



FERTBIO 2012

A responsabilidade socioambiental da pesquisa agrícola
17 a 21 de Setembro - Centro de Convenções - Maceió/Alagoas

Efeito Fertilizante de Agrominerais Submetidos a Processos de Compostagem com Inoculação de Microrganismos Solubilizadores

Otávio Prates da Conceição⁽¹⁾; Álvaro Vilela de Resende⁽²⁾; Alexandre Fernandes Cardinali⁽¹⁾; Clério Hickmann⁽³⁾; Ivanildo Evódio Marriel⁽²⁾; Silvano Guimarães Moreira⁽⁴⁾; Antonio Eduardo Furtini Neto⁽⁵⁾

⁽¹⁾Graduando em Agronomia; Bolsista PIBIC/CNPq; Embrapa Milho e Sorgo, MG 424, Km 45, Sete Lagoas – MG; otavio_prates@hotmail.com; ⁽²⁾Pesquisador; Embrapa Milho e Sorgo; alvaro@cnpms.embrapa.br; ⁽³⁾Doutorando do PPGCS, Universidade Federal de Lavras – UFLA, CEP 37200-000, Lavras-MG; ⁽⁴⁾Professor, Universidade Federal de São João Del Rei – UFSJ, CEP: 35701-970, Sete Lagoas – MG; ⁽⁵⁾Professor, Universidade Federal de Lavras – UFLA.

RESUMO– A aplicação de agrominerais nos talhões produtivos seria uma opção importante ao agricultor para complementação ou substituição parcial dos fertilizantes convencionais. Para tanto, é necessário o desenvolvimento de tecnologias que favoreçam a solubilização dos nutrientes presentes nas rochas. Neste trabalho, buscou-se avaliar se um período de compostagem prolongado, até os 110 dias, acarreta maior solubilização de nutrientes do fosforito e do verdete, favorecendo seu melhor aproveitamento pelo milho. O processo de compostagem foi realizado previamente ao ensaio com milho e consistiu-se de pilhas contendo esterco bovino, bagaço de cana-de-açúcar, vinhaça e enxofre elementar. Conforme o tratamento, foram combinadas doses (50 ou 100 kg) da rocha fosforito ou verdete, ou ambas, na forma de pó. Em alguns dos tratamentos foi aplicado também um inoculante contendo estirpes de microrganismos solubilizadores dos nutrientes nas rochas. O ensaio em vasos foi instalado em casa de vegetação da Embrapa Milho e Sorgo. Foram constituídos 17 tratamentos dispostos em delineamento inteiramente casualizado, com três repetições, de modo a comparar os diferentes produtos compostados e tratamentos de referência. As variáveis estudadas foram os atributos de fertilidade do solo após a incubação dos tratamentos e a massa seca da parte aérea do milho. A adição de fosforito no processo de compostagem resulta benéfico ao crescimento do milho, ao contrário do que foi observado para a adição do verdete. A compostagem por um período mais prolongado não promoveu melhora no efeito fertilizante do fosforito e do verdete.

Palavras-chave: Rochagem; biossolubilização; fertilizante alternativo.

INTRODUÇÃO– Atualmente buscam-se alternativas ao uso dos fertilizantes convencionais, sobretudo as fontes de fósforo (P) e de potássio (K). As rochas possuem normalmente quantidades variáveis de diversos elementos

químicos que têm função de nutrientes no desenvolvimento de plantas. Contudo, a liberação de nutrientes contidos na maioria delas costuma ser lenta e incompatível com a demanda nutricional dos sistemas de produção agrícola, mas quando determinados tipos de rochas moídas são aplicados no solo, podem estimular a absorção de nutrientes e o crescimento vegetal, conforme tem sido evidenciado em diversos trabalhos realizados nos últimos anos no Brasil (Resende et al. 2006; Martins & Theodoro, 2010).

A possibilidade da aplicação de rochas e seus derivados, os chamados agrominerais, nos talhões produtivos seria uma opção ao agricultor para complementação ou substituição parcial dos fertilizantes industrializados de alta solubilidade, desde que assegurados sua eficiência agrônoma e custos compatíveis. O desenvolvimento de tecnologias que favoreçam a solubilização dos nutrientes presentes nos agrominerais que ocorrem nas principais regiões agrícolas do País é uma importante ação de pesquisa para ampliar as possibilidades de sua utilização.

O emprego de processos de compostagem e de biossolubilizadores microbianos específicos pode favorecer o ambiente de reação para garantir uma maior liberação de nutrientes dos agrominerais. Resende et al. (2011) avaliaram a adição do fosforito e do verdete em compostagem com uma mistura de esterco bovino e bagaço de cana por 40 dias, acrescido ou não de inoculante contendo microrganismos solubilizadores selecionados pela Embrapa Milho e Sorgo. Os produtos obtidos nessa compostagem foram utilizados como fontes de P e/ou K para o milho cultivado em casa de vegetação. Não foi detectada liberação expressiva de K pelo verdete, ao passo que o fosforito promoveu aporte de P disponível. Entretanto, não ficou clara a magnitude do fornecimento de fósforo pelo fosforito, visto que a matriz orgânica do composto acabou produzindo um efeito de confundimento nas respostas do milho em termos de produção de matéria seca e de absorção de P.

Desse modo, no presente trabalho buscou-se avaliar se um período de compostagem prolongado, até os 110 dias, acarreta maior solubilização de nutrientes do fosforito e do verdete, favorecendo seu melhor aproveitamento pelo milho.

MATERIAL E MÉTODOS- O trabalho foi conduzido na Embrapa Milho e Sorgo, em Sete Lagoas, Minas Gerais. O processo de compostagem, prévio ao experimento em casa de vegetação, foi realizado em um galpão coberto, sendo constituído por pilhas contendo esterco bovino, bagaço de cana-de-açúcar, vinhaça e enxofre elementar. Conforme o tratamento, foram combinadas doses (50 ou 100 kg) da rocha fosforito ou verdete, ou ambas, na forma de pó. O fosforito utilizado provém da região de Campos Belos, no Norte de Goiás e contém 20% de P_2O_5 . O verdete é originário de Cedro do Abaeté, em Minas Gerais e possui 9,8% de K_2O total. Em alguns dos tratamentos foi aplicado também um inoculante, contendo estirpes de microrganismos solubilizadores selecionadas pela Embrapa Milho e Sorgo. O tempo total de compostagem foi de 110 dias (Resende et al., 2011).

Para ensaio em casa de vegetação, foram utilizados vasos contendo 3,5 kg de um Latossolo Vermelho argiloso, coletado em área de cerrado nativo, na camada abaixo de 0-20 cm de profundidade. Foram constituídos 17 tratamentos dispostos em delineamento inteiramente casualizado, com três repetições. Conforme a especificação de cada tratamento (Tabela 1), foram realizadas calagem e adubação básica com macro e micronutrientes. Para a correção da acidez, objetivou-se atingir uma saturação por bases correspondente a 80%. Os corretivos e as soluções fontes de N, P, K e micronutrientes + S da adubação básica foram misturados manualmente ao solo de cada vaso. As quantidades aplicadas dos produtos da compostagem foram equivalentes a 20 t/ha, correspondendo a 35 g vaso⁻¹ de cada composto, valor este duplicado em dois dos tratamentos (2x). Para fins comparativos, também foram incluídos tratamentos com aplicação apenas dos agrominerais como única fonte de P ou K, para o fornecimento de 250 ou 200 mg kg⁻¹ desses nutrientes, respectivamente.

Após 40 dias de incubação do solo com os tratamentos, coletaram-se três subamostras em cada vaso para composição de uma amostra a ser analisada quanto aos atributos químicos, segundo metodologias descritas em Silva (1999). A planta teste utilizada foi o milho (*Pennisetum glaucum* (L.) R.Br.), cuja semeadura nos vasos foi realizada após o período de incubação. Posteriormente, aos 15 dias após a semeadura (DAS), efetuou-se um desbaste, deixando-se 15 plantas por vaso. Foram realizadas duas adubações de cobertura com nitrato de amônio, aos 18 e 46 DAS, totalizando 200 mg kg⁻¹ de N. Os tratamentos com plantas muito pouco desenvolvidas, devido às limitações nutricionais impostas em alguns casos, não receberam a segunda adubação de cobertura. O controle de umidade do solo, desde a incubação, foi realizado com o uso de água destilada, mantendo-se 80% da capacidade de campo do solo.

Aos 56 DAS, no início do florescimento do milho, a parte aérea foi cortada, acondicionando-se o material em sacos de papel. A massa seca da parte aérea (MSPA) foi obtida após a secagem em estufa com circulação forçada de ar, sob temperatura de 65 °C até atingir massa constante.

Os dados de MSPA foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade, utilizando-se o programa SISVAR (Ferreira, 2008).

RESULTADOS E DISCUSSÃO- O tratamento que recebeu o fosforito puro como fonte de fósforo elevou a disponibilidade do nutriente no solo, mas sem reflexos na resposta do milho em produção de matéria seca (Tabela 2). A aplicação dos compostos contendo o fosforito também promoveu incrementos na disponibilidade de P determinada com a solução Mehlich 1. Contudo, sabe-se que esse extrator fornece valores superestimados de P quando da aplicação de fosfatos naturais (Novais & Smith, 1999; Sousa & Lobato, 2004). Não obstante, observa-se que, apesar de estatisticamente igual, a produção de matéria seca foi ligeiramente estimulada com a presença do agromineral no composto quando comparado ao tratamento no qual se aplicou o composto orgânico puro.

Atentando para os tratamentos “Composto P50” e “Composto P50+inoculante”, percebe-se que o uso de inoculante à base de microrganismos solubilizadores no processo de compostagem parece ter favorecido maior dissolução do fosfato, refletida na disponibilidade de P no solo, mas, no entanto, reduziu a produção de matéria seca do milho. Esses resultados devem ser vistos com ressalvas porque os coeficientes de variação foram relativamente altos para as variáveis P no solo e MSPA, reduzindo a margem de segurança para inferências sobre os efeitos dos tratamentos.

De qualquer modo, as tendências observadas para as variáveis medidas em relação ao uso do fosforito não foram claramente alteradas pela inoculação com microrganismos e nem pelo prolongamento do processo de compostagem até os 110 dias. Tanto a inoculação quanto o tempo de compostagem não tiveram efeitos significativos na resposta aos tratamentos no presente trabalho, quando confrontado com os resultados obtidos por Resende et al. (2011), ao avaliarem os produtos da compostagem conduzida no prazo mais curto de 40 dias.

Em relação ao verdete, também não foram encontradas mudanças nas tendências em relação ao trabalho daqueles autores. Os processos de compostagem utilizados não exerceram influência alguma na solubilização desse agromineral. Os teores de K no solo pelo extrator Mehlich 1 foram intensamente afetados pela fração orgânica, que continuou sendo o principal constituinte a atuar como fonte do nutriente, modulando a produção de matéria seca pelo milho (Tabela 2).

De modo geral, a restrição ao desenvolvimento das plantas foi bem menos severa nos tratamentos com ausência de uma fonte solúvel de potássio do que com ausência de fonte solúvel de fósforo, demonstrando que mesmo os solos de cerrado possuem alguma reserva de K

que permite o desenvolvimento dos primeiros cultivos, o que não se verifica no caso do P.

CONCLUSÕES- A adição de fosforito ao processo de compostagem resulta em benefício ao crescimento do milho, o que não ocorre quando da adição do verdete.

A compostagem por um período mais prolongado não melhora o efeito fertilizante do fosforito e do verdete. A inoculação de microrganismos solubilizadores apresenta efeitos pouco definidos na dissolução do fosforito, sendo inócua no caso do verdete.

O efeito fertilizante dos agrominerais é sobrepujado pela fração orgânica dos compostos, o que dificulta a interpretação dos resultados experimentais.

AGRADECIMENTOS- À FAPEMIG e FINEP, pelo apoio financeiro. Ao CNPq, pela concessão de bolsas.

REFERÊNCIAS

FERREIRA, D. F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. *Revista Symposium* (Lavras), v. 6, p. 36-41, 2008.

MARTINS, E.S.; THEODORO, S.H. (Eds.). Congresso Brasileiro de Rochagem, 1. *Anais...* Planaltina: Embrapa Cerrados. 2010, 322p.

NOVAIS, R.F.; SMYTH, T.J. **Fósforo em solo e planta em condições tropicais.** Viçosa: UFV, 1999. 399 p.

RESENDE, A.V.; HICKMANN, C.; BATISTA, R.O.; MARRIEL, I.E.; MOREIRA, S.G.; GOTT, R.M.; CONCEIÇÃO, O.P. **Avaliação preliminar de um processo de compostagem visando solubilização e agregação de valor a agrominerais como fontes de fósforo e potássio.** Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2011. 25p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 33).

RESENDE, A.V.; MACHADO, C.T.T.; MARTINS, E.S.; SENA, M.C.; NASCIMENTO, M.T.; SILVA, L.C.R.; LINHARES, N.W. Rochas como fontes de potássio e outros nutrientes para culturas anuais. *Espaço e Geografia*, v.9, n.1, p.135-161, 2006.

SILVA, F. C. da (Org.). **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes.** Brasília, DF: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia; Rio de Janeiro: Embrapa Solos; Campinas: Embrapa Informática Agropecuária, 1999. 370 p.

SOUSA, D.M.G.; LOBATO, E. Adubação fosfatada em solos da região do Cerrado. In: YAMADA, T.; ABDALLA, S.R.S. **Fósforo na Agricultura Brasileira.** Piracicaba: Potafos, 2004. p.157-200.

Tabela 1 - Composição dos tratamentos testados.

Tratamentos ⁽¹⁾	Outras adições				Micro + S ⁽⁶⁾
	Corretivo de acidez ⁽²⁾	Fonte solúvel de N ⁽³⁾	Fonte solúvel de P ⁽⁴⁾	Fonte solúvel de K ⁽⁵⁾	
Controle	-	-	-	-	-
Calagem - P - K	+	+	-	-	+
Completo	+	-	+	+	+
Completo - P	+	+	-	+	+
Completo - K	+	-	+	-	+
Fosforito puro	+	-	-	+	+
Verdete puro	+	-	+	-	+
Composto puro	+	+	-	-	+
Composto P50	+	+	-	+	+
Composto P50 + inoculante	+	+	-	+	+
Composto P100 + inoculante	+	+	-	+	+
2 x Composto P100 + inoculante ⁽⁷⁾	+	+	-	+	+
Composto K50	+	-	+	-	+
Composto K50 + inoculante	+	-	+	-	+
Composto K100 + inoculante	+	-	+	-	+
2 x Composto K100 + inoculante ⁽⁷⁾	+	-	+	-	+
Composto P50 + K50	+	-	-	-	+

⁽¹⁾Compostos puro, P50, P100, K50 e K100, com ou sem inoculante: produtos do processo de compostagem durante 110 dias, com ou sem inoculação de microrganismos solubilizadores e adição das rochas fosforito (P50 e P100) ou verdete (K50 e K100) nas proporções de 50 ou 100 kg m⁻³, aplicados aos vasos em quantidade equivalente a 20 t ha⁻¹. ⁽²⁾Mistura CaCO₃+ MgO, na relação Ca:Mg de 3:1, para elevar a saturação por bases a 80%. ⁽³⁾NH₄NO₃: nitrogênio fornecido em doses equivalentes a 113 mg kg⁻¹ (para os tratamentos que não receberam P). ⁽⁴⁾NH₄H₂PO₄: fornecimento de 250 mg kg⁻¹ de P e 113 mg kg⁻¹ de N. ⁽⁵⁾KCl: fornecimento de 200 mg kg⁻¹ de K. ⁽⁶⁾Combinações de reagentes p.a. para fornecer S, B, Cu, Mn, Zn e Mo, nas quantidades de 30; 0,5; 2; 3; 4 e 0,25 mg kg⁻¹, respectivamente. ⁽⁷⁾2x corresponde à adição do composto em dose dobrada, equivalente a 40 t ha⁻¹.

Tabela 2 - Atributos químicos do solo após a incubação com os tratamentos e produção de matéria seca da parte aérea (MSPA) pelo milheto.

Tratamentos	pH	P	K	Ca	Mg	S	V	MSPA
	 mg dm ⁻³ cmol _c dm ⁻³		mg dm ⁻³	%	g vaso ⁻¹
Controle	4,9	1	29	0,7	0,1	5,5	9	0,24 e
Calagem -P -K	6,0	1	33	4,0	1,2	20,0	56	0,70 e
Completo	5,8	34	196	3,8	1,3	23,7	53	27,87 a
Completo -P	5,9	1	203	4,0	1,3	18,0	58	0,44 e
Completo -K	5,9	36	34	4,0	1,5	25,7	54	11,93 d
Fosforito puro	6,0	48	203	4,2	1,3	20,2	59	0,81 e
Verdete puro	6,2	35	33	4,2	1,4	24,0	58	10,96 d
Composto puro	5,9	5	137	4,1	1,5	42,5	59	13,95 c
Composto P50	5,7	29	256	4,3	1,5	38,0	58	20,64 b
Composto P50 + inoculante	5,9	48	245	4,5	1,4	36,5	59	15,35 c
Composto P100 + inoculante	5,9	56	232	4,5	1,5	29,7	59	17,68 c
2 x Composto P100 + inoculante	5,7	103	276	4,5	1,6	40,7	58	27,18 a
Composto K50	5,6	41	110	4,3	1,6	41,0	55	21,68 b
Composto K50 + inoculante	5,7	36	81	4,5	1,5	37,0	55	21,78 b
Composto K100 + inoculante	5,8	40	88	4,4	1,4	38,2	56	20,25 b
2 x Composto K100 + inoculante	5,6	45	137	5,3	1,9	52,2	60	19,88 b
Composto P50 + K50	6,0	32	90	4,2	1,4	26,7	56	10,43 d
CV (%)	2,2	13,2	4,9	6,2	8,5	14,4	3,5	15,7

* Médias de MSPA seguidas de mesma letra não diferem pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

** P e K determinados com o extrator Mehlich 1.

** Compostos puro, P50, P100, K50 e K100, com ou sem inoculante: produtos do processo de compostagem durante 110 dias, com ou sem inoculação de microrganismos solubilizadores e adição de fosforito (P50 e P100) ou verdete (K50 e K100) nas proporções de 50 ou 100 kg m⁻³, aplicados aos vasos em quantidade equivalente a 20 t ha⁻¹. Tratamentos 2x correspondem à adição do composto em dose dobrada, equivalente a 40 t ha⁻¹.