

Produção de Biomassa de Plantas Milho sob Influência da Adubação com Biofertilizantes Fosfatados ⁽¹⁾.

Uemeson José dos Santos⁽²⁾; Gustavo Pereira Duda⁽³⁾; Érica de Oliveira Silva⁽⁴⁾ Aline Oliveira Silva⁽⁵⁾ Pollyanna Ferreira Viar⁽⁶⁾ José Porfírio de Carvalho Júnior⁽⁷⁾

⁽¹⁾ executado com recursos da Coodenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior-CAPES

⁽²⁾ Estudante de Agronomia, Unidade Acadêmica de Garanhuns-UFRPE/UAG, Garanhuns, Pernambuco; uemeson.jose@gmail.com; ⁽³⁾ Professor Associado da Unidade Acadêmica de Garanhuns-UFRPE/UAG, Garanhuns, Pernambuco; gpduda@gmail.com ⁽⁴⁾ Doutoranda do Programa de Ciência do Solo, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, Pernambuco; ericaapx@yahoo.com.br ⁽⁵⁾ Mestranda em Produção Agrícola, Unidade Acadêmica de Garanhuns-UFRPE/UAG, Garanhuns, Pernambuco; alineoliveirasilva6@gmail.com ⁽⁶⁾ Mestra em Produção Agrícola, Unidade Acadêmica de Garanhuns-UFRPE/UAG, Garanhuns, Pernambuco; pollyvilar@yahoo.com.br ⁽⁷⁾ Estudante de Agronomia, Unidade Acadêmica de Garanhuns-UFRPE/UAG, Garanhuns, Pernambuco; porfírio_000@hotmail.com

RESUMO: O experimento foi conduzido em duas etapas. Na primeira etapa foi realizada a produção de biofertilizantes e na segunda etapa os biofertilizantes que apresentaram melhor solubilização de fósforo foram utilizados no cultivo de milho em vasos, em casa de vegetação Os biofertilizantes: Cama de aviário + Fosfato de Gafsa (CA+FG) e Esterco bovino + Fosfato de Gafsa (EB+FG), foram produzidos em potes plásticos com capacidade de 1000 mL durante um período de 60 dias. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 6 x 2 com quatro repetições, sendo seis fontes de fósforo: Fosfato de Gafsa (FG), Superfosfato simples (SS), Cama de aviário + Fosfato de Gafsa (CA+FG), Esterco bovino + Fosfato de Gafsa (EB+FG), Cama de aviário + Superfosfato simples (CA+SS), Esterco bovino + Superfosfato simples (EB+SS) e duas formas de aplicação: Incorporada (I) e em Superfície (S). Os parâmetros avaliados foram: massa seca de raiz e parte aérea e caracterização química da planta. A adubação com EB+FG e CA+FG de forma incorporada proporcionaram as maiores produções de MSPA, 10,55 e 9,20 g planta⁻¹.

Termos de indexação: Fósforo, Nutrientes.

INTRODUÇÃO

A baixa disponibilidade de fósforo principalmente no início do ciclo vegetativo, pode causar danos irreversíveis. Sua principal função é armazenar e transferir energia, atuando no metabolismo celular, na respiração e na fotossíntese, além de se tratar de um componente estrutural dos ácidos nucleicos de genes e cromossomos, assim como de muitas coenzimas, fosfoproteínas e fosfolípidios Epstein & Bloom (2006), Malavolta (2006).

Uma das formas de aumentar a velocidade de solubilização do fosfato e disponibilizar o P mais rapidamente as plantas é a associação entre o

fosfato natural e microrganismos solubilizadores de fosfato Pradhan & Sukla (2005). Além de melhorar a fertilidade do solo, crescimento das plantas e reduzir o potencial de erosão e desertificação, o uso de compostos orgânicos na agricultura é uma prática que vem ganhando importância especial por se tratar de uma das tecnologias de estratégias integradas de gestão de resíduos (Gigliottini et al., 2005).

Com isso, objetivou-se no trabalho avaliar a produção de biomassa de milho após o cultivo com biofertilizantes fosfatados.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em duas etapas. Na primeira etapa foi realizado o preparo dos biofertilizantes fosfatados nas dependências da Unidade Acadêmica de Garanhuns (UAG/UFRPE). A proporção utilizada foi de 3 (resíduo):1 (fosfato de Gafsa), como recomendada por Bangar et al. (1985). Além da proporção recomendada foram testados dois níveis abaixo e dois acima. Os resíduos orgânicos utilizados foram: esterco bovino e cama de aviário. Os volumes dos resíduos foram: 0; 200; 300; 400; 500 e 600 cm³. Em todos os resíduos foram adicionados 133,33 g de fosfato de Gafsa. A quantidade de água adicionada a cada tratamento foi correspondente à capacidade de campo de cada resíduo.

Os biofertilizantes: Cama de aviário + Fosfato de Gafsa (CA+FG) e Esterco bovino + Fosfato de Gafsa (EB+FG), foram produzidos em potes plásticos com capacidade de 1000 mL durante um período de 60 dias, tendo sua temperatura monitorada antes de cada revolvimento e sendo revolvidos semanalmente.

Após o período de incubação os resíduos foram secos e moídos no moinho de bola. Em seguida, foi realizada a análise de fósforo solúvel em água apenas dos biofertilizantes fosfatados, segundo metodologia preconizada pela Embrapa (2009). A partir dos resultados, foram escolhidos os volumes

de 500 e 600 cm³ de cada tipo de resíduo (EB+FG e CA+FG), que apresentaram maiores teores de fósforo, sendo 0,39g kg⁻¹ e 0,40g kg⁻¹ para o EB+FG nos dois volumes respectivamente e 1,39g kg⁻¹ e 1,69g kg⁻¹ para o CA+FG nos volumes utilizados respectivamente, para utilização na segunda etapa do experimento.

Na segunda etapa os biofertilizantes que apresentaram melhor solubilização de fósforo foram utilizados no cultivo de milho em vasos, em casa de vegetação localizada na Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Garanhuns (UFRPE/UAG). O solo utilizado foi Neossolo Regolítico eutrófico típico Santos et al. (2012), o mesmo foi coletado na camada de 0-20 cm no município de São João – PE, em área com vegetação natural. Inicialmente foi realizada a caracterização química do solo pH(5,05); P (0,34mg/dm⁻³); K (0,09); Ca (0,6); Mg(1,6); Na (0,16); H+Al (2,48) e Al (0,1). Em seguida o solo foi seco ao ar, passado em peneira de 4,0 mm de malha e distribuído em vasos com capacidade de 4,0 dm³.

A semeadura foi realizada em setembro de 2012. A cultivar utilizada foi o híbrido Biomatrix 3061, foram colocadas quatro sementes por vaso. Aos 15 DAS realizou-se o desbaste das plântulas.

O suprimento de água foi realizado manualmente, sendo as plantas irrigadas duas vezes ao dia, com água destilada, respeitando a capacidade de campo do solo. As plantas foram coletadas aos 45 DAS, a parte aérea foi cortada rente ao solo, todo o solo do vaso foi colocado em uma bandeja, onde as raízes foram separadas e coletadas.

Após a secagem do material vegetal a parte aérea foi moída em moinho de café. Para realização das análises químicas o material passou pelo processo de digestão úmida com aquecimento por micro-ondas (marca CEM Mars-Xpress). Utilizou-se 200 mg do material vegetal e em seguida as amostras foram colocadas em tubos de teflon PFA (perfluoro alquóxi etileno). As amostras foram digeridas com a mistura de 5 mL de ácido nítrico (70%) e 3 mL de peróxido de hidrogênio (30%), seguindo uma programação de aquecimento proposta por Almeida (2007). Posteriormente a digestão, as amostras foram aferidas com água destilada em um balão volumétrico de 25 mL.

Em seguida determinaram-se os teores de fósforo (P) e potássio (K⁺). De acordo com a metodologia proposta pela Embrapa (2009).

Tratamentos e amostragens

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 6 x 2 com quatro repetições, sendo seis fontes de fósforo:

Fosfato de Gafsa (FG), Superfosfato simples (SS), Cama de aviário + Fosfato de Gafsa (CA+FG), Esterco bovino + Fosfato de Gafsa (EB+FG), Cama de aviário + Superfosfato simples (CA+SS), Esterco bovino + Superfosfato simples (EB+SS) e duas formas de aplicação: Incorporada (I) e em Superfície (S).

O cálculo das dosagens dos fertilizantes minerais solúveis foi realizado com base nos resultados da análise química de solo, na disponibilidade dos nutrientes contidos nos fertilizantes utilizados e na recomendação de adubação para o Estado Pernambuco Cavalcanti et al. (2008), aplicando-se em kg ha⁻¹: 90 de N, 80 de P₂O₅ e 80 de K₂O.

A adição dos tratamentos (biofertilizantes fosfatados, superfosfato simples e fosfato de Gafsa) foi realizada no momento da semeadura.

Análise estatística

Os resultados foram submetidos à análise de variância, sendo as médias dos dados separadas pelo teste Scott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade. As análises foram realizadas pelo programa computacional, Sistema para Análise de Variância – SISVAR, (Ferreira, 2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A produção de massa seca de raiz (MSR), obtida em função das fontes utilizadas e formas de aplicação pode ser observada na **figura 1**. O maior desenvolvimento de raiz na aplicação incorporada ocorreu no fornecimento dos resíduos que passaram pelo processo de compostagem, CA+FG (5,22 g planta⁻¹) e EB+FG (5,17 g planta⁻¹), seguidos pelos tratamentos EB+SS>CA+SS>FG>SS. Em superfície as fontes que proporcionam melhores condições ao desenvolvimento das raízes foram os resíduos CA+SS>EB+SS>CA+FG>FG>EB+FG>SS respectivamente. Em relação às formas de aplicação, apenas a CA+SS se sobressaiu em superfície, as demais fontes aplicadas de forma incorporada proporcionaram maior desenvolvimento de raízes.

A MSPA apresentou o mesmo comportamento da MSR, revelando que a produção de MSPA foi proporcional ao desenvolvimento das raízes (**Figura 2**). A adubação com EB+FG e CA+FG de forma incorporada proporcionaram as maiores produções de MSPA, 10,55 e 9,20 g planta⁻¹, respectivamente. A adição das fontes EB+SS, CA+SS, FG e SS de forma incorporada proporcionaram produções de massa seca inferiores e não diferiram estatisticamente entre si. Já na adubação em superfície as fontes que promoveram maiores produções de MSPA foram a CA+SS (8,10 g planta⁻¹

¹) e EB+SS (7,66 g planta⁻¹). A produção de MSPA obtidas pela adição de FG, SS, CA+FG e EB+FG não apresentaram diferença estatística significativa.

As menores produções de MSPA proporcionadas pela fonte FG pode ser atribuída além da sua baixa solubilidade a sua menor eficiência quando aplicado em superfície, como verificado por Corrêa et al. (2005), que avaliando a absorção de P e produção de massa seca verificaram maior eficiência com aplicação de fosfato de Gafsa de forma incorporada.

O teor e o conteúdo de P e K, encontrados na parte aérea estão apresentados na **tabela 1**. A concentração de P na planta foi influenciada pela interação fontes de P x formas de aplicação. Os maiores teores de P na planta correspondem às fontes CA+SS, EB+SS e SS, nas duas formas de aplicação. A partir desses resultados é possível inferir que a aplicação de fontes mais solúveis de P proporcionam melhor nutrição a planta. Esses resultados corroboram com os obtidos por Harger et al. (2007), que atribuem este efeito à maior velocidade de liberação do nutriente pelo fosfato solúvel, minimizando o efeito da competição solo/planta. Em relação as formas de aplicação apenas o SS proporcionou teor de P na planta significativamente superior em superfície. As demais fontes proporcionaram teores superiores quando aplicados de forma incorporada ou foram indiferentes as formas de aplicação. Esses teores encontram-se acima dos níveis adequados recomendados por Malavolta (2006), que relata os níveis adequados para a cultura do milho na faixa entre 2,5 e 4,0 g kg⁻¹.

Em relação aos conteúdos de P acumulados na parte aérea da planta, observa-se na aplicação incorporada um maior acúmulo nas plantas que foram cultivadas com resíduos orgânicos (CA+FG, CA+SS, EB+FG e EB+SS). Já na aplicação em superfície o maior acúmulo verificou-se apenas pelo uso das fontes CA+SS e EB+SS, que não apresentaram diferença estatística significativa entre as formas de aplicação. Para as demais fontes a aplicação incorporada mostrou-se muito superior em relação a aplicação em superfície.

CONCLUSÕES

O biofertilizante Esterco bovino + Fosfato de Gafsa (EB+FG) aplicado de forma incorporada ao solo proporcionou maior produção de massa seca de parte aérea das plantas de milho.

A Cama de aviário + superfosfato simples foi a fonte que proporcionou a maior produção de massa seca de parte aérea das plantas de milho, quando aplicado em superfície.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, E. L. Desenvolvimento de Feijão-de-Porco [*Canavalia ensiformis* (L.) D.C.] na presença de chumbo. Dissertação (Mestrado) Instituto Agrônomo - IAC (2007).
- CAVALCANTI, F. J. A. et al. Recomendações de adubação para o Estado de Pernambuco: 2ª aproximação. 3ª Ed. Recife: Instituto Agrônomo de Pernambuco – IPA, 2008. 212 p.
- CORRÊA, R. M.; NASCIMENTO, C. W. A.; SOUZA, S. K. S.; FREIRE, F. J.; SILVA, G. B. Gafsa rock phosphate and triple superphosphate for dry matter production and p uptake by corn. *Scientia Agricola*. 62:159-164, 2005.
- EMBRAPA. Manual de Análises Químicas de Solos, Plantas e Fertilizantes. Brasília DF: Embrapa. 2º Ed. 627p. 2009.
- EPSTEIN, E.; BLOOM, A. Nutrição Mineral de Plantas: princípios e perspectivas. Tradução de Maria Edna Tenório Nunes. Londrina: Ed. Planta, 2006.
- FERREIRA, D. F. Análise estatística por meio do SISVAR (Sistema para Análise de Variância) para Windows versão 4.0 In: REUNIÃO ANUAL BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. Anais... São Carlos: UFSCar, 2000. p. 255-258.
- HARGER, N.; BRITO, O. R.; RALISCH, R.; ORTIZ, F. R.; WATANABE, T. S. Avaliação de fontes e doses de fósforo no crescimento inicial do milho. *Semina: Ciências Agrárias*, 28: 39-44, 2007.
- MALAVOLTA, E. Manual de nutrição mineral de plantas. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006. 638p.
- PRADHAN, N.; SUKLA, L. B. Solubilization of inorganic phosphates by fungi isolated from agriculture soil. *African Journal of Biotechnology*, 5:850-854, 2005.
- SANTOS, J. C. B.; SOUZA JÚNIOR, V. S.; CORRÊA, M. M.; RIBEIRO, M. R.; ALMEIDA, M. C.; BORGES, L. E. P. Caracterização de Neossolos Regolíticos da Região Semiárida do Estado de Pernambuco. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 36:683-695, 2012.

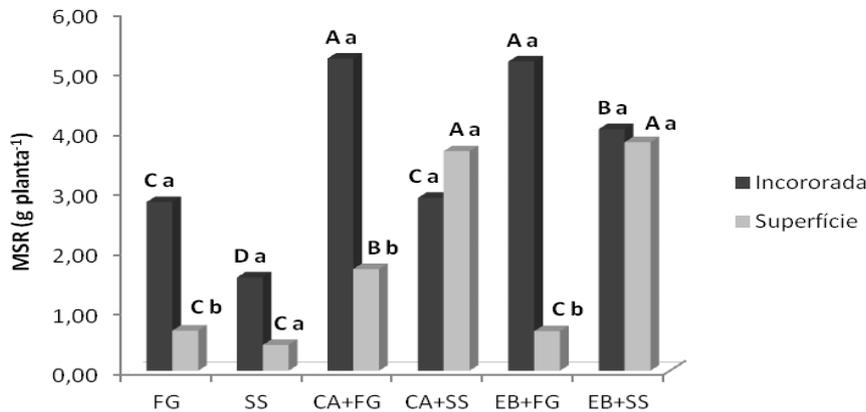


Figura 1 - Produção de massa seca de raiz (MSR) das plantas de milho aos 45 DAS. FG = Fosfato de Gafsa; SS = Superfosfato Simples; CA+FG = Cama de Aviário + Fosfato de Gafsa; CA+SS = Cama de aviário + Superfosfato Simples; EB+FG = Esterco Bovino + Fosfato de Gafsa; EB+SS = Esterco bovino + Superfosfato Simples. Médias seguidas da mesma letra maiúscula entre as fontes de fósforo e minúscula entre as formas de aplicação, não diferem significativamente pelo teste de Scott-Knott a 5%.

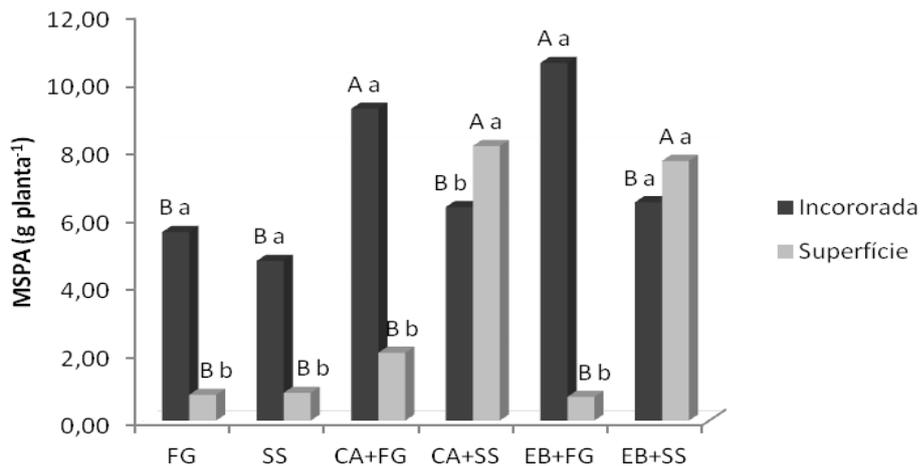


Figura 2 - Produção de massa seca de parte aérea (MSPA) das plantas de milho aos 45 DAS. FG = Fosfato de Gafsa; SS = Superfosfato Simples; CA+FG = Cama de Aviário + Fosfato de Gafsa; CA+SS = Cama de aviário + Superfosfato Simples; EB+FG = Esterco Bovino + Fosfato de Gafsa; EB+SS = Esterco bovino + Superfosfato Simples. Médias seguidas da mesma letra maiúscula entre as fontes de fósforo e minúscula entre as formas de aplicação, não diferem significativamente pelo teste de Scott-Knott a 5%.

Tabela 1 - Teores e conteúdos de P e K na parte aérea de plantas de milho aos 45 DAS, sob influência da adubação com diferentes fontes fosfatadas.

Fontes de P	Teores (g k ⁻¹)								Conteúdo (mg planta ⁻¹)							
	P				K				P				K			
	I	S	I	S	I	S	I	S	I	S	I	S	I	S	I	S
FG	2,73	B a	2,03	B a	14,91	A a	14,91	B a	15,16	B a	1,55	B b	82,88	D a	11,37	B b
SS	5,08	A b	6,17	A a	14,91	A a	14,91	B a	23,33	B a	4,84	B b	69,32	D a	12,11	B b
CA+FG	3,89	B a	1,82	B b	15,83	A a	16,13	B a	35,96	A a	3,61	B b	144,88	B a	32,39	B b
CA+SS	5,45	A a	4,12	A b	16,13	A a	14,91	B a	33,79	A a	34,08	A a	100,72	C a	119,38	A a
EB+FG	3,55	B a	2,69	B a	15,82	A a	16,13	A a	37,92	A a	1,88	B b	173,33	A a	11,06	B b
EB+SS	4,96	A a	5,20	A a	15,82	A a	16,75	A a	31,94	A a	39,33	A a	105,52	C a	120,50	A a
CV (%)	18,11				5,96				27,33				18,85			

*Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem significativamente pelo teste de Scott-Knott a 5%; I=Incorporado S= Superfície FG = Fosfato de Gafsa; SS = Superfosfato Simples; CA+FG = Cama de Aviário + Fosfato de Gafsa; CA+SS = Cama de aviário + Superfosfato Simples; EB+FG = Esterco Bovino + Fosfato de Gafsa; EB+SS = Esterco bovino + Superfosfato Simples. CV (%) = coeficiente de variação.