



11º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2017  
02 a 04 de agosto de 2017 – Campinas, São Paulo  
ISBN 978-85-7029-141-7

## DISPONIBILIDADE DE NITROGÊNIO NO SOLO ADUBADO COM FERTILIZANTES ORGÂNICOS COMPOSTOS

Gustavo Passos De **Nardi**<sup>1</sup>; Giovanni Dalle **Vedove**<sup>2</sup>; Priscila **Grutmacher**<sup>3</sup>; Adriana M. M. **Pires**<sup>4</sup>;  
Cristiano A. de **Andrade**<sup>5</sup>

Nº 17406

**RESUMO:** *O objetivo deste trabalho é avaliar o efeito da adição de doses crescentes de diferentes fertilizantes orgânicos compostos nos teores de nitrogênio (N) mineralizado líquido (proveniente apenas do fertilizante orgânico), N mineralizado bruto (proveniente do sistema solo+fertilizante orgânico) e N disponível (soma do nitrogênio na forma inorgânica antes e após a incubação). Os teores de N foram obtidos a partir da incubação aeróbica em ambiente controlado durante 28 dias de 5 fertilizantes adicionados ao solo em 3 doses (150, 300 e 450 mg kg<sup>-1</sup> de nitrogênio total). Os teores de nitrogênio mineralizado proveniente mineralização líquida, bruta e os teores de N disponível apresentam resposta diferenciada em função do tipo de fertilizante orgânico, mas não da adição de doses crescentes destes, sendo que a relação C/N é um atributo satisfatório na estimativa de disponibilidade de N no solo.*

**Palavras-chaves:** Mineralização de nitrogênio, fitodisponibilidade, nitrogênio mineralizado.

1 Autor, Bolsista Embrapa: Graduação em Química, PUCC, Campinas-SP; agugidran@gmail.com

2 Bolsista Embrapa: Graduação em Química, UNICAMP, Campinas-SP.

3 Bolsista Embrapa: Pos Doutorado da Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna-SP.

4 Colaborador: Pesquisador da Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna-SP;

5 Orientador: Pesquisador da Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna-SP; cristiano.andrade@embrapa.br



**ABSTRACT-** *The objective of this work is to evaluate the effect of the addition of increasing doses of different organic compound fertilizers on the levels of nitrogen (N) mineralized liquid (from organic fertilizer only), N mineralized crude (from the soil system + organic fertilizer) and N available (Sum of nitrogen in inorganic form before and after incubation). The N contents were obtained from the 28-day controlled aerobic incubation of 5 fertilizers added to the soil in 3 doses (150, 300 and 450 mg kg<sup>-1</sup> of total nitrogen). The levels of mineralized nitrogen obtained from crude, liquid mineralization and available N content present a differentiated response depending on the type of organic fertilizer, but not from the addition of increasing doses of these, and the C / N ratio is a satisfactory attribute in the estimation of Availability of N in soil.*

**Key-words:** Nitrogen availability; phytoavailability, mineralization nitrogen.

## 1 INTRODUÇÃO

O aumento da produtividade das culturas tem sido fortemente relacionado com práticas de fertilização, sendo o ciclo biogeoquímico do nitrogênio (N) muito impactado pelas atividades agrícolas (CANTARELLA, 2007; ZHANG et al., 2015). A demanda mundial por fertilizantes nitrogenados aumentou em média 2,3 milhões de toneladas anuais no período de 2002 a 2012 (FAOSTAT, 2012).

A produção de fertilizantes nitrogenados ocorre a partir da fixação industrial do N<sub>2</sub> atmosférico. A quantidade de N fixada industrialmente e direcionada para a agricultura é cerca de dez vezes maior do que a necessidade das culturas, função de perdas e ineficiências no processo produtivo (GALLOWAY et al., 2003). Enquanto baixos níveis de adubação nitrogenada conduzem a um cenário de degradação das terras e nutrição humana deficiente, elevados níveis de adubação podem significar problemas de poluição, balanços energéticos desfavoráveis e um nível de desenvolvimento econômico inadequado (ZHANG et al., 2015). Dessa forma, o uso do N na agricultura deve ser otimizado por meio de práticas e tecnologias que elevem dos atuais 40% de eficiência de uso do N para cerca de 70%, além de promover a reciclagem do N contido em resíduos vegetais/animais diversos.

A reciclagem do N contido nos resíduos orgânicos também é estratégica no sentido de redução da dependência nacional quantos à importação de fontes nitrogenadas minerais, que hoje



**11º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2017**  
**02 a 04 de agosto de 2017 – Campinas, São Paulo**  
**ISBN 978-85-7029-141-7**

respondem por 81% do fertilizante utilizado na agricultura nacional (IPNI, 2017). A filosofia de uso de fertilizantes orgânicos, porém, tem bases empíricas e pouco técnicas, cujas recomendações de modo geral conduzem a doses excessivas, que também se traduzem em mal uso do recurso e potencialmente em riscos ambientais associados às formas reativas de N no solo que podem alcançar corpos d'água e/ou a atmosfera.

A disponibilidade do N a partir de fertilizantes orgânicos, em analogia ao que ocorre no solo, pode ser calculada teoricamente por meio do somatório da quantidade de N sob formas inorgânicas de N ( $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NO}_3^-$  e amônio  $\text{NH}_4^+$ ) já presentes no fertilizante e a quantidade de N que será mineralizada num período qualquer de tempo para atendimento da demanda da cultura (CANTARELLA, 2007). Essa abordagem vem sendo utilizada para a viabilização do uso de lodos de esgoto na agricultura (CETESB, 1999; CONAMA, 2006), mas até o momento isso não foi usado para fertilizantes orgânicos. A dificuldade na definição da dose está relacionada com a estimativa da taxa de mineralização do N orgânico (TMN) dos fertilizantes. Um passo fundamental, portanto, é determinar valores de TMN para uma gama fertilizantes orgânicos, de forma a verificar a ocorrência de padrão de mineralização para o cálculo da dose de aplicação, ou prever a extensão com que o processo de mineralização do N irá ocorrer após aplicação do fertilizante no solo em função de outros atributos do fertilizante, como por exemplo a relação C/N, comumente utilizada como índice para a velocidade de mineralização (MELILLO et al., 1982).

Valores de TMN de fertilizantes orgânicos pode variar entre 2 e 75% a depender principalmente da origem do material (estercos, materiais comportados, resíduos urbanos, etc.) e do tempo de avaliação (NENDEL et al., 2005; CORRÊA et al., 2012; CARNEIRO et al., 2013).

Trebalhos que elucidam questões relacionadas à mineralização do N em resíduos orgânicos em geral não são escassos (BERNAL, et al., 1998; ANDRADE et al., 2013; PIRES et al., 2015; CARNEIRO, et al., 2013); porém são escassos aqueles que avaliam fertilizantes orgânicos compostos (produzidos por meio de compostagem) e o efeito de dose quanto a dinâmica de mineralização do N.

O objetivo deste trabalho é determinar valores de TMN em cinco fertilizantes orgânicos compostos, calcular a disponibilidade do N após aplicação no solo e correlacionar com a relação C/N dos materiais. Tais resultados compõem proposta de pesquisa mais ampla cuja meta é formalizar junto ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) critério para aplicação de fertilizantes orgânicos com base na nutrição das culturas em N.



## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento consistiu em incubação de amostras de solo e de misturas solo e dose de fertilizante orgânico composto por um período de 28 dias sob condições controladas de temperatura ( $28^{\circ}\text{C} \pm 2$ ), no Laboratório de Matéria Orgânica da Embrapa Meio Ambiente, em Jaguariúna-SP.

A incubação foi montada em potes plásticos com capacidade de 0,25 L, contendo em cada pote 100 g de solo e os tratamentos previstos. Foram avaliados cinco fertilizantes orgânicos aplicados ao solo em três doses ( $150$ ,  $300$  e  $450 \text{ mg kg}^{-1}$  de N total), com 3 repetições por dose (Figura 1). Também foram conduzidos tratamentos controle, em que o solo não recebeu fertilização. A umidade das amostras foi mantida próxima a 70% da capacidade de retenção de água, sendo corrigida a cada dois dias.



**Figura 1.** Potes com incubação das amostras de fertilizantes no ambiente controlado.

Fonte: Gustavo Passos De Nardi

Os cinco fertilizantes orgânicos compostos são marcas comerciais, ou seja, com registro no MAPA, e não terão suas identidades divulgadas. Os fertilizantes foram caracterizados quanto aos teores de C e N e relação C/N (Tabela 1). Os teores totais de C e N dos fertilizantes determinados em analisador elementar de CN, modelo TruSpec CN LECO® (Leco, St Joseph, MI, USA). O teor



**11º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2017**  
**02 a 04 de agosto de 2017 – Campinas, São Paulo**  
**ISBN 978-85-7029-141-7**

de N inorgânico foi determinado por injeção em fluxo após extração das formas nítricas e amoniacal com solução de KCl 2 mol L<sup>-1</sup>.

**Tabela 1.** Teores totais de C, N e N na forma inorgânica dos fertilizantes orgânicos.

| Fertilizante | C Total<br>g kg <sup>-1</sup> | N Total<br>g kg <sup>-1</sup> | Relação C/N | N_inorgânico<br>g kg <sup>-1</sup> |
|--------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------|------------------------------------|
| 1            | 260,33                        | 14,36                         | 18,19       | 0,54                               |
| 2            | 191,00                        | 15,49                         | 12,34       | 0,84                               |
| 3            | 242,67                        | 30,08                         | 8,07        | 2,06                               |
| 4            | 241,00                        | 22,45                         | 10,73       | 0,96                               |
| 5            | 87,97                         | 6,71                          | 13,11       | 0,29                               |

O solo utilizado foi amostrado da camada superficial (0-20 cm) de um Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico típico (EMBRAPA, 2013) localizado no Centro Experimental do Instituto Agrônomo (IAC), em Campinas-SP. O solo encontrava-se em pousio há 6 anos e sob vegetação de espécies espontâneas de folha larga e capim colonião. Depois de amostrado, o solo foi homogeneizado, seco ao ar em casa de vegetação, peneirado em malha de 2 mm e encaminhado para caracterização química e granulométrica.

As análises químicas seguiram os métodos apresentados em RAIJ et al. (2001) para atributos de fertilidade do solo, em que foram determinados: pH em CaCl<sub>2</sub>, 4,1; matéria orgânica (MO), 27 g dm<sup>3</sup>; P (resina), 8 mg dm<sup>3</sup>; H + Al, 54 mmol<sub>c</sub>dm<sup>3</sup>; K, 0,7 mmol<sub>c</sub> dm<sup>3</sup>; Ca, 7 mmol<sub>c</sub> dm<sup>3</sup>; Mg, 5 mmol<sub>c</sub> dm<sup>3</sup>; Soma de bases (SB), 12,7 mmol<sub>c</sub> dm<sup>3</sup>; capacidade de troca catiônica (CTC), 66,7 mmol<sub>c</sub> dm<sup>3</sup>; B (água quente), 0,27 mg dm<sup>3</sup>; N total, 1,4 g kg<sup>-1</sup>; N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, 5,2 mg kg<sup>-1</sup>, N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> + N-NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, 3,3 mg kg<sup>-1</sup>; S, 11 mg dm<sup>3</sup>; Al, 1,5 mmol<sub>c</sub> dm<sup>3</sup>.

A caracterização granulométrica revelou textura francoargiloarenosa, cujos teores de argila (30,1%), silte (8,1%) e areia (61,8%) foram determinados conforme CAMARGO et al. (2009).

Após a incubação de 28 dias foi realizada extração com KCl 2 mol L<sup>-1</sup> das formas nítricas (N- NO<sub>3</sub><sup>-</sup> e N-NO<sub>2</sub><sup>-</sup>) e amoniacal (N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) de N no solo. Os teores de N na forma inorgânica foram determinados por injeção em fluxo, sendo o amônio pelo método de salicilato de sódio e os teores de nitrato e nitrito pelo método de diazotização da sulfanilamida no equipamento QuikChem® 8500 (Lachat Instruments, USA) (KROM, 1980; KAMPHAKE et al., 1967).

A partir dos dados obtidos foram calculados: (i) N mineralizado líquido - valor atribuído a mineralização exclusiva do N orgânico do fertilizante, calculado a partir do valor de N inorgânico (amônio + nitrato e nitrito) após a incubação, descontando-se o N inorgânico do solo controle após



incubação e o valor inicial de N inorgânico antes da incubação; (ii) N mineralizado bruto - diferença entre o N inorgânico ao final da incubação e o valor antes da incubação, ou seja, o N mineralizado bruto abarca o potencial de fornecimento de N via mineralização dos compostos nitrogenados presentes no conjunto solo + fertilizante; e (iii) N disponível – corresponde a soma do N mineralizado bruto e do N inorgânico inicialmente presente no conjunto solo + fertilizante.

Os resultados foram submetidos a análise de variância considerando o delineamento inteiramente ao acaso, em esquema fatorial duplo (fertilizantes e doses). A comparação entre as médias dos tratamentos foi feita utilizando-se teste de Tukey 5%. Foi também realizada correlação estatística entre os valores de relação C/N e o N mineralizado líquido.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O N mineralizado líquido não variou com as doses de fertilizantes testadas, exceto para o fertilizante 2, onde a menor dose resultou em teor de N mineralizado líquido 50% menor do que o valor médio observado para as duas maiores doses.

Geralmente quando observado o efeito de dose em estudos com resíduos ou fertilizantes orgânicos, este efeito é inverso, ou seja, com o aumento da dose do material orgânico há redução da taxa de mineralização. A explicação para este comportamento está relacionada com o aumento do conteúdo orgânico adicionado, suplantando a capacidade microbiana de degradação dos compostos orgânicos (Wong et al., 1998). Com relação aos resultados da Tabela 2, a ausência do efeito de dose para a maior parte dos fertilizantes é uma característica interessante no sentido de se usar um valor médio de taxa de mineralização do nitrogênio (TMN) para um futuro sistema de recomendação de dose.

**Tabela 2.** Nitrogênio mineralizado líquido no solo adubado com três doses de cinco fertilizantes orgânicos.

| Fertilizante | Dose de N                       |           |           |
|--------------|---------------------------------|-----------|-----------|
|              | 150                             | 300       | 450       |
|              | ----- mg kg <sup>-1</sup> ----- |           |           |
| 1            | 5,5 a A <sup>1</sup>            | -5,3 ab A | 2,6 a A   |
| 2            | 8,1 a A                         | 17,2 b A  | 18,6 b A  |
| 3            | 16,4 a A                        | 31,4 c B  | 40,7 c B  |
| 4            | 5,5 a A                         | 11,3 b A  | 16,2 b A  |
| 5            | 13,8 a A                        | 5,5 ab A  | 11,8 ab A |

<sup>1</sup> Médias seguidas de letras minúsculas iguais na coluna e letras maiúsculas iguais na linha não diferem significativamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.



**11º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2017**  
**02 a 04 de agosto de 2017 – Campinas, São Paulo**  
**ISBN 978-85-7029-141-7**

Entre os fertilizantes as diferenças no N mineralizado líquido foram evidentes somente a partir da dose de 300 mg kg<sup>-1</sup> de N. O fertilizante 3, que apresentou a menor relação C/N (Tabela 1) dentre os avaliados, foi o que apresentou maior mineralização de N em 28 dias.

Os valores de TMN calculados a partir do N mineralizado líquido considerando-se somente a maior dose de N testada foram iguais a 0,6%, 4,1%, 9,0%, 3,6% e 2,6% respectivamente para os fertilizantes 1, 2, 3, 4 e 5. Estes valores refletem a recalcitrância parcial de materiais parcialmente estabilizados por meio do processo de compostagem, tal qual mostrado para lodos de esgoto por Andrade et al. (2006).

Para o fornecimento de 100 kg ha<sup>-1</sup> de N para uma cultura qualquer seriam necessárias doses correspondentes a 17, 2, 1, 3 e 4 t ha<sup>-1</sup> em massa seca que são doses bem razoáveis quando comparadas as doses geralmente recomendadas de fertilizantes orgânicos em cultivos de hortaliças (AGUIAR et al., 2014), desconsiderando-se nessa comparação o efeito como condicionador de solo também desejável no caso de algumas espécies cultivadas em canteiros.

Quando o valor de N do solo também é contabilizado em termos de disponibilização de N a partir da mineralização no sistema solo-fertilizante, tem-se os resultados apresentados na Tabela 3 e Figura 2.

**Tabela 3.** Nitrogênio mineralizado bruto (mg kg<sup>-1</sup>) de cinco fertilizantes orgânicos adicionados ao solo em diferentes doses (mg N kg<sup>-1</sup> solo).

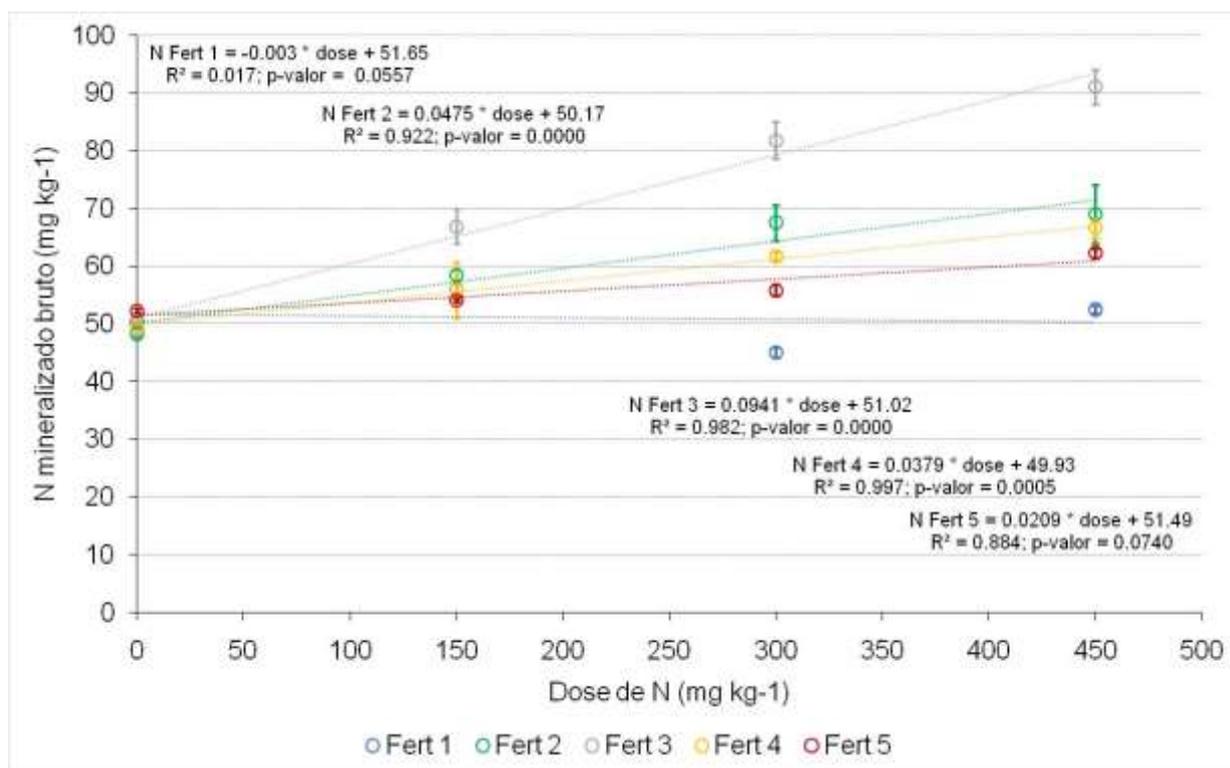
| Fertilizante | Dose de N                       |         |         |         |
|--------------|---------------------------------|---------|---------|---------|
|              | 0                               | 150     | 300     | 450     |
|              | ----- mg kg <sup>-1</sup> ----- |         |         |         |
| 1            | 50,4 a <sup>1</sup>             | 55,9 ab | 45,1 a  | 52,5 a  |
| 2            | 48,3 a                          | 58,5 ab | 67,6 c  | 69,0 b  |
| 3            | 49,0 a                          | 66,9 b  | 81,8 d  | 91,1 c  |
| 4            | 49,6 a                          | 55,9 ab | 61,7 bc | 66,6 b  |
| 5            | 52,4 a                          | 54,2 a  | 55,9 ab | 62,3 ab |

<sup>1</sup> Médias seguidas de letras minúsculas iguais na coluna não diferem significativamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Os valores médios (3 doses) de N mineralizado bruto foram de 4 a 50 vezes superiores aos valores médios de N mineralizado líquido e as diferenças entre os fertilizantes continuaram a existir, com destaque novamente para o fertilizante 3. Na prática isso significa que a disponibilidade de N após aplicação dos fertilizante orgânicos se considerado o mineralizado pelo próprio solo reduz a dose necessária do fertilizante orgânico para o atendimento da demanda da planta.



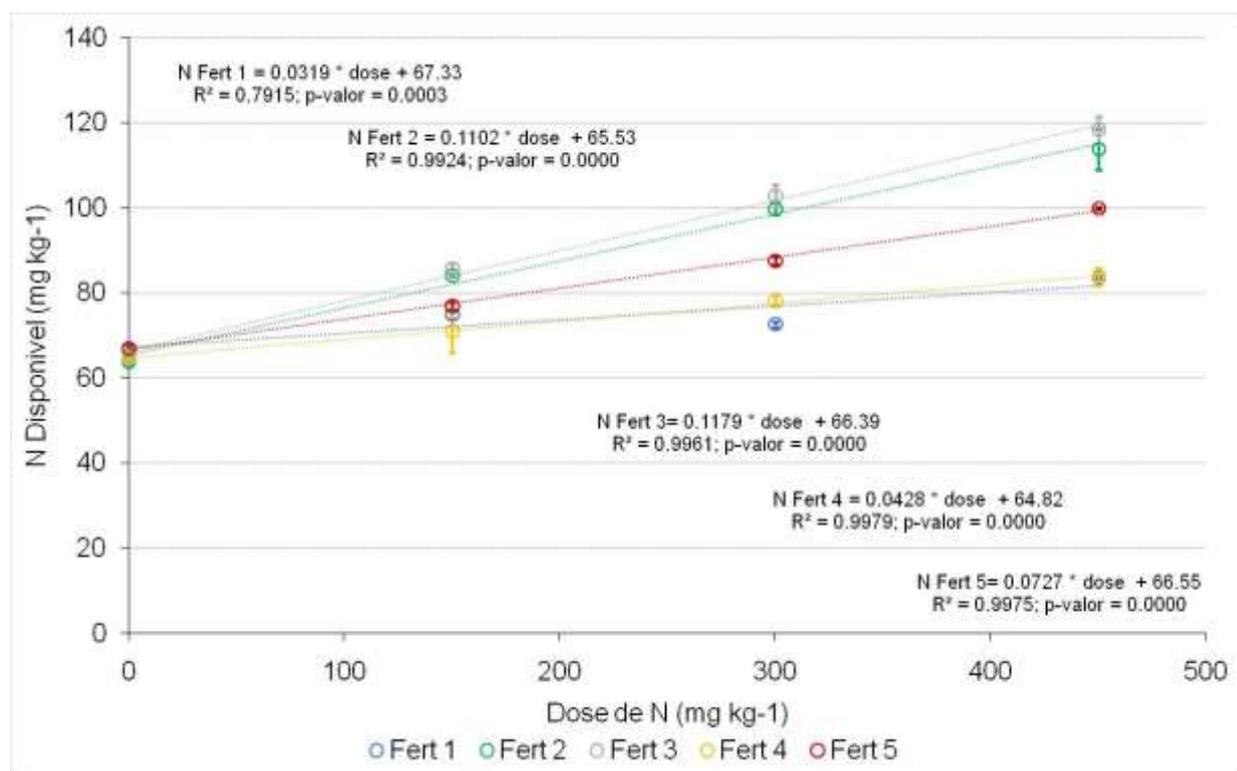
Para o N mineralizado bruto houve efeito das doses, com aumento linear em função da dose aplicada (Figura 2).



**Figura 2.** Teores de nitrogênio mineralizados a partir do sistema solo + fertilizante em função das doses de fertilizantes adicionadas, obtidos após 28 dias de incubação. Barras verticais representam o erro padrão (n=3).

Tanto para os teores de nitrogênio mineralizado líquido como bruto, não são considerados os teores de N que já se encontravam na forma inorgânica, ou seja, já mineralizados. Na Figura 3 são apresentados os resultados de teores disponíveis, os quais consideram as formas inorgânicas presentes inicialmente no fertilizante e no solo. Pode-se observar que apenas para o fertilizante 1 não houve efeito da dose. Para os demais fertilizantes ocorreu uma relação linear positiva entre os teores disponíveis de N e as doses, repetindo o comportamento observado para o N mineralizado bruto.

Desdobrando o fator fertilizante dentro do fator dose, os fertilizantes 2 e 3 foram os que apresentaram o maior teor de N disponível nas doses 300 e 450 mg N kg<sup>-1</sup> solo (Tabela 4).



**Figura 3.** Teores de nitrogênio disponíveis em solo no qual foram adicionadas doses de fertilizantes orgânicos, obtidos após 28 dias de incubação. Barras verticais representam o erro padrão (n=3).

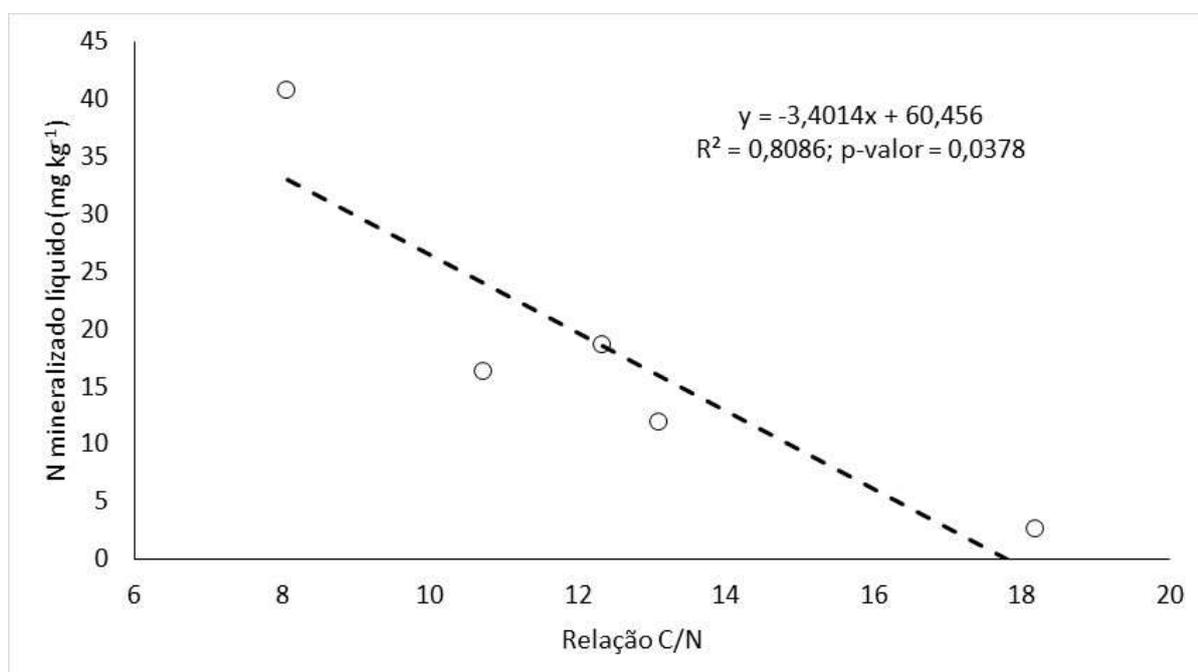
**Tabela 4.** Nitrogênio disponível ( $mg\ kg^{-1}$ ) de cinco fertilizantes orgânicos adicionados ao solo em diferentes doses ( $mg\ N\ kg^{-1}$  solo).

| Fertilizante | Dose de N                 |          |         |         |
|--------------|---------------------------|----------|---------|---------|
|              | 0                         | 150      | 300     | 450     |
|              | ----- $mg\ kg^{-1}$ ----- |          |         |         |
| 1            | 66,9 a <sup>1</sup>       | 74,9 ab  | 72,6 a  | 83,6 a  |
| 2            | 63,8 a                    | 84,1 bc  | 99,7 c  | 113,7 c |
| 3            | 65,1 a                    | 85,5 c   | 102,8 c | 118,3 c |
| 4            | 64,8 a                    | 71,0 a   | 78,2 ab | 83,8 a  |
| 5            | 67,1 a                    | 77,0 abc | 87,6 b  | 99,9 b  |

<sup>1</sup>Letras minúsculas iguais na coluna não diferem significativamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.



É importante destacar que em função da variação de N mineralizável entre os fertilizantes compostados, critérios para definição de doses destes fertilizantes deverão considerar a individualidade de cada material, seja por meio da determinação da TMN em laboratório ou por meio de atributos químicos dos fertilizantes que auxiliem na estimativa do N mineralizado. A segunda opção é mais atraente porque os custos seriam menores e haveria maior operacionalidade na definição das doses. Nesse sentido foi testada a correlação estatística entre a relação C/N da matéria e o N mineralizado na maior dose ( $450 \text{ mg kg}^{-1}$ ) de N estuada (Figura 4).



**Figura 4.** Correlação estatística entre os valores médios de relação C/N dos fertilizantes e os teores de nitrogênio mineralizado líquido.

A correlação significativa entre a relação C/N e o teor de N mineralizado dos fertilizantes indica que este atributo para fertilizantes compostados pode ser utilizado como auxiliar na definição da dose de aplicação. A correlação negativa entre a relação C/N e o N mineralizado está de acordo com o que é reportado na literatura. Valores de relação C/N inferiores a 15 indicam a suscetibilidade de decomposição do resíduo orgânico e consequente liberação de N para o meio (BERNAL, et al., 1998). Valores de C/N entre 10 e 12, que podem ser atribuídos ao possível grau de humificação do resíduo (Carneiro et al., 2013), no caso dos resultados aqui apresentados não se aplica.



#### 4 CONCLUSÃO

A mineralização de N e consequente disponibilização desse nutriente no solo independe da dose de aplicação e pode ser estimada satisfatoriamente por meio da relação C/N do fertilizante orgânico, o que significa que não será possível indicar uma taxa de mineralização única de N para compor um sistema de recomendação fertilizantes orgânicos compostos visando o fornecimento de N as plantas.

#### 5 AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa concedida.

#### 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, A.T.E.; GONÇALVES, C.; PATERNIANI, M.E.A.G.Z.; TUCCI, M.L.S.; CASTRO, C.E.F. Instruções agrícolas para as principais culturas econômicas. Boletim 200. Campinas: Instituto Agrônomo, 2014. 452p.

ANDRADE, C.A.; OLIVEIRA, C.; CERRI, C.C. Cinética de degradação da matéria orgânica de biossólidos após aplicação no solo e relação com a composição química inicial. **Bragantia**, v.65, n.4, p.659-668, 2006.

ANDRADE, C.A.; SILVA, L.F.M.; PIRES, A.M.M.; COSCIONE, A.R. Mineralização do carbono e do nitrogênio no solo após sucessivas aplicações de lodo de esgoto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.48, n.5, p.536-544, 2013.

BERNAL, M.P.; SÁNCHEZ-MONEDERO, M.A.; PAREDES, C.; ROIG, A. Carbon mineralization from organic wastes at different composting stages during their incubation with soil. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.69, p.175-189, 1998.

CAMARGO, O.A. et al. **Métodos de análise química, mineralógica e física de solos do Instituto Agrônomo de Campinas**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2009. 77p. (IAC. Boletim técnico, 106).

CANTARELLA, H. **Nitrogênio**. In: BARROS, R.F.; ALVAREZ, V.; BARROS, N.F.; FONTES, RLF; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L. (Eds.) Fertilidade do solo. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007, cap.7, p. 375-470.

CARNEIRO, W.J.O.; SILVA, C.A.; MUNIZ, J.A.; SAVIAN, T.V. Mineralização de nitrogênio em Latossolos adubados com resíduos orgânicos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 37, n. 3, p. 715-725, 2013.

CETESB–COMPANHIA, DE TECNOLOGIA E. SANEAMENTO. AMBIENTAL. **Aplicação de lodos de sistemas de tratamento biológicos em áreas agrícolas–Critérios para projeto e operação-P 4.230**. São Paulo: CETESB, 1999.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução n.º 375, de 29 de agosto de 2006. **Define critérios e procedimentos, para o uso agrícola de lodos de esgoto gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados, e dá outras providências**. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, 30 ago. 2006. Seção 1, p.141-146.



**11º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2017**  
**02 a 04 de agosto de 2017 – Campinas, São Paulo**  
**ISBN 978-85-7029-141-7**

CORRÊA, R. S.; WHITE, R. E.; WEATHERLEY, A. J. Effects of sewage sludge stabilization on organic-N mineralization in two soils. **Soil Use and Management**, v. 28, n. 1, p. 12-18, 2012.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3.ed. Rio de Janeiro, 2013. 353p.

FAOSTAT. Food and Drug Organization of the United Nations. Statistics Division, Rome. <http://faostat3.fao.org>, 2012.

GALLOWAY, J.N.; ABER, J.D.; ERISMAN, J.W.; SEITZINGER, S.P.; HOWARTH, R.W.; COWLING, E.B.; COSBY, B.J. The nitrogen cascade. **BioScience**, v.53, p.341-356, 2003.

IPNI – INTERNATIONAL PLANT NUTRITION INSTITUTE. Evolução do consumo aparente de N, P, K e Total de NPK no Brasil. Disponível em: <http://brasil.ipni.net/article/BRS-3132>. Acesso em 02/05/2017.

KAMPHAKE, L.J.; HANNAH, S.A.; COEHN, J.M. Automated analysis for nitrate by hydrazine reduction. **Water Research**, v.1, p.205-216, 1967.

KROM, M.D. Spectrophotometric determination of ammonia: a study of a modified Berthelot reaction using salicylate and dichloroisocyanurate. **Analyst**, v.105, p.305-316, 1980.

MELILLO, J.M.; ABER, J.D.; MURATORE, J.F. Nitrogen and lignin control of hardwood leaf litter decomposition dynamics. **Ecology**, v.63, p.621-626, 1982.

NENDEL, C.; REUTER, S.; KERSEBAUM, K.C.; KUBIAK, R.; NIEDER, R. Nitrogen mineralization from mature bio-waste compost in vineyard soils II. Test of N-mineralization parameters in a long-term in situ incubation experiment. **Journal of Plant Nutrition and Soil Science**, v. 168, n. 2, p. 219-227, 2005.

PIRES, A.M.M.; ANDRADE, C.A.; SOUZA, N.A.P.; CARMO, J.B.; COSCIONE, A.R.; CARVALHO, C.S. Disponibilidade e mineralização do nitrogênio após aplicações sucessivas de lodo de esgoto no solo, estimadas por meio de incubação anaeróbica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 50, n. 4, p. 333-342, 2015.

RAIJ, B. van; ANDRADE, J.C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas Instituto Agrônomo, 2001. 285p.

WONG, J.W.C.; LAI, M.; FANG, M.; MA, K.K. Effect of sewage sludge amendment on soil microbial activity and nutrient mineralization. **Environment International**, v.24, n.8, p.935-943, 1998.

ZHANG, X.; DAVIDSON, E.A.; MAUZERALL, D.L.; SEARCHINGER, T.D.; DUMAS, P.; SHEN, Y. Managing nitrogen for sustainable development. **Nature**, v.528, p.51-59, 2015.