



# Nitrogênio orgânico mineralizável em solo tratado com água residuária da suinocultura<sup>1</sup>

Flávia M. Barros<sup>2</sup>; Mauro A. Martinez<sup>2</sup>; Antonio T. de Matos<sup>2</sup>;  
Júlio C. L. Neves<sup>3</sup> & Demétrius D. da Silva<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Parte da Tese de Mestrado do primeiro autor, apresentada a Universidade Federal de Viçosa-UFV

<sup>2</sup> UFV/DEA, CEP-36570-000. Viçosa-MG. E-mail: mariamariani@yahoo.com.br; mmauro@ufv.br; atmatos@ufv.br; david@ufv.br

<sup>3</sup> UFV/Departamento de Solos, CEP 36570-000 Viçosa-MG. E-mail: julio@solos.ufv.br

Protocolo 68

**Resumo:** A mineralização do nitrogênio orgânico é um dos principais fatores que determinam as quantidades de água residuária da suinocultura (ARS) a serem aplicadas em solos. Objetivou-se, através do presente trabalho, avaliar o nitrogênio orgânico potencialmente mineralizável (NPM) em solo tratado com ARS sob diferentes condições de temperatura e conteúdos de água. Amostras de Latossolo foram misturadas com ARS, em quantidade correspondente a 400 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio, e incubadas sob diferentes condições de temperatura e conteúdos de água. A partir dos valores da concentração de nitrogênio mineralizado, determinou-se o NPM por meio do ajuste do modelo exponencial simples, e pelos valores estimados através do modelo potencial. A concentração de NPM, utilizando-se o modelo exponencial simples, variou de 73,85 a 207,16 mg kg<sup>-1</sup>, enquanto para o modelo potencial oscilou de 79,01 a 226,40 mg kg<sup>-1</sup>. Para ambos os modelos, a meia vida do NPM, para temperaturas de 15, 20 e 25 °C foi menor nos conteúdos de água mais baixos, enquanto sob temperatura de 35 °C esta foi menor nos conteúdos de água mais altos.

**Palavras-chave:** dejetos de suínos, disposição de resíduos, modelos de mineralização, fertilizante orgânico

## Mineralizable organic nitrogen in soil treated with swine wastewater

**Abstract:** Organic nitrogen mineralization is one of the main factors that determine the amounts of swine wastewater (SW) applicable in soils. The objective of the present work was to evaluate potentially mineralizable organic nitrogen (PMON) in soil treated with SW under different conditions of temperature and water contents. Latosol samples were mixed with SW in amount corresponding to 400 kg ha<sup>-1</sup> of nitrogen and incubated at four different temperatures and water contents. Based on the values of the mineralized nitrogen concentration, the PMON was determined through the adjustment of a simple exponential model and through the estimated values of the potential model. The concentration of PMON using the simple exponential model varied from 73.85 to 207.16 mg kg<sup>-1</sup>, while for the potential model it varied from 79.01 to 226.40 mg kg<sup>-1</sup>. For both models the half-time of PMON for temperatures of 15, 20 and 25 °C was small in the lower water contents, while for the temperature of 35 °C it was small in the largest water contents.

**Key words:** swine dejects, residue disposal, mineralization models, organic fertilizer

## INTRODUÇÃO

O Brasil possui cerca de 37,5 milhões de cabeças de suínos, correspondendo ao maior rebanho da América Latina, e o sexto do mundo (ANUALPEC, 2003). Na suinocultura, os dejetos, a água desperdiçada em bebedouros e a água de lavagem das instalações, geram grandes volumes de águas residuárias, as quais são fontes potenciais de poluição ambiental.

O nitrogênio é um dos principais nutrientes presentes nos dejetos de suínos, sendo facilmente perdido por volatilização, lixiviação ou por desnitrificação (Bataglia et al., 1983). Nos países tropicais, a limitada disponibilidade ou os altos custos dos fertilizantes nitrogenados têm levado à utilização de resíduos como fonte de nutrientes (Vanlauwe et al., 1997).

A dose de aplicação do resíduo pode ser determinada com base na concentração do nutriente presente em maior

concentração que, normalmente, é o nitrogênio (Matos, 2004). O conhecimento das características do dejetos de suínos relacionadas à degradação microbiológica do nitrogênio orgânico pode contribuir para a previsão de seu comportamento no solo, permitindo que se definam referenciais úteis para o estabelecimento da dose máxima a ser aplicada aos solos, em função do nitrogênio disponibilizado às plantas. O nitrogênio das frações mais lábeis é liberado nos períodos iniciais do processo de mineralização, e sua estimativa pode ser utilizada para ajustar as recomendações de adubação nitrogenada (Mengel, 1996).

Do ponto de vista prático, tem-se observado que o potencial de mineralização e a respectiva taxa de mineralização podem ser utilizados na predição da disponibilidade de nitrogênio às plantas, em determinado período de tempo (Camargo et al., 1997). O potencial de mineralização do nitrogênio do solo é definido como a fração presente no nitrogênio orgânico susceptível à mineralização (Stanford & Smith, 1972).

O processo de mineralização é influenciado, dentre outros fatores, pela temperatura e pelo conteúdo de água do meio. De modo geral, o aumento da temperatura acelera as reações químicas e o metabolismo dos microrganismos (Serrano, 1997). A taxa de mineralização é alta quando a temperatura está na faixa de 30 a 35 °C e menor para temperaturas acima ou abaixo desses valores (Dias et al., 1992).

Stanford & Epstein (1974) mostraram que a mineralização do nitrogênio diminui com a redução do conteúdo de água no solo, considerando-se conteúdos de água no solo inferiores à capacidade de campo. Conteúdos de água no solo acima da capacidade de campo também proporcionam diminuição na taxa de mineralização do nitrogênio devido à falta do oxigênio necessário às reações de mineralização.

Com base neste contexto, objetivou-se com este trabalho avaliar o potencial de mineralização do nitrogênio orgânico (NPM) em solo tratado com ARS, sob diferentes condições de temperatura e conteúdos de água, por meio do ajuste do modelo exponencial simples, e pelos valores estimados através do modelo potencial.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido nos Laboratórios de Água e Solo e de Qualidade da Água do Departamento de Engenharia Agrícola e Ambiental da Universidade Federal de Viçosa (UFV), no período de maio a agosto de 2004.

Amostras deformadas de 57,3 cm<sup>3</sup> de Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico, de textura muito argilosa, foram coletadas no Município de Viçosa, MG, secadas ao ar e passadas em peneira de 2 mm, removendo-se raízes e restos vegetais; em seguida, as referidas amostras foram misturadas a uma quantidade de ARS, correspondente à aplicação de 400 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio, considerando-se uma camada de solo de 20 cm de profundidade (Westerman et al., 1987). A caracterização da ARS encontra-se apresentada na Tabela 1.

Posteriormente, as amostras foram colocadas em copos plásticos com volume de 60 cm<sup>3</sup> e incubadas sob quatro diferentes temperaturas (15, 20, 25 e 35 °C) em câmara BOD com variação de ± 1 °C, e quatro conteúdos de água distintos

Tabela 1. Caracterização dos parâmetros da água residuária da suinocultura (ARS)

Parâmetros	Resultados
DBO <sub>5</sub> <sup>1</sup> (mg L <sup>-1</sup> )	11,200
DQO <sup>2</sup> (mg L <sup>-1</sup> )	51,700
Sólidos totais (g L <sup>-1</sup> )	1,39
Sólidos fixos (g L <sup>-1</sup> )	0,21
Sólidos voláteis (g L <sup>-1</sup> )	1,18
Carbono orgânico total (g L <sup>-1</sup> )	52,40
Nitrogênio total (g L <sup>-1</sup> )	2,00
Sódio (mg L <sup>-1</sup> )	14,46
Fósforo (mg L <sup>-1</sup> )	42,76
Potássio (mg L <sup>-1</sup> )	62,02

<sup>1</sup> Demanda Bioquímica de Oxigênio

<sup>2</sup> Demanda Química de Oxigênio

(correspondentes às tensões de 10, 30, 200 e 1500 kPa). Os conteúdos de água no solo incubado foram monitorados, por pesagem, e ajustados diariamente com a adição de água desionizada.

O delineamento experimental constituiu-se de blocos casualizados com quatro repetições, no qual foi utilizado esquema fatorial 4 x 4 (4 conteúdos de água e 4 temperaturas) em parcelas subdivididas, que, foram avaliadas ao longo do período de tempo de incubação.

As amostras foram retiradas aos 3, 6, 12, 24, 48 e 96 dias de incubação, para a quantificação das concentrações de amônio e nitrato.

Para determinação da forma N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, utilizou-se o método descrito por Kempers & Zweers (1986), que se baseia na formação de um complexo de cor azul-esmeralda, quando o NH<sub>3</sub> e o salicilato reagem na presença de NaOCl, em condições de pH elevado, tendo como catalisador o nitroprussiato de sódio. As análises de nitrato foram realizadas segundo método descrito por Yang et al. (1998), fundamentadas no método colorimétrico. O amônio e o nitrato das amostras de solo foram extraídos utilizando-se a solução de cloreto de potássio 1 mol L<sup>-1</sup> e o nitrogênio mineralizado foi obtido por meio da soma do nitrato com o amônio.

A partir dos valores de nitrogênio mineralizado (nitrato + amônio), obtidos ao longo de diferentes tempos de incubação, determinaram-se o nitrogênio potencialmente mineralizável por meio do ajuste do modelo exponencial simples (Equação 1) proposto por Stanford e Smith (1972), e os parâmetros do modelo potencial (Equação 2) proposto por Broadbent & Nakashima (1968), para posterior estimativa do NPM. As regressões não lineares foram ajustadas pelo método quasi-Newton do programa STATISTICA, versão 6.0 (Statsoft, 1996), em nível de observação, para cada combinação de temperatura (T) e conteúdo de água no solo (U).

$$N_m = N_0 (1 - e^{-kt}) \quad (1)$$

$$N_m = A t^b \quad (2)$$

em que:

N<sub>m</sub> - concentração de nitrogênio orgânico mineralizado em determinado tempo (t), mg kg<sup>-1</sup>

- A - taxa de mineralização,  $\text{mg kg}^{-1} \text{ dia}^{-b}$   
 b - constante  
 t - tempo decorrido após o início da incubação, dia  
 $N_0$  - concentração de nitrogênio potencialmente mineralizável no solo,  $\text{mg kg}^{-1}$   
 k - constante de mineralização,  $\text{dia}^{-1}$

No modelo potencial proposto por Broadbent & Nakashima (1968), o nitrogênio potencialmente mineralizável foi considerado o valor da concentração de nitrogênio mineralizado para o tempo de incubação máximo (96 dias).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A concentração de nitrogênio orgânico potencialmente mineralizável (NPM), no solo tratado com ARS, utilizando-se o modelo exponencial simples, variou de 73,85 a 207,16  $\text{mg kg}^{-1}$ , (Tabela 2), correlacionando-se com a temperatura ( $r = 0,56$ ;  $p < 0,05$ ) e com o conteúdo de água no solo ( $r = 0,75$ ;  $p < 0,01$ ) apresentando, assim, tendência de aumentar o seu valor com o aumento da temperatura e do conteúdo de água no solo, como verificado por Serrano (1997) e Stanford & Epstein (1974).

Em trabalho realizado por Boeira et al. (2002), com o objetivo de quantificar, em laboratório, o potencial de mineralização do nitrogênio orgânico, por meio do modelo exponencial simples, em Latossolo tratado com diferentes doses e tipos de lodo de esgoto, à temperatura de 24 °C e conteúdo de água no solo mantido na capacidade de campo, durante 105 dias, verificou-se que, para dose próxima à utilizadas no presente experimento, o valor de NPM foi de 174  $\text{mg kg}^{-1}$ , sendo este valor próximo aos aqui encontrados, porém sua meia vida (92 dias) foi superior

à do presente trabalho, o que se deve à maior recalitrância do material orgânico contido no lodo de esgoto quando comparado com a ARS.

Os valores de NPM, utilizando-se do modelo potencial para sua estimativa, variaram de 79,01 a 226,40  $\text{mg kg}^{-1}$ , sendo os valores do  $R^2$  para este modelo, em geral mais altos que os do modelo exponencial simples, exceto na temperatura de 35 °C.

Pode-se notar para ambos os modelos, tendência da diminuição do  $R^2$  com a diminuição do conteúdo de água sob temperaturas de 15, 20 e 25 °C, em solo com ARS, enquanto na temperatura de 35 °C esta tendência não foi observada.

Quanto mais intemperizado o solo, maior o tempo de incubação de que ele necessita para melhores estimativas do NPM, o que pode ser devido à maior quantidade de óxidos de alumínio e ao maior grau de recalitrância nesses solos, enquanto em solos menos intemperizados ocorre maior quantidade de nutrientes disponíveis. Parentoni et al. (1988) observaram que o aumento do tempo de incubação melhora as estimativas do NPM. Para os solos incipientes (Litossolos e Cambissolos), três semanas de incubação foram suficientes para estimar NPM com  $R^2 = 0,98$ ; para os Podzólicos, foram necessários 42 dias de incubação para se obter a equação com  $R^2 = 0,95$ ; já para os Hidromórficos, 70 dias de incubação permitiram que se estimasse o  $N_0$  com  $R^2 = 0,94$ . Os Latossolos, dentre os grupos estudados, foram os que exigiram mais tempo, cerca de 210 dias de incubação, para estimar o NPM.

Os valores de  $R^2$  obtidos no presente trabalho foram menores que os encontrados por Parentoni et al. (1988), o que pode ter ocorrido devido aos ajustes das equações terem sido feitos a nível de observações.

Tabela 2. Estimativa do nitrogênio orgânico potencialmente mineralizável em solo tratado com ARS, para diferentes condições de temperatura e conteúdos de água

T <sup>1</sup> (°C)	Tratamentos		Modelo Exponencial Simples			Modelo Potencial		
	U <sup>2</sup> ( $\text{kg kg}^{-1}$ )	NM <sup>3</sup> $\text{mg kg}^{-1}$	NPM <sup>4</sup> $\text{mg kg}^{-1}$	MV <sup>5</sup> dias	“R <sup>2&gt;6</sup> ”	NPM <sup>4</sup> $\text{mg kg}^{-1}$	MV <sup>5</sup> dias	“R <sup>2&gt;6</sup> ”
15	0,300 (10 kPa)	156,80	143,34**	7,81	0,62	160,37	8,04	0,92
	0,281 (30 kPa)	155,52	139,13**	8,72	0,61	155,13	9,34	0,93
	0,241 (200 kPa)	113,72	91,86**	2,45	0,25	110,00	1,98	0,85
	0,218 (1500 kPa)	83,78	86,64**	3,82	0,50	88,27	0,08	0,59
20	0,300 (10 kPa)	196,75	190,84**	11,3	0,82	206,50	12,89	0,88
	0,281 (30 kPa)	169,76	163,37**	10,3	0,74	177,98	11,69	0,78
	0,241 (200 kPa)	136,43	138,61**	8,38	0,61	149,42	7,38	0,66
	0,218 (1500 kPa)	93,48	73,85**	4,51	0,34	79,01	0,15	0,27
25	0,300 (10 kPa)	218,89	191,08**	8,43	0,79	217,71	11,74	0,82
	0,281 (30 kPa)	217,34	183,91**	8,37	0,79	212,03	12,36	0,85
	0,241 (200 kPa)	173,01	147,79**	7,07	0,74	170,00	9,73	0,75
	0,218 (1500 kPa)	89,68	89,25**	3,36	0,44	96,40	0,70	0,43
35	0,300 (10 kPa)	189,63	207,16**	7,24	0,94	226,40	7,55	0,72
	0,281 (30 kPa)	166,44	185,90**	7,51	0,89	221,09	7,33	0,69
	0,241 (200 kPa)	180,09	166,18**	7,35	0,89	187,96	9,32	0,85
	0,218 (1500 kPa)	180,72	160,60**	9,71	0,86	181,72	13,76	0,89

\*\* Significativo a 1% respectivamente, pelo teste t;

<sup>(1)</sup> Temperatura

<sup>(2)</sup> Conteúdo de água

<sup>(3)</sup> Nitrogênio orgânico mineralizado em 96 dias

<sup>(4)</sup> Nitrogênio orgânico potencialmente mineralizável

<sup>(5)</sup> Meia vida para mineralização do NPM

<sup>(6)</sup> Porcentagem da variância explicada para o modelo

A meia vida do NPM, ou o tempo gasto para mineralizar a metade do NPM de cada tratamento, pode ser vista na Tabela 2. Observou-se, nas temperaturas de 15, 20 e 25 °C, que nos menores conteúdos de água (0,241 e 0,218 kg kg<sup>-1</sup>), a meia vida foi menor, para ambos os modelos. Essas condições de conteúdo de água no solo possibilitam maior aeração do solo (desimpedimento dos macroporos) mantendo, ainda, disponibilidade de água suficiente para ação dos microrganismos. Sob temperatura de 35 °C ocorreu o inverso, isto é, nos maiores conteúdos de água (0,300 e 0,281 kg kg<sup>-1</sup>) a meia vida do NPM foi menor, podendo ser explicado pelo fato de, em altas temperaturas, os microrganismos serem beneficiados pelo conteúdo de água no solo, o que favoreceu a rapidez da mineralização do nitrogênio orgânico.

Stanford & Smith (1972), trabalhando com mineralização do nitrogênio orgânico, observaram que o modelo proposto por Broadbent & Nakashima (1968) se ajustou bem à maioria dos resultados experimentais; todavia, eles não deram muita atenção a este modelo, usando-o apenas para pré-estimarem o valor de N<sub>0</sub> no modelo exponencial simples (Broadbent, 1986). De fato, o modelo proposto por Broadbent & Nakashima (1968) se ajusta melhor aos dados que o modelo exponencial simples, para alguns solos, não para todos (Broadbent, 1986). Pereira (2003) também verificou bons ajustes aos dados, usando o modelo proposto por Broadbent & Nakashima (1968).

## CONCLUSÕES

Tendo por base os resultados obtidos e se considerando as condições em que o estudo foi realizado, conclui-se que:

1. A concentração de nitrogênio orgânico potencialmente mineralizável (NPM) no solo tratado com ARS, obtido com o ajuste do modelo exponencial simples aos dados, variou de 73,85 a 207,16 mg kg<sup>-1</sup>.

2. Os valores de NPM estimados, utilizando-se o modelo potencial, variaram de 79,01 a 226,40 mg kg<sup>-1</sup>.

3. Em geral, os valores de R<sup>2</sup> obtidos para o modelo potencial foram mais altos que os obtidos para o modelo exponencial simples, exceto na temperatura de 35 °C.

4. Para ambos os modelos, os valores de meia vida do NPM, obtidos para temperaturas de 15, 20 e 25 °C, foram menores nos conteúdos de água mais baixos (0,241 e 0,218 kg kg<sup>-1</sup>), enquanto sob temperatura de 35 °C, nos maiores conteúdos de água (0,300 e 0,281 kg kg<sup>-1</sup>) os valores de meia vida do NPM foram menores.

## LITERATURA CITADA

- ANUALPEC. Anuário da Pecuária Brasileira. São Paulo: FNP Consultoria & Comércio, 2003. 400p.
- Bataglia, O.C.; Berton, R.S.; Camargo, O.A.; Valadares, J.M.A.S. Resíduos orgânicos como fonte de nitrogênio para capim braquiária. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v.7, p.277-84, 1983.
- Boeira, R.C.; Ligo, M.A.V.; Dynia, J.F. Mineralização de nitrogênio em solo tropical tratado com lodos de esgoto. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.37, n.11, p.1639-1647, 2002.
- Broadbent, F.E. Empirical modeling of soil nitrogen mineralization. *Soil Science*, Baltimore, v.141, p.208-213, 1986.
- Broadbent, F.E.; Nakashima, T. Plant uptake and residual value of six tagged nitrogen fertilizers. *Soil Science Society of American Proceedings*, Madison, v.32, p.388-392, 1968.
- Camargo, F.A.O.; Gianello, C.; Vidor, C. Potencial de mineralização do nitrogênio em solos do Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v.21, p.575-580, 1997.
- Dias, L.E.; BARROS, N.F.; FRANCO, A.A. Curso de especialização por tutoria à distância: Módulo 6-Nitrogênio no solo. Associação Brasileira de Educação Agrícola Superior, Brasília, 1992. 82p.
- Kempers, A.J.; Zweers, A. Ammonium determination in soil extracts by the salicylate method. In: *Soil Science Plant Analysis*, New York, v.17, n.7, p. 715-723, 1986.
- Matos, A.T. Tratamento e aproveitamento agrícola de resíduos sólidos. *Caderno Didático*, Viçosa, MG: AEAGRI, n.37, 2004. 136p.
- Mengel, K. Turnover of organic nitrogen in soils and its availability to crops. *Plant and Soil*, Dordrecht, v.181, p.83-93, 1996.
- Parentoni, S.N.; França, G.E.; Bahia Filho, A.F.C. Avaliação dos conceitos de quantidade e intensidade de mineralização de nitrogênio para trinta solos do Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v.12, p.225-229, 1988.
- Pereira, J.M. Predição do índice de mineralização do nitrogênio em solos através da comparação de modelos não lineares. In: *SEAGRO*, 10, Lavras, 2003. Anais... Lavras, MG, 2003.
- Serrano, M.I.P. Mineralização, absorção e lixiviação de nitrogênio em povoamentos de *Eucalyptus grandis* sob cultivo mínimo e intensivo do solo. Piracicaba: ESALQ, 1997. 86p. Dissertação de Mestrado
- Stanford, G.; Epstein, L. Nitrogen mineralization-water relations in soils. *Soil Science Society of America Proceedings*, Madison, v.38, p.103-106, 1974.
- Stanford, G.; Smith, S.J. Nitrogen mineralization potential of soil. *Soil Science Society of America Journal*, Madison, v.36, n.2, p.465-471, 1972.
- Statsoft. *Statistica for windows V.6.0*. Tulsa: Statsoft, 1996.
- Vanlauwe, J.D.; Sanginga, N.; Merckx, R. Residue quality and decomposition: an unsteady relationship? In: Cadisch, G.; Giller, K.E. *Driven by nature-pant litter quality and decompositions*. Wallingford, UK: CAB International, p.157-166, 1997.
- Westerman, P.W.; King, L.D.; Burns, J.C.; Cummings, G.A.; Overcash, M.R. Swine manure and lagoon effluent applied to a temperate forage mixture: II Rainfall runoff and soil chemical properties. *Journal of Environmental Quality*, Madison, v.16, n.2, p.106-112, 1987.
- Yang, J.E.; Skogley, E.O.; Schaff, B.E.; Kim, J.J. A simple spectrophotometric determination of nitrate in water, resin and soil extracts. *Soil Science Society of America Journal*, Madison, v.62, p.1108-1115, 1998.