



Scientia Agraria

ISSN: 1519-1125

sciagr@ufpr.br

Universidade Federal do Paraná
Brasil

Almeida, Tiago; Pocojeski, Elisandra; Nunes Nesi, Cristiano; Pereira Machado de Oliveira, Jaqueline; Souza da Silva, Leandro
Eficiência de fertilizante fosfatado protegido na cultura do milho
Scientia Agraria, vol. 17, núm. 1, enero-marzo, 2016, pp. 29-35
Universidade Federal do Paraná
Curitiba, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=99548332004>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica
Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal
Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

Eficiência de fertilizante fosfatado protegido na cultura do milho

Efficiency of protected phosphate fertilizer in corn crop

Tiago Almeida¹; Elisandra Pocojeski^{2*}; Cristiano Nunes Nesi³; Jaqueline Pereira Machado de Oliveira⁴; Leandro Souza da Silva⁵

¹Mestrando PPGA; Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Pato Branco; tiagooo_almeida@hotmail.com

² Professora; Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Dois Vizinhos; e-mail: elisandrap@utfpr.edu.br

³ Professor; Universidade do Oeste de Santa Catarina, Xanxerê; e-mail: cristiano.nesi@unoesc.edu.br

⁴ Professora; Universidade do Oeste de Santa Catarina, Xanxerê, e-mail: jaqpmachado@gmail.com

⁵ Professor; Departamento de Solos, Universidade Federal de Santa Maria, e-mail: leandrosolos@ufsm.br

Artigo enviado em 03/04/2016, aceito em 02/08/2016 e publicado em 13/10/2016.

RESUMO - O objetivo do trabalho foi avaliar a eficiência do fertilizante fosfatado protegido (Top-Phos®) em relação ao superfosfato simples (SFS) na cultura do milho. O experimento foi desenvolvido em Galvão-SC, com a cultura do milho, na safra 2012/2013, em duas áreas distintas: Experimento 1 - com alto teor de P disponível, a qual recebeu os seguintes tratamentos: SFS, fertilizante fosfatado protegido e controle; e, Experimento 2 - com médio teor de fósforo disponível, cuja área foi subdividida em duas faixas, uma recebeu aplicação de corretivo para elevar o pH e a outra faixa manteve-se o pH original. Posteriormente, cada uma destas recebeu os mesmos tratamentos utilizados para o experimento 1. Os experimentos foram realizados em delineamento de blocos ao acaso, com quatro repetições. As avaliações realizadas foram produção de matéria verde e seca e produtividade de grãos. Para o experimento 1, houve diferença significativa entre os tratamentos para as variáveis massa de matéria seca e produtividade de grãos, com maiores produções com a aplicação do fertilizante fosfatado protegido. No experimento 2, não houve diferença significativa entre o SFS e o fosfato protegido, para massa de matéria seca, na área com correção de acidez e, para a produtividade de grãos, na área sem correção de acidez. O fertilizante fosfatado protegido se mostra eficiente, principalmente na produção de matéria seca e na produtividade de grãos da cultura do milho comparado ao SFS em solos de acidez corrigida e com médio e alto teor desse nutriente.

Palavras-chave: disponibilidade de fósforo; fontes de fósforo; produtividade de grãos.

ABSTRACT – The objective of the study was to evaluate the efficiency of a protected phosphate fertilizer (Top-Phos®) compared to single superphosphate (SSP) for the corn crop. The experiment was conducted in Galvão-SC, with corn at harvest 2012/2013 in two distinct areas: Experiment 1 - with high levels of available P in which received the following treatments: SSP, protected phosphate fertilizer and the witness; and Experiment 2 - containing medium available phosphorus, in which the area was divided into two tracks, one of which received the application of acidity corrective, and the other track remained with the original pH. Subsequently, each track received the same treatments used for experiment 1. The experiments were conducted in a randomized block design with four replications each. The evaluations were green and dry matter and grain yield. For the experiment 1, there was a significant difference between treatments for the variable dry matter and grain yield with highest production with the application of the protected phosphate fertilizer. In experiment 2, there was no significant difference between the SSP and the protected phosphate to dry matter, in the area with acidity correction and for grain yield in the area without acidity correction. The phosphate fertilizer protected is efficient, especially in the dry matter production and grain yield of maize compared to the SSP in corrected acidity of soils with medium and high levels of this nutrient.

Keywords: phosphorus availability; sources of phosphorus; grain yield.

INTRODUÇÃO

O fósforo (P) é um elemento de suma importância, participando de vários processos metabólicos nas plantas. Entretanto, a sua interação

com constituintes do solo, como alumínio (Al), ferro (Fe) e cálcio (Ca), aliada com a sua ocorrência em formas orgânicas e a sua lenta taxa de difusão na solução do solo o tornam menos disponível na rizosfera.

Os nutrientes nitrogênio(N), P e potássio (K) apresentam uma razão entre o influxo ótimo em raízes, baseado nos teores usuais em plantas jovens, adequadamente nutridas, que deveria ser de 1:0,1:1, respectivamente. Entretanto, na maior parte dos solos férteis, a razão entre os teores disponíveis de N, P e K na rizosfera é de 1:0,001:1 (GAHOONIA; NIELSEN, 2004), exigindo um mecanismo de absorção bastante eficiente, principalmente para o fósforo.

Em sistema de plantio direto há maior eficiência de aproveitamento do P pelas plantas, sendo atribuído ao menor contato entre fertilizante e partículas do solo, promovido pela ausência de revolvimento e à presença de resíduos vegetais sob a superfície do solo que favorece a retenção de umidade (ROSIM et al., 2012), o que melhora a taxa de difusão do fósforo até as raízes. Além disso, em solos de clima tropical, acredita-se que os ácidos orgânicos competem pelos sítios de adsorção de P, podendo aumentar a sua disponibilidade devido ao recobrimento dos óxidos de Fe e de Al (CAMÊLO et al., 2015). Vale ressaltar que, neste caso, a presença de matéria orgânica apenas reduz a adsorção de P. No entanto, essas reduções, mesmo que em pequenas proporções, podem aumentar a eficiência agrônômica dos fertilizantes fosfatados em solos altamente intemperizados e com isso possibilitar maior absorção de P pelas culturas.

Há anos os adubos fosfatados mais utilizados na agricultura brasileira são os fosfatos solúveis (acidulados) e os fosfatos naturais, e esse fato continua atualmente. No entanto, a escolha de uma fonte, normalmente, se baseia tanto na sua eficiência em suprir P para as plantas como na sua relação custo:benefício. Sabe-se que as fontes de elevada solubilidade apresentam maior eficiência em curto espaço de tempo, quando comparada aos fosfatos naturais. Entretanto, nos solos tropicais, com elevada capacidade de adsorção de P, o nutriente oriundo da fonte solúvel é rapidamente convertido a formas menos disponíveis reduzindo assim sua eficiência (LOURENZI et al., 2014).

Em vistas de solucionar este problema, pesquisas vêm sendo desenvolvidas há algum tempo com adubos revestidos (JAGADEESWARAN et al., 2005; GUARESCHI et al., 2011) e, recentemente, foi lançado no mercado um produto constituído de um fertilizante fosfatado protegido por meio do complexo CSP-PI, uma molécula orgânica presente no fertilizante que promoveria a proteção do elemento fósforo da fixação com o alumínio, o ferro e o cálcio, tornando este nutriente mais disponível e

aproveitável pelas plantas. Além disso, o complexo PNP-FT também presente no produto promoveria maior atividade biológica no solo, proporcionando às plantas um sistema radicular mais robusto e mais eficiente na absorção de água e nutrientes (AGROLINK, 2016).

Apesar das vantagens apontadas pelo fabricante do produto, são poucas as informações de pesquisa testando a eficiência do fertilizante protegido em relação aos demais fertilizantes fosfatados acidulados. Para isto, desenvolveu-se um trabalho com o objetivo de avaliar a eficiência de utilização do fertilizante protegido em relação ao superfosfato simples em áreas que apresentavam diferentes teores de fósforo e nível de acidez.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido no município de Galvão - SC, sob as coordenadas de latitude e longitude 26°28'12.85"S, 52°38'34.80" O, na safra de verão 2012/2013. O local está sob uma área com o sistema de plantio direto consolidado há cinco anos, sendo o solo classificado como Latossolo Vermelho (EMBRAPA, 2013). O clima da região é classificado como Cfb (ALVARES et al., 2013). Foram selecionadas duas áreas nas quais foram realizadas as coletas de solo, seguindo-se os critérios descritos no Manual de Recomendação de Adubação e Calagem (CQFS RS/SC, 2004). O solo da área 1 e 2 apresentaram os seguintes resultados para análise química, respectivamente: pH_{CaCl2} = 5,0 e 4,2; matéria orgânica = 35,67 e 16,46 g kg⁻¹; P (Mehlich-1) = 11,2 e 3,5 mg dm⁻³; K (Mehlich-1) = 0,51 e 0,34 cmol_c dm⁻³; Ca = 5,99 e 2,69 cmol_c dm⁻³; Mg = 3,12 e 1,68 cmol_c dm⁻³; saturação por bases = 59 e 32%; saturação por alumínio = 1,54 e 37,37%; argila = 420 e 440 g kg⁻¹.

Para o experimento 1 foram avaliados três tratamentos: aplicação de fertilizante fosfatado acidulado tradicional (SFS); fertilizante fosfatado protegido e controle (sem aplicação de fertilizante). Os produtos comerciais utilizados apresentaram as seguintes composições: fertilizante fosfatado protegido marca comercial Top-Phos®: 0,1% de N; 22% de P₂O₅ solúvel em ácido cítrico; 28% de P₂O₅ total; 18% de P₂O₅ solúvel em água; 17% de Ca e 5% de S; e o superfosfato simples (SFS): 18% de P₂O₅ CNA + água; 13,5% de Ca; 10% de S. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com 4 repetições, sendo que cada parcela foi composta de uma área útil de 25m² (5 x 5m).

No experimento 2 a área foi dividida inicialmente em duas faixas, sendo que a primeira recebeu aplicação de calcário para correção da acidez, para atingir a saturação por bases de 70% (equivalente a aproximadamente pHH_2O 5,75) e a segunda faixa não recebeu aplicação de calcário, mantendo suas características iniciais. Utilizou-se o calcário calcítico com PRNT 85%. A correção do pH, com a adição de calcário, em superfície, foi realizada com antecedência de dois meses à aplicação dos tratamentos. Após a divisão da área em faixas, utilizaram-se como tratamentos o SFS, fertilizante fosfatado protegido e a parcela controle. Cada parcela era composta de uma área útil de 25m^2 ($5 \times 5\text{m}$), sendo assim duas faixas com quatro blocos e três tratamentos.

Para ambos os experimentos, a dose a ser adicionada de calcário ou de fertilizante fosfatado foi calculada a partir dos resultados obtidos na análise de solo e de acordo com as recomendações para a cultura (CQFS RS/SC, 2004). A dose de calcário utilizada foi de 5 ton ha^{-1} . O cálculo para a dose de fósforo foi realizado para a correção total da área, considerando-se o teor de P_2O_5 , com aplicação de 175 kg ha^{-1} , no momento da semeadura da cultura do milho, no sulco em profundidade. O manejo da cultura foi realizado de acordo com as recomendações técnicas da cultura do milho (WORDELL; ELIAS, 2010).

No dia 19/08/2012, a cultura da aveia preta (*Avena strigosa*) que se encontrava na área experimental foi dessecada, utilizando-se o herbicida Glyfosate® na dose de $2,0\text{ L ha}^{-1}$. A cultura do milho foi implantada no dia 02/10/2012, utilizando-se a cultivar 7B28 (híbrido simples) da Syngenta, na população de $75.000\text{ plantas ha}^{-1}$, com espaçamento de 70 cm entre linhas. A aplicação de nitrogênio em cobertura foi realizada no dia 25/11/2012 na dose de 200 kg N ha^{-1} , na forma de ureia. Aproximadamente 20 dias após a semeadura do milho foi realizada a aplicação de potássio a lanço, utilizando-se KCl, na dose de $135\text{ kg K}_2\text{O ha}^{-1}$, para área experimental 1, e na dose de $175\text{ kg K}_2\text{O ha}^{-1}$ na área experimental 2. Para adequar as doses de N, P e K considerou-se a análise de solo e também uma perspectiva de produção de 10.000 kg ha^{-1} .

O controle das plantas daninhas foi realizado do dia 05/11/2012, utilizando-se herbicidas seletivos com os ingredientes ativos Tembotriona e

Atrazine, nas doses recomendadas pelos fabricantes de 240 mL ha^{-1} e 4 L ha^{-1} , respectivamente.

A coleta de plantas para avaliação da massa de matéria verde da parte aérea foi realizada no dia 07/01/2013, quando a cultura encontrava-se no estágio R4, utilizando-se 1 metro linear contínuo de plantas, em cada parcela, as quais foram imediatamente pesadas. Posteriormente, as plantas foram colocadas para secar em estufa, a $60\text{ }^\circ\text{C}$, até peso constante, determinando-se a massa de matéria seca da parte aérea da cultura do milho. Ao final do experimento foi realizada a colheita de grãos, para determinação da produtividade, utilizando-se uma área útil de 3 m^2 por parcela. As espigas foram coletadas manualmente e posteriormente trilhadas, determinando-se as impurezas e corrigindo-se a umidade dos grãos para 13%. Os resultados foram expressos em kg ha^{-1} .

Os resultados de massa de matéria verde, massa de matéria seca e produtividade de grãos, de cada experimento, foram submetidos à análise de variância, e, quando significativos, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Todas as análises foram realizadas utilizando-se o programa R, versão 2.13.2 (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Experimento 1 – área com alto teor de P disponível

A massa de matéria verde produzida nos tratamentos com fertilizante fosfatado protegido, o SFS e o controle não foi significativamente diferente (Tabela 1). Isto pode ter acontecido devido ao elevado coeficiente de variação obtido para esta avaliação ($>15\%$), que acabou mascarando a possibilidade de se obter diferença significativa entre os tratamentos. Além disso, as diferenças são maiores em estudos que comparam distintas fontes de fosfatos realizados em solos com teores de P considerados baixos e/ou médios, favorecendo as respostas à aplicação destas fontes (VALDERRAMA et al., 2011), condição diferente da existente no presente estudo, onde a concentração inicial de P é classificada como alta, o que pode ter promovido pequena resposta das fontes de P nesta variável.

Tabela 1. Médias das variáveis de massa de matéria verde, massa de matéria seca e produtividade de grãos de milho. Anos 2012/2013. Galvão - SC.

Table 1. Means of the variables of green matter, dry matter and maize grains. Years 2012/2013. Galvão - SC.

Tratamentos	Matéria Verde	Matéria Seca	Produtividade
	----- kg ha ⁻¹ -----		
P protegido	85.531 ns	18.522 a	11.325 a
SFS ¹	76.538	16.661 b	10.032 b
Controle	75.686	14.952 c	8.510 c
Teste F	1,0	52,9*	32,1*
CV (%)	15,0	3,28	5,59

¹ SFS= superfosfato simples; ns= não significativo. *Médias seguidas por letras distintas, na coluna, diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5%.

Já para os resultados obtidos na produção de massa de matéria seca e produtividade de grãos ocorreu diferença significativa, havendo melhores resultados com a aplicação do fertilizante protegido, quando comparado aos demais tratamentos. Este fato pode ser justificado pela presença do Complexo CSP-PI, existente no fertilizante fosfatado protegido, que evita a complexação do fósforo pelos óxidos e hidróxidos de ferro e de alumínio do solo e o torna disponível por mais tempo no solo para absorção pelas plantas. Segundo Figueiredo et al. (2012), o uso de fósforo polimerizado vem sendo apresentado como uma nova opção para a redução da adsorção de P pelos colóides do solo.

De acordo com Silva et al. (2012), uma característica desejada nesses fertilizantes é que apresentem um comportamento diferente das fontes solúveis convencionais, ou seja, que o revestimento provoque uma disponibilização gradativa e não uma liberação total de P. Isto pode ser observado no presente estudo, onde a fonte com fosfato protegido promoveu maior produtividade de grãos e MS de milho, liberando o nutriente de forma gradual, conforme a necessidade da cultura. Esta eficiência do

polímero pode estar relacionada com a sua rápida degradação, favorecida pelas condições climáticas da região, onde elevadas temperaturas e solos muito argilosos, retêm umidade e consequentemente não disponibilizam esse elemento de forma gradual (GAZOLA et al., 2013).

Experimento 2 – área com médio teor de P com e sem correção da acidez

Com relação ao experimento 2, não houve diferença significativa entre o fertilizante SFS e o fosfatado protegido, na produção de massa de matéria seca na área com aplicação de calcário e para a produtividade de grãos na área sem aplicação de calcário (Tabela 2). Esperava-se que os resultados com uso do fertilizante protegido fossem superiores ao SFS na área sem correção da acidez, pois, sua indicação de utilização é para solos ácidos, em função de sua molécula orgânica que protege da fixação do P com Fe e Al, sendo esta a principal diferença do fertilizante em relação aos produtos convencionais encontrados no mercado.

Tabela 2. Médias das variáveis, massa de matéria verde, massa de matéria seca e produtividade de grãos de milho. Anos 2012/2013. Galvão - SC.

Table 2. Means of variables, green matter, dry matter and maize grains. Years 2012/2013. Galvão - SC.

Tratamentos	Matéria Verde	Matéria Seca	Produtividade
Com aplicação de calcário			
----- kg ha ⁻¹ -----			
P protegido	83.444 a	18.056 a	10.871 a
SFS ¹	75.676 b	17.222 a	9.982 b
Controle	66.254 c	14.681 b	8.865 c
Teste F	35,4*	57,9*	126,1*
CV%	3,85	2,77	1,81
Sem aplicação de calcário			
----- kg ha ⁻¹ -----			
P protegido	82.898 a	17.704 a	10.575 a
SFS ¹	71.716 b	16.200 b	9.743 a
Controle	63.085 c	14.165 c	7.521 b
Teste F	76,8*	169,8*	14,4*
CV%	3,12	1,70	8,95

¹SFS= superfosfato simples; ns= não significativo. *Médias seguidas por letras distintas, na coluna, diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5%.

Vale ressaltar que a eficiência destes fertilizantes revestidos depende da solubilidade do polímero que reveste o grânulo, em relação à água. Essas taxas de liberação e de dissolução de fertilizantes solúveis em água dependem, dentre outros fatores, dos materiais de revestimento, conforme observado por Faria et al. (2014), quando compararam diferentes tipos de revestimento na volatilização da amônia na ureia, regulando assim, o processo de fornecimento dos nutrientes. Ademais, a espessura e a natureza química da resina de recobrimento as quantidades de microfissuras em sua superfície e o tamanho do grânulo do fertilizante determinam a taxa de liberação de nutrientes ao longo do tempo (GIRARDI et al., 2003).

Outro fator a ser considerado é que a acidez do solo é fator determinante na adsorção de P (CÓRREA et al., 2011), diminuindo a eficiência do mecanismo de proteção do P. Pode-se considerar que a acidez do solo também regula a disponibilidade de outros elementos importantes para a nutrição de plantas, influenciando na resposta ao P. Jagadeeswaran et al. (2005) relataram que, independentemente do pH do solo, um fertilizante fosfatado revestido com polímero proporcionou maior eficiência de utilização do fósforo pela cultura do açafrão, quando comparado com o MAP convencional.

Na área com correção de acidez, a produtividade de grãos foi superior no fertilizante protegido comparado ao SFS convencional.

Figueiredo et al. (2012) constataram efeito semelhante, na qual o MAP revestido com polímero promoveu melhor desempenho do milho, quanto à produtividade, produção de massa da matéria seca total e altura de planta, em comparação com o MAP convencional, nos níveis de saturação por bases de 40 e 50%. Com relação à produtividade e altura de plantas na cultura do trigo, Zhang et al. (2006) encontraram melhores resultados com o uso de adubos revestidos com diferentes polímeros, quando comparado com adubos convencionais.

Embora os resultados obtidos no presente trabalho sejam satisfatórios em algumas condições em que o fertilizante protegido foi testado, a indicação de utilização deste produto ao produtor requer uma avaliação mais ampla, tanto econômica como das condições ambientais. As condições edafoclimáticas podem favorecer a degradação dos polímeros que revestem seus grânulos em curto prazo e outras práticas agronômicas, como calagem, uso do plantio direto e a presença de matéria orgânica também são eficazes para reduzir o problema da elevada adsorção deste nutriente no solo e podem afetar a resposta do fertilizante.

CONCLUSÃO

O fertilizante fosfatado protegido se mostra eficiente, principalmente na produção de massa de matéria seca e na produtividade de grãos da cultura do milho comparado ao superfosfato simples em solos de acidez corrigida e com médio e alto teor desse nutriente.

REFERÊNCIAS

- AGROLINK - Portal do conteúdo agropecuário, 2016. Disponível em: <http://www.agrolink.com.br/culturas/milho/NoticiaDetalhe.aspx?codNoticia=117560>. Acessado em 04.04.2014.
- ALVARES C. A., STAPE J. L.; SENTELHAS P. C., GONÇALVES J. L. M., SPAROVEK G. Köpen's climate classification map for Brazil. Meteorologische Zeitschrift, v.22, p.711-728, 2013.
- CAMÊLO D. L., KER J. C., NOVAIS R. F., CORRÊA M. M., LIMA V. C. Sequential extraction of phosphorus by Mehlich-1 and ion exchange resin from B Horizons of Ferric and Perferic Latosols (Oxisols). Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.39, p.1058-1067, 2015.
- COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO. Manual de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. 10. ed. Porto Alegre: SBCS - Núcleo Regional Sul. 2004, 400 p.
- CORRÊA R. M., NASCIMENTO C. W. A.; ROCHA A. T. Adsorção de fósforo em dez solos do Estado de Pernambuco e suas relações com parâmetros físicos e químicos. Acta Scientiarum. Agronomy, v.33, p.153-159, 2011.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 3.ed. Brasília. 2013, 353p.
- FARIA L. A., NASCIMENTO C. A. C.; VENTURA B. P., FLORIM G. P., LUZ P. H. C., VITTI G. C. Hygroscopicity and ammonia volatilization losses from nitrogen sources in coated urea. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.38, p.942-948, 2014.
- FIGUEIREDO C. C., BARBOSA D. V., OLIVEIRA A. S., FAGIOLI M., SATO J. H. Adubo fosfatado revestido com polímero e calagem na produção e parâmetros morfológicos de milho. Revista Ciência Agronômica, v.43, p.446-452, 2012.
- GAHOONIA T. S., NIELSEN N. E. Root traits as tools for creating phosphorus efficient crop varieties. Plant Soil, v.260, p.47-57, 2004.
- GAZOLA R. N., BUZETTI S., DINALLI R. P., TEIXEIRA FILHO M. C. M., CELESTRINO T. S. Efeito residual da aplicação de fosfato monoamônio revestido por diferentes polímeros na cultura de milho. Revista Ceres, v.60, p.876-884, 2013.
- GIRARDI E. A., MOURÃO FILHO F. A. A. Emprego de fertilizantes de liberação lenta na formação de pomares de citros. Revista Laranja, v.24, p.507-518, 2003.
- GUARESCHI R. F., GAZOLLA P. R., PERIN A., SANTINI J. M. K. Adubação antecipada na cultura da soja com superfosfato triplo e cloreto de potássio revestidos por polímeros. Ciências Agrotécnicas, v.35, n.4, p.643-648, 2011.
- JAGADEESWARAN R., MURUGAPPAN V., GOVINDASWAMY M. Effect of slow release NPK fertilizer sources on the nutrient use efficiency in turmeric (*Curcuma longa* L.). World Journal of Agricultural Sciences, v.1, p.65-69, 2005.
- LOURENZI C. R., CERETTA C. A., CERINI J. B., FERREIRA P. A. A., LORENSINI F., GIROTTO E., TIECHER T. L., SCHAPANSKI D. E., BRUNETTO, G. Available content, surface runoff and leaching of phosphorus forms in a typic Hapludalf treated with organic and mineral nutrient sources. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.38, p.544-556, 2014.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM. R: a language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, ISBN 3-900051-07-0, 2011. URL <http://www.R-project.org/>.
- ROSIM D. C., MARIA I. C.; SILVA R. L., SILVA A. P. Compactação de um Latossolo Vermelho Distroférico com diferentes quantidades e manejos de palha em superfície. Bragantia, v.71, n.4, p.502-508, 2012.

SILVA A. A., SILVA T. S., VASCONCELOS A. C. P., LANA R. M. Q. Influência da aplicação de diferentes fontes de MAP revestido com polímeros de liberação gradual na cultura do milho. Bioscience Journal, v.28, p.240-250, 2012.

VALDERRAMA M., BUZETTI S., BENETT C. G. S., ANDREOTTI M., TEIXEIRA FILHO M. C. M. Fontes e doses de NPK em milho irrigado sob

plântio direto. Pesquisa Agropecuária Tropical, v.41, p.254-263, 2011.

WORDELL FILHO J. A., ELIAS H. T. A cultura do milho em Santa Catarina. Florianópolis: Epagri, 2010. 207-272p.

ZHANG F., WANG R., XIAO Q., WANG Y., ZHANG J. Effects of slow/controlled-release fertilizer cemented and coated by nano-materials on biology. Nanoscience, v.11, n.1, p.18-26, 2006