

## ATIVIDADE MICROBIANA DO SOLO COM A APLICAÇÃO DE ESTERCO BOVINO E EFLUENTE DE BIODIGESTOR\*

### SOIL MICROBIAL ACTIVITY AS AFFECTED BY CATTLE MANURE AND BIODIGESTOR EFFLUENT

Celso Aita\*\*

Marcos Rubens Fries\*\*\*

#### RESUMO

No período de novembro de 1983 a fevereiro de 1984, em Santa Maria, RS, em solo da Unidade de Mapeamento São Pedro (Podzólico Vermelho-amarelo), foi conduzido um experimento de incubação com o objetivo de avaliar o efeito de doses crescentes (9, 18 e 27t/ha), em peso seco de esterco bovino *in natura* e efluente de biodigestor sobre a atividade microbiana do solo. A atividade microbiana, avaliada através da liberação de CO<sub>2</sub>, foi proporcional às doses de resíduo orgânico utilizadas. A quantidade de CO<sub>2</sub> evoluída em 70 dias de incubação foi, em média, 29% maior nos tratamentos com esterco em relação ao efluente, embora os resíduos tenham apresentado a mesma relação C/N. Aproximadamente 14 e 21% do carbono orgânico do efluente e esterco, respectivamente, volatilizou como C-CO<sub>2</sub> independente das doses de resíduos utilizadas.

**Palavras-chave:** esterco bovino, efluente de biodigestor, atividade microbiana.

#### SUMMARY

In order to study the effect of the rate of addition (9, 18, 27t/ha) on a dry weight basis of raw cattle manure and an anaerobically digested manure on soil microbial activity, an incubation experiment have been conducted, at the Federal University of Santa Maria, using a Red-Yellow Podzolic, (São Pedro Unit), from november 1983 to february 1984. The evolution of CO<sub>2</sub> was proportional to the rates of the residues added. Total CO<sub>2</sub> evolved, after 70 days of incubation, for raw manure treatments was, in average, 29%

greater than the anaerobically digested manure, although both of them have presented the same relation C/N. Aproximately 14 and 21% of organic carbon of anaerobically digested manure and raw manure, respectively, volatilized as CO<sub>2</sub> independently of the rates of both residues.

**Key words:** cattle manure, biodigestor effluent, microbial activity.

#### INTRODUÇÃO

A crise do petróleo e seus derivados, iniciada na década de setenta, motivou a introdução da prática da digestão anaeróbia de resíduos orgânicos como uma fonte alternativa de energia para a agricultura brasileira. Atualmente, o processo vem sendo aplicado a resíduos orgânicos de diferentes origens, com a finalidade de obtenção de energia e fertilizante, na forma de gás metano e efluente de biodigestor.

O efluente orgânico, resultante das complexas transformações bioquímicas envolvidas no processo fermentativo, apresenta características distintas em relação ao material original (BUNGAY, 1981). A diferença de comportamento entre resíduos orgânicos biodigeridos e *in natura*, em relação à atividade microbiana do solo tem sido observada em trabalhos de pesquisa realizados em outros países (AGBIM et al, 1977; HSIEH et al, 1981a.). A utilização recente do processo de digestão anaeróbia e o uso restrito de esterco na agricultura sulriograndense não motivaram estudos locais neste sentido. Assim, realizou-se o presente trabalho com o objetivo de avaliar o efeito da adição de doses crescentes de esterco bovino *in natura* e efluente de biodigestor sobre a atividade microbiana do solo.

\* Parte do trabalho realizado junto ao Curso de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal de Santa Maria para a elaboração da dissertação de Mestrado do primeiro autor.

\*\* Engenheiro Agrônomo, Professor Assistente, Departamento de Solos da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). 97119-900 - Santa Maria, RS.

\*\*\* Engenheiro Agrônomo, Professor Adjunto, Departamento de Solos da UFSM.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação pertencente à Estação Experimental de Silvicultura da Boca do Monte no município de Santa Maria, RS, em solo pertencente à Unidade de Mapeamento São Pedro, classificado como Podzólico Vermelho-amarelo, PALEUDALF, segundo BRASIL (1973).

Os tratamentos constaram de doses crescentes de esterco bovino *in natura* e efluente de biodigestor (9, 18 e 27t/ha, em peso seco); testemunha e N-mineral (180kg/ha). Para eliminar possíveis limitações de P e K, o teor desses nutrientes foi equiparado para todos os tratamentos, utilizando-se 200kg/ha de P + 250 kg/ha de K na forma de  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$  e KCl, respectivamente.

As principais características do solo e dos resíduos orgânicos encontram-se na Tabela 1 e foram obtidas segundo a seguinte metodologia:

TABELA 1 - Principais características físicas e químicas do solo e dos resíduos orgânicos utilizados. (\*)

Características do solo	Características dos resíduos orgânicos			
	Esterco		Efluente	
pH em água	5,70	pH	7,50	6,80
N-total (ppm)	827,13	N-total (%)	2,00	2,00
N-NH <sub>4</sub> (ppm)	35,70	N-NH <sub>4</sub> (ppm)	1015,02	2176,12
N-NO <sub>3</sub> +N-NO <sub>2</sub> (ppm)	13,50	N-NO <sub>3</sub> +N-NO <sub>2</sub> (ppm)	0,00	0,00
N-orgânico (ppm)	777,93	N-orgânico (%)	1,90	1,78
C-orgânico (%)	1,35	C-orgânico (%)	36,90	36,91
Ca (me/100g)	3,15	Ca (%)	0,87	0,91
Mg (me/100g)	1,67	Mg (%)	0,44	0,47
P (ppm)	20,40	P (%)	0,33	0,39
K (ppm)	72,00	K (%)	1,11	1,39
Al (me/100g)	0,60	Mat. Seca (%)	15,77	5,59
Argila (%)	16,13	Relação C/N	18,45	18,45
Silte (%)	22,71	Celulose (%)	33,06	28,61
Areia grossa (%)	22,78	Hemicelulose (%)	17,30	11,67
Areia fina (%)	38,38	Lignina (%)	14,91	18,87

(\*) Os dados analíticos referem-se à base seca

### No solo

pH em potenciômetro na relação solo água 1:1; N-NH<sub>4</sub> e N-NO<sub>3</sub> + N-NO<sub>2</sub> (TEDESCO, 1978); N-total (GALLAHER et al, 1976); carbono orgânico (Walkley-Black e Mebius modificado descritos por NELSON & SOMMERS, 1982); P e K disponíveis (MIELNICZUCK et al, 1969); Ca, Mg e Al trocáveis (VETTORI, 1969); análise granulométrica pelo método da pipeta.

### Nos resíduos orgânicos

pH em potenciômetro em uma alíquota de aproximadamente 50ml de resíduos; N-NH<sub>4</sub> e N-NO<sub>3</sub> + N-NO<sub>2</sub> (ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, 1983); N-total, P, K, Ca e Mg (TEDESCO, 1982); carbono orgânico (Walkley-Black e Mebius modificado descritos por NELSON & SOMMERS, 1982); celulose, hemicelulose e lignina (método de Van Soest, descrito por SILVA, 1981); matéria seca, secando-se os resíduos orgânicos em estufa à 105°C até peso constante.

O esterco *in natura*, isento de urina, teve como origem animais com idade variando de 1 a 6 anos e submetidos a um regime extensivo de alimentação em campo nativo. O esterco do mesmo lote de animais, fermentado por 40-45 dias em um biodigestor modelo indiano com capacidade de 16m<sup>3</sup> constituiu o efluente de biodigestor.

Na instalação do experimento, os resíduos orgânicos foram uniformemente incorporados a 0,5kg de solo seco ao ar, com três repetições. O solo assim tratado foi colocado em frascos de vidro com um litro de capacidade. Foi adicionada água até aproximadamente 80% da capacidade de campo do solo, mantendo-se esse nível de umidade até o final do experimento que teve a duração de 70 dias. No interior de cada frasco, foi colocado um frasco de Becker de 50ml contendo 20ml de NaOH 1N para coletar o CO<sub>2</sub> evoluído. Para obter uma completa vedação do sistema, os frascos foram hermeticamente fechados por pressão, tendo uma junta de borracha entre a tampa e o corpo do frasco. O CO<sub>2</sub> coletado na solução de NaOH foi determinado titulando-se o excesso de NaOH com HCl 1N na presença do indicador de fenolftaleína após a adição de BaCl<sub>2</sub> 2N (STOTZKY, 1965). Durante os 70 dias de incubação, o CO<sub>2</sub> evoluído foi avaliado semanalmente totalizando 10 amostragens.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado. O efeito dos tratamentos sobre as variáveis em estudo foi avaliado através de contrastes ortogonais comparando-se grupos de tratamentos entre si pelo teste F ao nível de significância de 5% de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A quantidade de CO<sub>2</sub> evoluída com a aplicação de esterco foi significativamente maior do que aquela verificada com a utilização do efluente de biodigestor, em todas as épocas de amostragem, como mostram a Figura 1 e os resultados da análise de variância para o contraste efluente Vs. esterco (Tabela 2). A quantidade total de CO<sub>2</sub> liberada em setenta dias de incubação do solo com 9,18 e 27t/ha de esterco foi, em média, 29%

maior do que aquela encontrada com a utilização de doses equivalentes de efluente de biodigestor. Este resultado deve ter sido consequência do tipo de trata-

sentativa da qualidade do material orgânico, como já foi salientado por TESTER et al (1979). Para melhor estimar a decomposição de resíduos orgânicos no solo, trabalhos de pesquisa nesta área, deverão ser intensificados, procurando determinar a decomposição de cada constituinte carbonado específico, como propõem REDDY et al (1980).

Os resultados apresentados na Tabela 3 mostram que, em todos os tratamentos, a liberação de  $\text{CO}_2$  foi mais rápida nos períodos iniciais de incubação. Nos tratamentos com resíduos orgânicos, cerca de 70% do carbono orgânico decomposto até o final do experimento já havia sido volatilizado aos vinte e oito dias de incubação. Resultados semelhantes foram encontrados em 1970 por Mathers e Stewart apud HAGHIRI et al (1978), ao utilizar esterco bovino em estudo de incubação em laboratório. Os primeiros dez dias foram responsáveis por 60% da quantidade de carbono orgânico volatilizado em noventa dias. Comportamento semelhante também foi observado com aplicação de outros tipos de resíduos orgânicos por PERUZZO (1982), TERRY et al (1979) e AGBIM et al (1977) e deve estar relacionado a qualidade do substrato presente. Com a exaustão do material energético de fácil oxidação, a população microbiana do solo irá degradando os constituintes mais resistentes a decomposição, proporcionando com isto uma diminuição gradativa na quantidade de  $\text{CO}_2$  liberada (ALEXANDER, 1977).

A percentagem de carbono orgânico que volatilizou em setenta dias de incubação, significativamente maior, obtida com esterco em relação ao efluente (Tabela 3) pode ser atribuída à maior quantidade de constituintes carbonados de fácil oxidação do esterco. Para

ambos os resíduos, a percentagem de carbono orgânico que volatilizou foi independente das doses utilizadas.

A maior atividade microbiana nos tratamentos com esterco foi responsável pela diminuição da disponibilidade de nitrogênio no solo afetando negativamente a produção de matéria seca do sorgo em relação ao efluente de biodigestor, fato constatado em experimentos paralelos a este conduzidos por AITA & FRIES (1990) e FRIES & AITA (1990). Para atenuar o problema os autores sugerem o parcelamento das dosagens, a incorporação ao solo antecedendo a semeadura da cultura, a compostagem e a fermentação do esterco bovino *in natura* em biodigestor ou esterqueira.

Os resultados apresentados na Tabela 3, mostram que cerca de 14,5% e 21,4% do carbono orgânico do efluente e esterco, respectivamente, foi mineralizado em 70 dias de incubação. MILLER (1974) cita resultados obtidos no Departamento de Agricultura de Beltsville

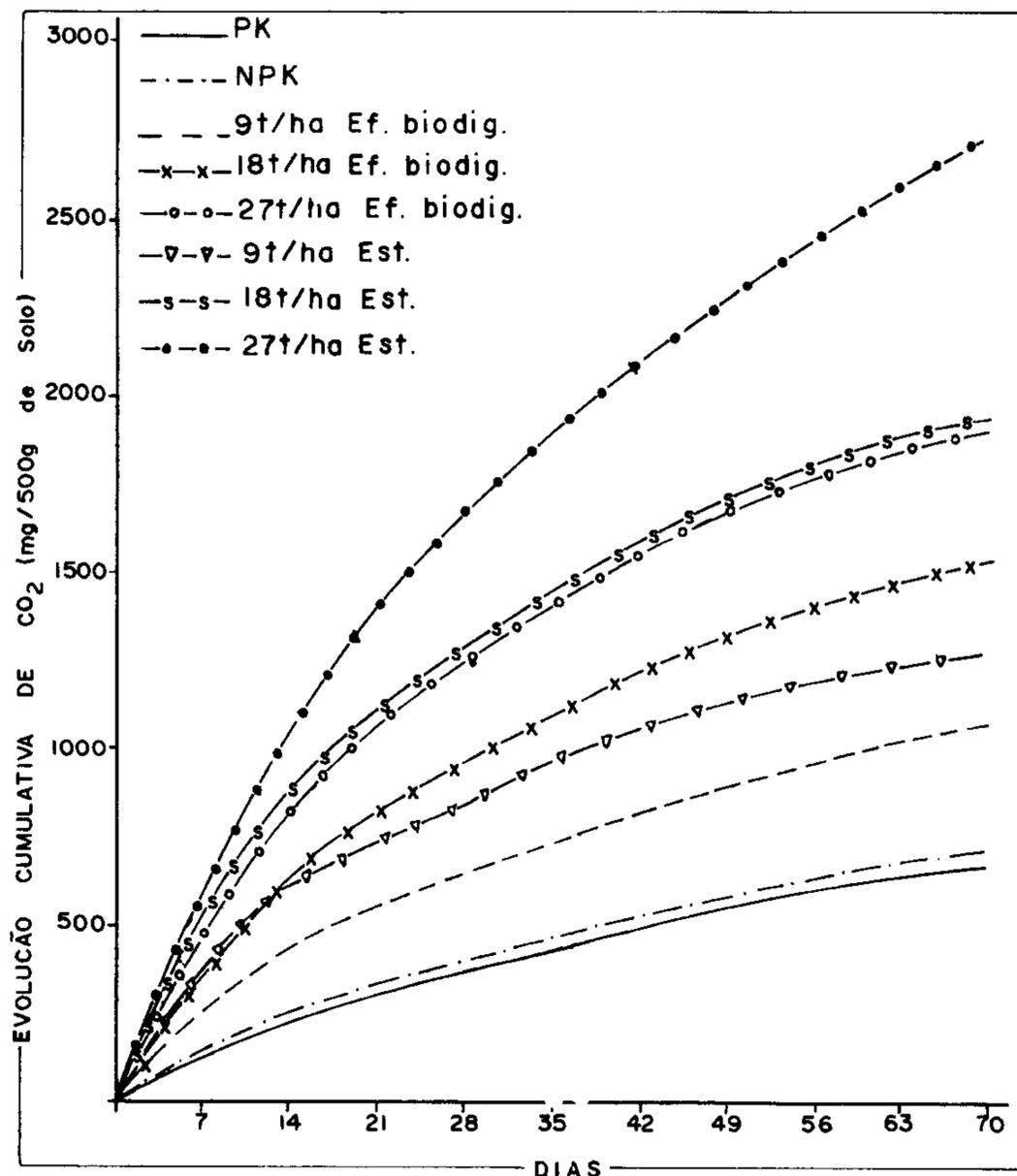


FIGURA 1. Evolução cumulativa de  $\text{CO}_2$  nos tratamentos, durante período de incubação. Média de três repetições.

mento a que os resíduos orgânicos foram submetidos antes de serem adicionados ao solo. Durante o processo de digestão anaeróbia, grande parte dos constituintes carbonados de fácil oxidação são perdidos como  $\text{CO}_2$  e principalmente  $\text{CH}_4$ , como relata BRYANT (1979). Já no esterco *in natura*, a maior parte do material energético prontamente disponível à população microbiana do solo ainda está presente, conferindo-lhe menor estabilidade biológica em relação ao efluente de biodigestor.

Os dados analíticos apresentados na Tabela 1, mostram que, embora a relação C/N tenha sido semelhante para ambos os resíduos, os teores de celulose, hemicelulose e lignina foram quantitativamente diferentes. Assim, a diferença de comportamento entre os dois tipos de resíduos em relação a atividade microbiana sugere que a determinação da relação C/N a partir dos teores de carbono e nitrogênio poderá não ser repre-

(USA) em que foram obtidos índices de mineralização de 10 a 27% para lodo de esgoto digerido e *In natura* respectivamente, em cinquenta e quatro dias de incubação. Já LOYNACHAN et al (1976), trabalhando com esterco de suínos verificaram que 48 a 87% do carbono

foi mineralizado em oitenta e três dias de incubação a 25°C. A diversificação de tais resultados de pesquisas deve estar relacionada com o tipo, quantidade e qualidade dos resíduos orgânicos e de fatores locais que afetam a velocidade de mineralização (LUND & DOSS, 1980).

TABELA 2 - Análise da variância do contraste Efluente Vs. Esterco para a quantidade de CO<sub>2</sub> evoluída em cada amostragem e percentagem do carbono orgânico adicionado que volatilizou em setenta dias de incubação.

Contraste	Amostragem (dias)	Variáveis	$\bar{X}$ Efluente	$\bar{X}$ Esterco	F	CV
	07	CO <sub>2</sub> **	2,18	2,92	8,89*	8,35
	14	CO <sub>2</sub>	1,64	2,11	47,91*	9,17
	21	CO <sub>2</sub>	1,01	1,32	29,95*	14,11
	28	CO <sub>2</sub>	0,88	1,09	36,68*	9,27
	35	CO <sub>2</sub>	0,76	0,99	28,39*	12,44
	42	CO <sub>2</sub>	0,73	0,87	15,63*	11,10
	49	CO <sub>2</sub>	0,49	0,68	102,86*	7,67
	56	CO <sub>2</sub>	0,46	0,60	585,69*	2,65
	63	CO <sub>2</sub>	0,43	0,52	37,37*	7,76
	70	CO <sub>2</sub>	0,22	0,40	59,16*	17,78
		C.Volat.**	14,47	21,39	170,44*	6,64

\* p>0,05

\*\* CO<sub>2</sub> (mg/h); C.Volat. (%)

## CONCLUSÕES

O esterco *In natura* proporcionou maior atividade microbiana do solo em relação ao efluente de biodigestor.

A percentagem de mineralização do carbono orgânico foi maior no esterco *In natura* do que no efluente de biodigestor.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AITA, C., FRIES, M.R. Disponibilidade de nitrogênio com a aplicação de esterco bovino e efluente de biodigestor em um Podzólico Vermelho-amarelo. *Revista do Centro de Ciências Rurais, Santa Maria*, v. 20, n. 1-2, p. 125-135, 1990.
- AGBIN, N.N., SABEY, B.R., MARKSTRON, D.C. Land application of sewage sludge. *Journal of Environmental Quality*, Madison, v. 6, n. 4, p. 446-451, 1977.

TABELA 3 - Liberação de CO<sub>2</sub> (mg/500g de solo) total e em cada período de amostragem e percentagem volatilizada do carbono orgânico adicionado. Média de três repetições.

Tratamento	Período de amostragem (em dias)										lib. CO <sub>2</sub> Total	C.org* Volat.
	0-7	7-14	14-21	21-28	28-35	35-42	42-49	49-56	56-63	63-70		
Testem.	133	106	57	60	56	65	41	38	33	30	619	—
N-min.	144	113	68	60	66	55	42	41	40	39	668	—
9t/haEB**	268	185	103	100	85	90	59	56	54	47	1047	14,04
18t/haEB	364	273	169	149	131	128	82	77	70	68	1511	14,65
27t/haEB	465	369	235	191	169	149	107	100	93	86	1964	14,72
9t/haE***	384	234	115	108	105	91	64	52	39	43	1235	20,24
18t/haE	529	340	209	187	167	143	95	87	79	75	1911	21,22
27t/haE	561	490	339	257	230	203	181	164	146	123	2694	22,72

$$* \% \text{ C.Org.Volat.} = \frac{\text{C-CO}_2 \text{ volat. nos tratamentos} - \text{C-CO}_2 \text{ volat. na Testemunha}}{\text{C orgânico adicionado}} \times 100$$

\*\* Eb = Efluente de biodigestor

\*\*\* E = Esterco

- ALEXANDER, M. *Introduction to soil microbiology*. New York: John Wiley, 467p., 1977.
- BRASIL. *Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Estado do Rio Grande do Sul*. Recife: Ministério da Agricultura, Departamento Nacional de Pesquisa Agropecuária, Divisão de Pesquisa Pedológica, 1973, 431 p., Boletim Técnico, 30.
- BRYANT, M.P. Microbial methane production, theoretical aspects. *Journal of Animal Science* New York, v. 48, n. 1, p. 193-201, 1979.
- BUNGAY, H.R. *Energy, the biomass options*. New York: John Wiley, 1981. Anaerobic digestion: 183 -184.
- ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. *Methods for chemical analysis of water and wastes*. Ohio: EPA, 1983, 276 p.
- FRIES, M.R., AITA, C. Aplicação de esterco bovino e efluente de biodigestor em solo podzólico vermelho-amarelo: Efeito sobre a produção de matéria seca e absorção de nitrogênio pela cultura do sorgo. *Revista Centro de Ciências Rurais*, Santa Maria, v. 20, n. 1-2, p. 137-145. 1990.
- GALLAHER, R.N., WELDON, C.O., BOSWELL, F.C. A semiautomated procedure for total nitrogen in plant and soil samples. *Soil Science Society of America Journal*, Madison, v. 40, n. 6, p. 887-889, 1976.
- HAGHIRI, F., MILLER, R.H., LOGAN, T.J. Crop response and quality of soil leachate as affected by land application of beef cattle waste. *Journal of Environmental Quality*, Madison, v. 7, n. 3, p. 406-412, 1978.
- HSIEH, Y.P., DOUGLAS, L.A., MOTTO, H.L. Modeling sewage sludge decomposition in soil: I. Organic carbon transformation. *Journal of Environmental Quality*. Madison, v. 10, n. 1, p. 54-59, 1981a.
- LOYNACHAN, T.E., BARTHOLOME, W.V., WOLLUM, A.G. Nitrogen transformations in aerated swine slurries. *Journal of Environmental Quality*, Madison, v. 5, n. 3, p. 293-297, 1976.
- LUND, Z.F., DOSS, B.D. Residual effects of dairy cattle manure on plant growth and soil properties. *Agronomy Journal*, Madison, v. 72, p. 123-130, 1980.
- MIELNICZUK, J., LUDWIG, A., BOHNEN, H. *Recomendações de adubo e calcário para os solos e culturas do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre: Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1969, 38 p., Boletim Técnico, 2.
- MILLER, R.H. Factors affecting the decomposition of an anaerobically digested sewage sludge in soil. *Journal of Environmental Quality*, Madison, v. 3, n. 4, p. 376-380, 1974.
- NELSON, D.W., SOMMERS, L.E. Total carbon, organic carbon and organic matter. In: PAGE, A.L., MILLER, R.H., KEENEY, D.R. *Methods of Soil Analysis*. Madison: American Society Agronomy, cap. 29, p. 539-577, 1982.
- PERUZZO, G. *Avaliação da decomposição e liberação de nitrogênio de resteva e adubo verde no solo*. Porto Alegre, 1982, 71 p., Tese (Mestrado em Solos) Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1982.
- REDDY, K.R., KHALEEL, R., OVERCASH, M.R. Carbon transformations in the land areas receiving organic wastes in relation to nonpoint source pollution: A conceptual model. *Journal of Environmental Quality*, Madison, v. 9, n. 3, p. 434-442, 1980.
- SILVA, D.J. da. *Análise de alimentos, métodos químicos e biológicos*. Viçosa: Imprensa Universitária, 166 p., 1981.
- STOTZKY, G. Microbial respiration. In: BLACK, C.A. *Methods of Soil Analysis*. Madison: American Society Agronomy, cap. 113, p. 1550-1572, 1965.
- TEDESCO, M.J. *Métodos de análise de nitrogênio total, amônio, nitrato e nitrito em solos e tecido vegetal*. Porto Alegre: Faculdade de Agronomia, Universidade do Rio Grande do Sul, 1978, 19 p., Informativo Interno, 1.
- TEDESCO, M.J. *Extração simultânea de N P K Ca Mg em tecidos plantas por digestão por H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>*. Porto Alegre: Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1982, 23 p., Informativo Interno, 1.
- TERRY, R.E., NELSON, D.W., SOMMERS, L.E. Decomposition of anaerobically digested sewage sludge as affected by soil environmental conditions. *Journal of Environmental Quality*, Madison, v. 8, n. 3, p. 342-347, 1979.
- TESTER, C.F., SIKORA, L.J., TAYLOR, J.M. et al. Decomposition of sewage sludge compost in soil: III. Carbon, nitrogen and phosphorus transformations in different sized fractions. *Journal of Environmental Quality*, Madison, v. 9, n. 1, p. 79-82, 1979.
- VETTORI, L. *Métodos de análise de solo*. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, 1969. 24 p. Boletim Técnico, 7.