

CULTIVO DO MILHO EM VASOS COM DIFERENTES FONTES DE FÓSFORO

Lindalva Vaz de Oliveira¹

Ivaniele Nahas Duarte²

RESUMO: Para garantir alta produtividade no milho é necessário um correto manejo do fósforo visto que a disponibilidade desse nutriente na maioria dos solos em condições naturais é baixa. As fontes de fósforo podem ser altamente solúveis como o superfosfato triplo ou insolúveis em água como o fosfato natural reativo. A mistura dessas fontes pode reduzir custo de produção bem como deixar efeito residual de fósforo para as próximas culturas plantadas em sucessão. O objetivo desse trabalho foi avaliar qual a melhor proporção de fosfato natural + superfosfato triplo a ser utilizada no plantio do milho. O experimento foi instalado na casa de vegetação, localizada na Fundação Carmelitana Mário Palmério (FUCAMP) na cidade de Monte Carmelo-MG. O delineamento utilizado no experimento foi o de blocos casualizados (DBC) com cinco tratamentos e quatro repetições totalizando 20 parcelas. Os tratamentos foram as aplicações de Fosfato Natural (FN) e Superfosfato Triplo (SPT) em proporções diferentes visando fornecer para as plantas de milho $100 \text{ kg ha}^{-1} \text{ P}_2\text{O}_5$. O T1 = 100 % FN, T2 = 75 % FN+25 %SPT, T3 =50 % FN+ 50 % SPT, T4 =25 % FN + 75 % SPT e T5 = 0 % FN + 100% SPT. Cada parcela foi constituída de vasos contendo 5 kg de amostra de terra fina seca ao ar (TFSA) e três plantas de milho. Aos 60 dias após a semeadura do milho foi feita a colheita do mesmo e avaliado massa fresca da parte aérea e raiz, diâmetro do colmo e teor de fósforo no solo. A utilização do fosfato natural + superfosfato triplo nas diferentes proporções testadas não afetou diâmetro do colmo, massa fresca da parte área e raiz. Entretanto, a aplicação de 100 % FN+ 0 % SPT proporcionou maior teor de fósforo no solo dois meses após a aplicação das fontes.

PALAVRAS CHAVE: *Zea mays*; Superfosfato triplo; Fosfato natural.

¹Graduanda em Engenharia Agrônômica pela Fundação Mário Palmério – FUCAMP.

E-mail-lindava_oliveira27@hotmail.com;

²Docente da Fundação Carmelitana Mário Palmério. Engenheira Agrônoma pela Universidade Federal de Uberlândia; Doutora em Solos e nutrição de plantas. E-mail: ielenahas@gmail.com.

1. INTRODUÇÃO

A área de milho no Brasil (*Zea mays* L.) vem crescendo cada vez mais, visto que o país em média dos quatro anos se tornou o segundo maior produtor e exportador desse grão. Entre os anos safra 2007/ 2008 e 2016/2017 o Brasil foi responsável em média por 8,09% da produção mundial de milho. No campo nacional a produção tem duas safras onde se concentra nas regiões Centro-Oeste e Sul, destacando se como maiores produtores de milho os estados do Mato Grosso e Paraná. (CONAB 2017).

Entretanto, na região do Centro-Oeste para garantir alta produtividade do milho faz se necessário fazer o manejo adequado de fósforo visto que a disponibilidade deste nutriente em condições naturais é baixa (SOUSA et al.,2016). Isso ocorre, pois, o fósforo é fortemente adsorvido aos colóides no solo e pode sofrer reações de precipitação, sobretudo em solos com teores elevados de alumínio e ferro (NOVAIS et al., 2007).

Para suprir o fósforo necessário para desenvolvimento da planta existem no mercado os fertilizantes fosfatados solúveis em água (superfosfato simples, superfosfato triplo, monoamônio fosfato) e os fosfatados insolúveis em água (fosfatos de rochas ditos reativos e os termofosfatos). As fontes prontamente solúveis apresentam como desvantagem a suscetibilidade à fixação do fósforo nos colóides do solo formando assim compostos de baixa disponibilidade para as plantas, portanto, do fósforo aplicado apenas 5 a 20 % é assimilado pelas plantas (PEREIRA et al, 2010) além do mais, as fontes solúveis em água custam bem mais por unidade de fósforo do que os fosfatos naturais (RESENDE et al., 2006).

O fosfato natural reativo quando aplicado no sulco de semeadura apresenta eficiência agrônômica inicial baixa, pois, a solubilidade dele em água é reduzida. Porém, essa fonte é solúvel em ácido cítrico 2% (SOUSA et al., 2016) e o fósforo presente nessa fonte pode ser disponibilizado para o solo e para a planta ao longo do ciclo da cultura.

Contudo, à baixa eficiência do fosfato natural aplicado no sulco de plantio, o alto custo das fontes de disponibilidade do fósforo rápida e devido à fixação de fósforo nos colóides do solo torna-se interessante a adubação com os dois tipos de fontes (Solúvel e Insolúvel em água) visando garantir alta produtividade e reduzir custos de produção. Portanto, o objetivo desse trabalho foi avaliar na cultura do milho qual a melhor proporção de fosfato natural + superfosfato triplo a ser utilizada no plantio.

2. METODOLOGIA

O experimento com o milho foi instalado na casa de vegetação, localizada na Fundação Carmelitana Mário Palmério - FUCAMP, na cidade de Monte Carmelo-MG. Antes da instalação do experimento foi realizada a coleta do solo (Latosolo Vermelho), retirando-se uma amostra na profundidade de 0-20 cm para fazer a caracterização do mesmo (Tabela 01).

TABELA 01: Análise química e física do solo em uma camada de 0-20.

| M.O. | pH H ₂ O | P | K | Ca | Mg | Al | H+Al | SB | T | T | V | m |
|----------------------|---------------------|---------------------------|----|-----|------|---|-------|-------|----------------|------|---------|---|
| dag kg ⁻¹ | | ---mg dm ⁻³ -- | | | | -----cmol _c dm ⁻³ ----- | | | | | --%---- | |
| Ns. | 7,8 | 8,2 | 72 | 6,1 | 0,35 | 0,0 | 0,90 | 6,59 | 7,49 | 6,59 | 88 | 0 |
| B | Cu | Fe | Mn | Zn | | Argila | Silte | Areia | Classificação | | | |
| ----- | | mg dm ⁻³ ----- | | | | ----- g kg ⁻¹ --- | | | | | | |
| Ns | Ns | Ns | Ns | Ns | | 614 | 200 | 186 | Muito argiloso | | | |

Fonte: EMBRAPA (1999)

O delineamento utilizado no experimento foi o de blocos casualizados (DBC) com cinco tratamentos e quatro repetições totalizando 20 parcelas. Os tratamentos foram a aplicação de Fosfato Natural (FN) e Superfosfato Triplo (SPT) em proporções diferentes sendo T1 =100 % FN, T2 =75 % FN+25 %SPT, T3 =50 % FN+ 50 % SPT, T4 =25 % FN + 75 % SPT e T5 = 100% SPT. Cada parcela foi constituída de vasos contendo 5 kg de terra fina seca ao ar (TFSA) com três plântulas de milho. (Figuras 1 e 2)



Figuras 1 e 2: Pesagem e número de plantas por vaso.
Autor: OLIVEIRA, L.V. (2018).

A quantidade de cada fonte de fósforo aplicada em cada tratamento baseou-se nos teores totais de P₂O₅ do Fosfato Natural (28 % P₂O₅) e Superfosfato Triplo (46 % P₂O₅) visando fornecer 100 kg ha P₂O₅ para cultura do milho (Tabela 02 e 03).

TABELA 02: Tratamentos aplicados no experimento.

| Tratamento | Porcentagem das fontes | -----Dose P ₂ O ₅ kg ha ⁻¹ ----- | | |
|------------|------------------------|---|----------|-----------|
| | | | Fonte FN | Fonte SPT |
| 1 | 100 % FN | 100 | 100 | 0 |
| 2 | 75 % FN+25 %SPT | 100 | 75 | 25 |
| 3 | 50 % FN+ 50 % SPT | 100 | 50 | 50 |
| 4 | 25 % FN + 75 % SPT | 100 | 25 | 75 |
| 5 | 0 % FN + 100% SPT | 100 | 0 | 100 |

ORG: OLIVEIRA, L.V. (2019)

TABELA 03: Doses dos fertilizantes, Fosfato natural + Superfosfato Triplo aplicadas nas amostras de solos acondicionados em vasos de 5 kg para fornecer 100 kg ha de P₂O₅.

| | Fosfato natural (28 % P ₂ O ₅ Total) | | | | SPT (46 % P ₂ O ₅ Total) | | | |
|----|--|--------|---------|--------|--|--------|---------|--------|
| | % | Kg/ha | kg/vaso | g/vaso | % | Kg/ha | kg/vaso | g/vaso |
| T1 | 100 | 357,14 | 0,0009 | 0,89 | 0 | 0,00 | 0,00000 | 0,00 |
| T2 | 75 | 267,86 | 0,0007 | 0,67 | 25 | 54,35 | 0,00014 | 0,14 |
| T3 | 50 | 178,57 | 0,0004 | 0,45 | 50 | 108,70 | 0,00027 | 0,27 |
| T4 | 25 | 89,29 | 0,0002 | 0,22 | 75 | 163,04 | 0,00041 | 0,41 |
| T5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 217,39 | 0,00054 | 0,54 |

ORG: DUARTE, I. N. (2019)

Os cinco tratamentos foram aplicados nas amostras de solo antes da semeadura do milho (Figura 4). O milho, cultivar AG 1051 da Agroceres o qual pode ser utilizado como milho verde e para produção de silagem, foi semeado na profundidade de 2 cm, distribuindo-se 10 sementes viáveis por vaso. Após a emergência das plântulas, efetuou-se o desbaste, deixando três plantas por vaso.

FIGURA 04: Croqui

| | | | | |
|----|----|----|----|----|
| T1 | T2 | T3 | T4 | T5 |
| T4 | T2 | T1 | T5 | T3 |
| T1 | T5 | T4 | T3 | T2 |
| T2 | T3 | T5 | T1 | T4 |

ORG: OLIVEIRA, L.V. (2019)

Foram feitas a adubação de cobertura para fornecer em todas as parcelas:

- 140 kg ha de N (três adubações com uréia aos 12, 27 e 35 DAS, + duas com nitrato de cálcio aos 41 e 47 DAS).
- 60 kg ha de K₂O (Duas adubações com cloreto de potássio aos 12 e 35 DAS)
- 20 kg ha de enxofre (uma adubação com sulfato de magnésio aos 27 DAS)
- Para fornecer os micronutrientes foi aplicado aos 9 DAS 2 kg ha Fertilizante Foliar misto para aplicação via foliar com 2% K₂O, 1,5 % Mg, 10,8 % de S, 2 % B, 0,7 % Cu, 12 % Mn, 0,1% Mo, 6,5% de Zn (Sendo fornecido 0,04 kg ha de K₂O, 0,03 kg ha Mg , 0,21 kg ha de S, 0,04 kg ha B, 0,028 kg ha Cu, 0,24 kg ha Mn, 0,2 ha Mo, 0,13 kg ha de Zn).

Aos 60 dias após semeadura (DAS), foi realizada a colheita da parte aérea do milho e a pesagem para a obtenção da massa fresca, com o auxílio de uma balança. Após essa etapa, foram retiradas amostras de solo de cada vaso, com auxílio de um mini trado, para determinar o teor de fósforo no solo. Posteriormente, houve a remoção do sistema radicular que após finalizar a lavagem, o mesmo foi pesado em uma balança de precisão para determinar a massa fresca da raiz.

Os dados obtidos foram submetidos à análise da variância e as médias comparadas pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade utilizando o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2008).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve diferença estatística em relação massa fresca da parte aérea e raiz do milho bem como no diâmetro do colmo. (Figura 3 e 4)

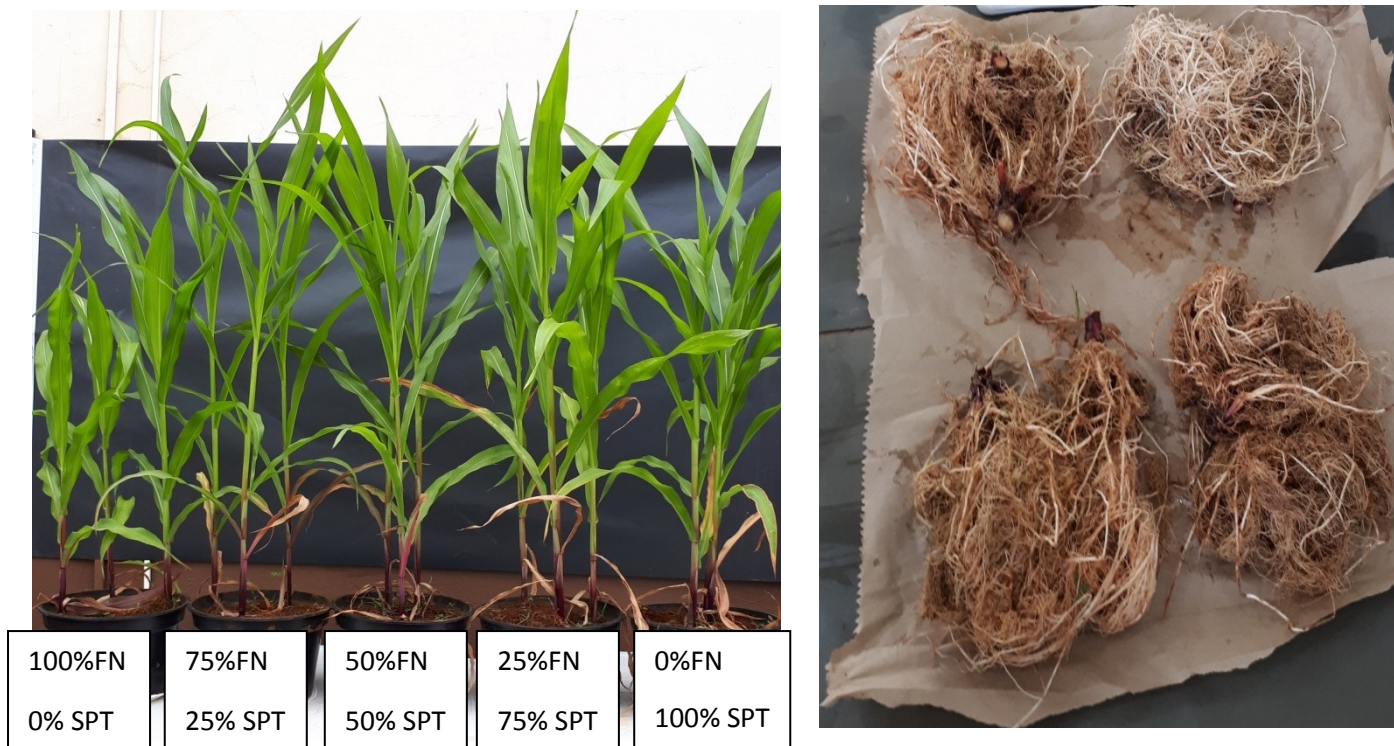


FIGURA 3 E 4: Massa fresca parte aérea e massa fresca da raiz.
AUTOR: OLIVEIRA, L.V. (2018).

A massa fresca da parte aérea variou de 130,75 a 137,00 g /vaso (Tabela 05), a massa fresca da raiz do milho variou de 192,25 a 242,75 g/ vaso (Tabela 06) e em relação ao colmo do milho houve uma variação de 0,90 a 1,10 cm (Tabela 07).

TABELA 05: Efeito da adubação fosfatada sobre a massa fresca parte aérea (g) do milho 60 dias após aplicação do fertilizante.

| Tratamento | Fontes | Massa Fresca Parte Aérea (g) | |
|------------|--------------------|------------------------------|-------|
| 1 | 100% FN | 137,00 | A |
| 2 | 75 % FN+25 %SPT | 135,50 | A |
| 3 | 50 % FN+ 50 % SPT | 130,75 | A |
| 4 | 25 % FN + 75 % SPT | 134,50 | A |
| 5 | 0 % FN + 100% SPT | 135,50 | A |
| | | DMS= | 56,95 |
| | | CV= | 18,21 |

*Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância.
ORG: DUARTE, I.N. (2019).

TABELA 06: Efeito da adubação fosfatada sobre a massa fresca da raiz (g) do milho 60 dias após aplicação do fertilizante.

| Tratamento | Fontes | Massa Fresca Raiz (g) | |
|------------|--------------------|-----------------------|-------|
| 1 | 100% FN | 192,25 | A |
| 2 | 75 % FN+25 %SPT | 213,50 | A |
| 3 | 50 % FN+ 50 % SPT | 201,50 | A |
| 4 | 25 % FN + 75 % SPT | 228,25 | A |
| 5 | 0 % FN + 100% SPT | 242,75 | A |
| | | DMS= | 118,4 |
| | | CV= | 24,25 |

*Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância.
ORG: DUARTE, I.N. (2019)

TABELA 07: Efeito da adubação fosfatada sobre o diâmetro (cm) do colmo do milho 60 dias após aplicação do fertilizante.

| Tratamento | Fontes | Diâmetro (cm) | |
|------------|--------------------|---------------|-------|
| 1 | 100% FN | 0,90 | A |
| 2 | 75 % FN+25 %SPT | 1,10 | A |
| 3 | 50 % FN+ 50 % SPT | 1,07 | A |
| 4 | 25 % FN + 75 % SPT | 0,90 | A |
| 5 | 0 % FN + 100% SPT | 0,92 | A |
| | | DMS= | 0,34 |
| | | CV= | 15,63 |

*Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância.
ORG: DUARTE, I.N. (2019)

Comparando-se os resultados das duas fontes, superfosfato triplo e fosfato natural reativo, não houve variação estatística entre as variáveis analisadas visto que o período de avaliação foi de dois meses a contar da semeadura. De acordo com SOUSA et al. 2010 os fosfatos naturais reativos expõem um maior resultado para a planta no segundo ano de cultivo, pois apresentam liberação do nutriente de forma lenta em relação a fontes solúveis.

Segundo RESENDE et al (2006) fazendo um estudo sobre as fontes de fósforo foram observados que as fontes solúveis facilitam a exportação desse nutriente pelas plantas, entretanto, os fosfatos naturais reativos demonstram valores muito aproximado em relação a essas fontes de liberação rápida, obtendo um maior efeito residual no período de 3 anos de cultivos garantindo altas produtividades.

O fosfato natural além de ser uma fonte de liberação gradativa e não precisar ser reaplicado durante o ciclo da cultura tem como vantagem um menor custo em relação a fontes solúveis. Portanto, a utilização do fosfato natural em mistura com fontes solúveis de fósforo é viável devido seu menor preço e maior efeito residual.

A fonte de fósforo (FN) apresenta um custo bem inferior (290 R\$/t) em relação à fonte (SPT) que é 1.880,00 R\$/t MOSAIC FERTILIZANTES (2019). Esses valores são importantes uma vez que, possibilita o produtor escolher as fontes de fósforo a ser utilizadas de acordo com sua disponibilidade de recursos financeiros.

De acordo com a tabela 08 observa-se que houve diferença estatística em relação ao teor de fósforo no solo após a colheita do milho sendo o maior teor de fósforo no solo (7,15mg dm⁻³) foi observado no tratamento de 100 % de FN.

Segundo RIBEIRO et al (1999) para solos como mais de 60 % de argila se o teor de fósforo no solo estiver entre 5,5 a 8,0 é considerado médio (tratamentos 1 a 3) e se o teor de fósforo no solo estiver entre 2,8 a 5,4 é considerado baixo (tratamentos 4 e 5). Portanto, o fosfato natural demonstra o efeito residual visto que nos tratamentos com maior porcentagem dessa fonte foi observado teor médio de fósforo no solo.

TABELA 08: Teor de fósforo mehlich no solo (mg dm⁻³) após a colheita do milho e 60 dias após aplicação do fertilizante.

| Tratamento | Fontes | Fósforo no solo(mg dm ⁻³) | |
|------------|--------------------|---------------------------------------|-------|
| 1 | 100% FN | 7,15 | A |
| 2 | 75 % FN+25 %SPT | 6,18 | AB |
| 3 | 50 % FN+ 50 % SPT | 5,60 | AB |
| 4 | 25 % FN + 75 % SPT | 5,15 | B |
| 5 | 0 % FN + 100% SPT | 4,83 | B |
| | | DMS= | 1,97 |
| | | CV= | 15,18 |

*Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de significância.
ORG: DUARTE, I.N. (2019)

4. CONCLUSÃO

A utilização do fosfato natural + superfosfato triplo nas diferentes proporções testadas não afetou diâmetro do colmo, massa fresca da parte área e raiz do milho aos 60 dias após a aplicação das fontes.

A aplicação de 100 % FN+ 0 % SPT proporcionou maior teor de fósforo no solo dois meses após a aplicação das fontes.

REFERÊNCIAS

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **O comportamento dos preços dos insumos agrícolas na produção de milho e soja**. Brasília: Conab, 2017. 63 p. (Compêndio de Estudos Conab, v. 7). ISSN 2448-3710. Organizador: Aroldo Antonio de Oliveira Neto.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de pesquisa de solos. **Manual de Métodos de Análise de Solo**. 2. ed. EMBRAPA Comunicação para Transferência de Tecnologia, Rio de Janeiro, 1999, 212p.

FERREIRA, D. F. Sisvar: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, Lavras, v. 6,n. 1, p. 36-41, 2008.

NOVAIS, R. F.; SMYTH, T. J.; NUNES, F. N. Fósforo. In NOVAIS, R.F., ALVAREZ V., V. H., BARROS, N. F., FONTES, R. L. F., CANTARUTTI, R. B., NEVES, J. C. L. (eds.). **Fertilidade do Solo**. Viçosa, MG: **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, 2007. 1017p.

PEREIRA, M.G; LOSS,A; BEUTLER,S.J; TORRES,J.L.R Carbono, matéria orgânica leve e fósforo remanescente em diferentes sistemas de manejo do solo.**Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.45, n.5, p.508- 514, 2010.

PLYMOUTH, M. N. **The Mosaic Company (NYSE: MOS) anunciou resultados do primeiro trimestre de 2019**. Disponível em: <http://www.mosaico.com.br/resources/3233.htm>. Acesso em: 8 mai. 2019.

RESENDE, A.V.; FURTINI NETO, A.E.; ALVES, V.M.C.; MUNIZ, J.A.; CURI, N.; FAQUIN, V.; KIMPARA, D.I.; SANTOS, J.Z.L. & CARNEIRO, L.F. Fontes e modos de aplicação de fósforo para o milho em solo cultivado da região do Cerrado. **R. Bras. Ci. Solo**, 30:453-466, 2006.

RIBEIRO, A.C.; GUIMARAES, P.T.G.; ALVAREZ, V. V.H. (Ed). **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. 359p.

SOUSA, D. M. G; NUNES, R. DE SOUZA , REIN, T. A; JÚNIOR, J.D.G . **Manejo da Adubação Fosfatada para Culturas Anuais no Cerrado**. Planaltina- DF Junho, p.1-10, 2016

SOUSA, D.M.G. et al. In: PROCHNOW, L.I.; CASARIN, V.; STIPP, S.R. **Boas práticas para uso eficiente de fertilizantes: nutrientes**. Piracicaba: IPNI – Brasil, 2010. v.2. p.71-126

