de *Yucca schidigera* (10% por kg de produto), denominado de inóculo A, e três inóculos alternativos, preparados a partir de esterco fresco de bovino, de resíduos de cama de frango e de esgoto fresco proveniente de uma estação de tratamento de esgoto (ETE), denominados de inóculos B, C e D, respectivamente.

Para preparação dos inóculos à base de esterco bovino (B) e de cama de frango (C) foram coletados resíduos nas instalações da própria fazenda. Eles foram diluídos na proporção de 2:1 (água:esterco) para o inóculo à base de esterco bovino e 3:1 (água:cama de frango), para o inóculo à base de cama de frango, peneirados e deixados em repouso por 24 horas, para posterior inoculação, que se procedeu em temperatura ambiente, na dose de 5ml/l.

Para o preparo do inóculo à base esgoto doméstico (D) procedeu-se a coleta do esgoto fresco, na ETE do laboratório de instalações piloto (LIPI) do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da Escola de Engenharia da UFMG, que foi deixado em repouso por 48 horas para posterior inoculação, em temperatura ambiente na dose de 5ml/l.

Foi utilizado um tratamento-controle sem a inclusão de inóculos.

As características dos inóculos alternativos são apresentados na Tab. 1.

Fez-se análise de variância com o objetivo de se verificar o efeito do inóculo ou da interação entre inóculos e o tempo de detenção hidráulica (TDH). Utilizou-se o teste Tukey para comparar as médias dos inóculos dentro de cada TDH. Para comparar o efeito do TDH dentro de cada inóculo foi feita análise de regressão.

Avaliação in vitro da eficiência de inóculos...

Tabela 1. Principais características físico-químicos dos inóculos alternativos

Característica	Esterco bovino	Cama de frango	Esgoto doméstico
Estado físico	Líquido	Líquido	Líquido
Aparência	Líquido turvo	Líquido turvo	Líquido turvo
Odor	Característico	Característico	Característico
Cor	Verde-escuro	Amarelo-palha	Cinza-escuro
Toxicidade	Não- avaliada	Não- avaliada	Não- avaliada
Demanda bioquímica de oxigênio	4260mg/l	3505mg/l	191mg/l
Demanda química de oxigênio	10578mg/l	4657mg/l	349mg/l
PH	7,25	7,04	7,0
Alcalinidade	1864mg/l	4115mg/l	168mg/l
Acidez	278mg/l	616mg/l	32mg/l
Nitrogênio amoniacal	74,5mg/l	1021mg/l	40,32mg/l
Sólidos Totais	13814mg/l	5853mg/l	973mg/l

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As temperaturas do ar (TA), do líquido (TL) e máximas (T_{Amáx}) e mínimas (T_{Amin}) registradas durante o experimento encontram-se

na Fig. 1. A oscilação da temperatura do líquido variou de 20 a 28°C, não afetando o crescimento das bactérias mesófilas que segundo Chernicharo (1997) é de 20 a 45°C.

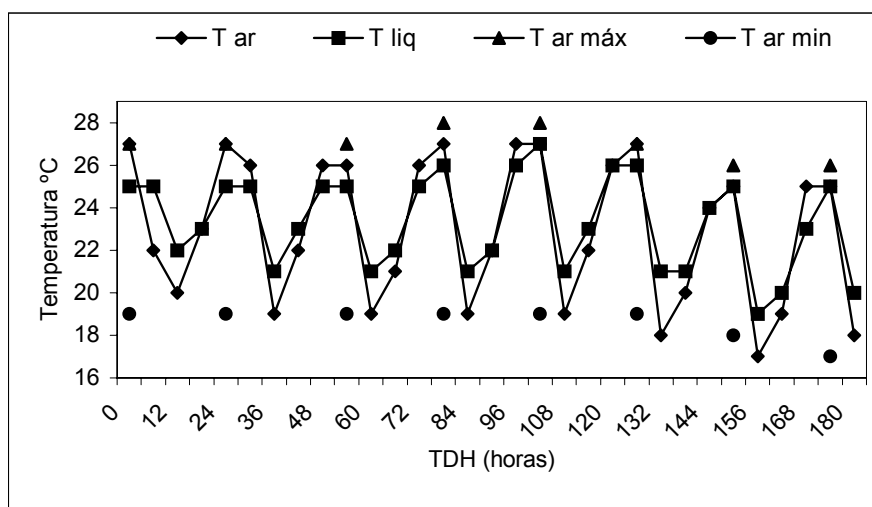
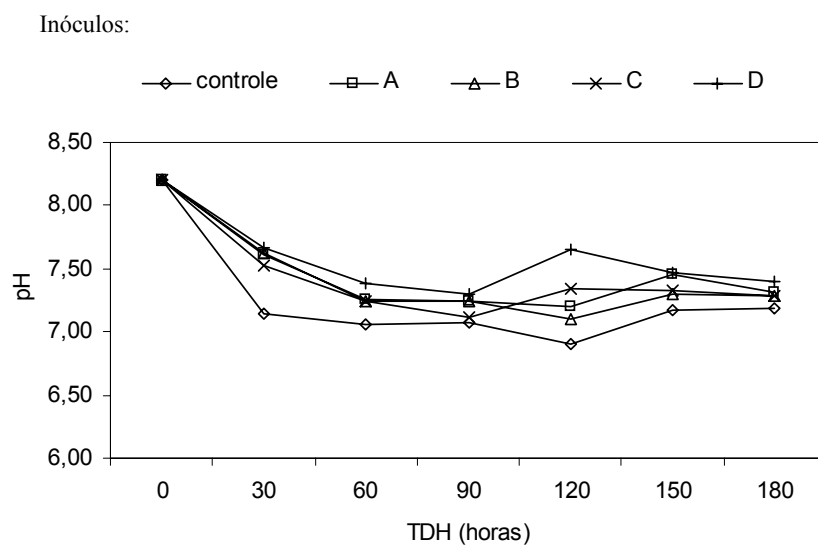


Figura 1. Temperaturas (T) do ar e do líquido segundo o tempo de detenção hidráulica (TDH).

A representação gráfica do pH das amostras por inóculo em função do tempo de detenção hidráulica (TDH) é apresentada na Fig. 2. O controle e os inóculos A e B proporcionaram diminuição do pH até o tempo 120 horas, a partir do qual houve ligeiro aumento do pH até o tempo 180 horas. Os inóculos C e D tiveram

comportamento semelhante com diminuição do pH até o tempo 90 horas; a partir desse ponto, ocorreram variações não significativas no seu valor. Apenas no TDH de 120 horas houve diferença (P<0,05) entre os diversos tratamentos, isto é, o inóculo C diferiu do controle e do inóculo A.



$$Y_{\text{controle}} = 8,145159 - 0,036384 \text{ TDH} + 0,000336 * \text{TDH}^2 \quad R^2 = 0,9261$$

$$Y_A = 8,224524 - 0,028616 \text{ TDH} + 0,000257 * \text{TDH}^2 \quad R^2 = 0,9728$$

$$Y_B = 8,213889 - 0,025468 \text{ TDH} + 0,000196 * \text{TDH}^2 \quad R^2 = 0,9773$$

$$Y_C = 8,215635 - 0,031347 \text{ TDH} + 0,000299 * \text{TDH}^2 \quad R^2 = 0,9870$$

$$Y_D = 8,227063 - 0,028272 \text{ TDH} + 0,000294 * \text{TDH}^2 \quad R^2 = 0,9300$$

* Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste de F.

Y = valor estimado de pH; TDH = tempo de detenção hidráulica

Figura 2. pH do dejetos de suínos para os diversos inóculos em relação ao tempo de detenção hidráulica (TDH).

O monitoramento do pH é de fundamental importância para que se consiga boa eficiência no processo anaeróbio, pois as bactérias metanogênicas são muito sensíveis às variações do pH (Chernicharo, 1997). De acordo com Oliveira (1993), o crescimento das bactérias metanogênicas é ótimo entre 6,8 a 7,2. Durante o experimento observou-se que o pH do controle e

dos inóculos manteve-se na faixa ideal de crescimento dessas bactérias.

Os resultados obtidos para a demanda bioquímica de oxigênio (DBO) são apresentados na Tab. 2 e na Fig. 3. Apenas no tempo de 30 horas ocorreu diferença significativa entre o controle e os inóculos A e B ($P < 0,05$).

Tabela 2. Valores (*) da demanda bioquímica de oxigênio (DBO) em mg/l de acordo com os inóculos e os tempos de detenção hidráulica

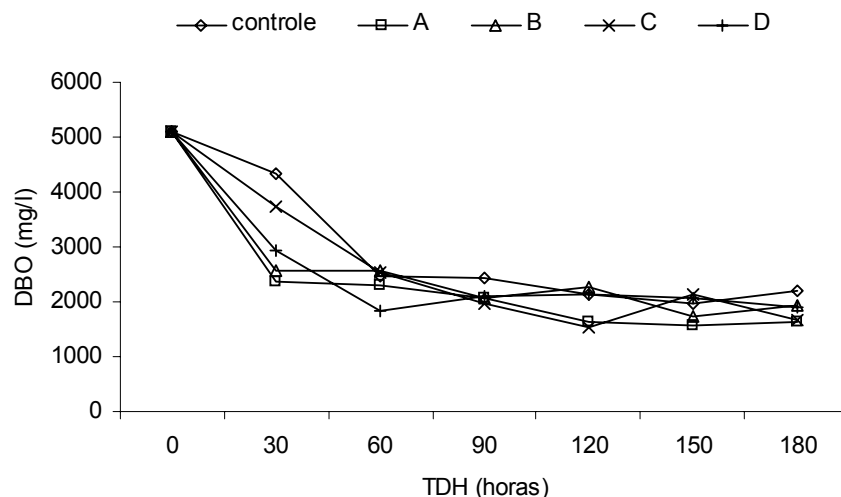
Inóculo	Tempo de detenção hidráulica						
	0	30	60	90	120	150	180
Controle	5107a	4321b	2479a	2435a	2117a	1978a	2205a
A	5107a	2357a	2308a	2082a	1619a	1579a	1626a
B	5107a	2553a	2553a	2062a	2280a	1725a	1934a
C	5107a	3732ab	2529a	1964a	1527a	2146a	1663a
D	5107a	2946ab	1841a	2102a	2117a	2052a	1885a

* média de três repetições

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey ($P < 0,05$).

Avaliação in vitro da eficiência de inóculos...

Inóculos:



$$\begin{aligned}
 Y_{\text{controle}} &= 5230,706349 - 51,033245 \text{ TDH} + 0,226958 \text{ TDH}^2 - 0,000202 \cdot \text{TDH}^3 & R^2 &= 0,9535 \\
 Y_A &= 4884,293651 - 84,688007 \text{ TDH} + 0,738951 \text{ TDH}^2 - 0,002073 \cdot \text{TDH}^3 & R^2 &= 0,9242 \\
 Y_B &= 4915,047619 - 81,632804 \text{ TDH} + 0,740013 \text{ TDH}^2 - 0,002131 \cdot \text{TDH}^3 & R^2 &= 0,9180 \\
 Y_C &= 5186,333333 - 66,033377 \text{ TDH} + 0,420573 \text{ TDH}^2 - 0,000880 \cdot \text{TDH}^3 & R^2 &= 0,9738 \\
 Y_D &= 5083,626984 - 96,466049 \text{ TDH} + 0,917377 \text{ TDH}^2 - 0,002679 \cdot \text{TDH}^3 & R^2 &= 0,9864
 \end{aligned}$$

* Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.
 Y = valor estimado da demanda bioquímica de oxigênio (DBO); TDH = tempo de detenção hidráulica

Figura 3. Demanda bioquímica de oxigênio do dejetos de suínos de acordo com os inóculos e os tempos de detenção hidráulica (TDH).

Para o controle e para o inóculo A a máxima redução da demanda bioquímica de oxigênio (DBO) ocorreu no tempo de 150 horas (Fig. 3), isto é, o controle apresentou eficiência máxima de 60,8% e o inóculo A de 68,5%. Para os inóculos alternativos B, C e D, a máxima redução ocorreu no tempo de 180 horas.

Nenhum dos inóculos foi capaz de reduzir a demanda química de oxigênio (DQO) em relação ao inoculo-controle (Tab. 3).

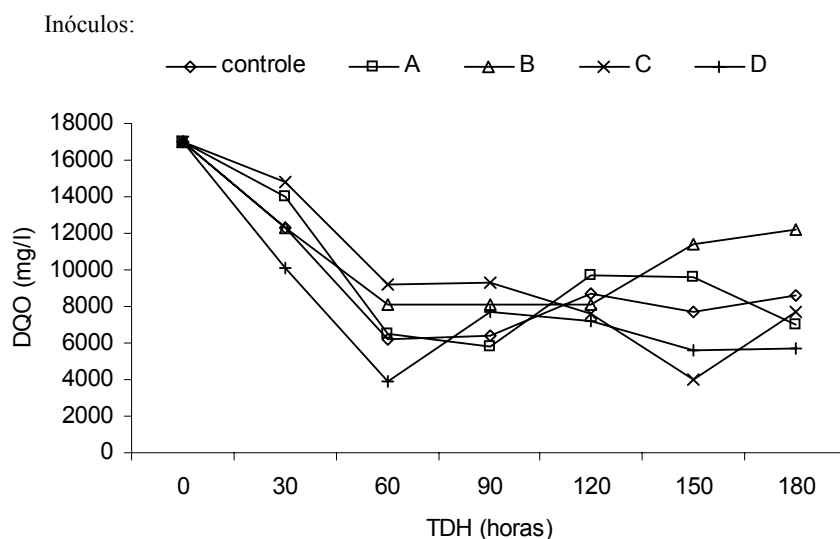
Para todos os inóculos e para o controle a maior redução de DQO ocorreu no TDH de 60 horas, a partir do qual não houve variações (Fig. 4).

Tabela 3. Valores (*) da demanda química de oxigênio (DQO) em mg/l de acordo com os inóculos e os tempos de detenção hidráulica

Inóculos	Tempo de detenção hidráulica						
	0	30	60	90	120	150	180
Controle	17021a	12273a	6195a	6381a	8680a	7654a	8636a
A	17021a	13964a	6496a	5757a	9750a	9632a	6966a
B	17021a	12287a	8064a	8097a	8083a	11438a	12209a
C	17021a	14754a	9184a	9279a	7583a	3969a	7654a
D	17021a	10096a	3871a	7750a	7167a	5588a	5676a

* média de três repetições – mg/l

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey (P<0,05).



$$\begin{aligned}
 Y_{\text{controle}} &= 17469,222222 - 292,153086 \text{ TDH} + 2,505273 \text{ TDH}^2 - 0,006431 \cdot \text{TDH}^3 & R^2 &= 0,9264 \\
 Y_A &= 18115,555556 - 323,260141 \text{ TDH} + 3,130542 \text{ TDH}^2 - 0,009235 \cdot \text{TDH}^3 & R^2 &= 0,8240 \\
 Y_B &= 17306,634921 - 248,437919 \text{ TDH} + 1,969965 \text{ TDH}^2 - 0,004096 \cdot \text{TDH}^3 & R^2 &= 0,9631 \\
 Y_C &= 17050,825397 - 90,728483 \text{ TDH} - 0,363122 \text{ TDH}^2 + 0,003106 \cdot \text{TDH}^3 & R^2 &= 0,9175 \\
 Y_D &= 17053,698413 - 352,502646 \text{ TDH} + 3,467478 \text{ TDH}^2 - 0,010424 \cdot \text{TDH}^3 & R^2 &= 0,8951
 \end{aligned}$$

* Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

Y = valor estimado da demanda química de oxigênio (DQO); TDH = tempo de detenção hidráulica

Figura 4. Demanda química de oxigênio do dejetos de suínos de acordo com os inóculos e os tempos de detenção hidráulica (TDH).

Isbizuka (1997), em uma criação de suínos no Estado de Santa Catarina, ao utilizar um produto comercial na forma de grânulos por um período de 2,5 meses, aplicado a cada 14 dias, relatou eficiência de remoção de DQO de 91,6%. Neste trabalho, a eficiência do inóculo D na redução de DQO foi de 77,3% no tempo de 60 horas, mostrando que o seu uso para remover a matéria orgânica de dejetos de suínos pode ser utilizada.

O emprego dos inóculos mostraram-se eficientes na redução tanto da DBO como DQO. Pode-se concluir que sua aplicação no sistema de tratamento de dejetos de suínos reduz sua carga orgânica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CHERNICHARO, C.A.L. *Reatores anaeróbios*. Belo Horizonte: DESA, UFMG, 1997. 247p. (Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias, v.5).
- ISBIZUKA, M.M. A biotecnologia no tratamento de dejetos de suínos. *Rev. Biotecnol. Ciênc. Desenv.*, n.3. p.16-17, 1997.
- OLIVEIRA, P.A.V. *Manual de manejo e utilização dos dejetos de suínos*. Concórdia: EMBRAPA - CNPSA. 1993. 188 p. (EMBRAPA - CNPSA, Documentos 27).
- SCHNEIDER, D.R. Bioaumentação: uma solução natural para problemas não naturais. *Rev. Nac. Carne*, n.176, p.57-59, 1991.
- SEGANFREDO, M.A. Equação de dejetos. *Suínoc. Industr.*, n.144, p.14-18, 2000.