

DISPONIBILIDADE DE FÓSFORO COM APLICAÇÃO DE CAMA DE POEDEIRA EM UM LATOSSOLO

Thais Ramos da Silva¹, June Faria Scherrer Menezes², Gustavo André Simon², Renato Lara de Assis³

¹Aluna de mestrado do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, FESURV - Universidade de Rio Verde, Rio Verde (GO). ²Professor(a) Doutor(a) do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, FESURV - Universidade de Rio Verde, Rio Verde (GO). ³Professor Pós Doutor do Instituto Federal Goiano - Campus Iporá, Iporá (GO).

RESUMO: Este estudo teve como objetivo avaliar o efeito de doses (2; 4; 8; 12 e 16 Mg ha⁻¹) épocas de incubação (0; 7; 15 e 30 dias antes da semeadura) na disponibilidade de P no solo e nas plantas de milho. O delineamento estatístico utilizado foi um fatorial (5 x 4 + 1), sendo o adicional um tratamento mineral, em blocos casualizados. Amostras de solo foram coletadas das parcelas antes da semeadura e aos 45 dias após a semeadura do milho para a determinação dos teores de P no solo. Amostras de folhas e colmos das plantas foram moídas e determinaram-se os teores de P nos extratos da digestão. Com a maior dose de cama de poedeira, 16 Mg ha⁻¹ e 7 dias de incubação de cama de poedeira, foram obtidos os maiores teores de P no solo antes da semeadura. Os teores máximos de P no solo 45 dias após a semeadura foram obtidos quando a cama de poedeira não foi incubada, 0 dias, com a dose de 10,72 Mg ha⁻¹. Os teores máximos de P nas folhas e colmos foram aos 7 dias de incubação com a dose de 8 Mg ha⁻¹. A dose de 8 Mg ha⁻¹, com 0 e 7 dias de incubação apresenta teores de P no solo antes e 45 dias após a semeadura suficientes para suprir as necessidades das plantas de milho em P.

Palavras-chave: adubação mineral, fertilizante orgânico, resíduo de aviário.

PHOSPHORUS AVAILABLE WITH APPLICATION OF CHICKEN MANURE ON OXISOL

ABSTRACT: The aim of this study was to evaluate the effect of rates (2; 4; 8; 12 e 16 Mg ha⁻¹) and incubation periods (0; 7; 15 e 30 days before sowing) of chicken manure at the availability of phosphorus in the soil and in plants. The experimental was carried out in a completely randomized design in a factorial arrangement (5 x 4 + 1). The additional treatment was mineral fertilizer. The soil of all plots were sampled before and 45 days after sowing to determinate the content of phosphorus (P) in soil. The leaves and colms were sampled, dried and grounded to determinate the content of phosphorus (P). With the highest rate of chicken manure 16 Mg ha⁻¹ and 7 days incubation were obtained the highest content of phosphorus (P) in soil before sowing. The highest of phosphorus (P) in soil 45 days after the sowing was obtained of chicken manure without incubation, 0 day and with the rate of 10, 72 Mg ha⁻¹. The highest content of available phosphorus (P) on leaves and colms were after 7 days of incubation with rate of 8 Mg ha⁻¹. The rate of 8 Mg ha⁻¹ with 0 and 7 days of incubation presents content of available phosphorus (P) in soil before sowing and 45 days after the planting sufficient to meet the needs of the corn plants in content of phosphorus (P).

Key words: mineral fertilizer, organic residues, broiler litter.

INTRODUÇÃO

A região de Rio Verde, GO se caracteriza pela alta produção avícola, estando entre os 20 municípios com os maiores efetivos de galinhas poedeiras do Brasil, 1.800.000 cabeças, em 2010-2011 (IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2011). Essa característica leva a região a produzir grande quantidade de cama de poedeira.

O esterco de galinhas poedeiras é um dos que concentram nutrientes em maior quantidade, pois contém as dejeções líquidas e sólidas misturadas, de galinhas alimentadas com ração contendo alto teor de proteína (SANTOS et al., 2010), podendo ser utilizada para melhorar a fertilidade do solo, favorecer o crescimento das plantas e melhorar as propriedades químicas do solo (AZEEZ et al., 2010).

Tem sido relatado na literatura (CASSOL et al., 2001; BUSATO et al., 2005; ZVOMUYA et al., 2006; GARG & BAHL, 2008) que a utilização de esterco animal pode reduzir a adsorção de P no solo, devido ao aumento da matéria orgânica e do pH e da maior atividade da microbiota do solo. Os solos das regiões tropicais apresentam alta capacidade de fixação de fosfato (adsorção e precipitação), portanto, a mudança do pH na rizosfera e a produção de ácidos orgânicos de baixa massa molecular aumentam a solubilidade de P no solo.

Algumas culturas, como o milho, têm elevadas necessidades de nutrientes ou necessidades pontuais ao longo do seu ciclo de crescimento. O uso da cama de poedeira pode funcionar como os adubos minerais, mas a quantidade e o tempo de mineralização dos nutrientes é desconhecida e, portanto, a disponibilidade destes nutrientes para as plantas é incerta.

Assim, este estudo foi realizado com o objetivo de avaliar o efeito de doses e épocas de incubação de cama de poedeira na disponibilidade de P no solo e nas plantas de milho, na região de Rio Verde, GO.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em casa de vegetação na Fesurv- Universidade de Rio Verde, de novembro de 2007 a janeiro de 2008, em um Latossolo Vermelho distroférico classificado de acordo com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA (2006).

Os vasos utilizados, com capacidade de 8 dm³, continham 8,7 kg de solo. Foi extraída uma amostra do solo para processamento analítico de acordo com a metodologia de Silva (2009), cujos resultados foram os seguintes: pH (CaCl₂) = 5,1, Ca = 0,42 cmol_c dm⁻³, Mg = 0,20 cmol_c dm⁻³, Al = 0,01 cmol_c dm⁻³, P (Mel) = 0,03 mg dm⁻³, K = 19 mg dm⁻³, H + Al = 2,6 cmol_c dm⁻³, CTC = 3,22 cmol_c dm⁻³, matéria orgânica = 8,95 g kg⁻¹, argila = 460 g kg⁻¹, silte = 70 g kg⁻¹, areia = 470 g kg⁻¹, V = 20,58%, m = 1,49%.

O solo foi peneirado, para separação de torrões, raízes e palhada. Fez-se a calagem com calcário dolomítico (CaCO₃.MgCO₃), 5,7 g vaso⁻¹ (Sousa & Lobato, 2004), para elevação de saturação por bases para 60%. Após a incorporação do calcário, o solo foi mantido úmido e incubado por 15 dias antes da aplicação dos tratamentos.

O delineamento estatístico utilizado foi um fatorial (5 x 4 + 1) em blocos casualizados, sendo os tratamentos doses de cama de poedeira (8,7; 17,4; 34,8; 52,2 e 69,6 g vaso⁻¹, correspondendo a 2; 4; 8; 12 e 16 Mg ha⁻¹, respectivamente), épocas de incubação de cama de poedeira (0; 7; 15 e 30 dias antes da semeadura) e mais um tratamento adicional (adubação mineral).

A cama de poedeira apresentou as seguintes características químicas: N = 24,5 kg t⁻¹, P = 21,4 kg t⁻¹, K = 24,0 kg t⁻¹, Ca = 44,5 kg t⁻¹, Mg = 5,1 kg t⁻¹.

A dose de cama de poedeira considerada adequada para as necessidades do solo e do milho é de 244 kg ha⁻¹ de P, ou seja, 8 Mg ha⁻¹ de cama, sendo as doses determinadas de acordo com as necessidades do solo em P e a exigência nutricional da cultura do milho, segundo

recomendações de Sousa & Lobato (2004).

Conforme as épocas de incubação, as doses de cama (2, 4, 8, 12 e 16 Mg ha⁻¹) foram aplicadas nos vasos e permaneceram no solo 30, 15 e 7 dias antes da semeadura e posteriormente, foram aplicadas no solo no dia da semeadura (0 dias). O solo foi misturado com as doses, em sacos plásticos, mantido úmido, durante o período de incubação e acondicionado em recipiente aberto, conforme as quatro épocas pré-determinadas.

Foi realizada a adubação da semeadura, segundo a recomendação de Sousa & Lobato (2004), após a aplicação dos tratamentos, com 0,29 g vaso⁻¹ de ureia (CO(NH₂)₂) e 0,62 g vaso⁻¹ de cloreto de potássio (KCl), em todos os tratamentos, conforme as necessidades do solo e da planta. Somente no tratamento adicional aplicaram-se também 5,9 g vaso⁻¹ de superfosfato simples (Ca(H₂PO₄)₂ + 2CaSO₄), correspondendo a dose de 8 Mg ha⁻¹.

No plantio foram utilizadas oito sementes de milho por vaso (Agromen – 30A06) e mantidas cinco plantas por vaso após o desbaste realizado sete dias após a emergência.

A adubação de cobertura foi realizada dez dias após a emergência com 0,68 g vaso⁻¹ de ureia (CO(NH₂)₂) e 0,22 g vaso⁻¹ de cloreto de potássio (KCl), em todas as parcelas (SOUSA & LOBATO, 2004).

Amostras de solo foram coletadas em todas as parcelas antes da semeadura (após as épocas de incubação dos resíduos no solo) e aos 45 dias após a semeadura do milho. O solo foi retirado no centro dos vasos na profundidade de 0-5 cm e colocado em sacos plásticos etiquetados. Foi retirada de cada vaso a quantidade de 50 g de solo.

Cada amostra de solo foi analisada pelo extrator Mehlich-1 (H₂SO₄ 0,025 N + HCl 0,05 N), na relação solo-extrator de 1:10, com cinco minutos de agitação e decantação pernoite segundo o método de Silva (2009) e determinado o teor de P por colorimetria (BRAGA & DEFELIPO, 1974).

Amostras de folhas e colmos foram moídas em moinho tipo Wiley, com malha de 1

mm, digeridas com uma mistura nítrico-perclórica e determinaram-se os teores de P nos extratos da digestão (SILVA, 2009) e por colorimetria (BRAGA & DEFELIPO, 1974).

Foram ajustados modelos lineares e quadráticos às médias por tratamento para os dados das características avaliadas e submetidos à análise de variância, pelo aplicativo SISVAR (FERREIRA, 2011). Os gráficos foram elaborados com o uso do programa Sigma Plot, versão 7.0, da Jandel Scientific. O contraste das médias do fatorial com o tratamento adicional foi realizado pelo software GENES (CRUZ, 2001).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No contraste das médias do fatorial *versus* tratamento adicional somente o tratamento 12 Mg ha⁻¹ de cama para teores de P no solo antes da semeadura (P-ANTES) não diferiu do tratamento com adubação mineral (ADM) (Tabela 1).

Cabe salientar, que a dose de 8 Mg ha⁻¹, correspondente a dose considerada adequada para suprir as necessidades das plantas de milho, resultou em teores de P no solo antes do plantio (P-ANTES) de 2,77 mg dm⁻³, menores que a adubação mineral (ADM), 5,26 mg dm⁻³, e teores de P no solo 45 dias após a semeadura (P-APÓS) de 3,11 mg dm⁻³, maiores que a adubação mineral (ADM), 0,79 mg dm⁻³.

O P da cama pode ter sido imobilizado temporariamente por microrganismos do solo (CASSOL et al., 2001), tornando-se indisponível às plantas. Porém, 45 dias após a semeadura, o P foi mineralizado (BUSATO et al., 2005), tornando-se disponível às plantas. Enquanto que, o P da adubação mineral se solubilizou rapidamente tornando-se disponível às plantas imediatamente após a incorporação no solo.

O incremento das doses de cama de poedeira influenciaram os teores de P no solo antes da semeadura (P-ANTES). Na maior dose de cama, 16 Mg ha⁻¹, aos 7 dias de incubação de cama foram obtidos os maiores teores de P no solo antes da semeadura, 8,87 mg dm⁻³, proporcionando um aumento de 99%

em relação ao teor de P inicial do solo, 0,03 mg dm⁻³, sendo reflexo dos mecanismos de transformação de P no solo (Tabela 2).

A adição de cama de poedeira no solo pode resultar em adição direta de P, imediatamente disponível às plantas, bem como na aceleração de solubilização de P inativo pela liberação fraca dos ácidos orgânicos (GARG & BAHL, 2008). Pode ocorrer ainda, a imobilização temporária de P pelos microrganismos (BUSATO et al., 2005),

explicando os resultados deste estudo, em que com mais dias de incubação de cama os teores de P no solo foram menores.

Na Tabela 3 são apresentadas as equações obtidas das médias dos teores de P no solo 45 dias após a semeadura (P-APÓS). De acordo com as equações quadráticas obtidas, os teores máximos de P foram obtidos quando a cama não foi incubada, 0 dia, com a dose de 10,72 Mg ha⁻¹ de cama, correspondendo a 4,33 mg dm⁻³ de P.

Tabela 1 - Comparação dos resultados obtidos com a aplicação de doses de cama de poedeira e a adubação mineral (ADM), para as características significativas pelo teste F: teores de P no solo antes da semeadura (P-ANTES) e teores de P no solo 45 dias após a semeadura (P-APÓS).

DOSES (Mg ha ⁻¹)	P-ANTES (mg dm ⁻³)	P-APÓS (mg dm ⁻³)
2	0,45 A	0,29
4	0,98 A	0,55
8	2,77 A	3,11
12	5,17 B	3,32
16	6,06 A	4,92
ADM	5,26 B	0,79

Médias seguidas da mesma letra numa mesma coluna não diferem do tratamento adicional (ADM) a 5% de probabilidade, pelo teste Dunnett.

Tabela 2 - Equações de regressão relacionando-se teores de P no solo antes do plantio em diferentes doses de cama de poedeira nas diferentes épocas de incubação e teores de P no solo antes do plantio em diferentes épocas de incubação nas diferentes doses de cama de poedeira (P-ANTES).

Épocas de incubação de cama de poedeira (dias)	Equações de regressão	R ²
0	y= -0,0087+0,3048x	0,88**
7	y= 1,2382+0,5709x	0,96**
15	y= -0,6106+0,3891x	0,98**
30	y= 0,2447+0,4543x	0,78**
Doses de cama de poedeira (Mg ha ⁻¹)		
2	y= 0,3393+0,0083x	0,33**
4	y= 0,9599-0,0428x+0,0019x ²	0,97**
8	y= 3,4698-1,1246x+0,0033x ²	0,94**
12	y= 3,8557+0,0553x+0,0020x ²	0,81**
16	y= 5,4020+0,1895x-0,0061x ²	0,17**

**Significativo a 1%.

Tabela 3 - Equações de regressão relacionando-se a teores de P no solo 45 dias após a semeadura em diferentes doses de cama de poedeira nas diferentes épocas de incubação e teores de P no solo 45 dias após a semeadura em diferentes épocas de incubação nas diferentes doses de cama de poedeira.

Épocas de incubação de cama de poedeira (dias)	Equações de regressão	R ²
0	$y = -2,2127 + 1,2217x - 0,0570x^2$	0,50**
7	$y = 0,0349 + 0,0994x + 0,0159x^2$	0,98**
15	$y = -0,9325 + 0,4527x - 0,0027x^2$	0,97**
30	$y = -0,0481 + 0,1308x + 0,0119x^2$	0,99**
Doses de cama de poedeira (Mg ha ⁻¹)		
2	$y = 0,4524 - 0,0392x + 0,0012x^2$	0,99**
4	$y = 0,3449 + 0,0471x - 0,0014x^2$	0,99**
8	$y = 5,8546 - 0,4563x + 0,0108x^2$	0,88**
12	$y = 2,1139 + 0,2530x - 0,0071x^2$	0,89**
16	$y = 3,6336 + 0,2633x - 0,0073x^2$	0,75**

**Significativo a 1%.

Tabela 4 - Médias dos teores de P na folha 45 dias após a semeadura em diferentes doses de cama de poedeira nas diferentes épocas de incubação de cama de poedeira e épocas de incubação de cama de poedeira nas diferentes doses de cama de poedeira.

Doses de cama de poedeira (Mg ha ⁻¹)	Épocas de incubação de cama de poedeira (dias)			
	0	7	15	30
	dag kg ⁻¹			
2	0,15	0,24	0,11	0,14
4	0,22	0,11	0,14	0,12
8	0,11	0,25	0,10	0,18
12	0,22	0,11	0,14	0,12
16	0,11	0,11	0,15	0,15

Conforme os resultados da Tabela 3, o aumento de P no solo se deve à mineralização do P orgânico da cama adicionada, que forneceu P inorgânico para a reassimilação microbiana e absorção vegetal, além da transformação desse P em formas mais estáveis no solo (BUSATO et al., 2005).

Para os teores de P nas folhas e colmos 45 dias após a semeadura não foi possível ajustar nenhum modelo de regressão para esta característica (Tabela 4). As plantas de milho reduziram a absorção de P nas folhas e colmos com o aumento dos dias de incubação da cama de poedeira e maiores doses de cama.

Os teores máximos de P nas folhas e colmos foram obtidos aos 7 dias de incubação com a dose de 8 Mg ha⁻¹ (0,25 dag kg⁻¹), não correspondendo aos maiores teores de P no solo antes da semeadura (P-ANTES), na dose de 16 Mg ha⁻¹, 8,87 mg dm⁻³ (Tabela 2). Portanto, mesmo com P disponível no solo, as plantas de milho não absorvem maiores teores de P do solo com doses superiores a 8 Mg ha⁻¹ de cama de poedeira.

Essa diminuição na absorção pode ser explicada pelos estudos de Azeez et al. (2010) que observaram declínio na produção de biomassa das culturas estudadas (abóbora e erva-moura) devido às altas doses de esterco de galinha, causando toxicidade às plantas.

Vale salientar que a dose de 8 Mg ha⁻¹ apresentava teores de P adequados para suprir as necessidades das plantas de milho, confirmando que o P de origem de esterco de animais, como a cama de poedeira, disponibilizou P ao solo e conseqüentemente às plantas, resultado observado também nos estudos de Zvomuya et al. (2006).

CONCLUSÕES

A dose de 8 Mg ha⁻¹ de cama de poedeira, considerada adequada para suprir as necessidades das plantas de milho em P, disponibiliza P no solo antes da semeadura e 45 dias após a semeadura em quantidades suficientes para as necessidades nutricionais das plantas de milho, nas menores épocas de

incubação, 0 e 7 dias.

Além disso, a dose de 8 Mg ha⁻¹ é superior à adubação mineral para teores de P 45 dias após a semeadura.

As plantas de milho absorvem o P do solo no máximo com a dose de 8 Mg ha⁻¹, aos 7 dias de incubação, decrescendo a absorção com maiores doses e maiores épocas de incubação da cama de poedeira.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AZEEZ, J. O.; AVERBEKE, W. V.; OKOROGONA, A. O. M. Differential responses in yield of pumpkin (*Cucurbita maxima* L.) and nightshade (*Solanum retroflexum* Dun.) to the application of three animal manures. **Bioresource Technology**, New York, v. 101, n. 7, p.2499-2505, 2010.

BRAGA, J. M.; DEFELIPO, B. V. Determinação espectrofotométrica de fósforo em extratos de solos e plantas. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 113, n. 1, p.73-85, 1974.

BUSATO, J. G.; CANELLAS, L. P.; VELLOSO, A. C. X. Fósforo num Cambissolo cultivado com cana-de-açúcar por longo tempo. I – Fracionamento seqüencial. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 29, n. 6, p.935-944, 2005.

CASSOL, P. C.; GIANELLO, C.; COSTA, V. E. U. Frações de fósforo em estrumes e sua eficiência como adubo fosfatado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 25, n. 3, p.635-644, 2001.

CRUZ, C. D. **Programa GENES: Aplicativo com potencial em genética e estatística**. Viçosa: UFV, 2001. 648 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2 ed. Rio de Janeiro: Embrapa CNPS, 2006. 306 p.

FERREIRA, D. F. **Sisvar: a computer statistical**

analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p.1039-1042, 2011.

GARG, S.; BAHL, G. S. Phosphorus availability to maize as influenced by organic manures and fertilizer P associated phosphatase activity in soils. **Bioresource Technology**, New York, v. 99, n. 13, p.5773-5777, 2008.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção da Pecuária Municipal. 2011. **Rebanho Efetivo de Galinhas**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 31 mai. 2014.

SANTOS, J. F.; GRANGEIRO, J. I. T.; OLIVEIRA, M. E. C. Produção da cultura da mamoneira em função da fertilização com cama de galinha. **Engenharia Ambiental**, Espírito Santo do Pinhal, v. 7, n. 1, p.169-180, 2010.

SILVA, F. C. (Org.). **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2.ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. 627 p.

SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2.ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. 416 p.

ZVOMUYA, F.; HELGASON, B. L.; LARNEY, F. J.; JANZEN, H. H.; AKINREMI, O. O.; OLSON, B. M. Predicting phosphorus availability from soil-applied composted and non-composted cattle feedlot manure. **Journal of Environmental Quality**, Madison, v. 35, n. 3, p.928-937, 2006.

