



Crescimento de milho em função de doses de N-esterco de galinha em solos com matéria orgânica e texturas contrastantes⁽¹⁾

Henrique José Guimarães Moreira Maluf⁽²⁾; Davi Lopes do Carmo⁽³⁾; Carlos Alberto Silva⁽⁴⁾; Laura Beatriz Batista de Melo⁽⁵⁾

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos do CNPq e da FAPEMIG.

⁽²⁾ Doutorando; Departamento de Ciência do Solo, Universidade Federal de Lavras (UFLA); Lavras, MG; Bolsista CAPES; maluf.henrique@yahoo.com.br. ⁽³⁾ D.Sc. em Ciência do Solo; Departamento de Ciência do Solo, UFLA; davigoldan@yahoo.com.br. ⁽⁴⁾ Professor; Departamento de Ciência do Solo, UFLA; csilva@dcs.ufla.br. ⁽⁵⁾ Graduada em Engenharia Ambiental e Sanitária, UFLA; lauramelo26@hotmail.com.

RESUMO: O uso do esterco de galinha como fonte de N é uma prática comum e seu efeito sobre o milho depende do solo e da disponibilização de N mineral pelo esterco. O objetivo desse estudo foi avaliar o efeito de doses de N-esterco de galinha na disponibilidade de NH_4^+ , NO_3^- e na massa seca total do milho, em solos com texturas e teores de C contrastantes. Os tratamentos foram constituídos por fatorial 6x5, seis solos e cinco doses de N-esterco, com três repetições. Após a elevação da saturação por bases dos solos a 60% com carbonatos ($\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3$), foram adicionadas doses crescentes de N-esterco de galinha em cada solo. Os solos foram incubados com as doses de N-esterco de galinha por 40 dias, mantendo-se a umidade próxima de 70% da capacidade de campo, em casa de vegetação. Após a aplicação dos tratamentos e incubação dos solos, foram determinados os teores de NO_3^- , NH_4^+ e N-mineral ($\text{NO}_3^- + \text{NH}_4^+$). No final do período experimental, foram determinados os pesos de massa seca total (MST). Os solos com maiores teores de matéria orgânica e de argila apresentam maiores teores disponíveis de NO_3^- e NH_4^+ e, conseqüentemente, maiores produções de massa seca de milho. O suprimento de N mineral com esterco de galinha depende dos teores de matéria orgânica e de argila de cada solo, mas a produção de massa seca é dependente também do N mineral disponibilizado pelas diferentes doses de N-esterco. Para cada solo, existe uma dose ótima de N-esterco para o milho.

Termos de indexação: Mineralização, adubação orgânica, resíduo orgânico.

INTRODUÇÃO

A utilização de esterco visando o suprimento de nitrogênio (N) às culturas têm sido amplamente utilizado na agricultura. Para a definição da dose e a utilização eficiente de esterco na adubação, é necessário o conhecimento da dinâmica de mineralização de nutrientes, de modo que é ideal que a disponibilidade de N no solo seja sincronizada

com as fases de maior demanda das culturas pelo nutriente (Khalil et al., 2005).

O esterco de galinha é um dos resíduos mais ricos em nutrientes, sobretudo em N (Higashikawa et al., 2010), mas a sua composição química pode variar em função da alimentação, idade das aves, aditivos fornecidos às aves, além do grau de estabilização química e outros fatores (Tedesco et al., 2008), que por sua vez regulam a taxa de mineralização de N no solo e sua disponibilidade às plantas. Sabe-se que as taxas de mineralização/liberação de N dos esterco são dependentes de suas características químicas, físicas e biológicas (Abreu Júnior et al., 2005), no entanto, os atributos físicos e químicos do solo são fatores que também atuam no fornecimento de N para as plantas, tendo em vista a interação que ocorre entre o esterco e a matriz do solo (Aita & Giacomini, 2007). Vários trabalhos relatam que as taxas e quantidades de N mineralizadas em solos são dependentes do nível de fertilidade, da textura, do pH, dos teores de C e de N, além do balanço dos processos de perdas e ganhos de N mineral do solo (Schomberg et al., 2009).

O N presente no solo está sujeito a diversas transformações, como, mineralização, nitrificação, desnitrificação, imobilização, volatilização e lixiviação. Esses processos são influenciados pelas condições químicas, físicas e biológicas do sistema solo. Os efeitos da adubação com esterco de galinha sobre as plantas já foram demonstrados, mas pouco se sabe sobre o comportamento do N-esterco de galinha em solos com texturas e MO contrastantes, e como essa interação afeta a disponibilidade de N em solo e o crescimento do milho. Dessa forma, há a necessidade de se avaliar o efeito de doses de N-esterco de galinha em diferentes solos, visando definir a base agrônômica de recomendação de N-esterco às culturas.

Quando a calibração não é feita, o fornecimento de N via adubo orgânico pode afetar as culturas, reduzindo a produtividade, ou causar poluição ambiental, pelo excesso de N aplicado, que pode lixiviar-se ou ser perdido para o ar, de modo que esses pontos justificam a realização deste estudo.

Objetivou-se com este estudo avaliar o efeito de doses de N-esterco de galinha sobre a



disponibilidade de NH_4^+ , NO_3^- em solo e seus efeitos na produção de massa de milho, em solos com teores de C e texturas contrastantes.

MATERIAL E MÉTODOS

Os solos utilizados nos experimentos foram coletados no Sul do estado de Minas Gerais, na profundidade de 0–20 cm. Foram coletados seis solos, com ampla faixa de variação na textura, níveis de fertilidade e teores de matéria orgânica (MO) (**Tabela 1**). Antes da implantação dos tratamentos, foram realizadas análises químicas e físicas dos solos, no Departamento de Ciência do Solo da Universidade Federal de Lavras-MG (UFLA).

Tabela 1 – Caracterização química e de textura em seis classes de solo sob condições naturais

Solo ⁽¹⁾	pH	V COT ⁽²⁾		Argila	Silte	Areia
	água	%				
OX	4,2	7	7,4	50	18	32
LVd1	4,3	6	4,6	75	11	14
LHd	5,5	35	6,5	51	15	34
LVd2	4,7	8	2,7	50	13	37
SXd2	5,6	46	2,8	15	10	75
PVe	6,2	64	2,3	53	21	26

⁽¹⁾ Sistema Brasileiro de classificação de solos (Embrapa, 2006). OX-Organossolo Háplico; LVd1-Latossolo Vermelho distrófico; LHd-Latossolo Húmico distrófico; LVd2-Latossolo Vermelho distrófico; SXd2-Planossolo Háplico distrófico; PVe-Argissolo Vermelho eutrófico. ⁽²⁾ Carbono orgânico total.

Com base na caracterização química inicial (**Tabela 1**), foram aplicadas doses de carbonato de cálcio (CaCO_3) e carbonato de magnésio (MgCO_3), respectivamente, na proporção de 3:1, visando elevar a saturação por bases a 60%. Após a mistura com o corretivo de acidez, os solos foram incubados por 30 dias, mantendo-se, durante esse período, a umidade próxima de 70% da capacidade de campo. Após a elevação da saturação por bases, foram adicionadas doses crescentes de N-esterco de galinha em cada solo, sendo essas doses variáveis para cada solo, tendo em vista as limitações de elevar o pH muito além do ideal para o crescimento de plantas. As cinco doses (base seca) de esterco de galinha para os solos, níveis crescentes, foram: SX2 (0, 29, 58, 115 e 173 t ha⁻¹), OX e LVd1 (0, 39, 77, 153 e 230 t ha⁻¹), LHd, LVd2 e PVe (0, 31, 62, 123 e 184 t ha⁻¹). O esterco de galinha apresentou as seguintes características: pH = 7,1; condutividade elétrica = 6,6 dS m⁻¹; C total = 23%; N = 4,8% e umidade = 10%.

O delineamento utilizado foi o em blocos inteiramente casualizados, em esquema fatorial, com trinta tratamentos, sendo representados pela

combinação de 6 solos x 5 doses de N-esterco de galinha com 3 repetições, totalizando 90 parcelas experimentais, constituídas de vasos com capacidade de 1,3 kg. Após a aplicação das doses de esterco de galinha, os solos foram incubados por 40 dias, mantendo-se a umidade próxima de 70% da capacidade de campo, em casa de vegetação. Após a aplicação dos tratamentos e incubação dos solos com as doses de N-esterco de galinha, foram determinados os teores de NO_3^- , NH_4^+ e N-mineral ($\text{NO}_3^- + \text{NH}_4^+$), de acordo com as metodologias disponibilizadas em Silva et al. (2009). A semeadura foi realizada com sementes de milho híbrido DKB 390 VT PRO 2, com uma planta em cada vaso. As determinações dos pesos de massa seca total (MST) foram efetuadas a partir da secagem das plantas em estufa a 70 °C e o resultado expresso em gramas por vaso. Os dados foram submetidos à análise de variância, com a aplicação do teste F, ao nível de 5 % de probabilidade, e, quando significativo, foi feita a análise de regressão, com auxílio do software SISVAR (Ferreira, 2014).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As aplicações de doses de N-esterco de galinha nos seis solos promoveram aumentos significativos nos teores de NO_3^- , NH_4^+ e N-mineral ($\text{NO}_3^- + \text{NH}_4^+$) (**Figura 1**). As magnitudes dos aumentos nos teores de NO_3^- foram diferenciadas entre os solos, sendo os dados ajustados a modelos quadráticos. Foram verificados teores máximos de N- NO_3^- próximos de 200 mg kg⁻¹ para os solos OX e LVd1, para doses de N-esterco de galinha em torno de 120 t ha⁻¹; para os demais solos, os teores de N- NO_3^- ficaram dentro da faixa de 60 a 150 mg kg⁻¹, quando as doses de N-esterco de galinha variaram de 70 a 100 t ha⁻¹.

Os aumentos dos teores de NO_3^- nos seis solos se devem as suas elevadas concentrações no esterco de galinha e pelas transformações de N-orgânico em N- NH_4^+ , que, em sequência, pode ser nitrificado, transformando-se em N- NO_3^- . As reduções dos teores de NO_3^- constatadas após atingir os pontos de máxima podem estar relacionadas ao processo de desnitrificação, que reduz o NO_3^- a formas gasosas de N (Año & Ubochi 2007). Com o aumento da dose de N-esterco de galinha, eleva-se o pH do solo para faixa alcalina e cresce-se os teores de C; em solos mais ricos em MO, essas mudanças favorecem a desnitrificação.

Os maiores valores de ponto de máxima alcançados para os solos OX e LVd1 é justificado pelos elevados teores de C total e/ou de argila, que asseguram maior armazenamento de N orgânico, que pode ser suscetível a mineralização (Carneiro et al., 2013) e, por isso, pode representar um *pool* natural de suprimento de N às plantas.

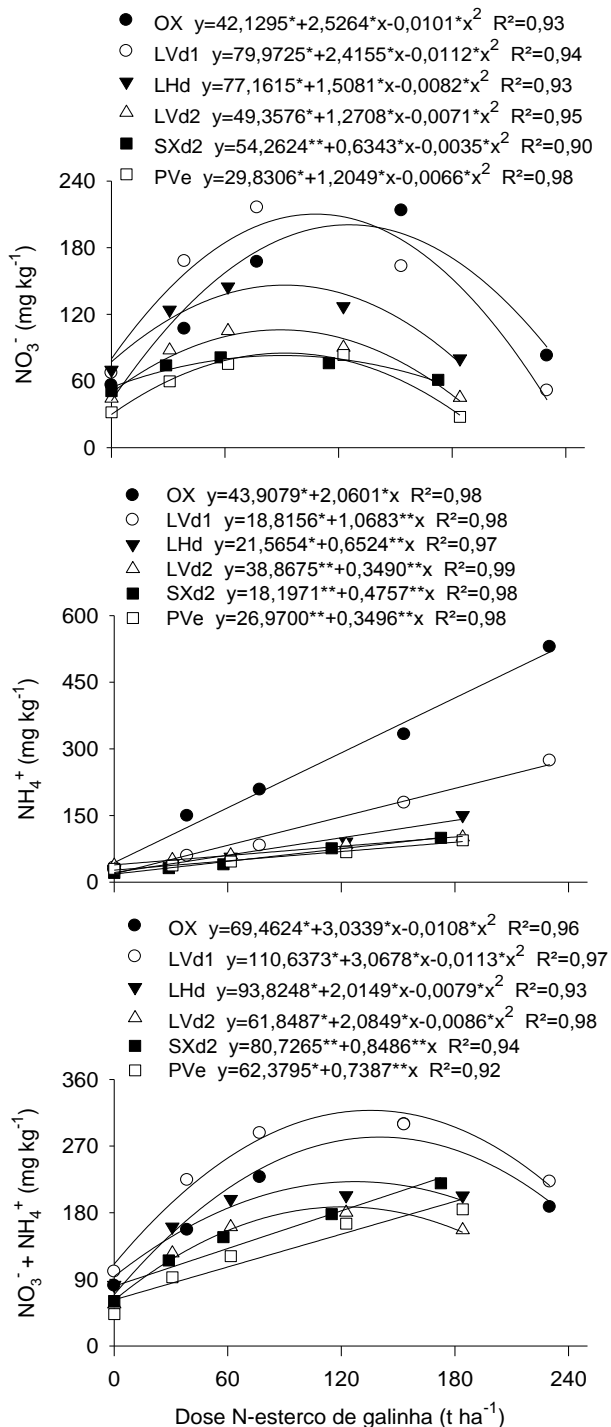


Figura 1 – Efeito de doses de N-esterco galinha nos teores de nitrato (NO_3^-), amônio (NH_4^+) e N-mineral ($\text{NO}_3^- + \text{NH}_4^+$), em seis solos.

Os teores de N-NH_4^+ em função das doses de esterco de galinha ajustaram a equações lineares, com comportamento específico para cada solo. Este resultado é justificado pelos elevados teores de N-NH_4^+ contido no esterco de galinha e pela

mineralização do N-esterco a N-NH_4^+ . Observa-se que os teores de N-NH_4^+ foram superiores aos de N-NO_3^- nos solos em função do uso de doses de esterco de galinha.

Os teores de N-mineral ($\text{N-NO}_3^- + \text{N-NH}_4^+$) apresentaram comportamento específico para cada solo, com ajustes quadráticos para os solos OX, LVd1, LHd e LVd2, e ajustes lineares para os solos SXd2 e PVe. Observam-se que os ajustes quadráticos observados para o N-mineral ocorreram nos solos com maiores teores de argila e de C total, diferentemente dos ajustes lineares, que foram verificados para solos com os menores teores de argila e C total.

Os solos OX e LVd1 se destacaram com teores de N-mineral disponíveis próximos de 270 mg kg^{-1} para doses próxima de 140 t ha^{-1} , enquanto que os demais solos, para essa mesma dose, os teores de N-mineral no solo alcançaram teores próximos de 180 mg kg^{-1} . Este resultado se deve aos maiores teores de C total e/ou argila que esses solos possuem, assegurando melhores condições de mineralização e retenção de N-mineral no solo, conforme mencionado por Carneiro et al. (2013).

Com o aumento das doses de N-esterco de galinha verificam-se incrementos nas produções de massa seca total (MST) de forma quadrática, com comportamento específico para cada solo (Figura 2). A partir do ponto de máxima, observam-se reduções de MST para os seis solos. Os incrementos nas produções de MST se devem ao aumento no fornecimento de N-mineral, além de outros nutrientes e as reduções se justificam pelos desequilíbrios nutricionais, elevação do pH para níveis alcalinos e excesso de sais provocados pelas elevadas doses de esterco de galinha utilizadas nesse estudo.

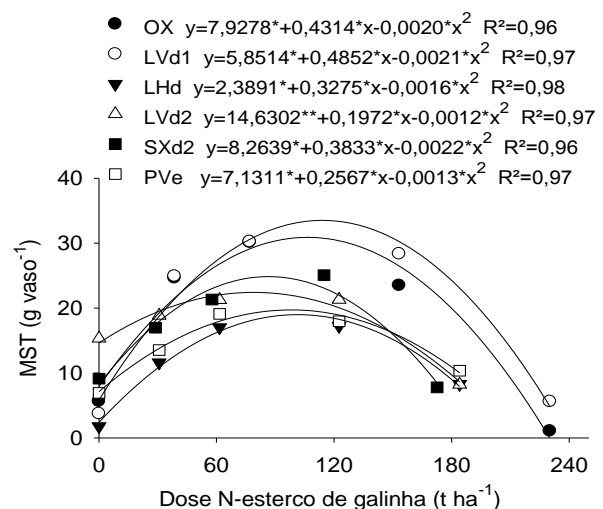


Figura 2 – Efeito de N-esterco de galinha na massa seca total (MST) do milho.



Observa-se que as maiores produções de MST alcançadas foram para os solos com maiores teores de argila e de C total (OX e LVd1). Estes resultados se devem em função de solos com maiores teores de C total e argila são capazes de regular melhor a disponibilidade de N-mineral, de acordo com a necessidade da cultura do milho. De acordo com Pottker & Tedesco (1979), o teor de matéria orgânica regula a mineralização de N no solo; e o mesmo ocorre com o teor de argila (Rhoden et al., 2006).

CONCLUSÕES

Os solos com maiores teores de C total e de argila apresentam maiores teores disponíveis de N-NO_3^- e N-NH_4^+ e conseqüentemente, maiores produções de massa seca total de plantas de milho.

O suprimento de N-mineral com esterco de galinha para o milho é variável e se mostra dependente da dose de esterco e dos teores de C total e de argila de cada solo.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq (proc. 308592/2011-5) e à FAPEMIG, pelo financiamento da pesquisa e concessão de bolsas de estudo.

REFERÊNCIAS

ABREU JUNIOR, C. H.; BOARETTO, A. E.; MURAOKA, T. et al. Uso agrícola de resíduos orgânicos: Propriedades químicas do solo e produção vegetal. TORRADO, P. V.; ALLEONI, L. R. F.; COOPER, M. et al. eds. Tópicos em ciência do solo. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2005. p.391-479.

AITA, C. & GIACOMINI, S. J. Decomposição e mineralização de nitrogênio de resíduos culturais de plantas de cobertura do solo solteiras e consorciadas. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 28:739-749, 2003.

ANO, A. O. & UBOCHI, C. I. Neutralization of soil acidity by animal manures: mechanism of reaction. *African Journal of Biotechnology*, 6:364-368, 2007.

CARNEIRO, W. J. O.; SILVA, C. A.; MUNIZ, J. A. et al. Mineralização de nitrogênio em Latossolos adubados com resíduos orgânicos. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 37:715-725, 2013.

EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisas de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2.ed. Rio de Janeiro, 2006. 306p.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a guide for its bootstrap procedures in multiple comparisons. *Ciência e Agrotecnologia, Lavras*, 38:109-112, 2014.

HIGASHIKAWA, F. S.; SILVA, C. A. & BETTIOL, W. Chemical and physical properties of organic residues. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 34:1743-1752, 2010.

KHALIL, M. I.; HOSSAIN, M. B. & SCHMIDHALTER, U. Carbon and nitrogen mineralization in different soils of the subtropics treated with organic materials. *Soil Biology of Biochemistry*, 37:1507-1518, 2005.

POTTKER, D. & TEDESCO, M. J. Efeito do tipo e tempo de incubação sobre a mineralização da matéria orgânica e nitrogênio total em solos do Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 3:20-24, 1979.

RHODEN, A. C.; SILVA, L. S.; CAMARGO, F. A. O. et al. Mineralização anaeróbica do nitrogênio em solos de várzea do Rio Grande do Sul. *Ciência Rural*, 36:1780-1787, 2006.

SILVA, F. C.; ABREU, M. F.; PÉREZ, D. V. et al. Métodos de análises químicas para avaliação de fertilidade do solo. In: SILVA, F. C. (Ed. técnico). Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. Brasília, Embrapa comunicação para transferência de tecnologia, 2009. p.107-184.

SCHOMBERG, H. H.; WIETHOLTER, S.; GRIFFIN, T. S. et al. Assessing indices for predicting potential nitrogen mineralization in soils under different management systems. *Soil Science Society of America Journal*, 73:1575-1586, 2009.

TEDESCO, M. J.; SELBACH, P. A.; GIANELLO, C. et al. Resíduos orgânicos no solo e os impactos no ambiente. In: SANTOS, G. A.; SILVA, L. S.; CANELLAS, L. P. et al. (ed.) Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais. 2.ed. Porto Alegre: Metrópole, 2008. p.113-136.