

EFEITOS DA APLICAÇÃO DO FÓSFORO NO CRESCIMENTO DA CULTURA DO GIRASSOL

Pedro Aguiar Neto

Engenheiro Agrônomo. IFCE campus Crato, Doutorando em Fitotecnia, IFCE Iguatu/UFERSA/ DINTER. .
e-mail: pedroaguiarneto@terra.com.br

Francisco Assis de Oliveira

Prof. Dr. DSER CCA-UFPB, Areia, PB. CEP: 58397-000. e-mail: oliveira@cca.ufpb.br

Luciano Façanha Marques

Doutorando em Agronomia, CCA-UFPB, Areia, PB. CEP: 58397-000. e-mail: lucifm@hotmail.com

Andrea Fernandes Rodrigues

Engenheira Agrônoma, Mestranda em Agronomia, CCA-UFPB, Areia, PB. CEP: 58397-000.
e-mail: deafr@hotmail.com

Francisco Gauberto Barros dos Santos

Prof. IFCE campus Crato, Doutorando em Fitotecnia, IFCE Iguatu/UFERSA/ DINTER. e-mail: gauberto@bol.com.br

RESUMO - O baixo teor de fósforo disponível no solo é uma das principais limitações nutricionais na produção do girassol, sendo o nutriente que mais influi na produtividade das culturas, em virtude da interação do nutriente com os colóides minerais e orgânicos do solo. Objetivou-se com este trabalho, estudar efeito das quantidades de fósforo aplicado em Latossolo da região do Brejo paraibano sobre algumas características da cultura do girassol (altura de plantas, área foliar e matéria seca). O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, com esquema fatorial 5 x 2, cinco dosagens de fósforo (0, 40, 80, 120 e 160Kg ha⁻¹) e dois solos (Latossolo da Chã de Jardim e Fazenda Poço da Cruz), com três repetições. Houve efeito ($p \leq 0,01$) do fósforo e dos solos sobre a altura de plantas e produção de matéria seca. O fósforo isolado causou efeito sobre resultados da área foliar. As doses de 140, 121 e 147 Kg ha⁻¹ de P₂O₅ proporcionaram os máximos resultados de altura de planta, área foliar e massa seca respectivamente. O nível crítico de fósforo no solo foi da ordem de 7,7 mg dm⁻³ e o nível crítico nas folhas do girassol foi de 2,7g Kg⁻¹.

Palavras-chave: oleaginosa, adubação fosfatada, latossolo

EFFECTOS DE LA APLICACIÓN DE FÓSFORO EN EL CRECIMIENTO DE LA CULTURA DEL GIRASOL

RESUMEN - El bajo nivel de fósforo disponible en el suelo es una importante limitación nutricional en la producción de girasol y es el nutriente que más afecta a la productividad de los cultivos debido a la interacción de los nutrientes con los minerales y coloides orgánicos en el suelo. El objetivo de este trabajo fue estudiar el efecto del fósforo aplicado en Latossolo de La Región Del Brejo Paraibano en algunas características de girasol (altura de planta, área foliar y materia seca). El diseño experimental fue bloques al azar con un esquema factorial 5 x 2, cinco dosis de fósforo (0, 40, 80, 120 y 160 kg ha⁻¹) y dos suelos (Latossolo da Chã de Jardim e Fazenda Poço da Cruz) con tres repeticiones. Un efecto significativo ($p \leq 0,01$) y el fósforo del suelo en la altura de planta y producción de materia seca. El partido aislado causado efecto en los resultados de área foliar. Las dosis de 140, 121 y 147 kg ha⁻¹ de P₂O₅ resultados mostraron la máxima altura de la planta, área foliar y masa seca, respectivamente. El nivel crítico de fósforo fue de aproximadamente 7,7 mg / dm⁻³ y el nivel crítico en hojas de girasol fue de 2,7 g kg⁻¹.

Palabras claves: la oleaginosa, adubación fosfatada, latosol

EFFECTS OF THE APPLICATION OF THE MATCH IN THE GROWTH OF THE CULTURE OF THE SUNFLOWER

ABSTRACT - The low tenor of available match in soil is one of main limitation nutritional production of sunflower, being the nutrient that more influences on productivity of cultures, because interaction nutrient with mineral and organic colloids soil. It was aimed at with this work, to study effect amounts of applied match in Ferralsols area of the Swamp paraibano on some characteristics of the culture of the sunflower (height of plants, area to foliate and matter dries). The

experimental design was of blocks at random, with factorial outline 5 x 2, five match dosages (0, 40, 80, 120 and 160Kg have⁻¹) and two soils (Ferralsols Chã of Garden and Fazenda Poço of Cruz), with three repetitions. Was there effect ($p \leq 0,01$) match and soils about the height of plants and production of dry matter. The isolated match caused effect on results of the area to foliate. The doses 140, 121 and 147 Kg have⁻¹ P₂O₅ they provided the maxima results of plant height, area to foliate and mass dries respectively. The area reason to foliate it decreased with the applied match levels soil. The level criticizes of match in soil was order of 7,7 mg dm⁻³ and the level criticize in the leaves sunflower was of 2,7 g Kg⁻¹.

Key words: oleaginous, fertilization, Ferralsols

INTRODUÇÃO

A cultura do girassol (*Helianthus annuus* L.) em nosso país ainda é bastante limitada necessitando de investimentos para competir com outras culturas de ponta, o que vem acontecendo gradualmente. Na safra de 2003/04, a área destinada à oleaginosa foi somente de 55,7 mil hectares; já na safra 2006/07 foi de 66,9 mil hectares, com produção estimada em 97 mil toneladas (CONAB, 2009).

O baixo teor de fósforo disponível no solo é uma das principais limitações ao desenvolvimento da cultura do girassol, tendo em vista que o mesmo atua na fotossíntese, na respiração, no armazenamento e na transferência de energia, na divisão celular, no crescimento das células e em vários outros processos da planta (MALAVOLTA et al., 1997).

O contato do íon fosfato nas raízes ocorre, preferencialmente, por difusão, razão pela qual a absorção do nutriente depende do volume de solo explorado pelas raízes. Absorvida na planta, o fosfato é incorporado em compostos orgânicos incluindo açúcares fosfatados, fosfolípidios e nucleotídeos. Seu principal ponto de entrada é via assimilação e ocorre durante a formação de ATP, sendo esta a molécula de energia da célula (MALAVOLTA et al., 1997).

No girassol a absorção do fósforo ocorre até o enchimento de aquênios, isto quando não há limitação da disponibilidade do nutriente. A contribuição do fósforo remobilizado das folhas e caule para os aquênios em maturação varia de, aproximadamente, 30% a 60 % (HOCKING E STEER, 1983).

O fósforo ajuda as raízes e as plântulas a se desenvolverem mais rapidamente, aumentando a resistência aos rigores do inverno, melhora a eficiência no uso da água, favorece a resistência às doenças em algumas plantas, acelera a maturidade e é importante para a colheita e a qualidade da cultura.

Os solos das regiões tropicais, além da deficiência generalizada, apresentam alta capacidade de fixação de fosfato (adsorção e precipitação), limitando a produtividade das culturas nessas áreas (NOVAIS et al., 2007). Nesses solos altamente intemperizados, predominam os minerais de argila 1:1, como a caulinita e os óxidos de Fe (hematita e goethita) e Al (gibbsita) com alta capacidade de adsorção de P. A magnitude desse fenômeno é influenciada pela natureza e quantidade dos sítios de adsorção, os quais variam de acordo com os

fatores intrínsecos e extrínsecos ao próprio solo. Dentre esses fatores, destacam-se a mineralogia, a textura, o pH, o balanço de cargas, a matéria orgânica, o tipo de ácidos orgânicos e a atividade microbiana do solo (BAHIA FILHO et al., 1983).

Este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito do fósforo em Latossolos da região no Brejo paraibano, com acidez elevada e baixo nível de fósforo disponível.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida em casa-de-vegetação do Departamento de Solos e Engenharia Rural (DSER), do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), no município de Areia-PB. Como substrato, Utilizou-se um Latossolo Vermelho Amarelo pertencente à Estação Experimental Chã de Jardim (S₁), com textura argilo arenosa, e o outro Latossolo Vermelho Amarelo proveniente da Fazenda Poço da Cruz (S₂), com textura franco argilo arenosa.

Os tratamentos foram definidos por cinco quantidades de fósforo correspondente a (0; 40; 80; 120 e 160kg ha⁻¹ de P₂O₅), aplicadas em Latossolos (um da Estação Experimental Chã de Jardim (S₁) e outro da Fazenda Poço da Cruz (S₂). O delineamento experimental adotado foi o de blocos ao acaso com os tratamentos arrançados em esquema fatorial: 5 x 2 (cinco dosagens de fósforo e dois solos), com três repetições, perfazendo um total de 30 (trinta) unidades experimentais. A unidade experimental foi constituída por um vaso plástico contendo 15kg de solo seco ao ar e passado em peneira de 6mm.

A tomada dos dados referentes à altura de plantas e área foliar foi realizada em três épocas distintas (30, 50 e 70 dias) do desenvolvimento da cultura. A medida da área foliar foi efetuada a partir das dimensões do comprimento (C) x maior largura (L) da folha x fator de correção (f), procedida em todas as folhas da planta. Para essa determinação foram utilizadas régua milimetrada e trena.

Para quantificar a produção da matéria seca, as plantas foram cortadas rente ao solo, separadas em caules e folhas, acondicionadas em sacos de papel, colocadas na estufa com ventilação forçada e temperatura em torno de 65^o C, para secagem até atingir o peso constante. Após a secagem, o material foi pesado em balança eletrônica digital com precisão.

Os resultados foram submetidos à análise de variância e de regressão polinomial, sendo utilizado o teste F para verificação da significância dos efeitos

ortogonais, escolhendo-se o modelo de maior grau. As médias foram comparadas entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. As análises foram processadas através do programa “Sistema para Análise Estatística e Genética” (SAEG v.8, 2000).

RESULTADO E DISCURSÃO

Altura da Planta

Com o resultado da análise de variância, constatou-se efeito significativo ($p \leq 0,01$) das doses de fósforo para as épocas de observações (30, 50 e 70 dias), sobre os resultados de altura de plantas (AP) em todas as épocas avaliadas, enquanto que houve efeito ($p \leq 0,05$) para solos, apenas na terceira época (AP_{70 dias}). A interação tipo do solo x fósforo não exerceu efeito sobre a altura de plantas em nenhuma das épocas avaliadas. Observou-se também que ocorreu efeito ($p \leq 0,01$) para a componente linear nas épocas de avaliação aos 30, 50 e 70 dias, sobre os resultados da altura de planta (Tabela 1).

Tabela 1. Resultados das análises de variância e médias da altura de plantas determinadas aos 30, 50 e aos 70 dias em função dos tratamentos de fósforo aplicados aos solos

Fontes de variação	GL	Quadrado médio		
		AP (30 dias)	AP (50 dias)	AP (70 dias)
Bloco	2	24,6 ^{ns}	34,6 ^{ns}	1900,8 ^{ns}
Solo (S)	1	9,8 ^{ns}	246,0 ^{ns}	525,0*
Fósforo (P)	4	1009,5**	1965,6**	1533,2**
S x P	4	31,8 ^{ns}	104,5 ^{ns}	82,4 ^{ns}
P linear	1	3421,7**	6207,8**	2949,8**
P Quadrático	1	535,6**	935,3*	2316,3**
Resíduo	18	56,4	136,7	116,7

ns - Não significativo ($p > 0,05$).

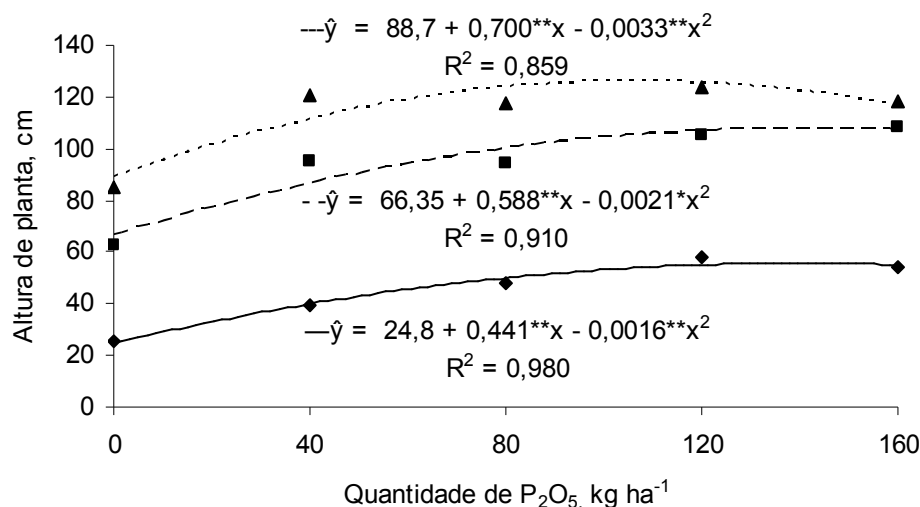


Figura 1. Altura de plantas de girassol em função das doses de fósforo aplicadas.

Observou-se na Figura 1, que os resultados da altura das plantas em função das doses de fósforo, submetidos à análise de regressão polinomial, se ajustaram de forma significativa ($p \leq 0,01$) a uma função do 2º grau para todas as épocas avaliadas. De acordo com o modelo obtido para o período dos 30 dias, houve aumento da altura das plantas em função das doses de fósforo aplicadas até a dose máxima estimada de 137,8kg ha⁻¹ de P₂O₅, proporcionando uma altura máxima estimada de 55,1cm. Para altura de plantas aos 50 dias, observa-se

que a dose máxima estimada foi de 140kg ha⁻¹ de P₂O₅, proporcionando uma altura máxima estimada de 107,5cm. Aos 70 dias, a dose máxima estimada foi de 106,1kg ha⁻¹ de P₂O₅, enquanto que a altura máxima estimada foi de 125,8cm.

Segundo Castro e Oliveira (2005) a exigência nutricional da cultura de girassol varia em função da fase de desenvolvimento em que se encontra. Na fase vegetativa, ou seja, ciclo inicial de desenvolvimento com até 30 dias após a emergência, o girassol necessita de

pouca quantidade de nutrientes. Esses pesquisadores verificaram que a maior absorção de nutrientes e água e, conseqüentemente, maior desenvolvimento ocorre a partir desse momento, até o florescimento pleno.

Nas fases de florescimento e início do enchimento de aquênios, entre os 56 e 84 dias, ocorre uma diminuição gradativa na velocidade de absorção de nutrientes quando se alcança o nível máximo de acúmulo em quantidades variáveis para cada nutriente (CASTRO e OLIVEIRA, 2005).

Área Foliar

De acordo com o resultado da análise de variância, constatou-se efeito significativo ($p \leq 0,01$) das doses de fósforo para as épocas 30 e 50 dias, sobre a área foliar (AF), no entanto, para 70 dias, não foi registrado efeito significativo ($p > 0,05$). Para os tipos de solos, não houve efeito significativo para a área foliar, sendo observado o mesmo efeito para interação solo x fósforo para 50 e 70 dias, entretanto, a interação fósforo x solo foi significativo ($p \leq 0,01$) na avaliação da área foliar aos 30 dias do ciclo da cultura. Não foi registrado efeito dos tratamentos sobre os resultados do peso de matéria seca

dos capítulos. Os tratamentos de fósforo submetidos à análise de regressão polinomial revelaram efeito ($p \leq 0,01$) para a componente linear sobre os resultados da AF, determinados aos 30 dias e efeito quadrático para a determinação da AF aos 50 dias.

O fósforo promoveu aumento nos resultados da área foliar da planta determinada aos 30, 50 e 70 dias e na matéria seca dos capítulos da ordem de 422%, 170%, 53% e 146%, respectivamente, em relação os resultados da testemunha. Na mesma ordem o solo S₂ superou o S₁ em 10%, 17%, 19% e 40%, respectivamente.

Observou-se que, para o período da emergência aos 30 dias do ciclo da cultura, a AF aumentou com as doses de P₂O₅ aplicadas, atingindo a maior AF (319,2 cm²) na dose de 120kg ha⁻¹ de P₂O₅, superando a testemunha em 422%. Para a avaliação aos 50 dias do ciclo da cultura a maior AF (789,0cm²) foi para a aplicação de 160kg ha⁻¹ de P₂O₅, superando a testemunha em 170%. Para a determinação aos 70 dias do ciclo da cultura a maior AF (1.084,7 cm²) foi para a aplicação de 80kg ha⁻¹ de P₂O₅, cujo valor superou a testemunha em 53%.

Tabela 2. Resultados das análises de variância e médias da área foliar de plantas determinadas aos 30, 50 e aos 70 dias e capítulo, em função dos tratamentos de fósforo e dos solos

Fonte de variação	GL	Quadrado médio			
		AF (30 dias)	AF (50 dias)	AF (70 dias)	Capítulo
Bloco	2	6544,2*	1332,1 ^{ns}	318345,7 ^{ns}	6,2 ^{ns}
Solo (S)	1	4470,1 ^{ns}	81078,4 ^{ns}	161480,0 ^{ns}	1677,0 ^{ns}
Fósforo (P)	4	71460,8**	268482,2**	386495,1 ^{ns}	1109,8 ^{ns}
S x P	4	203572,1**	23240,3 ^{ns}	12013,4 ^{ns}	520,7 ^{ns}
P linear	1	78587,0**	787279,2**	106928,7 ^{ns}	2127,7 ^{ns}
P Quadrático	1	151,6 ^{ns}	264219,8**	159070,1 ^{ns}	156,6 ^{ns}
Resíduo	18	1243,5	27411,4	159070,1	584,3

ns - Não significativo ($p > 0,05$).

Segundo Barros (2005), o pico da área foliar fotossinteticamente ativa da cultura do girassol ocorre por

ocasião do florescimento e o tamanho das folhas pode ser alterado pelas condições de manejo (Tabela 3).

Tabela 3. Resultados das análises de variância e médias da matéria seca em função dos tratamentos de fósforo e dos solos

Fonte de variação	GL	Quadrado médio				
		MSA (30 dias)	MSA (50 dias)	MSA (70 dias)	MSR	MST
Bloco	2	0,5 ^{ns}	6,9 ^{ns}	4,8 ^{ns}	0,6 ^{ns}	7,2 ^{ns}
Solo (S)	1	0,5 ^{ns}	61,1*	219,8**	5,6**	295,8**
Fósforo (P)	4	9,6**	77,4**	517,2**	3,8**	606,8**
S x P	4	0,1 ^{ns}	1,4 ^{ns}	5,6 ^{ns}	0,2 ^{ns}	7,4 ^{ns}
P linear	1	36,4**	265,0**	1812,8**	14,7**	2154,0**
P quadrático	1	1,7*	38,3*	235,3**	0,3 ^{ns}	253,4**
Resíduo	18	0,3	7,9	9,2	0,3	9,8

ns - Não significativo ($p > 0,05$).

A área foliar das plantas em função das doses de fósforo aos 30 dias ajustou-se de forma significativa ($p \leq 0,01$) a uma função do 1º grau para o período de avaliação da emergência aos 30 dias, onde de acordo com o modelo obtido, verificou-se um aumento da área foliar em função da maior dose, 160kg ha⁻¹ de P₂O₅, obtendo-se uma área foliar máxima estimada de 363,06 cm². Para a segunda

avaliação, ou seja, aos 50 dias, os resultados se ajustaram de forma significativa ($p \leq 0,01$) a uma função do 2º grau onde, de acordo com o modelo obtido, a dose máxima estimada de 120,68kg ha⁻¹ de P₂O₅, proporcionou teoricamente, uma área foliar da ordem de 822,92 cm², como verificado na Figura 2.

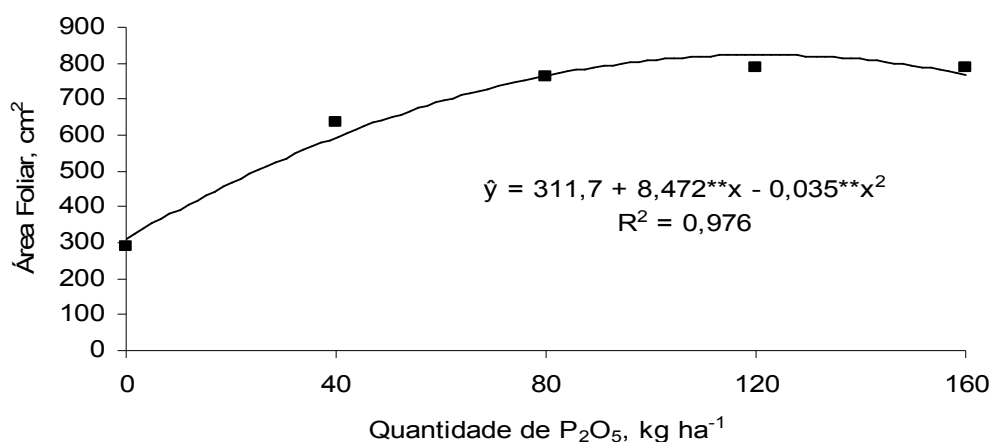


Figura 2. Área foliar de plantas de girassol em função das doses de fósforo aplicadas ao solo.

De acordo com Castro et al. (1997), as melhores respostas do girassol, para área foliar, foram obtidas com os níveis de P, variando de 40 a 80kg ha⁻¹ de P₂O₅. Já para Minas Gerais, a recomendação de P para a cultura do girassol varia de 30 a 70kg ha⁻¹ de P₂O₅, em função do teor do nutriente no solo (CFSEMG, 1999).

Matéria Seca das Plantas

Através do resultado da análise de variância, constatou-se efeito significativo ($p \leq 0,01$) dos tratamentos de fósforo sobre os resultados da matéria seca da parte aérea do girassol, nas três épocas de avaliação, matéria seca das raízes e total da cultura. Idêntico comportamento ocorreu com os tipos de solo, exceto para a matéria seca da parte aérea aos 30 dias, onde não houve efeito significativo ($p > 0,05$). Também, não foi registrado efeito da interação fósforo x solo. Através dos resultados da matéria seca, em função dos tratamentos com fósforo, submetidos à análise de regressão polinomial, observou-se efeito para a componente do 2º grau da parte aérea do girassol determinada nas três avaliações e da matéria seca total e efeito linear para a matéria seca das raízes.

A comparação entre as médias pelo teste de Tukey permite afirmar que a matéria seca da parte aérea do girassol determinada aos 50 e 70 dias, a matéria seca das raízes e matéria seca total proveniente do solo S₂, superou de forma significativa ($p \leq 0,05$) os resultados do solo S₁ e, não se constatou efeito ($p > 0,05$) para matéria seca da parte aérea do girassol aos 30 dias.

Foi possível constatar que a produção de matéria seca do girassol cresceu com a aplicação de fósforo ao solo, na ordem de 500%, 300%, 280%, 172% e 266%, para a matéria seca da parte aérea da cultura determinada aos 30, 50 e 70 dias, matéria seca das raízes e matéria seca total, respectivamente, em relação a matéria seca da testemunha.

O maior resultado da MST (33,3g planta⁻¹), obtido aos 70 dias do ciclo da cultura, foi proveniente da aplicação ao solo de 120kg ha⁻¹ de P₂O₅, cujo valor superou o resultado da testemunha em 266%. Para o mesmo período de avaliação, observou-se que a MSR, apresentou o maior resultado (3,0g kg⁻¹), na dose 160kg ha⁻¹ de P₂O₅, superando a testemunha em 173% e a MSA (70 dias) atingiu seu maior resultado (30,4g kg⁻¹), na dose de 120kg ha⁻¹ de P₂O₅, superando a testemunha em 280%. Observou-se que para o período da emergência aos 30 dias do ciclo da cultura a MSA (30 dias), aumentou com as doses de P₂O₅ aplicadas, atingindo a maior (3,6g kg⁻¹) na dose de 160kg ha⁻¹ de P₂O₅, superando a testemunha em 500%. Para a avaliação aos 50 dias do ciclo da cultura, a maior MSA (50 dias) (12,0g kg⁻¹), foi para a aplicação de 160 kg ha⁻¹ de P₂O₅, cujo valor superou a testemunha em 300% (Tabela 4).

Barros (2005), trabalhando também em condições de casa-de-vegetação e com a mesma variedade (IAC-Uruguaí), conseguiu o maior valor de MS (29,0g planta⁻¹) com a dose de 320kg ha⁻¹ de P₂O₅, superando a testemunha (8,1g planta⁻¹) em 258%.

Resende et al. (2002) obtiveram produção de matéria seca do girassol da ordem de 213g planta⁻¹ para uma população de 4.000 plantas ha⁻¹, portanto, superior ao encontrado no presente trabalho.

Tabela 4. Médias da matéria seca por plantas, determinadas aos 30, 50 e 70 dias, (MSA_(30 dias), MSA_(50 dias), MSA_(70 dias)), MSR e MST, em função dos tratamentos de fósforo e dos solos

	MSA (30 dias)	MSA (50 dias)	MSA (70 dias)	MSR	MST
	Média				
P ₂ O ₅ (kg ha ⁻¹)	g planta ⁻¹				
0	0,6	3,0	8,0	1,1	9,1
40	1,6	8,2	20,0	1,6	21,6
80	2,7	10,0	24,7	2,3	27,0
120	3,3	11,3	30,4	2,9	33,3
160	3,6	12,0	30,3	3,0	33,2

De acordo com Novais et al., (2007), o fósforo disponível às plantas é encontrado em baixas concentrações na solução do solo, isto ocorre devido ao nível de acidez dos solos onde são cultivadas as principais culturas, os quais apresentam maiores taxas de fixação de fósforo variáveis de acordo com a quantidade e mineralogia das argilas, sendo intensificadas em solos com predominância de Fe e Al. Nos solos em estudo, S₁ apresentou pH de 5,6 e teor de argila de 407g Kg⁻¹ em relação ao S₂ cujo pH 6,1, teor de argila 228g Kg⁻¹, sendo provavelmente o motivo pelo qual os resultados do S₂ superaram os resultados do S₁, ou seja solos com maiores teores de argila e mais ácidos(S₁), fixam fósforo tornando-o indisponível para as plantas e em conseqüência as plantas tem seu desenvolvimento afetado.

Os resultados de produção de matéria seca da parte aérea (MSA) das plantas em função das doses de

fósforo, submetidos a análise de regressão polinomial, ajustaram-se de forma significativa ($p \leq 0,01$) a uma função do 2º grau para os períodos de avaliação (30, 50 e 70 dias). De acordo com o modelo obtido para a MSA aos 30 dias, a dose máxima estimada seria teoricamente de 189,0kg ha⁻¹ de P₂O₅, proporcionando uma MSA máxima de 3,7g planta⁻¹, porém, conforme os resultados, para se atingir o nível máximo de matéria seca do girassol nos latossolos estudados, haveria necessidade de se aplicar doses de fósforo superiores a 160kg ha⁻¹ de P₂O₅. Para (MSA) aos 50 dias, observou-se que a dose máxima estimada foi de 150kg ha⁻¹ de P₂O₅, para uma matéria seca estimada de 12,3g planta⁻¹. Aos 70 dias, a dose máxima estimada foi de 152,5kg ha⁻¹ de P₂O₅, enquanto que a matéria seca máxima estimada foi de 31,56g planta⁻¹ (Figura 3).

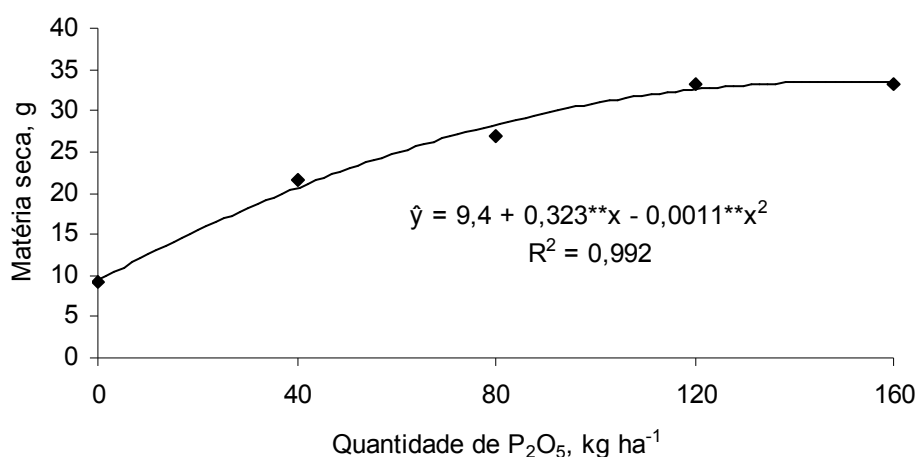


Figura 3. Matéria seca da parte aérea do girassol em função das doses de fósforo aplicadas.

Os resultados de matéria seca obtidos no presente trabalho são inferiores aos valores encontrados por Tomich et al. (2003), utilizando a variedade V2000, em

condições de campo, com densidade de 34.407 plantas ha⁻¹. Rezende et al. (2002) obtiveram produção de matéria seca do girassol, da ordem de 213 g planta⁻¹ para uma

população de 40.000 plantas ha^{-1} , portanto muito superior ao encontrado no presente trabalho. Ungaro et al. (2000) encontraram resultados de matéria seca de 84,7 g planta $^{-1}$ para a planta de girassol variedade IAC-Anhandy em condições de campo.

Observou-se, que a matéria seca da raiz (MSR) das plantas, em função das doses de fósforo, se ajustou de forma significativa ($p \leq 0,01$) a uma função do 1º grau

para o período de avaliação 70 dias. De acordo com o modelo obtido, a dose máxima (160kg ha^{-1} de P_2O_5) utilizada, proporcionou aumento da ordem de 165,3% em relação à testemunha. Conforme os resultados, para a cultura do girassol atingir a máxima produção de matéria seca das raízes, nos solos em investigação, haveria necessidade, teoricamente, de aplicar-se doses de fósforo superiores a 160 kg ha^{-1} de P_2O_5 (Figura 4).

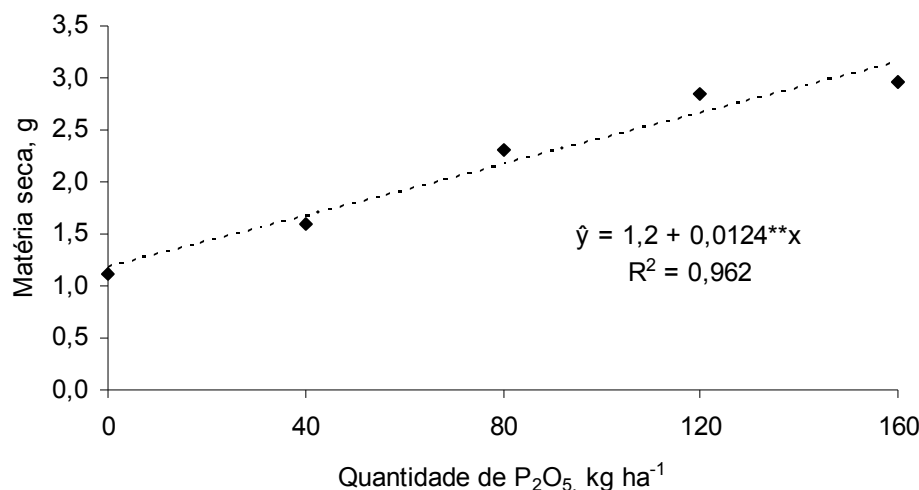


Figura 4. Matéria seca radicular do girassol em função das doses de fósforo aplicadas.

Aumentos nos níveis de P disponível no solo em função de doses do fertilizante fosfato foram também observados por Rosolem e Marcello (1998). Esse resultado se justifica pela capacidade de adsorção de P diminuir com o aumento da concentração deste elemento no solo (WHALEN E CHANG, 2002), e da capacidade de adsorção dos colóides do solo.

A matéria seca total (MST) das plantas em função das doses de fósforo se ajustou de forma significativa ($p \leq 0,01$) a uma função do 2º grau para o período de avaliação de 70 dias. Verifica-se que para matéria seca total em função do fósforo aplicado, a dose máxima estimada foi de 147,0kg ha^{-1} de P_2O_5 , proporcionando matéria seca total máxima estimada de 33,0g (Figura 5).

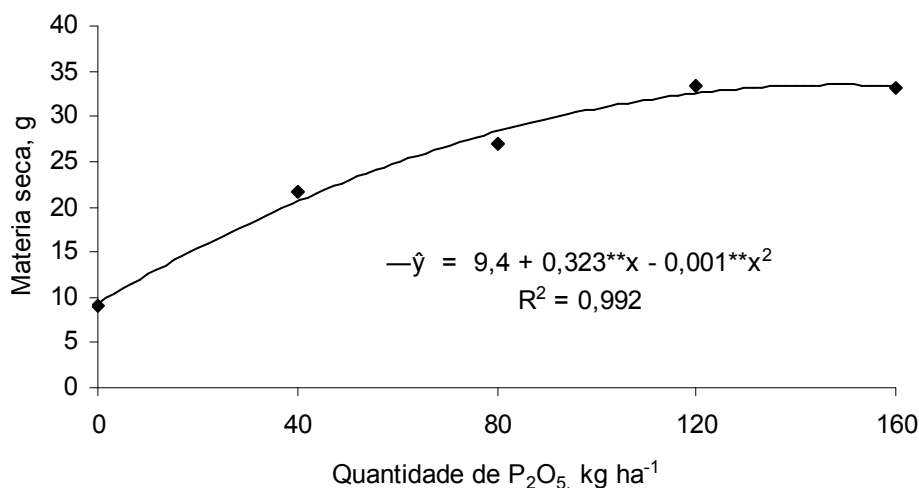


Figura 5. Matéria seca total do girassol em função das doses de fósforo aplicadas.

CONCLUSÕES

O girassol representado pela cultivar IAC-Uruguaí, em condições de casa de vegetação, respondeu a adubação fosfatada, nas variáveis: Altura de plantas (AP), área foliar (AF) e matéria seca da parte aérea (MAS).

Para a cultura do girassol o nível crítico de fósforo nas folhas foi de $2,7\text{g kg}^{-1}$ de P, enquanto que no solo foi da ordem de $7,7\text{ mg dm}^{-3}$ de P para uma produção relativa de 90%;

O teor de P nas folhas cresceu com os teores de P no solo até um ponto de máximo, para $X = 10,2\text{ mg dm}^{-3}$ de P no solo e $Y = 3,15\text{g Kg}^{-1}$ de P nas folhas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAHIA FILHO, A. F. C.; BRAGA, J. M.; RESENDE, M.; RIBEIRO, A. C. Relação entre adsorção de fósforo e componentes mineralógicos da fração argila de latossolos do Planalto Central. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 7, n. 3, p. 221-226, set./dez. 1983.
- BARROS, C. S. **Avaliação da aplicação de calcário e de fósforo sobre os componentes de produção do girassol (*Helianthus Anuus* L.)**. 2005. 88 f. Dissertação (Mestrado em Nutrição de Plantas) - Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2005.
- CASTRO, C; de OLIVEIRA, F. A. **Nutrição e adubação do girassol**. In : LEITE, R. M. V. B. de C.; BRIGHENTI, A. M.; CASTRO, C. (Ed.). Girassol no Brasil. Londrina: Embrapa Soja, 2005. p. 317-373.
- CASTRO, C. et al. **A cultura do girassol**. Londrina: EMBRAPA/ CNPS, 1997. 36p. (Circular Técnica, 13).
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS (CFSFMG). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. 5. ed. Viçosa-MG: 1999, 359p.
- CONAB. **Estimativas de Área, Produção e Produtividade**. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/4levsafra.pdf>>. Acesso em: 28 out. 2009.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2.ed. Piracicaba Potafos, 1997, 319p.
- NOVAIS, R. F.; ALVAREZV, Victor Hugo ; BARROS, N. F. ; FONTES, R. L. F. ; CANTARUTTI, R. B. ; NEVES, J. C. L. . **Fertilidade do Solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. v. 1. 1017 p.
- REZENDE, A. V.; EVANGELISTA, A. R.; SIQUEIRA, G. R.; SANTOS, E. C. J.; BERNARDES, T. F. Avaliação do potencial do girassol (*Helianthus annuus* L.) como planta forrageira para ensilagem na safrinha, em diferentes épocas de colheitas. **Ciência Agotécnica**, Lavras; edição especial, p.1549-1553, dez. 2002.
- ROSOLEM, C. A.; MARCELLO, C. S. Crescimento radicular e nutrição mineral da soja em função da calagem e adubação fosfatada. **Scientiae Agricola**, Piracicaba, v. 55, n. 3, p. 448-455, 1998.
- SAEG. **Sistema para análises estatísticas**: versão 8.0. Viçosa: Fundação Arthur Bernardes, 2000.
- TOMICH, T. R.; RODRIGUES, J. A. S.; GONÇALVES, L. C.; TOMICH, R. G. P.; CARVALHO, A. V. Potencial forrageiro de cultivares de girassol produzidos na safrinha para silagem.. **Arq. Bras. Méd. Vet. Zootec**, Belo Horizonte, v. 55, n 6, 2003.
- UNGARO, M.R.G.; NOGUEIRA, S.S.S.; NAGAI, V. Parâmetros fisiológicos, produção de aquênios e fitomassa de girassol em diferentes épocas de semeadura. **Bragantia**, Campinas-SP, v. 59, n. 2, p. 206-211, 2000.
- WHALEN, J. K. Y CHANG, C. Macroaggregate characteristics in cultivated soils after 25 annual manure applications. **Soil Sci. Soc. Am. J.**, v. 66, p. 1637-1647, 2002.

Recebido em 16/03/2010

Aceito em 20/08/2010