



# Monoamônio fosfato revestido com polímero na cultura do girassol

Monoammonium phosphate coated with polymer in sunflower crop

R. P. da Costa<sup>1</sup>; C. E. Pereira<sup>\*2</sup>; A. L. P. Kikuti<sup>3</sup>; H. Kikuti<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Unidade Universitária de Cassilândia, Universidade Estadual do Mato Grosso do Sul, 79540-000, Cassilândia-MS, Brasil

<sup>2</sup>Centro de Formação em Ciências Agroflorestais, Universidade Federal do Sul da Bahia, 45604-811, Ilhéus-BA, Brasil

<sup>3</sup>Campus Uberlândia, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro, 38400-970, Uberlândia-MG, Brasil

<sup>4</sup>Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Uberlândia, 38410-337, Uberlândia-MG, Brasil

\*cepereira.ufsb@gmail.com

(Recebido em 07 de abril de 2022; aceite em 29 de junho de 2022)

O uso de polímeros para o revestimento de fertilizantes fosfatados possibilita uma liberação mais lenta dos nutrientes e, com isso, reduz sua suscetibilidade aos processos de imobilização no solo. Assim, objetivou-se avaliar quatro variedades de girassol submetidas a adubação com fontes de fósforo com e sem polímeros no cerrado brasileiro. A pesquisa foi realizada em condições de campo em uma área de 887 m<sup>2</sup>, localizada no município de Cassilândia (MS), com predominância de verão chuvoso e inverno seco. O delineamento experimental utilizado foi blocos casualizados em esquema fatorial 4x2, envolvendo 4 variedades de girassol (Embrapa 122, IAC Iarama, IAC Uruguai e Catissol 01) e 2 fontes de fósforo (superfosfato triplo sem polímeros e monoamônio fosfato com polímeros), com 4 repetições. A unidade experimental (parcela) foi constituída por 4 fileiras de plantas de 5 m de comprimento, espaçadas de 0,70 m entre fileiras, com uma população de 50 mil plantas por hectare. Foram realizadas as avaliações de número de folhas fotossinteticamente ativas, altura de plantas e diâmetro de caule, o diâmetro e número de capítulos, a massa de 1000 aquênios, e a produtividade de grãos. O uso de polímeros na formulação do fertilizante monoamônio fosfato apresenta potencial para uso na cultura do girassol. A resposta da planta de girassol à adubação com monoamônio fosfato revestido depende da cultivar utilizada.

Palavras-chave: *Helianthus annuus* L., fontes de fósforo, fertilizante de liberação lenta.

The use of polymers for the coating of phosphate fertilizers allows for a slower release of nutrients and, therefore, reduces their susceptibility to immobilization processes in the soil. Thus, the objective was to evaluate four sunflower varieties submitted to fertilization with phosphorus with and without polymer coatings in the Brazilian Cerrado. The research was carried out under field conditions in the municipality of Cassilândia (MS), with rainy summers and dry winters. The experimental design used was randomized blocks in a 4x2 factorial scheme, with 4 sunflower varieties (Embrapa 122, IAC Iarama, IAC Uruguay and Catissol 01) and 2 sources of phosphorus (supertriple phosphate without polymers and monoammonium phosphate with polymers), with 4 replications. The experimental unit (plot) consisted of 4 plants rows of 5 m long, spaced 0.70 m between rows, with a population of 50,000 plants per hectare. The variables evaluated were number of photosynthetically active leaves, height of plants and diameter of stem, diameter and number of head, mass of 1000 achenes and the productivity of grain. The use of polymers in the formulation of monoammonium phosphate fertilizer presents potential for use in sunflower crop. The sunflower plant response to fertilization with coated monoammonium phosphate depends on the cultivar used.

Keywords: *Helianthus annuus* L., sources of phosphorus, low liberation fertilizer.

## 1. INTRODUÇÃO

O girassol (*Helianthus annuus* L.) é uma cultura importante no cenário nacional já que apresenta ampla adaptação às diferentes condições climáticas brasileiras e associada à sua destacada resistência ao estresse hídrico, a qualidade do óleo comestível e seu potencial para a produção de biodiesel, apresenta-se como uma alternativa aos sistemas tradicionais de cultivo [1-3].

Nas principais regiões produtoras de grãos do Brasil, a possibilidade de cultivo do girassol durante o ano todo é possível em função da baixa sensibilidade fotoperiódica da planta, porém, cuidados devem ser destinados às limitações na disponibilidade de fósforo (P) no início do ciclo vegetativo, que podem resultar em restrições irreversíveis no desenvolvimento das plantas, mesmo com posterior aumento no suprimento de P para níveis adequados [4]. Neste sentido, tem-se observado respostas positivas da adubação fosfatada na cultura do girassol [5-7].

Em contrapartida, Furtini Neto et al. (2001) [8] afirmaram que ainda existem muitas dúvidas, sobre a eficiência da adubação fosfatada, principalmente, pela grande dificuldade de se avaliar adequadamente a disponibilidade do P no solo. A justificativa para essa dificuldade está ligada a baixa disponibilidade de P nos solos brasileiros e, a forte tendência do P aplicado ao solo formar compostos de baixa solubilidade [9, 10]. Assim, com o objetivo de compensar a fixação do P no solo, são recomendadas quantidades maiores que as exigidas para o crescimento das plantas.

Algumas pesquisas tem avaliado a eficiência do uso de fertilizantes fosfatados de liberação lenta [11-18] e da possibilidade de maior disponibilidade do adubo, justificada pela liberação gradual ao solo. Na agricultura, os polímeros tem sido utilizados no revestimento de fertilizantes permitindo uma liberação gradativa dos nutrientes de seu interior [12].

Entre os fertilizantes de liberação lenta, estão os fosfatados revestidos com polímeros, que poderiam reduzir as perdas de P, quando consideradas as reduções de adsorção do P pelos colóides do solo [11], reduzindo a formação de compostos estáveis, que ocorrem com o contato do fósforo com os óxidos de Fe e Al e a argila, e que podem diminuir a disponibilidade do P no solo [19]. Assim, a utilização de monoamônio fosfato (MAP) com polímero poderia possibilitar que a planta aproveitasse melhor o fósforo aplicado.

Assim, objetivou-se avaliar, em condições de campo, o desenvolvimento de quatro variedades de girassol em função de duas fontes de fósforo em Cassilândia (MS), no cerrado brasileiro.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na segunda safra de 2008 na Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), Unidade Universitária de Cassilândia-MS, na subárea de Fitotecnia (887,04 m<sup>2</sup>). A unidade está localizada à 19° 05' S de latitude e 51° 56' W de longitude, 471 m de altitude e, de acordo com a classificação climática de Köppen, apresenta Clima Tropical Chuvoso (Aw), com verão chuvoso e inverno seco.

O tipo de solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho Amarelo. Para a caracterização do solo foram coletadas amostras na camada de 0 a 20 cm de produtividade e realizadas as análises químicas, obtendo-se os seguintes resultados: pH água (1; 2,5): 4,62; P: 10,11 mg.dm<sup>-3</sup>; MO: 10,56 mg dm<sup>-3</sup>; K: 0,16 mg dm<sup>-3</sup>; Ca: 0,95 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Mg: 0,45 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Ca+Mg: 1,40 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Al: 0,09 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Al+H: 0,76 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; S: 1,56 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; T: 2,41 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; V: 64,1%; Ca/Mg: 2,11; Ca+Mg/K: 8,75; Fe: 30,76 mg dm<sup>-3</sup>; Mn: 99,84 mg dm<sup>-3</sup>; Zn: 0,70 mg dm<sup>-3</sup>; Cu: 0,71 mg dm<sup>-3</sup>; B: 0,18 mg dm<sup>-3</sup>; e granulométrica: areia: 860 g kg<sup>-1</sup>; silte: 40 g kg<sup>-1</sup> e argila: 100 g kg<sup>-1</sup>.

O delineamento experimental utilizado foi blocos casualizados em esquema fatorial 4x2, envolvendo 4 variedades de girassol (Embrapa 122, IAC Iarama, IAC Uruguai e Catissol 01) e 2 fontes de fósforo, sendo o superfosfato triplo sem polímeros – ST 45% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; e monoamônio fosfato com polímeros – MAP 50% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, com 4 repetições.

O polímero de revestimento do MAP utilizado na presente pesquisa é um produto orgânico e biodegradável formado por aminoácidos e ácidos orgânicos, não apresentando qualquer tipo de metal pesado ou contaminante, tem dissolução gradativa em contato com a água, e possui carbono orgânico recalcitrante de alta reatividade, que tende a se acumular no solo.

Cada parcela foi composta por 4 fileiras de plantas de 5 m de comprimento e espaçamento de 0,70 m entre fileiras, com uma população de 50 mil plantas por hectare. Foi realizado o preparo convencional do solo utilizando-se aração e gradagem.

As fontes de fósforo foram aplicadas nos sulcos, antes da semeadura, utilizando-se 35 kg ha<sup>-1</sup> de MAP e 40 kg ha<sup>-1</sup> de ST. Como o MAP apresenta 10% de nitrogênio, adicionalmente ao ST

foi adicionado N, na forma de ureia, necessário para balancear a quantidade de N. No momento da semeadura todas as parcelas receberam ainda o equivalente a 40 kg de N por ha<sup>-1</sup>, na forma de ureia.

A emergência das plântulas ocorreu aos 12 dias após a semeadura. Aos sete dias após a emergência das plântulas (DAE) foi realizado o desbaste de plantas para obtenção de populações de 50.000 plantas ha<sup>-1</sup>. A adubação de cobertura foi realizada manualmente 18 DAE, utilizando 40 kg de N ha<sup>-1</sup>, fonte ureia.

Foram realizadas capinas manuais aos 15 e 30 DAE para o controle de plantas invasoras.

Aos 64 dias após a semeadura foram avaliadas as seguintes características das plantas: número médio de folhas fotossinteticamente ativas (média de 5 plantas, considerando apenas as folhas verdes), altura média de plantas (média de 5 plantas, da superfície do solo até a inserção do capítulo) e diâmetro médio de caule (média de 5 caules, à 2 cm da superfície do solo).

Na colheita, aos 85 dias após a semeadura, foram avaliados o diâmetro médio de capítulos (média de 5 capítulos), o número de capítulos (total em 10 m), a massa de 1000 aquênios (média de 2 amostras), e produtividade (massa de aquênios em 10 m, transformada para t ha<sup>-1</sup>).

Os dados foram submetidos aos testes de Shapiro e Wilk (1965) e de Bartlett (1937) para verificação da normalidade e homogeneidade de variância, respectivamente. Em seguida, foi realizada a análise de variância por meio do pacote computacional SISVAR [20]. Quando detectados efeitos significativos ( $p \leq 0,05$ ), empregou-se o teste de Tukey, para comparação das médias das variedades, e o teste de F, para comparação das fontes de fósforo, ao nível de 5% de probabilidade.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificou-se efeito significativo das variedades de girassol para a altura de plantas, diâmetro do caule e produtividade, assim como efeito do adubo fosfatado para a altura de plantas, número de capítulos, massa de 1000 aquênios e produtividade. Foi observada ainda interação significativa de variedades x adubos para a altura de plantas e produtividade. Não houve efeito significativo para os demais parâmetros avaliados.

A altura de plantas apresentou uma média de 1,52 m, sendo dependente das variedades de girassol e da fonte de fósforo utilizada (Tabela 1).

*Tabela 1. Dados da altura média de plantas (m) de variedades de girassol em função dos adubos superfosfato triplo (ST) sem polímeros e monoamônio fosfato (MAP) com polímeros. Cassilândia (MS).*

Variedades	Adubos		Média
	ST	MAP	
<b>Embrapa 122</b>	1,30 cB	1,44 bA	1,37 c
<b>IAC Uruguai</b>	1,67 aB	1,81 aA	1,74 a
<b>Catissol 01</b>	1,50 abA	1,56 bA	1,53 b
<b>IAC Iarama</b>	1,42 bcA	1,47 bA	1,45 bc
<b>Média</b>	1,47 B	1,57 A	1,52

Médias seguidas pela mesma letra minúscula para variedades e maiúsculas para fertilizantes não diferem significativamente entre si pelos testes de Tukey e F, respectivamente, ao nível de 5% de probabilidade.

O fósforo é um elemento químico essencial para o crescimento e desenvolvimento das plantas, sendo constituinte de moléculas importantes no metabolismo e estrutura das células [21]. Como a maioria dos solos brasileiros tem baixa disponibilidade de fósforo, tem-se observado resposta positiva da cultura do girassol à adubação fosfatada [5-7]. No presente trabalho verificou-se que o MAP tratado com polímeros apresentou melhor desempenho que o ST sem polímeros em relação à altura média de plantas das variedades Embrapa 122 e IAC Uruguai. Esse resultado pode ser explicado provavelmente pela maior disponibilidade de fósforo no solo, onde o polímero possibilita que esse nutriente fique disponível na solução do

solo por meio de uma liberação gradativa, facilitando a absorção das plantas, o que os tornam mais eficientes.

Não houve diferença significativa na altura média das plantas das variedades Catissol 01 e IAC Iarama quando utilizado o ST sem polímeros ou MAP com polímeros (Tabela 1). Para o diâmetro médio de caule observou-se valor médio de 18,15 mm (Tabela 2), similares aos encontrados por Castiglioni et al. (1997) [22].

*Tabela 2. Diâmetro médio de caule (mm) de variedades de girassol em função dos adubos fosfatados superfosfato triplo (ST) sem polímeros e monoamônio fosfato (MAP) com polímeros. Cassilândia (MS).*

Variedades	Adubos		Média
	ST	MAP	
<b>Embrapa 122</b>	15,99 B	19,71 A	17,85 a
<b>IAC Uruguai</b>	17,32 A	18,64 A	17,98 a
<b>Catissol 01</b>	17,60 A	18,82 A	18,21 a
<b>IAC Iarama</b>	18,50 A	18,63 A	18,57 a
<b>Média</b>	17,35 B	18,95 A	18,15

Médias seguidas pela mesma letra maiúsculas nas linhas não diferem significativamente entre si pelo teste de F, ao nível de 5% de probabilidade.

O diâmetro médio de caule foi influenciado apenas pela fonte de fósforo. O fertilizante MAP tratado com polímeros proporcionou, em média, maior crescimento do diâmetro do caule em relação ao ST sem polímeros, de forma semelhante ao observado para a altura média das plantas. Também Figueiredo et al. (2012) [11] verificaram melhor desempenho das plantas de milho quando se utilizou o MAP com polímero, quando comparado ao fertilizante sem revestimento.

Para o número médio de capítulos houve efeito significativo para variedades de girassol utilizadas, sendo o menor valor obtido para a variedade Embrapa 122 (Tabela 3).

*Tabela 3. Dados de número médio de capítulos de variedades de girassol em função dos adubos superfosfato triplo (ST) sem polímeros e monoamônio fosfato (MAP) com polímeros. Cassilândia (MS).*

Variedades	Adubos		Média
	ST	MAP	
<b>Embrapa 122</b>	58,00	57,00	57,50 b
<b>IAC Uruguai</b>	71,00	72,00	71,50 a
<b>Catissol 01</b>	76,50	78,75	77,63 a
<b>IAC Iarama</b>	69,75	69,75	69,75 a
<b>Média</b>	68,81 A	69,38 A	69,095

Médias seguidas pela mesma letra minúscula para variedades e maiúsculas para fertilizantes não diferem significativamente entre si pelos testes de Tukey e F, respectivamente, ao nível de 5% de probabilidade.

A variabilidade genética das plantas, refere-se às características hereditárias de uma espécie vegetal ou cultivar, que apresenta diferença de crescimento ou produção em comparação com outra espécie ou cultivar, sob condições de ambiente ideais ou adversas [22, 23]. Pode-se assim explicar a diferença observada no número médio de capítulos entre as variedades estudadas devido a variação genética entre as plantas.

A massa de 1000 aquênios apresentou média de 45,30 gramas (Tabela 4), valor similar aos resultados obtidos por Castiglioni et al. (1994) [22], que afirmaram que a massa de 1000 aquênios pode variar de 30 a 60 g. Observa-se na Tabela 4 os efeitos significativos das variedades de girassol sendo que a cultivar Embrapa 122 apresentou massa de 1000 aquênios significativamente maior que a cultivar IAC Iarama. Também não foi observada diferença significativa entre as fontes de fósforo aplicadas.

Tabela 4. Dados de massa de mil aquênios (g) de variedades de girassol em função dos adubos superfosfato triplo (ST) sem polímeros e monoamônio fosfato (MAP) com polímeros. Cassilândia (MS).

Variedades	Adubos		Média
	ST	MAP	
<b>Embrapa 122</b>	48,43	55,63	52,03 a
<b>IAC Uruguai</b>	44,10	42,65	43,35 ab
<b>Catissol 01</b>	42,98	44,03	43,50 ab
<b>IAC Iarama</b>	40,45	44,23	42,34 b
<b>Média</b>	43,98 A	46,63 A	45,30

Médias seguidas pela mesma letra minúscula para variedades e maiúsculas para fertilizantes não diferem significativamente entre si pelos testes de Tukey e F, respectivamente, ao nível de 5% de probabilidade.

O baixo valor obtido na massa de 1000 aquênios pode ser explicado pela época de plantio, sendo que a variedade IAC Iarama é especialmente indicada para o plantio nas águas (safra normal) e foi cultivada na época de safrinha, além da diferença de ciclos entre as variedades.

Para a produtividade verificou-se efeito significativo para as variedades de girassol utilizadas, adubos e pela interação variedade x adubo. A produtividade média foi de 600 kg por ha<sup>-1</sup>. A aplicação do MAP com polímero propiciou uma maior produtividade da variedade Embrapa 122, enquanto para as demais variedades estudadas não houve diferença entre as duas fontes de fósforo (Tabela 5).

Tabela 5. Produtividade (kg ha<sup>-1</sup>) média de variedades de girassol em função dos adubos superfosfato triplo (ST) sem polímeros e monoamônio fosfato (MAP) com polímeros. Cassilândia (MS).

Variedades	Adubos		Média
	ST	MAP	
<b>Embrapa 122</b>	270 bB	860 aA	560 b
<b>IAC Uruguai</b>	410 bA	440 bA	420 b
<b>Catissol 01</b>	760 aA	880 aA	820 a
<b>IAC Iarama</b>	500 abA	720 abA	610 ab
<b>Média</b>	480 B	730 A	600

Médias seguidas pela mesma letra minúscula para variedades e maiúsculas para fertilizantes não diferem significativamente entre si pelos testes de Tukey e F, respectivamente, ao nível de 5% de probabilidade.

De modo semelhante, Souza et al. (2014) [15] observaram maior produtividade da cultura da soja quando se utilizou MAP revestido com polímeros. O MAP com polímeros pode ter liberado gradativamente o fósforo no início do desenvolvimento da cultura e nas fases de maior absorção do fertilizante pela planta. Rossi (1998) [24] afirmou que para a cultura do girassol, a absorção do fósforo é muito lenta no começo do desenvolvimento vegetativo, crescendo intensamente no período de formação do capítulo e na floração. Para Pena Neto (1981) [25] cerca de 60% a 70% do fósforo é absorvido nas fases de 30 a 80 dias após a emergência, portanto, dentro desse período de desenvolvimento da planta, o fósforo deve estar presente no solo em quantidades suficientes, e de forma solúvel, para que seja assimilado. Assim, possivelmente a formulação do MAP com uso de polímeros, possibilitou a liberação gradativa do fósforo, aumentando sua eficiência, facilitando a absorção, aumentando a solubilidade e diminuindo a adsorção de P no solo, e assim possibilitando maior disponibilidade de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> na solução do solo nos estágios de maior demanda da planta.

#### 4. CONCLUSÃO

O uso de polímeros na formulação do fertilizante monoamônio fosfato apresenta potencial para uso na cultura do girassol.

A resposta da planta de girassol à adubação com monoamônio fosfato revestido depende da cultivar utilizada.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Yokomizo E. O combustível do girassol. Curitiba (PR): CREA; 2003.
2. Porto WS, Carvalho CGP, Pinto RJB. Adaptabilidade e estabilidade como critérios para seleção de genótipos de girassol. *Pesq Agropec Bras.* 2007 Abr;42(4):491-9. doi: 10.1590/S0100-204X2007000400006
3. Backes RL, Souza AM, Balbinot Junior AA, Gallotti GJM, Bavaresco A. Desempenho de cultivares de girassol em duas épocas de plantio de safrinha no planalto norte Catarinense. *Sci Agrar.* 2008;9(1):41-8. doi: 10.5380/rsa.v9i1.10131
4. Grant CA, Platen DN, Tomaziewicz DJ, Sheppard SC. A importância do fósforo no desenvolvimento inicial da planta. *Inf Agron.* 2001;95:1-5.
5. Aguiar Neto P, Oliveira FA, Marques LF, Rodrigues AF, Santos FGB. Efeitos da aplicação do fósforo no crescimento da cultura do girassol. *Rev Verde Agroecologia Desenvol Sustent.* 2010 Out/Dez;5(4):148-55.
6. Soares LE, Emerenciano Neto JV, Silva GGC, Oliveira EMM, Bezerra MGS, Santos TJA, et al. Crescimento e produtividade do girassol sob doses de nitrogênio e fósforo. *Rev Bras Agropec Sustent.* 2016 Jun;6(2):19-25. doi: 10.21206/rbas.v6i2.326
7. Braga DF, Oliveira FHT, Santos HC, Araújo AP, Zonta E. Nitrogen and phosphorus fertilization of sunflower crop in alkaline Cambisol. *Rev Bras Eng Agríc Ambiental.* 2018 Feb;22(2):101-6. doi: 10.1590/1807-1929/agriambi.v22n2p101-106
8. Furtini Neto AE, Vale FR, Resende AV, Guilherme LRG, Guedes GAA. Fertilidade do solo. Lavras (MG): UFLA; 2001.
9. Rittmann BE, Mayer B, Westerhoff P, Edwards M. Capturing the lost phosphorus. *Chemosphere.* 2011 Aug;84(6):846-53. doi: 10.1016/j.chemosphere.2011.02.001
10. Brady NC, Weil RR. The nature and properties of soil. 13. ed. New Jersey (US): Prentice-Hall; 2014.
11. Figueiredo CC, Barbosa DV, Oliveira SA, Fagioli M, Sato JH. Adubo fosfatado revestido com polímero e calagem na produção e parâmetros morfológicos de milho. *Rev Ciênc Agron.* 2012 Set;43(3):446-52. doi: 10.1590/S1806-66902012000300005
12. Machado VJ, Souza CHE. Disponibilidade de fósforo em solos com diferentes texturas após aplicação de doses crescentes de fosfato monoamônico de liberação lenta. *Biosci J.* 2012 Mar;28(suppl 1):1-7.
13. Silva AA, Silva TS, Vasconcelos ACP, Lana RMQ. Influência da aplicação de diferentes fontes de MAP revestido com polímeros de liberação gradual na cultura do milho. *Biosci J.* 2012 Mar;28(suppl 1):240-50.
14. Gazola RN, Buzetti S, Dinalli RP, Teixeira Filho MCM, Celestrino TS. Efeito residual da aplicação de fosfato monoamônio revestido por diferentes polímeros na cultura de milho. *Rev Ceres.* 2013 Nov/Dez;60(6):876-84. doi: 10.1590/S0034-737X2013000600016
15. Souza JR, Ribeiro BN, Raposo TP, Fiorin JE, Castro GSA, Magalhães RS. Eficiência do fósforo revestido com polímeros na cultura da soja. *Acta Iguazu.* 2014;3(4):1-9. doi: 10.48075/actaiguazu.v3i4.11199
16. Chagas WFT, Emrich EB, Guelfi DR, Caputo ALC, Faquin V. Características produtivas, nutrição e eficiência agrônômica do MAP revestido com polímeros em cultivos de alface. *Rev Ciênc Agron.* 2015 Abr/Jun;46(2):266-76. doi: 10.5935/1806-6690.20150006
17. Almeida T, Pocojeski E, Nesi CN, Oliveira JPM, Silva LS. Eficiência de fertilizante fosfatado protegido na cultura do milho. *Sci Agrar.* 2016 Jan/Mar;17(1):29-35. doi: 10.5380/rsa.v17i1.46173
18. Pelá A, Ribeiro MA, Bento RU, Cirino LHB, Reis Júnior RA. Enhanced-efficiency phosphorus fertilizer: promising technology for carrot crop. *Hortic Bras.* 2018 Oct/Dec;36(4):492-7. doi: 10.1590/S0102-053620180411
19. Resende AV, Furini Neto AE, Alves VMC, Muniz JA, Curi N, Faquin V, et al. Fontes e modos de aplicação de fósforo para o milho em solo cultivado da região do Cerrado. *Rev Bras Ciênc Solo.* 2006 Jun;30(3):453-66. doi: 10.1590/S0100-06832006000300007
20. Ferreira DF. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciênc Agrotec.* 2011 Nov;35(6):1039-42. doi: 10.1590/S1413-70542011000600001
21. Marschner H. Mineral nutrition of higher plants. 3. ed. London (UK): Elsevier; 2012.
22. Castiglioni VBR, Balla A, Castro C, Silveira JM. Fases de desenvolvimento da planta de girassol. Londrina (PR): Embrapa/CNPSO; 1997.
23. Fageria NK. Solos tropicais e aspectos fisiológicos das culturas. Brasília (DF): Embrapa/CNPAP; 1989.
24. Rossi RO. Girassol. Curitiba (PR): Editora Tecnoagro; 1998.
25. Pena Neto MP. Girassol: manual do produtor. Cravinhos (SP): Sementes Canti Brasil; 1981.