

## PRODUÇÃO DE MATÉRIA SECA DE MILHO EM FUNÇÃO DA ADUBAÇÃO FOSFATADA MINERAL E ORGANOMINERAL

Carlos Sérgio Tiritan <sup>(1)</sup>, Diego Henriques Santos <sup>(2)</sup>, Rafael Angelo Bordini <sup>(3)</sup>, José Salvador Simoneti Foloni <sup>(4)</sup>, Rogério Yuzo Onishi <sup>(3)</sup>

<sup>(1)</sup> Professor Doutor da Faculdade de Agronomia, Universidade do Oeste Paulista - UNOESTE. Rodovia Raposo Tavares, km 572, CEP 19067-175, Presidente Prudente-SP. tiritan@unoeste.br; <sup>(2)</sup> Doutorando em Agricultura, Faculdade de Ciências Agrônômicas - Unesp. Fazenda Lageado, Botucatu-SP. diego@fca.unesp.br; <sup>(3)</sup> Discente da Faculdade de Agronomia, Universidade do Oeste Paulista - UNOESTE. Rodovia Raposo Tavares, km 572, CEP 19067-175, Presidente Prudente-SP. <sup>(4)</sup> Pesquisador Científico da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Soja. Rodovia Carlos João Strass, s/n, CP 231, CEP 86001-970, Londrina-PR.

### RESUMO

Com o objetivo de avaliar os efeitos do fósforo na cultura do milho, comparando o adubo organomineral Biofós e o adubo mineral Superfosfato Simples, realizou-se um experimento no viveiro de mudas da Universidade do Oeste Paulista. O delineamento experimental foi em blocos inteiramente casualizados, com 9 tratamentos e 4 repetições, sendo quatro doses de fósforo (61,1; 122,2; 244,4 e 366,6 mg de SFS por dm<sup>3</sup> de solo) e quatro doses do adubo organomineral Biofós (277,8; 555,5; 1111,0 e 1666,6 mg.dm<sup>3</sup> de solo), além de um tratamento testemunha, com ausência de adubação. Aos 48 dias após o plantio realizou-se o corte basal para a determinação das avaliações fitotécnicas. Observou-se que a adubação fosfatada garantiu maior desenvolvimento da planta e maior produção de matéria seca, reafirmando a importância do fósforo para ganhos de produtividade na cultura do milho, e que o Biofós pode ser utilizado como alternativa ao adubo mineral, já que o seu rendimento foi tão eficaz quanto ao Superfosfato Simples, tanto na produção de matéria seca, quanto no desenvolvimento da planta.

**Palavras-chave:** *Zea mays*, fósforo, biofós.

### DRY MATTER ACCUMULATION IN CORN AS A FUNCTION OF PHOSPHORUS FERTILIZATION MINERAL AND ORGANOMINERAL

### ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the effects of the phosphorus on corn, comparing the fertilizer organomineral Biofós with the Superfosfato Simples. The experiment was house vegetation of Universidade do Oeste Paulista. The experimental design was randomized blocks with nine treatments and four replicates with four phosphorus rates (61.1, 122.2, 244.4 and 366.6 mg of SPS per dm<sup>3</sup> soil) and four doses of fertilizer organomineral Biofós (277.8, 555.5, 1111.0 and 1666.6 mg.dm<sup>3</sup> solo), plus a control with no fertilization. Forty-eight days after the planting took place the basal cut for the dry matter determination. It was observed that the phosphorus fertilization guaranteed larger development of the plant and larger production of dry matter, reaffirming the importance of the phosphorus for won of productivity on the corn, and that Biofós can be used as alternative to the mineral fertilizer, since your revenue was so effective with relationship to Superfosfato Simples, so much in the production of dry matter, as in the development of the plant.

**Key words:** *Zea mays*, phosphorus, biofós.

## INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays L.*), um dos mais importantes cereais cultivados e consumidos no mundo, responde com altas produtividades à aplicação de fósforo devido à baixa disponibilidade desse elemento nos solos intemperizados. Segundo Lucena et al. (2000), a deficiência do fósforo limita a produtividade do milho, cuja cultura é mais exigente a fósforo por ocasião da formação e desenvolvimento dos grãos, contribuindo para a formação de espigas mal-formadas, tortas e com falhas, maturação retardada e desuniforme.

O fósforo é um importante macronutriente, componente estrutural de macromoléculas, como ácidos nucleicos e fosfolípidos, e também da adenosina trifosfato (ATP), sendo um elemento chave de várias vias metabólicas e reações bioquímicas. De acordo com Santos (2009), embora a quantidade total de fósforo no solo possa ser relativamente alta, na maioria das vezes este não se encontra em sua forma lábil ou ao alcance da rizosfera.

Os Latossolos das regiões tropicais, a exemplo do Brasil, possuem baixos teores de matéria orgânica e elevada capacidade de adsorção ou fixação de fósforo, devido principalmente aos altos teores de óxidos de Fe e Al na composição mineralógica desses solos (MALAVOLTA, 2006). Em sua grande maioria são solos ácidos, possuem baixa saturação por bases e elevado teores de alumínio trocável (PRADO, 2003). Em geral, são solos de baixa fertilidade natural, principalmente na disponibilidade de nitrogênio e fósforo (NOVAIS et al., 2007).

Lobato (1982) relata resposta positiva da cultura do milho até doses de 600 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, em solos de cerrado. Já Vasconcellos (1986), em experimento realizado em solos que apresentavam deficiência de fósforo, calcula que o lucro máximo para a cultura do milho, nas condições estudadas, seria obtido com 200 kg ha<sup>-1</sup>

<sup>1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> a lançar no primeiro ano e doses anuais de 150 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> no sulco de plantio. Lucena et al. (2000) e Alves et al. (2002) observaram, mediante aplicação de doses de fósforo, incrementos na produção da cultura do milho.

O aumento da disponibilidade de fósforo para as plantas pode ser obtido mediante o manejo correto da adubação fosfatada, com ênfase na fonte utilizada e no modo de aplicação mais adequado para solos com diferentes capacidades de adsorção do elemento.

Para cultura do milho, assim como a maioria dos cereais, um suprimento inadequado de fósforo nos estádios iniciais de desenvolvimento acarreta redução no número de espigas por unidade de área e, como consequência, redução da produtividade (MENGEL; KIRKBY, 1987). Wetzel et al. (1979), também observaram que a deficiência de fósforo durante o ciclo da cultura do milho afetou negativamente o tamanho e a qualidade fisiológica das sementes.

Sistemas de manejo da lavoura milho que favoreçam a matéria orgânica do solo podem aumentar o conteúdo de nutrientes disponíveis e diminuir a necessidade de aplicação de fertilizantes industriais. Sendo assim, o presente trabalho teve por objetivo avaliar a produção de matéria seca de milho em função da adubação fosfatada mineral e organomineral.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no viveiro de mudas da Universidade do Oeste Paulista, durante um período de 48 dias, nos meses de setembro a novembro de 2007. O solo foi caracterizado, segundo Embrapa (1999), como Argissolo Vermelho Amarelo arenoso, sendo utilizado 15 kg de terra para cada vaso. Foram coletadas amostras para caracterização de atributos químicos (RAIJ et al., 2001) com os

seguintes resultados: pH ( $\text{CaCl}_2$  1 mol  $\text{L}^{-1}$ ) 5,2; 11 g  $\text{dm}^{-3}$  de MO; 12 mg  $\text{dm}^{-3}$  de  $\text{P}_{\text{resina}}$ ; 21 mmolc  $\text{dm}^{-3}$  de H+Al; 3,4 mmolc  $\text{dm}^{-3}$  de K; 15 mmolc  $\text{dm}^{-3}$  de Ca; 10 mmolc  $\text{dm}^{-3}$  de Mg; 28 mmolc  $\text{dm}^{-3}$  de SB; 49 mmolc  $\text{dm}^{-3}$  de CTC; 58% de saturação por bases (V).

A calagem foi efetuada 30 dias antes da semeadura do milho, após peneiragem do solo, procurando elevar a saturação por bases para 70%, sendo utilizado um calcário dolomítico calcinado com PRNT de 100% (32% CaO e 18% MgO). Passado o período de incubação do calcário, o solo recebeu a adubação mínima de plantio, realizada de acordo com Raij et al. (1997), sendo 4,4 g de uréia (110 mg de N por  $\text{dm}^3$  de solo) e 4,0 g de cloreto de potássio (130 mg de  $\text{K}_2\text{O}$  por  $\text{dm}^3$  de solo), variando apenas as doses de fósforo segundo o delineamento experimental.

Utilizou-se o delineamento experimental em blocos inteiramente casualizados, com 9 tratamentos e 4 repetições. Como fonte de fósforo, utilizou-se o adubo organomineral Biofós (3,8% de  $\text{P}_2\text{O}_5$ ) e o Superfosfato Simples (18%  $\text{P}_2\text{O}_5$ ). Os tratamentos foram os seguintes: T1 - 0,0 g.vaso<sup>-1</sup> de Biofós e 0,0 g.vaso<sup>-1</sup> de SFS (testemunha), T2 - 0,0 g.vaso<sup>-1</sup> de Biofós e 1,1 g.vaso<sup>-1</sup> de SFS, T3 - 5,0 g.vaso<sup>-1</sup> de Biofós e 0,0 g.vaso<sup>-1</sup> de SFS, T4 - 0,0 g.vaso<sup>-1</sup> de Biofós e 2,2 g.vaso<sup>-1</sup> de SFS, T5 - 10,0 g.vaso<sup>-1</sup> de Biofós e 0,0 g.vaso<sup>-1</sup> de SFS, T6 - 0,0 g.vaso<sup>-1</sup> de Biofós e 4,4 g.vaso<sup>-1</sup> de SFS, T7 - 20,0 g.vaso<sup>-1</sup> de Biofós e 0,0 g.vaso<sup>-1</sup> de SFS, T8 - 0,0 g.vaso<sup>-1</sup> de Biofós e 6,6 g.vaso<sup>-1</sup> de SFS, T9 - 30,0 g.vaso<sup>-1</sup> de Biofós e 0,0 g.vaso<sup>-1</sup> de SFS.

Utilizou-se vasos de 20 litros, contendo 18  $\text{dm}^3$  de solo. As doses de 5,0; 10,0; 20,0 e 30,0 g.vaso<sup>-1</sup> de Biofós, correspondem respectivamente a 277,8; 555,5; 1111,0 e 1666,6 mg. $\text{dm}^3$  de solo. Já as doses de 1,1; 2,2; 4,4 e 6,6 g.vaso<sup>-1</sup> de SFS correspondem respectivamente a 61,1; 122,2; 244,4 e 366,6 mg. $\text{dm}^3$  de solo.

A semeadura do milho BRS 3060 (Híbrido Bayer Seeds) foi realizada utilizando-se cinco sementes por vaso. O início da emergência das plântulas ocorreu cinco dias após a semeadura, e três dias após a emergência (DAE) realizou-se o desbaste, mantendo somente duas plantas por vaso. A umidade do solo foi mantida próxima à capacidade de campo do solo (180 g.kg<sup>-1</sup> de água), através de regas diárias.

Aos 45 dias após emergência realizou-se a medição da altura das plantas, determinada do nível do solo até a última folha totalmente expandida no dia da avaliação, e em as plantas foram colhidas, em pleno florescimento, ou seja, no pico de acúmulo de matéria seca e máximo crescimento vegetativo.

Após o corte, as plantas foram lavadas e enviadas ao Laboratório de Tecidos Vegetais da Universidade do Oeste Paulista. Em laboratório, realizou-se a pesagem de cada parcela verde e em seguida as amostras foram submetidas à secagem em estufa de aeração forçada a 60°C, durante 72 horas, para a determinação da matéria seca.

Os dados foram submetidos à análise de variância e regressão, e ajustaram-se equações significativas a 5% de probabilidade pelo teste F. Fez-se também um estudo de teste de médias, utilizando-se o teste Tukey a 5% de probabilidade, para as variáveis que apresentaram significância estatística.

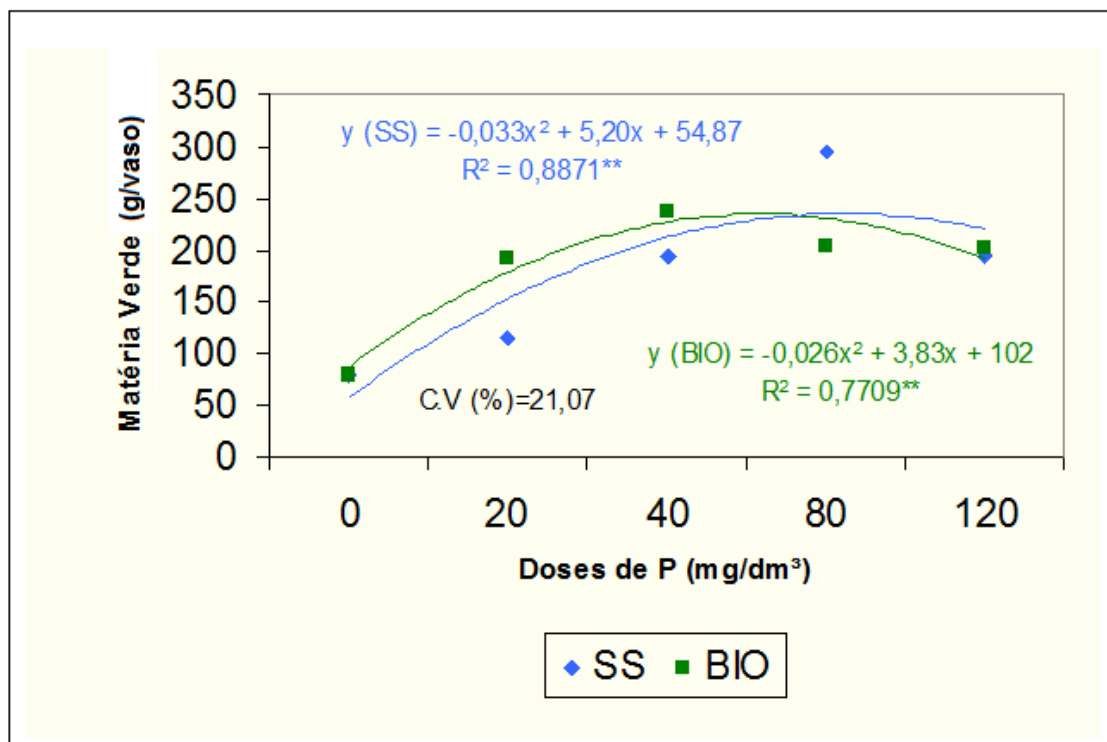
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados de matéria fresca (verde) encontram-se na Figura 01. Verificou-se que a produção de massa verde do milho apresentou aumento em função das doses de fósforo, independente do adubo fosfatado utilizado. O adubo organomineral Biofós apresentou eficiência equivalente ao mineral Superfosfato Simples, considerado adubo padrão como fonte de fósforo.

Os fosfatos com alta solubilidade em ácido cítrico, tais como termofosfato e fosfato de gafsa, se aplicados a lanço, têm mostrado eficiência similar aos solúveis em água quando computado o efeito residual a longo prazo (GOEDERT; LOBATO, 1984). Em alguns casos, os termofosfatos têm apresentado eficiência agrônômica superior aos superfosfatos, mesmo quando aplicados no sulco (Miranda, 1970), provavelmente devido à presença de outros nutrientes, geralmente não computados na

adubação, e ao efeito corretivo sobre a acidez, características que são observadas no Biofós.

Tais resultados já eram esperados, pois o adubo organomineral, na cultura do milho tem-se apresentado como prática capaz de elevar a produção, obtendo-se médias iguais ou superiores àquelas obtidas com adubação química, como neste caso, em que as médias foram iguais. Já Gomes et al. (2005) relatam médias superiores, onde a adubação orgânica promoveu incremento nos componentes de produção do milho.



**FIGURA 01** - Matéria verde das plantas de milho em função da adubação mineral (Superfosfato Simples) e organomineral (Biofós)

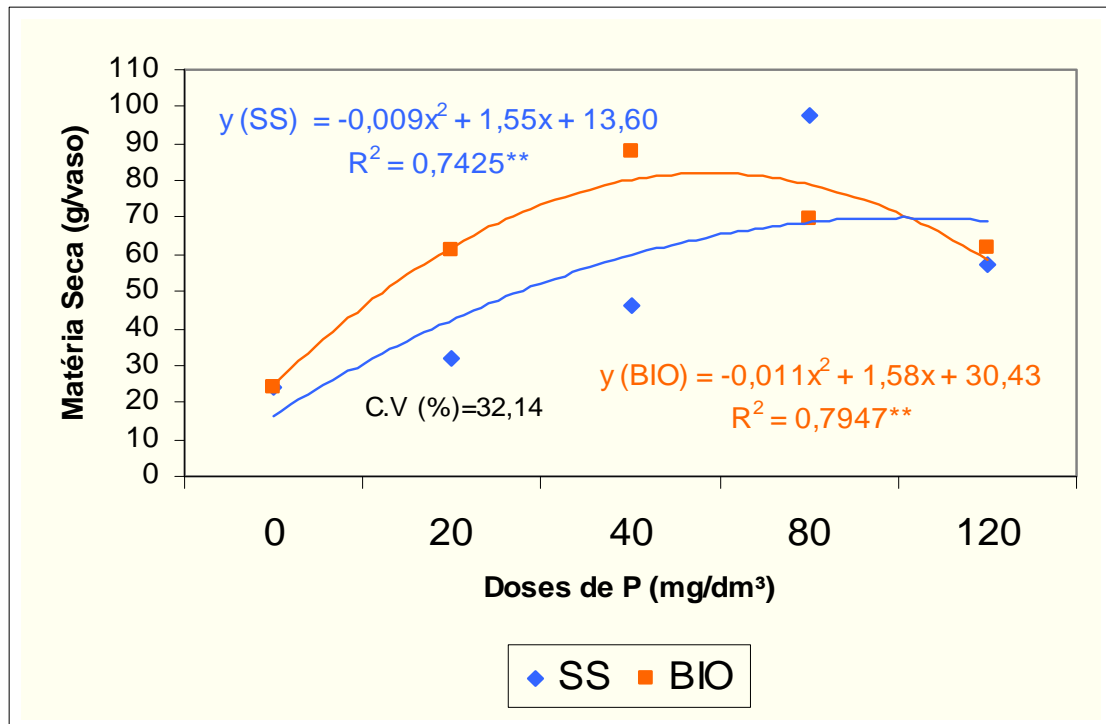
Com relação às doses, verificou-se que a dose que apresentou a maior produção de matéria verde foi a de 80 mg dm<sup>-3</sup> para o Superfosfato Simples e de 40 mg dm<sup>-3</sup> para o Biofós.

Os resultados referentes à produção de matéria seca encontram-se na Figura 02. Verificou-se que a produção de matéria seca do milho apresentou aumento em função das doses de fósforo, independente do adubo fosfatado

utilizado. Da mesma forma, Coutinho et al. (1991) relatou que a adubação fosfatada promoveu aumentos significativos na produção de matéria seca e de grãos de milho, além de aumento nos teores de fósforo no solo e nas folhas da cultura. Para Oliveira et al. (1993) as respostas à aplicação de fósforo em milho têm sido altas e freqüentes, devido à baixa disponibilidade desse elemento na maioria dos solos brasileiros.

O adubo organomineral apresentou eficiência equivalente ao Superfosfato Simples. Sistemas de manejo que promovem adição de matéria orgânica ao solo também contribuem

para o aumento de formas mais lábeis de fósforo, com diminuição da adsorção e conseqüente aumento da disponibilidade deste nutriente para as plantas.



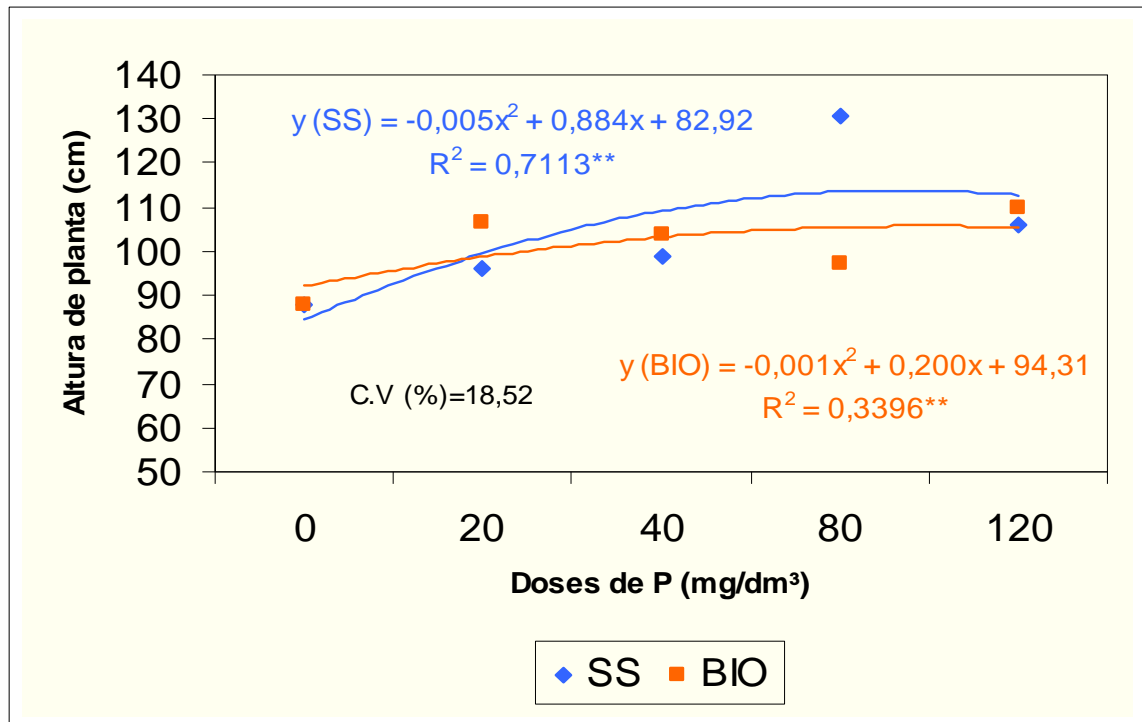
**FIGURA 02** - Matéria seca das plantas de milho em função da adubação mineral (Superfosfato Simples) e organomineral (Biofós)

Verificou-se que a dose que apresentou o maior rendimento na produção de matéria seca foi a de 80 mg dm<sup>-3</sup> para o Superfosfato Simples e a de 40 mg dm<sup>-3</sup> para o Biofós. Portanto, a dose de 80 mg dm<sup>-3</sup> para o Superfosfato simples e a dose de 40 mg dm<sup>-3</sup> para o Biofós apresentaram maior eficiência na produção de matéria seca.

Matos et al., (2006) ao estudarem as formas de fósforo no solo em sistemas de milho exclusivo e consorciado com feijão sob adubação orgânica (composto orgânico) e mineral, verificaram que a adubação orgânica acarretou aumento nas formas mais lábeis de fósforo favorecendo sua disponibilidade para as plantas. Com relação à produção de milho, Oliveira et al,

(2004), verificaram que a quantidade exigida para a obtenção da produção máxima de matéria seca de milho, apresentou-se maior, com o menor tempo de maturação do composto orgânico.

Os resultados referentes ao desenvolvimento da planta encontram-se na Figura 03. Verificou-se que a altura do milho apresentou aumento em função das doses de fósforo, independente do adubo fosfatado utilizado. O adubo organomineral apresentou eficiência equivalente ao Superfosfato Simples, reafirmando que sistemas de manejo que promovem adição de matéria orgânica ao solo contribuem para a disponibilidade do fósforo as plantas.



**FIGURA 03** - Altura de planta em função dos tratamentos aplicados

Maior rendimento no crescimento das plantas foi verificado nas doses 80 mg dm<sup>-3</sup> de Superfosfato Simples e 120 mg dm<sup>-3</sup> de Biofós. Não houve diferença estatística entre as doses de 20 mg dm<sup>-3</sup> de Biofós quando comparada às doses de 120 mg dm<sup>-3</sup> de Superfosfato Simples, indicando novamente que sistemas de manejo que promovem adição de matéria orgânica ao solo contribuem para elevar a disponibilidade do fósforo a cultura, uma vez que carregadores orgânicos possuem a capacidade de melhorar a solubilidade dos compostos, disponibilizando mais rapidamente o fósforo, comparado com a sua aplicação sem a associação com fontes orgânicas.

De acordo com Alleoni e Beauclair (1995), a matéria orgânica aumenta a capacidade de retenção de água, reduz a densidade aparente do solo e eleva a porosidade total do solo, forma agregados capazes de reduzir a erosão, aumenta a capacidade de absorção do solo e a capacidade de troca catiônica, além de favorecer a atividade microbiológica e adição de novos

microorganismos, diversificando a flora e a microflora do solo. Tudo isso reagindo no solo forma húmus, que proporciona um excelente ambiente radicular, mesmo em solos mais pobres, o que aumenta a absorção de nutrientes pelas plantas.

**CONCLUSÃO**

O adubo organomineral mostrou-se como uma alternativa orgânica viável para substituição total ou parcial da adubação mineral convencional.

**REFERÊNCIAS**

ALLEONI, L. R. F.; BEAUCLAIR, E. G. F. Cana-de-açúcar cultivada após milho e amendoim, com diferentes doses de adubo. **Science Agrícola**, Piracicaba, v. 52, n. 3, p. 409-415, 1995.

ALVES, W. A. et al. Manejo da água disponível no solo e adubação fosfatada: efeito sobre a cultura do milho. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 6, n. 2, p. 247-251. 2002.

COUTINHO, E. L. M. et al. Avaliação da eficiência agrônômica de fertilizantes fosfatados para a cultura do milho. **Científica**, São Paulo, v. 19, n. 2, p. 93-104, 1991.

GOMES, J. A. et al. Adubação orgânica e mineral, produtividade de milho e características físicas e químicas de um Argissolo vermelho amarelo. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 27, n. 03, p. 521-529, 2005.

LOBATO, E. Adubação Fosfatada em Solos da Região Centro Oeste. In: OLIVEIRA, A. J.; LOURENÇO, W. J. (eds.). **Adubação Fosfatada no Brasil**. Brasília: Embrapa, 1982. p. 201-390.

LUCENA, L. F. C. e tal. Respostas do milho a diferentes níveis de nitrogênio e fósforo aplicados ao solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 4, n. 3, p. 334-337, 2000.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Ceres, 2006. 638 p.

MATOS, E. S. R. Formas de fósforo no solo em sistemas de milho exclusivo e consorciado com feijão sob adubação orgânica e mineral. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 30, p. 625-632, 2006.

MENGEL, K.; KIRKBY, E. A. **Principles of plant nutrition**. 4.ed. Berne: International Potash Institute, 1987. 687 p.

MIRANDA, L. T. Adubação do Milho - Ensaio com diversos fosfatos. **Bragantia**, Campinas, v. 29, p. 301-308, 1970.

<http://dx.doi.org/10.1590/S0006-87051970000100028>

NOVAIS, R. F. et al. **Fertilidade do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. 1017 p.

OLIVEIRA, F. A., SILVA, J. J. S.; CAMPOS, T. G. S. Evapotranspiração de desenvolvimento radicular do milho irrigado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 12, p. 1407-1415, 1993.

OLIVEIRA, R. F.; TEIXEIRA, L. B.; JUNIOR, J. F.; JUNIOR, L. S. C.; GERMANO, V. L. C. et al. **Efeito do composto orgânico em diferentes estádios de maturação na produção de matéria seca do milho**. Boletim Técnico, Belém, 2004.

PRADO, R. M. A. A calagem e as propriedades físicas de solos tropicais: Revisão de literatura. **Revista Biociência**, Taubaté, v. 9, n. 3, p. 7-16, 2003.

RAIJ, B et al. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Instituto Agronômico, 2001. 284 p.

SANTOS, D. H. **Adubação da cana-de-açúcar com torta de filtro enriquecida com fosfato solúvel**. 2009. 35 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade do Oeste Paulista – Unoeste. Presidente Prudente – SP.

VASCONCELLOS, C. A. Níveis, métodos de aplicação e fontes de fosfatos na produção de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 21, p. 245-54, 1986.

WETZEL, M. Efeito da adubação em solos de cerrado sobre a qualidade da semente de milho. I. Fósforo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES. Curitiba, 1979. **Anais...** Curitiba, ABRATES, 1979. p. 23.