



IV SIMPÓSIO ABC

ARGENTINA-BRASIL-CUBA

Sistemas de Produção e Sustentabilidade Agrícola:
Experiências na Argentina, Brasil e Cuba

Realização



Apoio



EFICIÊNCIA DE FERTILIZANTES ORGANOMINERAIS FOSFATADOS NA PRODUÇÃO DE MASSA SECA E ACÚMULO DE FÓSFORO, MANGANÊS, ZINCO E COBRE EM PLANTAS DE MILHO

Efficiency of Phosphated Organomineral Fertilizers in the Production of Dry Pasta and Matching of Phosphor, Manganese, Zinc and Copper in Corn Plants

João Augusto Dourado LOIOLA¹; Ricardo de Castro DIAS²; Andreia Laurindo de Almeida GOMES¹; Raphaela Camara da FONSECA³; Everaldo ZONTA⁴ & Paulo César TEIXEIRA⁵

¹Estudante de graduação em Agronomia (UFRRJ). joaoaugustodourado@gmail.com; andreialaur12@gmail.com;

²Doutorando do Programa de Pós-graduação em Agronomia e Ciência do solo (UFRRJ). E-mail: ricardodiasrcd2@ufrj.br

³Estudante de graduação em Engenharia Agrícola e Ambiental (UFF). E-mail: raphaela_fonseca@id.uff.br

⁴Professor do Departamento de Solos (UFRRJ). ezonta@ufrj.br

⁵Pesquisador da Embrapa Solos (EMBRAPA). paulo.c.teixeira@embrapa.br

Resumo: Este trabalho teve por objetivo avaliar a eficiência de três fertilizantes organominerais comparativamente ao monoamônio fosfato (MAP), na produção de massa seca e acúmulo de P, Cu, Mn e Zn na parte aérea de plantas de milho. O estudo foi conduzido em casa de vegetação, com temperatura e umidade controlada. Foi utilizada uma amostra da camada de 0-20 cm de profundidade de um solo classificado como Planossolo Háptico, coletado no município de Seropédica-RJ. A amostra de solo foi incubada com calcário até a estabilização do pH no valor de 6,5. As unidades experimentais foram constituídas de vasos plásticos contendo 2 dm³ do solo. O delineamento foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 4 x 4 + 1, com três repetições, sendo quatro fontes de fertilizantes fosfatados, (fertilizantes organominerais a base de composto de resíduos de hortaliça (FOM-CH), composto suíno (FOM-CS), farinha de ossos de bovinos (FOM-FO) e fertilizante mono amônio fosfato (MAP), quatro doses crescentes de Fósforo (50, 100, 200 e 300 mg dm⁻³ de P) e um tratamento adicional, sem P, perfazendo um total de 17 tratamentos e 51 unidades experimentais. O FOM-FO apresentou maior eficiência na produção de massa seca quando comparado ao MAP, os fertilizantes avaliados não diferiram entre si no acúmulo de fósforo da parte aérea de plantas de milho, o FOM-CH proporcionou maiores acúmulos de Zn quando comparado ao MAP e ao FOM-CS.

Palavras-chave: Fertilidade do solo, *Zea mays* L, adubação fosfatada.

Abstract: The objective of this work was to evaluate the efficiency of three organic mineral fertilizers compared to mono ammonium phosphate (MAP), in relation to the production of dry mass and accumulation of P, Cu, Mn and Zn in the shoots. The study was conducted in a greenhouse, with temperature and relative humidity controlled. We used a sample from 0 to 20 cm depth of a soil classified as Planossolo, collected in the city of Seropédica-RJ. A soil sample was incubated with limestone until pH stabilization (pH = 6.5). The experimental units consisted of plastic pots containing 2 dm³ of soil. The experimental design was in randomized blocks, in a 4 x 4 + 1 factorial scheme, with three replications, four sources of phosphate fertilizers (mono ammonium phosphate fertilizer (MAP) and three organomineral fertilizers whose organic fraction was composed of vegetable waste (FOM). (CH), porcine



IV SIMPÓSIO ABC

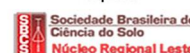
ARGENTINA-BRASIL-CUBA

Sistemas de Produção e Sustentabilidade Agrícola:
Experiências na Argentina, Brasil e Cuba

Realização



Apoio



compound (FOM-CS) and bovine bone meal (FOM-FO)), four increasing doses of P (50, 100, 200 and 300 mg P dm⁻³) and one additional treatment without P, totaling 17 treatments and 51 experimental units. FOM-FO presented higher efficiency in dry mass production when compared to MAP. Fertilizers that did not differ from each other and no phosphorus factor of the aerial part of maize plants, or FOM-CH provided higher Zn moisture volumes when used in MAP and FOM-CS.

Keywords: Soil fertility, *Zea mays* L, phosphate fertilizer,

Introdução

Na maioria dos solos agrícolas no Brasil, faz-se necessária a correção e manutenção da fertilidade do solo já que os mesmos, em grande parte, são originalmente ácidos e pobres em fósforo (SANTOS, 2018). Assim, o uso de fertilizantes fosfatados é fundamental para a obtenção de produtividades satisfatórias. A principal fonte de P para a agricultura é a rocha sedimentar que contém o mineral apatita. A rocha fosfórica é tratada com ácido fosfórico para produzir superfosfato triplo, ácido sulfúrico para produzir superfosfato simples ou com amônia anidra para produzir os fertilizantes à base de fosfato de amônio (ZIMDAHL, 2015). Como as reservas minerais são recursos não renováveis, se faz necessária o emprego de fontes alternativas de P, assim como buscar maior eficiência de uso do nutriente.

O descarte inadequado de resíduos agroindustriais ocasiona grandes perdas de biomassa e nutrientes, que poderiam ser utilizados na produção de energia e na ciclagem de nutrientes. A produção média de resíduos por animais como aves de corte, suínos e bovinos está em torno de 4,2 milhões de toneladas, representando 31% do consumo anual de N, P₂O₅, K₂O (CRUZ, PEREIRA e FIGUEIREDO, 2017). A produção de fertilizantes orgânicos e organominerais através da utilização desses resíduos agroindustriais condiciona agregação de valor e promove a reciclagem de algo que seria descartado, trazendo benefícios econômicos e ambientais à sociedade.

A legislação Brasileira classifica os Fertilizantes Organominerais (FOMs) como sendo todo e qualquer fertilizante oriundo da mistura entre um constituinte mineral com um material orgânico de origem vegetal, animal ou de resíduos agroindustriais, considerando que no seu processamento não seja utilizado elementos orgânicos sintéticos ou metais pesados tóxicos. A matéria orgânica contida nos FOMs tem a capacidade de competir com o P pelos sítios de adsorção desse elemento presentes na fração argila do solo, aumentando assim a disponibilidade de P para as plantas (CRUZ, PEREIRA e FIGUEIREDO, 2017).

Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência de fertilizantes organominerais fosfatados granulados, produzidos a partir de diferentes matrizes orgânicas, em solo com baixo teor de P disponível, na produção de massa seca, acúmulo de fósforo (P), Manganês (Mn), Zinco (Zn) e Cobre (Cu) em plantas de milho cultivadas em casa de vegetação.

Material e Métodos

O estudo da foi conduzido em casa de vegetação, localizada na área experimental do Departamento de Solos do Instituto de Agronomia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), campus de Seropédica-RJ, com temperatura e umidade controlada. Foi utilizada uma amostra da camada de 0-20 cm de profundidade de um solo, classificado como Planossolo Háplico coletado no município de Seropédica-RJ. As amostras foram secas ao ar,

em casa de vegetação e passadas em peneira de 4 mm, posteriormente incubadas com calcário para a correção do pH, seguindo metodologia proposta por Stafanato (2009), estabilizando em um valor de pH de 6,5. Após a estabilização do pH, foi realizada a caracterização química da terra conforme Teixeira et al. (2017). Os resultados são apresentados na

Tabela 1. As frações granulométricas foram determinadas, de acordo com Teixeira et al. (2017) : 780 g kg⁻¹ de areia; 50 g kg⁻¹ de silte e; 170 g kg⁻¹ de argila.

Tabela 1. Atributos químicos do Planossolo Háplico de textura arenosa.

Na	Ca	Mg	K	H + Al	Al	S	T	V	m	pH	M.O.	P
-----cmol _c dm ⁻³ -----						-----%-----					g dm ⁻³	mg dm ⁻³
0,0	2,8	2,0	0,03	1,2	0,0	4,8	6,0	80	0,0	6,5	11	14

O experimento foi implantado a partir de um delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 4 x 4 + 1, com três repetições, sendo quatro fontes de fertilizantes fosfatados, (fertilizantes organominerais a base de composto de resíduos de hortaliças (FOM-CH), composto suíno (FOM-CS), farinha de ossos de bovinos (FOM-FO) e fertilizante mono amônio fosfato (MAP), quatro doses de P (50, 100, 200 e 300 mg dm⁻³ de P) e um tratamento adicional sem adubação fosfatada, perfazendo um total de 17 tratamentos e 51 unidades experimentais. As unidades experimentais foram constituídas de vasos plásticos contendo 2 dm³ do solo. Os fertilizantes organominerais foram produzidos a partir da mistura das respectivas fontes orgânicas e MAP, enriquecidos com Cobre, Boro e Zinco.

A planta indicadora foi o milho híbrido AG1051, sendo semeadas 10 sementes de milho por unidade experimental. Os fertilizantes fosfatados granulados foram aplicados em sulco nas unidades experimentais. Oito dias após a emergência, foi feito o desbaste das plantas, deixando apenas duas plantas por vaso. Aos 26 dias após a semeadura, procedeu-se com a coleta da parte aérea das plantas de milho, realizando-se o corte na altura do colo. Depois de coletadas, o material vegetal foi alocado em sacos de papel e transferido para estufa de circulação forçada de ar a uma temperatura de 65° C, até atingir peso constante.

A massa seca foi determinada em balança de precisão e em seguida, as amostras foram moídas e armazenadas. Posteriormente foi feita a digestão das amostras, seguindo metodologia proposta por Tedesco (1995) para determinação dos teores de P, Mn, Zn e Cu.

A avaliação da normalidade da distribuição dos dados foi realizada através do teste de Kolmogorov-Smirnov. Em seguida, os dados foram submetidos à análise de variância. Quando significativas pelo teste F, as médias do fator qualitativo (fontes de P₂O₅) foram comparadas pelo teste de Tukey à 10%, e os dados do fator quantitativo (Doses de P) foram submetidos a análise de regressão. A significância dos coeficientes de determinação foi realizada através do teste F à 5%.

Resultados e Discussão

A Tabela 2 apresenta o resumo da análise de variância da produção de massa seca, dos acúmulos de Fósforo, Cobre, Zinco e manganês da parte aérea de plantas de milho em função da aplicação de doses de P na forma de diferentes fertilizantes fosfatados. Foi constatado que os fertilizantes e as doses diferiram na produção de MSPA. Foi constatada diferença

estatística entre as doses nos acúmulos de P, Cu, Zn e Mn, sendo que o acúmulo de Zn foi influenciado pelo fertilizante aplicado.

Tabela 2. Resumo da análise de variância da produção de massa seca (MSPA), dos acúmulos de fósforo (AP), cobre (ACu), zinco (AZn) e manganês (AMn) da parte aérea de plantas de milho cultivadas em Planossolo e adubadas com doses crescentes de diferentes fertilizantes fosfatados.

FV	GL	Quadrado médio				
		MSPA	AP	ACu	AZn	AMn
Bloco	2	6,98**	575,6**	0,0010**	0,02**	0,04**
Fertilizante (F)	3	2,27*	11,36 ^{ns}	0,0001 ^{ns}	0,01*	0,00 ^{ns}
Dose(D)	3	2,80*	594,62**	0,0009**	0,03**	0,04**
(F)x (D)	9	4,44 ^{ns}	11,88 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,01 ^{ns}
Resíduo	30	0,76	16,62 ^{ns}	0,000 ^{ns}	0	0,01
CV%		14,61	20,05	15,75	15,39	21,23

** = significativo a 0,01; * = significativo a 0,05; ^{ns} = não significativo a 0,05 de probabilidade pelo teste F.

O modelo de regressão que melhor se ajustou aos dados de produção de MSPA em função da aplicação de doses crescentes de FOM-CS, FOM-FO e MAP foi o quadrático, enquanto que para a produção de MSPA em função da aplicação de doses crescentes de CH foi o modelo linear (Figura 1). O teste de Tukey a 10 % de probabilidade indicou a superioridade do fertilizante FOM-FO em comparação ao MAP na produção de massa seca, enquanto que os demais fertilizantes não diferiram entre si. Os fertilizantes não diferiram no acúmulo de P da parte aérea. O modelo de regressão que melhor se ajustou aos dados de acúmulo de P pela parte aérea em função do aumento das doses de P foi o modelo quadrático (Figura 1).

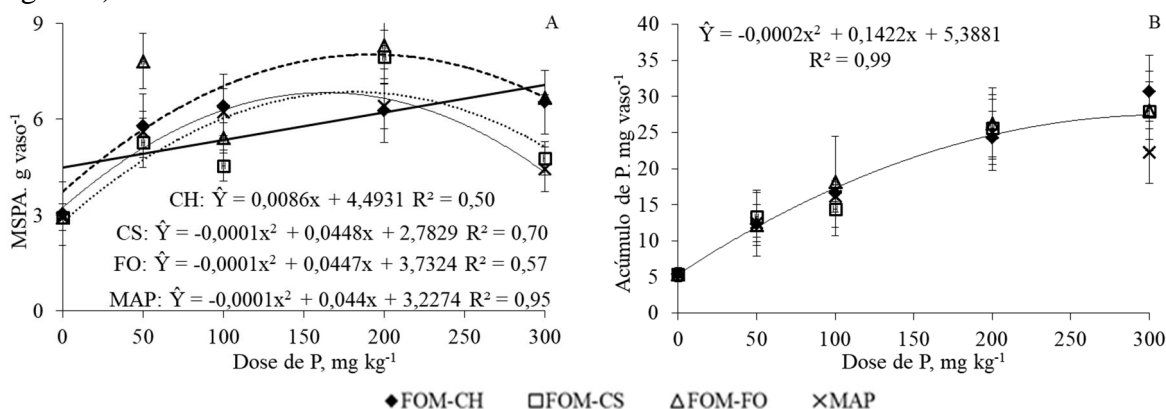


Figura 1. Produção de massa seca (MSPA) e acúmulo de P da parte aérea de plantas de milho, em função da aplicação de doses crescentes de P na forma de fertilizantes organominerais a base de composto de hortaliças (CH), composto suíno (CS), farinha de ossos (FO) ou fertilizante monoamônio fosfato (MAP).

Os principais componentes do tecido ósseo são os fosfatos de Ca, principalmente o fosfato de apatita biológica. Essas apatitas, quando comparadas às de origem geológica, são

caracterizadas por um menor tamanho do cristal, uma maior proporção de PO_4^{-3} substituído por CO_3^{-2} , e uma menor concentração de OH^- , que resultam em uma maior solubilidade (ZIMMER et al., 2018). Como não foi constatada diferença estatística entre os fertilizantes no acúmulo de P da parte aérea, o aumento na produção de MSPA não deve ser atribuído ao fornecimento de P promovido pelos fertilizantes. A maior produção de massa seca promovida pelo fertilizante organomineral a base de farinha de osso em relação ao MAP se justifica pelo maior aporte de Ca promovido pelo FOM-FO.

O modelo que melhor se ajustou aos dados de acúmulo de Cu foi o modelo quadrático, não havendo diferença estatística entre os fertilizantes (Figura 2). O fertilizante FOM-CH proporcionou maiores acúmulos de Zn em comparação aos fertilizantes MAP e FOM-CS. O acúmulo de Mn teve comportamento quadrático em função do aumento da dose de P, não havendo diferença estatística significativa entre os fertilizantes avaliados. bB

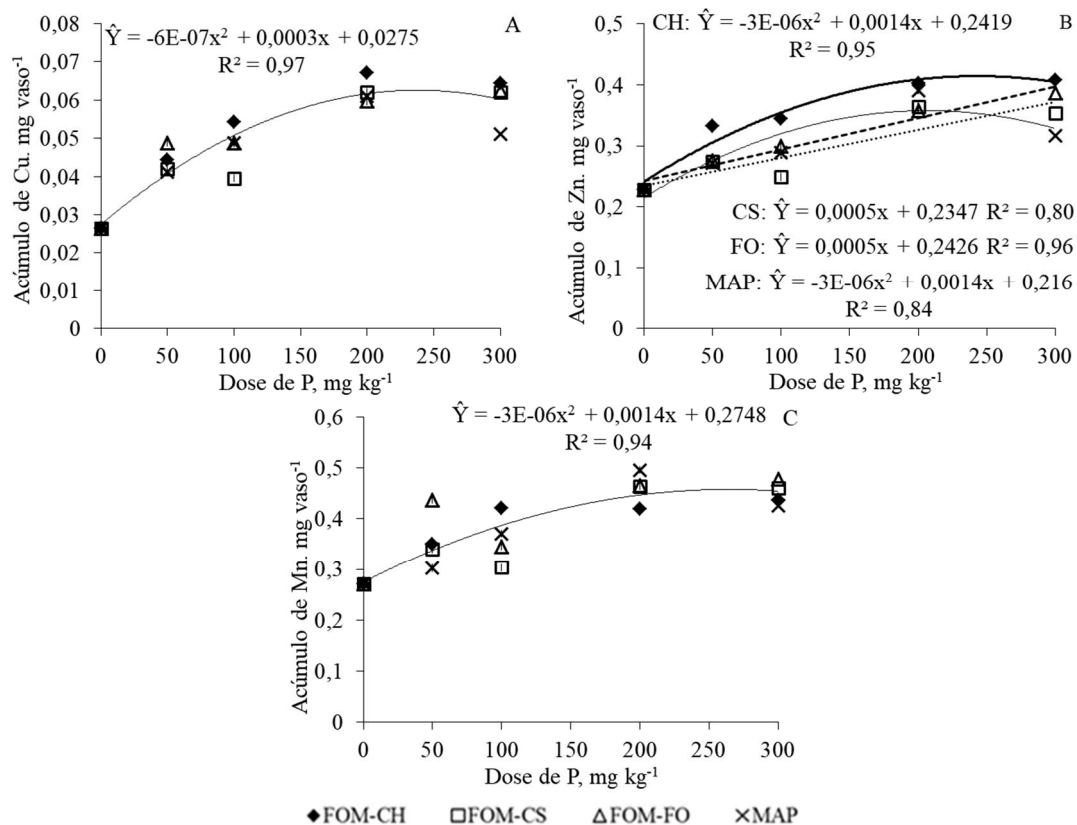


Figura 2. Acúmulo de Cu (A), Zn (B) e Mn (C) da parte aérea de plantas de milho, em função da aplicação de doses crescentes de P na forma de fertilizantes organominerais a base de composto de hortaliça (CH), composto suíno (CS), farinha de ossos (FO) ou fertilizante monoamônio fosfato (MAP).

Mesmo aplicando-se uma solução nutritiva contendo os micronutrientes essenciais antecedendo a semeadura, os acúmulos de Cu, Zn e Mn responderam ao aumento da dose de fertilizante aplicada. Os FOMs avaliados no presente trabalho são enriquecidos com Zn, Cu e B. Portanto, a aplicação de solução nutritiva antecedendo o cultivo pode ter minimizado a diferença entre os fertilizantes no acúmulo de micronutrientes da parte aérea.



IV SIMPÓSIO ABC

ARGENTINA-BRASIL-CUBA

Sistemas de Produção e Sustentabilidade Agrícola:
Experiências na Argentina, Brasil e Cuba

Realização



Apoio



Conclusões

O FOM-FO apresentou maior eficiência na produção de massa seca quando comparado ao MAP.

Os fertilizantes avaliados não diferiram entre si no acúmulo de fósforo da parte aérea de plantas de milho.

O FOM-CH proporcionou maiores acúmulos de Zn quando comparado ao MAP e ao FOM-CS.

Agradecimentos

À Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, ao Departamento de Solos, ao laboratório das Relações Solo-Planta, à Embrapa Solos e ao CNPq.

Referência Bibliográfica

BOOTH, W. C.; COLOMB, G. G.; WILLIAMS, J. M. A. **A arte da pesquisa**. Tradução de Henrique Rego Monteiro. 2. ed. São Paulo, SP: Martins Fontes, 2005.

CRUZ, A.C.; PEREIRA, F.S.; FIGUEIREDO, V.S. **Fertilizantes organominerais de resíduos do agronegócio: avaliação do potencial econômico brasileiro**. BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n.45, p.137-187, 2017.

FERREIRA, S.M.S.P.; TARGINO, M.G.(Org.). **Acessibilidade e visibilidade de revistas científicas eletrônicas**. São Paulo: Ed. Senac: Cengage Learning, 2010.

SANTOS, H. G., JACOMINE, P. K. T., DOS ANJOS, L. H. C., DE OLIVEIRA, V. A., LUMBRERAS, J. F., COELHO, M. R., CUNHA, T. J. F. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. **Embrapa Solos-Livro técnico (INFOTECA-E)**, 2018.

STAFANATO, J. B. **Aplicação de misturas granuladas NK e NS em cultivar de arroz (Oryza sativa)**. 2009, 67f. Dissertação (Mestrado em Agronomia-Ciência do Solo) ó Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica. 2009.

TEDESCO, M.J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S.J. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. 2.ed. Porto Alegre: Departamento de Solos. UFRGS. 174p. 1995. (Boletim Téc.).

TEIXEIRA, P.C.; DONAGEMMA, G.K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W.G. **Manual de Métodos de Análises de Solo**. Brasília: EMBRAPA, 2017. 573p.

ZIMDAHL, R.L. Chapter 5 ó Phosphorus. In: ZIMDAHL, R.L. (Ed.). Six chemicals that changed agriculture. **Academic Press**, 2015. p.73-88.

ZIMMER, Z.; KRUSE, J.; SIEBERS, N.; PATEN, K.; OELSCHLAGER, C.; WARKETIN, M.; HU, Y.; ZUIN, L.; LEINWEBER, P. Bone char vs. S-enriched bone char: Multi-method characterization of bone chars and their transformation in soil, **Science of the Total Environment**. v.643, p.145-156, 2018.