



ESTUDO DO ÍNDICE DE EQUIVALÊNCIA DE SUPERTRIPLO DE DIFERENTES FONTES DE FOSFORO NA CULTURA DO SORGO ⁽¹⁾.

Izabel Maria Almeida Lima⁽²⁾; Boanerges Freire de Aquino⁽³⁾; Bruno Lucio Meneses Nascimento⁽⁴⁾; Daniel Henrique de Melo Romano ⁽⁵⁾; Régis Santos Braz ⁽⁶⁾; Thiago Henrique Ferreira Matos Castañon; ⁽⁷⁾.

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos do Programa de Pós-graduação em Agronomia (Solos e Nutrição de Plantas) da Universidade Federal do Ceará.

⁽²⁾ Doutoranda do Programa de Pós Graduação em Agronomia-Solos e Nutrição de Plantas; Universidade Federal do Ceará; Fortaleza, Ceará; izabel.agro@yahoo.com.br; ⁽³⁾ Professor; Universidade Federal do Ceará; Fortaleza, Ceará; aquino@ufc.br. ⁽⁴⁾ Doutorando do Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil- Saneamento Ambiental; Universidade Federal do Ceará; Fortaleza, Ceará; brunonoimpma@hotmail.com; ⁽⁵⁾ Eng.Agrônomo – chefe do Departamento de Fitossanidade e Meio Ambiente da Empresa Multinacional Del Monte Fresh Produce Brasil LTDA; dm_dromano@hotmail.com; ⁽⁶⁾ Doutorando do Programa de Pós Graduação em Agronomia-Solos e Nutrição de Plantas; Universidade Federal do Ceará; Fortaleza, Ceará. regismta@bol.com.br; ⁽⁷⁾ Estudante de doutorado; Universidade Federal de Mato Grosso; Cuiabá, Mato Grosso; thiagocastanon@live.com;

RESUMO: Os baixos teores de fósforo disponíveis nos solos tropicais, em geral, requerem permanentes pesquisas com relação à eficiência das aplicações de diferentes fontes de adubos fosfatados nas culturas cujo objetivo é elevar os teores desse nutriente no solo. Este trabalho teve como objetivo, estudar as respostas do sorgo (*Sorghum bicolor*) às aplicações de diferentes doses e fontes de fósforo no que concerne a produção de matéria seca, além de avaliar a eficiência agrônômica de diferentes fontes. Foi utilizado o delineamento em blocos inteiramente casualizados, em esquema fatorial 4x4 (doses e fontes de P, respectivamente), sendo os tratamentos composto pela combinação de quatro doses de fósforo (dose 1 = 0 mg de P kg⁻¹ solo, dose 2 = 100 mg de P kg⁻¹ solo, dose 3 = 200 mg de P kg⁻¹ solo e dose 4 = 300 mg de P kg⁻¹ solo) e quatro fontes de P (Fosfato Industrial Superfosfato Triplo - ST, Fosfato Natural da Bahia - FNB, Fosfato Natural do Tocantins - FNT e Fosfato Natural Reativo – Gafsa – FNR), com 4 repetições, totalizando 64 unidades experimentais. Foram avaliadas as seguintes variáveis: produção de matéria seca da parte aérea, teor foliar de fósforo presente no sorgo. As fontes que mais contribuíram para a absorção de fósforo: ST > FNB > FNR > FNT. A fonte que apresentou o melhor índice de equivalência de supertriplo, foi o Fosfato Natural Reativo (FNR), seguido do Fosfato Natural da Bahia (FNB) e Fosfato Natural de Tocantins.

Termos de indexação: - Eficiência de adubo. Fosfato. *Sorghum bicolor*.

INTRODUÇÃO

O sorgo pertence à família Poaceae, gênero *Sorghum* e a espécie cultivada é *Sorghum bicolor* (L.) Moench. É uma cultura que apresenta alto potencial para alimentação de animais, podendo ser empregado nas regiões semiáridas, por ser

resistente à seca e altas temperaturas, sendo diferencial em relação às outras culturas e com isso tem sua importância em regiões onde não dispõem de irrigação artificial (OLIVEIRA et al., 2002).

O P é um dos nutrientes que mais limitam a produtividade das culturas nos solos de carga variável que predominam nas regiões tropicais e subtropicais, caso dos solos brasileiros (MEURER, 2006), porém é o nutriente mais utilizado como fertilizante, sendo, portanto, este elemento discutido de modo mais abrangente e com mais detalhes.

As principais fontes de Fósforo (P) comercializadas no Brasil são os fosfatos acidulados, os fosfatos naturais e os termofosfatos. No entanto na agricultura brasileira mais de 90% dos fosfatos utilizados são os acidulados (GOEDERT et al., 1990). Lopes (1989) afirma que a adubação fosfatada além de promover a formação e o crescimento prematuro de raízes, também melhora a eficiência no uso da água, e quando se encontra em alto nível no solo, ajuda a manter a absorção deste pelas mesmas.

A deficiência de informações relativas à nutrição e adubação fosfatada do sorgo forrageiro para as condições tropicais brasileiras justifica a realização de estudos e este tem como principal objetivo avaliar a eficiência de diferentes fontes de fósforo e quantificar teores de P na cultura do sorgo.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado em casa de vegetação do Departamento de Ciências do Solo, da Universidade Federal do Ceará (UFC), Campus do Pici, na cidade de Fortaleza-CE. O solo utilizado foi coletado na profundidade de 0 a 25 cm em uma área de mata nativa na Chapada do Apodi. Os estudos pedológicos identificaram os solos dessa área como sendo Cambissolos Háplico Eutrófico, de textura franco argilo arenosa (EMBRAPA, 1999). As fontes



de fósforo usadas no experimento foram: fosfato natural Tocantins (FNT), o fosfato natural de Irecê-Bahia (FNB), fosfato natural Gafsa-Tunísia (FNR) e o superfosfato triplo (SFT).

Foi retirada a camada superior do solo (0-25 cm) em uma área de mata nativa, com remoção da cobertura vegetal; as amostras foram colocadas em sacos plásticos com capacidade de aproximadamente 60 kg, sendo transportados para a casa de vegetação do Departamento de Ciência do Solo da Universidade Federal do Ceará. Posteriormente, as amostras foram secas ao ar, destorroadas, passadas em peneira de malha de 2 mm de abertura. Foram realizadas análises para determinação do teor de fósforo (percentagem) de cada uma das fontes acima relacionadas e usadas no experimento. O fósforo total presente nos fosfatos naturais foi analisado de acordo com o método colorimétrico do ácido molibdovanadofosfórico e a determinação do teor de fósforo total no superfosfato triplo foi determinado em espectrofotômetro a 660 nm (EMBRAPA, 1997). A Tabela 1 apresenta os teores de fósforo encontrados nas diferentes fontes.

Tabela 1 - Teor de P Total encontrado nos fosfatos naturais e no superfosfato triplo.

Fonte	Fósforo (%)
ST	18,0
FNB	9,5
FNT	6,1
FNR	10,9

Para o delineamento experimental foram utilizadas quatro doses de Fósforo (P), 0, 100, 200 e 300 mg de P kg⁻¹, com quatro repetições. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos inteiramente casualizados dispostos em um esquema fatorial 4.4.4 (doses de P, fontes de P e repetições, respectivamente). Desta forma, o experimento constou 16 tratamentos totalizando 64 unidades experimentais.

Ao final do experimento, após os 45 dias depois da emergência, as plantas foram coletadas para análises laboratoriais. As partes aéreas foram acondicionadas em sacos de papel e posteriormente secadas em estufa de circulação forçada de ar (65 °C), até atingir peso constante em 48 h. Logo em seguida, o material vegetal foi pesado para obtenção da produção da matéria seca da parte aérea - PMSPA (em g/vaso).

O índice equivalente supertriplo foi utilizado para

relacionar percentualmente a produção de matéria seca na parte aérea obtida utilizando uma dose de um fertilizante-teste de fósforo e a produção obtida com a mesma dose na forma de superfosfato triplo de acordo com a equação abaixo:

$$\text{Índice Eq. Supertriplo (\%)} = (P1/ P2) \times 100$$

Onde:

P1= Produção da massa seca da parte aérea (MSPA) com certa dose de fosfato natural;

P2= Produção da massa seca da parte aérea (MSPA) com certa dose do superfosfato triplo.

As variáveis estudadas foram submetidas à análise de variância (ANOVA), relacionando as fontes, doses e interação de fontes e doses. Sendo as médias avaliadas pelo teste de Tukey, a 1 e a 5 % de probabilidade, utilizando o programa ASSISTAT Versão 7.6 Beta (SILVA E AZEVEDO, 2002). Além disso, foram realizadas análises de regressão com as variáveis e as doses de fósforo das fontes.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2, pode ser notado que, com o aumento da adubação fosfatada houve incremento na matéria seca em todos os tratamentos. Todas as doses diferiram estatisticamente da testemunha. O fator solubilidade das fontes foi fator determinante para os aumentos dos valores de MSPA

Tabela 2 - Produção de Matéria Seca da Parte Aérea-PMSPA (g vaso⁻¹) das plantas de sorgo em função de diferentes doses e fontes de fósforo.

Fontes	Doses (mg P kg ⁻¹)			
	0	100	200	300
ST	0,78 aD	3,39 bC	4,01 bB	5,04 aA
FNB	0,78 aD	3,72 aC	3,91 cB	4,74 bA
FNT	0,78 aD	2,07 dC	2,20 dB	2,40 dA
FNR	0,78 aD	3,25 cC	4,25 aB	4,35 cA
CV%	1,07			

Médias seguidas por letras distintas dentro de cada dose diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; Colunas= letras minúsculas; Linhas=letras maiúsculas; C.V= Coeficiente de Variação; ST= Superfosfato triplo; FNB= Fosfato Natural da Bahia; FNT= Fosfato Natural do Tocantins; FNR= Fosfato Natural Reativo.

Estes resultados corroboram com aqueles obtidos por Leite (2006), o qual também verificou incremento na produção de matéria seca de sorgo em função da adubação fosfatada.

Comportamento similar foi verificado em outros estudos, como o de Sarmento et al.,(2001) ao



avaliarem a produção de massa seca de alfafa, onde verificaram que as maiores produções de massa seca foram alcançadas, quando se utilizou a fonte de P de maior solubilidade (ST), quando comparada com o fosfato de Gafsa; no trabalho de Corrêa et al., (2005) foi constatada a superioridade do ST em relação ao fosfato de Gafsa na produção de massa seca da parte aérea do milho.

Os percentuais do índice de equivalência de supertriplo para as fontes avaliadas estão na Tabela 3.

Tabela 3 – Índice de Equivalente Supertriplo (%) das fontes de fósforo utilizadas no cultivo do sorgo.

Fontes	Doses (mg P kg ⁻¹)			
	0	100	200	300
ST	0,78 aB	100,0Aa	100,0Aa	100,0 Aa
FNB	0,78 aC	96,16bA	92,76cB	94,09 bB
FNT	0,78aD	61,27cA	55,04dB	47,76dC
FNR	0,78 aD	96,09bB	98,18bA	84,37 cC
CV%	1,10			

Médias seguidas por letras distintas maiúscula na linha e minúscula na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; Colunas= letras minúsculas; Linhas=letras maiúsculas; C.V= Coeficiente de Variação; ST= Superfosfato triplo; FNB= Fosfato Natural da Bahia; FNT= Fosfato Natural do Tocantins; FNR= Fosfato natural reativo.

Segundo Novais e Smyth (1999), quando as apatitas brasileiras de baixa reatividade são comparadas com fosfatos naturais de maior reatividade, como o de Gafsa, Carolina do Norte e fosfatos industrializados, observa-se que as apatitas brasileiras geralmente apresentam comportamento insatisfatório em fornecer fósforo para as culturas. Essa evidência foi comprovada no presente trabalho quando as fontes FNR e FNT são comparadas.

A análise de regressão para o índice de equivalente supertriplo dos fosfatos naturais em função de doses crescentes de fósforo está representada na Figura 3. Os percentuais de equivalência das fontes FNB, FNT e FNR melhor se adequaram ao modelo quadrático de regressão, sendo que a máxima equivalência pode ser obtida com as doses 214 do FNB, 300 do FNT e 196 mg de P kg⁻¹ solo do FNR.

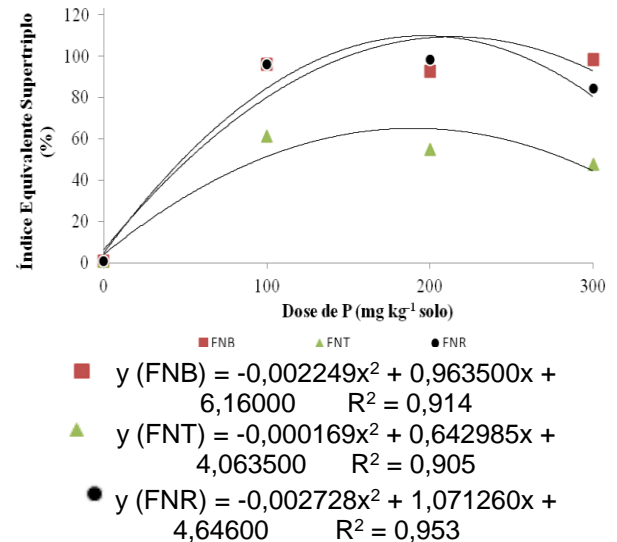


Figura 1 - Análise de regressão do Índice de Equivalente Supertriplo (%) dos fosfatos naturais em função de doses crescentes de fósforo.

Sendo esse efeito importante para entendimento da relação fósforo e planta.

CONCLUSÕES

Para todas as variáveis, foi verificada interação significativa na relação fonte x dose. Verificou-se que a fonte Superfosfato triplo foi a que mais contribuiu para a absorção de fósforo do solo pelo sorgo e foi a fonte que apresentou maior Índice equivalente supertriplo.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Ceará e ao Departamento de Ciências do Solo. A CAPES, pela concessão da bolsa de estudo.

REFERÊNCIAS

- CORRÊA, R. M. et al. Gafsa rock phosphate and triple superphosphate for dry matter production and P uptake by corn. *Scientia Agrícola*, Piracicaba, v. 62, n. 2, p. 159-164, 2005.
- EMBRAPA. Manual de métodos de análises de solo. 2.ed. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 1997. 212p.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de Análises de Solo. 2ª ed., Rio de Janeiro: CNPS, 1997.



GOEDERT, W. J. et al. Eficiência agrônômica de fosfatos naturais, fosfatos parcialmente acidulados e termofosfatos em solo de cerrado. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 25, n. 4, p. 521-530, 1988.

LEITE, M.L.V. Crescimento vegetativo do sorgo Sudão (*Sorghum sudanense* (Piper) stapf) em função da disponibilidade de água no solo e fontes de fósforo. 2006. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal da Paraíba, Areia.

LOPES, A.S. Manual de fertilidade do solo. Piracicaba: Fundação Cargill, 1989. 177p.

MEURER, E. J. Fundamentos de química do solo. Evangraf 3 ed. p. 285. Porto Alegre, 2006.

NOVAIS, R.F.; SMITH, T.J. Fósforo em solos e planta em condições tropicais. Universidade Federal de Viçosa, 1999.

OLIVEIRA, J.S. et al. Aptabilidade e Estabilidade em Cultivares de Sorgo. R. Bras. Zootec., v.31, n.2, p.883-889, 2002.

SILVA, F. de A. S.; AZEVEDO, C. A. V. de. Versão do programa computacional Assistat para o sistema operacional Windows. Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, Campina Grande, v.4,n.1, p71-78,2002.

