

Bioesterqueira e esterqueira na armazenagem de dejetos de suínos¹

Hugo Adolfo Gosmann

O rebanho suinícola catarinense, com 3,7 milhões de cabeças, produz diariamente cerca de 32 mil metros cúbicos de dejetos. Deste volume, apenas parte é manejado corretamente, através de tratamento ou de armazenamento para posterior aproveitamento.

Várias são as formas de aproveitamento dos dejetos de suínos, sendo a principal o uso como fertilizante, o que representa uma forma de controle da poluição ambiental em benefício da produção agrícola. No caso da região Oeste Catarinense, as principais culturas agrícolas adubadas com dejetos de suínos são o milho e o feijão.

Dos sistemas de tratamento e armazenamento de dejetos existentes, a bioesterqueira (1) e a esterqueira são as mais usadas, apresentando uma frequência de 91% no Oeste de Santa Catarina (2). Apesar da grande frequência destes dois sistemas de armazenagem nas propriedades, faltam informações quanto à eficiência na promoção da degradação da matéria orgânica e quanto à preservação do potencial de adubação.

O trabalho teve como objetivo obter informações a respeito destes dois sistemas de armazenamento de dejetos de suínos.

Metodologia

O estudo foi conduzido nas dependências do Cen-

tro de Treinamento da Epagri - Cetre, localizado em Florianópolis, SC, em duas épocas, sendo a primeira, de julho a novembro de 1996 (inverno - primavera) e a segunda de novembro de 1996 a março de 1997 (primavera - verão).

Foi construída uma instalação contendo o sistema de bioesterqueira e o sistema de esterqueira (Figura 1), objeto do estudo comparativo, sendo:

- a bioesterqueira em formato retangular, com câmara de fermentação contendo dois compartimentos, cada um com um volume útil de $0,9m^3$ e um depósito com $3,2m^3$ para o efluente da câmara de fermentação, totalizando $5m^3$.

- a esterqueira, com volume útil da ordem de $3m^3$, para um tempo de retenção hidráulico (TRH) de 120 dias, também em formato retangular, anexo à bioesterqueira.

A infra-estrutura de apoio junto à

unidade de pesquisa e da criação de suínos constou de uma caixa de homogeneização dos dejetos e de duas caixas de medida do volume de alimentação e de descarte, sendo uma para cada sistema.

Depois da introdução do inóculo de partida (dejetos de suínos fermentados de depósito do Cetre), na base de 10% do volume total dos sistemas, foi feita a alimentação, sendo três vezes por semana na primeira época e diariamente na segunda época. Foi adicionado o equivalente diário a 40 litros e 25 litros de dejetos, respectivamente, na bioesterqueira e na esterqueira, para permitir um tempo total de armazenamento de 120 dias, em ambos os sistemas. Antes de cada alimentação, os dejetos foram devidamente homogeneizados. O volume de dejetos acrescentado foi calculado baseado em um período de retenção de 45 dias para a câmara de fermentação da bioesterqueira e de 120 dias na

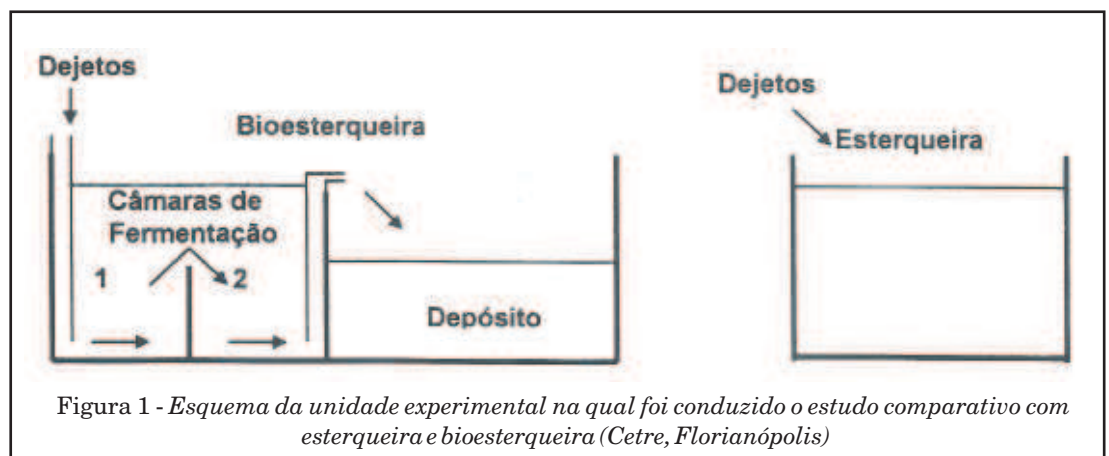


Figura 1 - Esquema da unidade experimental na qual foi conduzido o estudo comparativo com esterqueira e bioesterqueira (Cetre, Florianópolis)

1. Extraído da dissertação do autor.

esterqueira. Ao final da primeira época o depósito da bioesterqueira foi totalmente esvaziado, permanecendo a câmara de fermentação intacta, enquanto a esterqueira foi parcialmente esvaziada, deixando-se remanescente 10% do volume como inóculo para a segunda época do estudo.

No local do experimento e nos dias de alimentação dos sistemas, mediram-se nos diversos compartimentos a temperatura, o pH, o potencial de oxirredução (Eh), a densidade e o volume de dejetos produzidos. Ao final da primeira época e na segunda época também foi avaliada a produção de biogás. No laboratório foram determinadas as seguintes variáveis: 1) Pelo Método American Oil Chemists Society: NT (nitrogênio total - Kjeldahl); NH_4 (amônio); 2) Pelo Standard Methods: MS (matéria seca); MO (matéria orgânica); cinzas; DQO (Demanda Química de Oxigênio) total; DQO solúvel; DBO_5 (Demanda Bioquímica de Oxigênio) solúvel; 3) Pelo Método Marino Tedesco: P_2O_5 (fósforo) total, P_2O_5 extraível, K_2O (potássio) total e K_2O extraível. As amostras para laboratório foram coletadas, mediante o uso de coletor especialmente desenvolvido, de forma composta, em cinco pontos na esterqueira e no depósito da bioesterqueira e em dois pontos nas câmaras de fermentação. Também foi coletado material para análise de coliformes fecais e totais (Método Colilert).

Resultados

Temperatura

A temperatura do ambiente externo, entre 8 e 9 horas no local do experimento, apresentou uma média de $18,2^\circ\text{C}$ na primeira época (inverno-primavera) e de $25,2^\circ\text{C}$ na segunda época (primavera-verão). Considerando que a temperatura ótima para a digestão anaeróbia fica na faixa de 30 a 35°C e que durante o dia, principalmente no período das 11 às 15 horas, a temperatura é ainda maior, a segunda época foi mais favorável à di-

gestão anaeróbia com conseqüente melhor degradação da matéria orgânica.

Nos compartimentos de estocagem a temperatura se mostrou semelhante à temperatura ambiente. Isto comprova que na digestão anaeróbia, a temperatura no interior dos reatores está em função da temperatura externa.

pH

Na bioesterqueira, o pH se apresentou diferente nos dois compartimentos. Na câmara de fermentação foi registrado os menores valores de pH ($6,7$ na primeira época e de $7,1$ na segunda época), o que sugere a ocorrência da hidrólise e da acidogênese neste compartimento (3). No depósito da bioesterqueira foi registrado um pH médio de $6,9$ e $7,6$, respectivamente, na primeira e na segunda época. Na esterqueira o pH foi mais estável, sempre superior a 7 e média geral de $7,5$.

Potencial de oxirredução

O potencial de oxirredução (Eh) se mostrou idêntico nos dois sistemas estudados, apresentando um meio redutor, condições de anaerobiose, variando de Eh- 233mV a Eh- 370mV .

Matéria seca (MS), matéria orgânica (MO) e cinzas

Conforme esperado, a redução da matéria seca (MS) foi devido à redução da matéria orgânica (MO), enquanto houve a estabilidade das cinzas.

No início da primeira época houve um aumento na concentração de MS devido à diluição do inóculo de partida. Na bioesterqueira, o fluxo hidráulico promoveu um arrasto da MS a partir do primeiro compartimento da câmara de fermentação (CCF1) em direção ao depósito. Esta ocorrência juntamente com a baixa temperatura do período, mascarou os resultados da eficiência na redução da matéria orgânica e da evolução dos parâmetros na bioesterqueira da primeira época. Na segunda época, corrigido o fluxo hidráulico e com melhores condições climáticas, o funcionamento da bioesterqueira melhorou (Figura 2).

Conforme Tabela 1, ao final da primeira época, no depósito da bioesterqueira a concentração de MS ($29,9\text{g/kg}$) representou uma redução de $9,1\%$ em relação aos dejetos frescos ($32,9\text{g/kg}$). Na esterqueira a concentração de MS ($22,9\text{g/kg}$) representou uma redução de $30,4\%$.

Ao final da segunda época, com

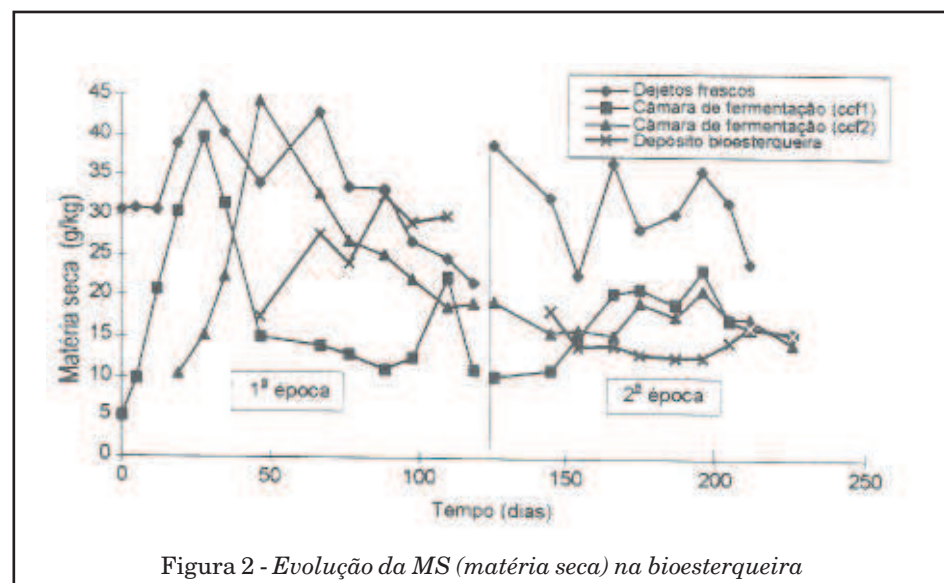


Figura 2 - Evolução da MS (matéria seca) na bioesterqueira

Manejo de dejetos

Tabela 1 - Eficiência na redução do teor das variáveis de degradação da matéria orgânica no depósito da bioesterqueira e da esterqueira no último dia

| Variáveis (g/kg) | Épocas | Dejetos frescos (Média) | Último dia | | | |
|--------------------------|-------------------|-------------------------|----------------|--------------|-------------|--------------|
| | | | Bioesterqueira | | Esterqueira | |
| | | | Esterco | % de redução | Esterco | % de redução |
| MS | Inverno-primavera | 32,9 | 29,9 | 9,1 | 22,9 | 30,4 |
| | Primavera-verão | 32,6 | 15,6 | 52,1 | 14,5 | 55,5 |
| MO | Inverno-primavera | 25,4 | 21,5 | 15,4 | 14,6 | 42,5 |
| | Primavera-verão | 25,4 | 9,0 | 65,8 | 8,0 | 69,6 |
| Cinzas | Inverno-primavera | 7,5 | 8,4 | - | 8,2 | - |
| | Primavera-verão | 6,9 | 6,6 | - | 6,4 | - |
| DQO Total | Inverno-primavera | 43,1 | 36,3 | 15,8 | 23,3 | 45,9 |
| | Primavera-verão | 44,7 | 13,4 | 70,0 | 13,4 | 70,0 |
| DQO Solúvel | Inverno-primavera | 21,0 | 16,0 | 23,8 | 12,0 | 42,9 |
| | Primavera-verão | 16,8 | 1,9 | 88,7 | 2,3 | 86,3 |
| DBO ₅ Solúvel | Inverno-primavera | - | - | - | - | - |
| | Primavera-verão | 12,4 | 0,8 | 93,5 | 0,4 | 96,8 |

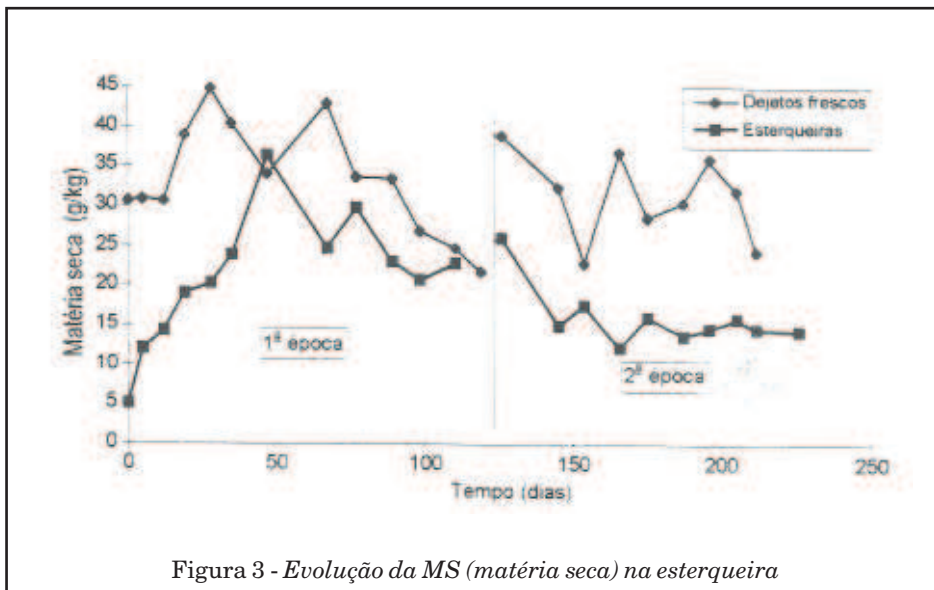


Figura 3 - Evolução da MS (matéria seca) na esterqueira

melhores condições de temperatura, a eficiência foi maior em relação a primeira época e semelhante nos dois sistemas: redução de 52,1% na bioesterqueira (Tabela 1 e Figura 2) e 55,5% na esterqueira (Tabela 1 e Figura 3).

A evolução da matéria orgânica (MO) foi semelhante àquela da matéria seca (MS), naturalmente em concentrações menores.

Conforme Tabela 1, ao final da primeira época, foi registrada uma redução da MO da ordem de 15,4% na

bioesterqueira e de 42,5% na esterqueira.

A eficiência ao final da segunda época foi maior (próximo de 70%), apresentando uma redução de MO de 65,8% na bioesterqueira e de 69,6% na esterqueira (Tabela 1).

Demanda química de oxigênio (DQO)

A DQO bruta dos dejetos frescos apresentou uma média de 43,1g/kg na primeira época e 44,7g/kg na segunda

época.

A evolução da DQO bruta se mostrou semelhante a MS e MO, apresentando ao final da primeira época uma redução de 16% na bioesterqueira e 46% na esterqueira, em relação aos dejetos frescos. Ao final da segunda época a eficiência na bioesterqueira e na esterqueira foi semelhante, atingindo 70% na redução da DQO em relação aos dejetos frescos. Isto evidencia que a digestão anaeróbia apresenta um melhor funcionamento quando submetido a temperaturas mais adequadas, próximas de 30 a 35°C (3), como foi o caso da segunda época (período de primavera-verão). Na primeira época (período de inverno-primavera) a temperatura foi mais baixa e inadequada para um bom funcionamento da digestão anaeróbia.

Em concentrações menores, a evolução da DQO solúvel e da DBO₅ solúvel foi semelhante a da DQO bruta, entretanto a eficiência foi maior: superior a 80% na DQO solúvel e superior a 90% na redução da DBO₅ solúvel, em relação aos dejetos frescos, na segunda época, tanto na bioesterqueira quanto na esterqueira.

Nitrogênio total (NT)

A concentração de NT nos dejetos frescos foi estável e próximo de 3g/kg durante todo o experimento (Tabela 2).

Nos compartimentos da bioesterqueira, a evolução foi influenciada pela introdução do inóculo e dos dejetos frescos, apresentando uma concentração média de 2,8g/kg, tanto na primeira quanto na segunda época (Figura 4).

Na esterqueira a evolução e a concentração foi semelhante ao registrado na bioesterqueira e ao registrado nos dejetos frescos, indicando a manutenção do NT ao longo da armazenagem (Figura 5).

Nitrogênio amoniacal (NH₄⁺)

A concentração de NH₄⁺ nos dejetos frescos também variou ao longo do tempo. A média de 1,8g/kg ao final da

Manejo de dejetos

duas épocas indicou 58% de NH_4^+ em relação ao NT dos dejetos frescos (3,1g/kg).

Nos dois sistemas (bioesterqueira e esterqueira), a concentração de NH_4^+ em relação ao NT foi da ordem de 78% ao final da estocagem com evolução semelhante ao longo do tempo. Isto mostra a atividade biológica com a transformação do nitrogênio orgânico em nitrogênio mineral, prontamente disponível para a planta sob forma de NH_4^+ , ao longo da estocagem (4). Neste caso, quando aplicado no solo como forma de adubo em culturas em andamento, o nitrogênio mineral é absorvido, enquanto o nitrogênio orgânico remanescente continua no processo de mineralização para aproveitamento futuro.

Fósforo (P_2O_5)

O fósforo avaliado através da concentração de P_2O_5 total (2,2g/kg nos dejetos frescos) e P_2O_5 extraível (1g/kg nos dejetos frescos), conforme mostrado na Tabela 2, apresentou um comportamento semelhante ao nitrogênio. Ao longo do experimento, o teor de P_2O_5 total e de P_2O_5 extraível foi da mesma ordem de grandeza aos dos dejetos frescos.

Potássio (K_2O)

Quanto ao potássio (K_2O) não-somente os teores de saída dos tanques foram semelhantes aos dos dejetos frescos (1,8g/kg ao longo do experimento), como não foi observado gradiente de concentração nas diferentes câmaras.

A semelhança na evolução e no final do período de armazenamento, através das variáveis analisadas, indica semelhança nos dois sistemas estudados e comprova a manutenção do poder fertilizante para o aproveitamento dos dejetos na agricultura sem diferença entre bioesterqueira e esterqueira.

Relação $\text{DQO}_{\text{total}}/\text{NT}$

A evolução da relação $\text{DQO}_{\text{total}}/\text{NT}$ (mesma ordem de grandeza da

Tabela 2 - Teor das variáveis de nutrientes contidos nos dejetos frescos (média) e no último dia no depósito da bioesterqueira e na esterqueira

| Variáveis (g/kg) | Épocas | Dejetos frescos (Média) | Último dia | |
|----------------------------------|-------------------|-------------------------|----------------|-------------|
| | | | Bioesterqueira | Esterqueira |
| Nitrogênio total | Inverno-primavera | 3,2 | 3,3 | 2,9 |
| | Primavera-verão | 3,0 | 2,3 | 2,4 |
| NH_4 | Inverno-primavera | 1,9 | 2,5 | 2,3 |
| | Primavera-verão | 1,7 | 1,9 | 1,8 |
| P_2O_5 Total | Inverno-primavera | 2,2 | 2,5 | 2,4 |
| | Primavera-verão | 2,2 | 1,1 | 1,6 |
| P_2O_5 Extraível | Inverno-primavera | 1,0 | 1,3 | 1,1 |
| | Primavera-verão | 1,0 | 0,4 | 0,6 |
| K_2O Total | Inverno-primavera | 2,0 | 2,3 | 2,5 |
| | Primavera-verão | 1,5 | 1,8 | 1,7 |
| K_2O Extraível | Inverno-primavera | 1,6 | 2,1 | 1,9 |
| | Primavera-verão | 1,4 | 1,6 | 1,5 |

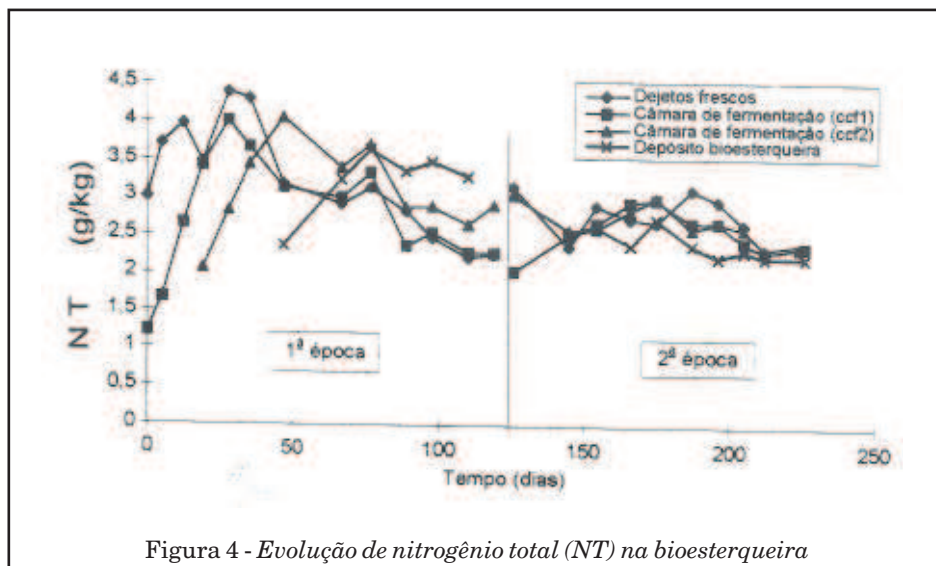


Figura 4 - Evolução de nitrogênio total (NT) na bioesterqueira

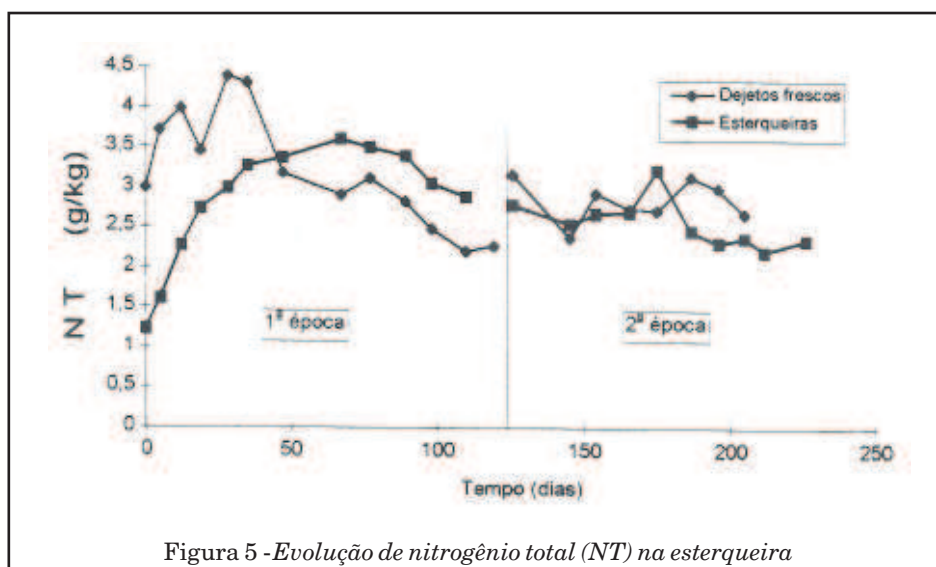


Figura 5 - Evolução de nitrogênio total (NT) na esterqueira

relação C/N) mostrou a degradação da matéria orgânica ao longo do período de estocagem em que parte dos elementos fertilizantes passaram para a forma mineral, ocorrendo o que já foi comentado no NH_4^+ . Nos dejetos frescos esta relação foi próxima de 15/1 e semelhante nas duas épocas.

Na bioesterqueira a média na primeira época foi de 11/1, contra 6/1 na segunda época quando o funcionamento foi melhor.

Na esterqueira foi registrada uma relação de 9/1 na primeira e de 5/1 na segunda época, portanto semelhante ao ocorrido na bioesterqueira.

Coliformes

Apesar de não representativo, apenas indicativo em razão do pequeno número de análises realizadas, a concentração de coliformes totais (14.10^8) e coliformes fecais (17.10^7) nos dejetos frescos foi próxima à encontrada no interior dos compartimentos de estocagem. Isto confirma que o armazenamento anaeróbico é ineficiente na eliminação de coliformes.

Custos

Sob o ponto de vista de custos, considerando um mesmo volume armazenado, o custo da esterqueira é 20% inferior à bioesterqueira, tendo ambas a mesma eficiência na redução da matéria orgânica e na manutenção do poder fertilizante.

Conclusões e recomendações

Apesar da expectativa inicial de um melhor funcionamento da bioesterqueira em relação à esterqueira, os resultados mostraram que na armazenagem a evolução dos dejetos foi semelhante. Enquanto ocorreu a degradação ou redução da matéria orgânica, representada pela DQO, MS e MO, foi preservado o poder fertilizante, representado por N, P e K.

A diferença ficou por conta do custo de implantação e dos cuidados de

operação e de manutenção.

O custo de uma bioesterqueira é 20% superior ao da esterqueira, sendo vantagem a construção da esterqueira quando se tratar de armazenamento de dejetos.

Quanto à operação e manutenção, a bioesterqueira é mais exigente, devendo-se ter o cuidado de controlar o fluxo de entrada dos dejetos de tal forma a não ocorrer retenção, nem arrasto de sólidos ou matéria seca (MS) a partir da câmara de fermentação.

Um dos cuidados de grande importância na operacionalização dos sistemas é quando da retirada dos dejetos dos depósitos. Enquanto na bioesterqueira deve ser mantido intacta a câmara de fermentação, podendo o depósito ser esvaziado totalmente, na esterqueira deve ficar retido pelo menos 10% do volume. Esta prática manterá parte da biomassa ativa dos sistemas, garantindo a continuidade do processo de fermentação.

Tanto a esterqueira quanto a bioesterqueira devem ser entendidas apenas como sistemas de armazenamento e não de tratamento, tendo em vista que a redução do poder poluente fica aquém do recomendado pelos organismos ambientais. Havendo necessidade, como é o caso da produção de dejetos acima da capacidade de aproveitamento, devem ser construídos sistemas adequados de tratamento para a preservação do meio ambiente.

Os resultados indicaram que as vantagens e as desvantagens verificadas nos sistemas de armazenamento de dejetos de suínos do tipo bioesterqueira e do tipo esterqueira foram idênticas. Enquanto a eliminação da fração orgânica (DQO, ST ou MS e SV ou MO) ocorreu de forma semelhante, foi preservado o valor fertilizante dos dejetos (N, P e K) para uso na agricultura, durante o período de armazenagem na esterqueira e na bioesterqueira. Assim, para as condições em que ocorreu o experimento, é mais interessante ao agricultor o uso de esterqueira porque apresenta um custo de im-

plantação 20% menor em relação à bioesterqueira. Recomenda-se, entretanto, uma validação de campo deste estudo nas regiões produtoras de suínos para a confirmação dos resultados.

Literatura citada

1. CHRISTMANN, A. *Manejo dos dejetos de suínos em bioesterqueira em Santa Catarina*. Florianópolis: Acaresc, 1989. 1v.
2. GOSMANN, H. A. *Estudos comparativos com bioesterqueira e esterqueira para armazenagem e valorização dos dejetos de suínos*. Florianópolis: UFSC, 1997. 126p. Tese Mestrado.
3. BELLI FILHO, P. *Stockage et odeurs des déjections animales, cas du lesier de porc*. Rennes. França: L'Université de Rennes I, 1995. 181p. Tese Doutorado.
4. EPAGRI. *Aspectos práticos do manejo de dejetos de suínos*. Florianópolis: EPAGRI. Concórdia: EMBRAPA-CNPSC, 1995. 106p.

Hugo Adolfo Gosmann, eng. agr., M.Sc., Cart. Prof. 20.096, Crea-SC 4.832, Epagri/Gerência Regional de Concórdia, C.P. 44, Fone/fax (049) 442-2984, 89700-000 Concórdia, SC. □

Assine e leia

AGROPECUÁRIA CATARINENSE

Uma das melhores
revistas de
agropecuária do
país!