

# SOLOS E NUTRIÇÃO DE PLANTAS

## ADUBAÇÃO FOSFATADA PARA GIRASSOL SOB SISTEMA PLANTIO DIRETO NO PARAGUAI <sup>(1)</sup>

FLÁVIO LUIZ FOLETTO ELTZ <sup>(2\*)</sup>; ENRIQUE HAHN VILLALBA <sup>(3)</sup>; THOMÉ LOVATO <sup>(2)</sup>

### RESUMO

O cultivo de girassol teve incremento significativo em área e produção nos últimos anos no Paraguai, mas ainda não há recomendação de adubação fosfatada para a cultura nas regiões produtoras. O objetivo deste trabalho foi elaborar uma primeira recomendação de adubação fosfatada para girassol sob sistema plantio direto, no Paraguai. Foram desenvolvidos dois experimentos nos departamentos de Misiones e Itapúa na safra de 2006/2007, sobre Argissolo e Latossolo respectivamente. Para determinação dos atributos químicos foram colhidas dez subamostras, compondo uma amostra de solo por parcela, coletadas na profundidade de 0-10 cm. Determinaram-se o rendimento de grãos e o teor crítico de fósforo (P) no solo. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com quatro repetições. Os tratamentos constaram de doses de P (0, 40, 80, 120, 160 e 200 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), tendo o superfosfato triplo como fonte. Para o girassol, o teor crítico de P para o Latossolo (solos de 410 a 600 g kg<sup>-1</sup> de argila, classe 1) foi de 14,4 mg dm<sup>-3</sup> e para o Argissolo (solos de 210 a 400 g kg<sup>-1</sup> de argila, classe 2) foi de 15,5 mg dm<sup>-3</sup>. Doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> entre 40 kg ha<sup>-1</sup> e 80 kg ha<sup>-1</sup> foram suficientes para superar 2.000 kg ha<sup>-1</sup> de produção de grãos, sendo as maiores doses para o solo com maior teor de argila e teores baixos de P no solo.

**Palavras-chave:** fertilização, semeadura direta, teor crítico.

### ABSTRACT

#### PHOSPHORUS FERTILIZATION FOR SUNFLOWER UNDER NO-TILLAGE SYSTEM IN PARAGUAY

The area cultivated with sunflower had great expansion recently in Paraguay, but still does not have a phosphorus fertilization recommendation for the main production regions. The objective of this work was to elaborate a first recommendation of phosphorus fertilization for sunflower under no-till in Paraguay. Two experiments were carried out in Misiones and Itapúa in the harvest 2006/2007, in a Latossolo and an Argissolo. For determination of the chemical attributes ten sub-samples were made, composing a soil sample per plot, collected in the 0-10 cm depth. Grain yield and the soil critical phosphorus (P) content were determined. The experimental design was in random blocks, with four repetitions. The treatments consisted of doses of P (0, 40, 80, 120, 160 and 200 kg ha<sup>-1</sup> of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), with triple superphosphate as source. For sunflower crop, the P critical content for the Latossolo (soils from 410 to 600 g clay kg<sup>-1</sup>, class 1) was 14.4 mg dm<sup>-3</sup> and for the Argissolo (soils from 210 to 400 g clay kg<sup>-1</sup>, class 2), was 15.5 mg dm<sup>-3</sup>. Doses of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> between 40 kg ha<sup>-1</sup> and 80 kg ha<sup>-1</sup> were enough to overcome 2.000 kg ha<sup>-1</sup> of grains yield; being the largest doses for the soil with higher clay and low phosphorus content.

**Key words:** fertilization, no-till, critical content.

<sup>(1)</sup> Recebido para publicação em 2 de outubro de 2008 e aceito em 8 de abril de 2010

<sup>(2)</sup> Departamento de Solos, CCR, UFSM, Campus Universitário, 97105-900 Santa Maria (RS). E-mail: feltz@ccr.ufsm.br

<sup>(\*)</sup> Autor correspondente; lovato@smail.ufsm.br

<sup>(3)</sup> Cooperativa Agrária, Hoenu, Paraguai. E-mail: enriquehahn@yahoo.com.ar

## 1. INTRODUÇÃO

O cultivo do girassol teve incremento significativo em área e produção nos últimos anos e se consolidou como uma alternativa rentável para rotação de culturas na Região Oriental do Paraguai. Este fato mostrou a necessidade de calibração de recomendação de fertilização fosfatada para esta oleaginosa, que somente existiam recomendações de fertilização em sistema plantio direto para as culturas de milho, soja e trigo, as culturas de grãos mais importantes no país.

O P disponível às plantas é encontrado em baixas concentrações no solo, devido à sua acidez elevada e 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 (RAIJ, 1991).

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. Absorvido na planta, o fosfato é incorporado em compostos orgânicos incluindo açúcares fosfatados, fosfolipídios e nucleotídeos (MALAVOLTA et al., 1997).

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

Trabalhos experimentais avaliando respostas de adubação fosfatada no Brasil foram feitos em diversas condições edafoclimáticas, demonstrando a importância deste nutriente na produtividade do girassol. No Estado de São Paulo, QUAGGIO e UNGARO (1997) indicam a aplicação de 20 a 70 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, dependendo do teor de P do solo. Para o Estado de Paraná, as melhores produtividades foram alcançadas em solos de textura argilosa com teores médios a altos de P, em torno de 6,0 mg dm<sup>-3</sup>, obtidos com o extrator Mehlich 1. As melhores respostas do girassol foram obtidas com as doses de P variando de 40 a 80 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (CASTRO et al., 1993). Já para Minas Gerais, a recomendação de P para a cultura do girassol varia de 30 a 70 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> em função do teor do nutriente no solo (COMISSÃO... 1989).

Quando se avalia a disponibilidade de P para as plantas pela análise de solo com extratores ácidos como o Mehlich 1, deve-se levar em consideração a quantidade de argila, uma vez que é usada como indicador da capacidade tampão de P do solo, determinando classes de interpretação para cada tipo de textura.

No Paraguai não há uma recomendação específica de nutrientes para o cultivo do girassol, adotando-se valores de referência regional utilizados para culturas de verão (milho e soja). Assim, o objetivo deste trabalho

foi elaborar uma recomendação de adubação fosfatada para a cultura do girassol sob sistema plantio direto nos Departamento de Itapúa e Misiones, no Paraguai.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram desenvolvidos dois experimentos, um no departamento de Misiones sobre um Argissolo Vermelho-Amarelo, segundo a classificação brasileira (EMBRAPA, 1999) e Ultisol, segundo a classificação americana utilizada no Paraguai (USDA, 1999; LOPEZ et al., 1995), de origem arenítica, e teor inicial de P de 10,9 mg dm<sup>-3</sup> e outro no departamento de Itapúa sobre Latossolo Vermelho (Oxisol, segundo a classificação americana), de origem basáltica, e teor inicial de P de 4,5 mg dm<sup>-3</sup>, na safra 2006/2007. Os Latossolos são os solos de maior exploração agrícola no Paraguai. A escolha dos solos para os experimentos com diferença no teor de argila foi uma estratégia visando obter dados que se ajustassem às recomendações de P no Paraguai sob plantio direto para soja, milho e trigo, os quais foram divididos em duas classes texturais (CUBILLA et al., 2007). A Classe 1 maior que 400 g kg<sup>-1</sup> de argila, que se adequou ao experimento com o Latossolo (600 g kg<sup>-1</sup> de argila), e a Classe 2 menor que 400 g kg<sup>-1</sup> de argila, que representa o Argissolo (200 g kg<sup>-1</sup> de argila). Alguns atributos destes solos são mostrados na tabela 1.

Os tratamentos aplicados para o girassol consistiram de diferentes doses de fósforo: (0, 40, 80, 120, 160, 200 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), aplicados a lanço na superfície do solo, mantendo-se constante as doses de 70 kg ha<sup>-1</sup> de N e 80 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O em cada parcela. O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, com quatro repetições, com parcelas de 5 x 8 m. Os atributos químicos por parcela foram determinados nas amostras de solo, coletadas na profundidade de 0-10 cm, com dez subamostras para compor a amostra de uma parcela.

OP foi extraído por solução extratora de Mehlich-1 e determinou-se o teor do nutriente por colorimetria com ácido ascórbico como redutor.

**Tabela 1.** Caracterização do Argissolo (Misiones) e do Latossolo (Itapúa), Paraguai, 2006

Atributos	Argissolo	Latossolo
pH água 1:1	5,4	5,7
Ca <sup>2+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	2	6
Mg <sup>2+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,7	0,8
Al <sup>3+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,2	0
CTC efetiva (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	3,1	7,3
CTC pH7 (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	6,4	11,2
Saturação por Alumínio (%)	6	0
Saturação por Bases (%)	46	65
Matéria Orgânica (g kg <sup>-1</sup> )	18	29
Argila, (g kg <sup>-1</sup> )	200	600
P (Mehlich-1) (mg dm <sup>-3</sup> )	10,9	4,5
K (Mehlich-1) (mg dm <sup>-3</sup> )	92	160

Foi semeada a cultivar Morgan 50, no espaçamento de 0,6 m entre linhas e 2,7 plantas por metro linear, com população de 45.000 plantas por hectare. Para a determinação do rendimento de grãos de girassol, foram coletados 50 capítulos ao acaso em cada parcela experimental e feita sua equivalência em  $\text{kg ha}^{-1}$ .

O rendimento relativo (RR) das culturas foi obtido pela relação:

$$\text{RR} = \hat{y}_i / \hat{y}_i \text{ Máximo ou Máxima Eficiência Técnica (MET)}$$

Em que:  $\hat{y}_i$  é o rendimento estimado para a dose  $i$  da equação de regressão entre as doses de fertilizantes e o rendimento de grãos.

A MET da cultura é a dose para obter o rendimento máximo, considerado como o rendimento relativo 100%. Para o valor da MET da cultura, foi utilizado o valor da dose correspondente à primeira derivada da função de resposta igualada a zero. Quando foram empregadas funções de segundo grau, utilizou-se a técnica de derivação das funções para a obtenção do valor de rendimento máximo a ser empregado na relação da equação. O valor da Máxima Eficiência Econômica (MEE) foi considerado como o valor de 90% da MET.

Para avaliar o teor crítico no solo, as curvas de respostas para P foram obtidas por meio da relação entre os valores dos nutrientes determinados pelo Mehlich 1 e o valor de 90% do rendimento relativo. A função matemática que melhor se ajustou para relacionar o rendimento relativo com o teor do nutriente no solo extraído por Mehlich 1, foi a equação de Mitscherlich, que descreve a lei dos retornos decrescentes (RAIJ, 1981; MALAVOLTA, 2006).

A equação de Mitscherlich (2) foi a utilizada para o ajuste dos dados de calibração, sendo forçada a alcançar o rendimento relativo de 100%,

$$\hat{y} = A(1 - 10^{-bx}) \quad (2)$$

onde  $\hat{y}$  representa o rendimento relativo; A representa o rendimento máximo; b é o coeficiente de eficácia do elemento; e x é a quantidade do nutriente em  $\text{kg ha}^{-1}$ .

O teor crítico é o limite inferior da classe Alto do nutriente no solo, em que normalmente se obtém rendimentos próximos da máxima eficiência econômica (MEE) equivalente a 90% do rendimento relativo máximo, como foi definido nos Programas de Adubação no Rio Grande do Sul e Santa Catarina (COMISSÃO DE QUÍMICA e FERTILIDADE DO SOLO, 1989, 1995, 2004). Estes teores críticos foram adaptados para calibrações visando a recomendações sob plantio direto nos solos agrícolas da Região Oriental de Paraguai em milho, soja e trigo

(CUBILLA et al., 2007) e comparados com os teores críticos em fósforo avaliados para a cultura de girassol neste trabalho no Paraguai.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### Rendimento de grãos

O rendimento de grãos teve um efeito responsivo em função das doses de P aplicadas para os dois solos utilizados no estudo.

No Argissolo (Figura 1), a MET foi obtida com  $170,8 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$  e  $\hat{y}$  max foi de  $2448 \text{ kg ha}^{-1}$ , com um incremento 33,4% na produção relativa de grãos de girassol sobre a testemunha sem  $\text{P}_2\text{O}_5$ . A dose de  $40 \text{ kg ha}^{-1}$  superou  $2000 \text{ kg ha}^{-1}$ , o que é considerado como um bom rendimento para esta cultura no Paraguai.

A máxima eficiência técnica para o Latossolo foi obtida na dose de  $172,2 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$ , com  $\hat{y}$

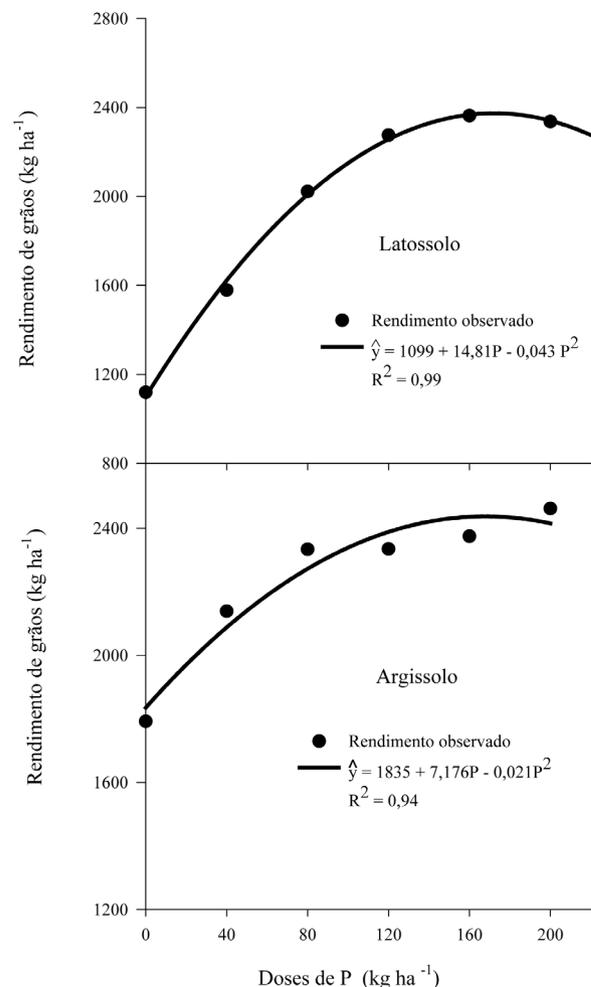


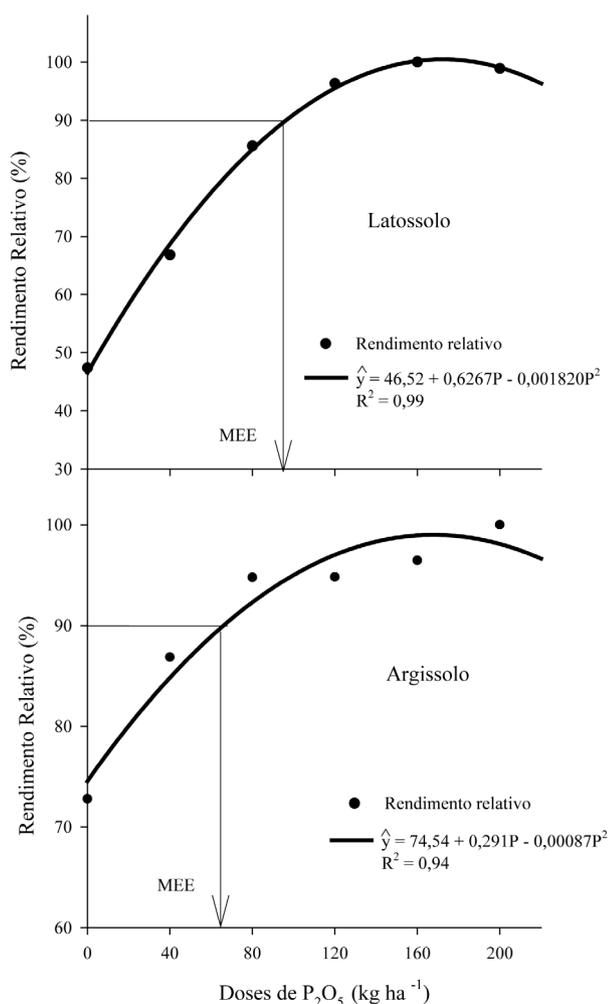
Figura 1. Rendimento de grãos de girassol em função das doses de fósforo, Paraguai, 2007. Médias de quatro repetições.

max alcançando 2374 kg ha<sup>-1</sup> de grãos de girassol. A testemunha alcançou 1099 kg ha<sup>-1</sup> e significou 46% da MET. A dose de 80 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> superou 2000 kg ha<sup>-1</sup> (Figura 1).

Segundo RAIJ (1991), os solos de origem basáltica possuem maior capacidade de fixação de P, sendo mais intensas naquelas em que predominam óxidos de ferro e alumínio, onde é necessário maior adição de adubação fosfatada para se obter respostas nas culturas, o que explica a necessidade de aplicação de 40 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> a mais no Latossolo em relação ao Argissolo, para a obtenção de rendimento de grãos de 2000 kg ha<sup>-1</sup>.

### Doses de Máxima Eficiência Econômica

O ponto de máxima eficiência econômica na produção de grãos e do nível do nutriente economicamente mais eficiente com base na adubação fosfatada foram determinados pelas equações de rendimento relativo para



**Figura 2.** Rendimento relativo de grãos de girassol em função das doses de fósforo, Paraguai, 2007. Médias de quatro repetições.

o Argissolo ( $y_{90\%} = 74,54 + 0,2915P - 0,00087P^2$ ;  $R^2 = 0,94$ ) e Latossolo ( $y_{90\%} = 46,5 + 0,627P - 0,001820P^2$ ;  $R^2 = 0,99$ ).

O teor inicial de P no Argissolo foi de 10,9 mg dm<sup>-3</sup>, e a dose de MEE foi atingida com 66 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (Figura 2). Esta dose representou um rendimento de 2215 kg ha<sup>-1</sup> de grãos de girassol, representando 90% do rendimento relativo da cultura.

Comparando o rendimento MEE com a testemunha, observou-se uma resposta de 6,4 kg ha<sup>-1</sup> de grãos por kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> aplicado no girassol.

No Latossolo, a dose para a MEE foi de 96 kg ha<sup>-1</sup>, com rendimento de 2124 kg ha<sup>-1</sup> de grãos. Foi verificada uma resposta de 10,4 kg ha<sup>-1</sup> de grãos por kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> aplicado na cultura do girassol, quando comparada com a testemunha (sem P), e relacionando com a dose MEE de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> aplicado.

CASTRO et al. (1993) relatam que, no Paraná, as melhores respostas em produtividades nos solos de textura argilosa e com teores de médio a alto de P no solo, em torno de 6 mg dm<sup>-3</sup>, obtidos com o extrator Mehlich 1, foram obtidos com fertilização de 40 a 80 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

### Determinação do Teor Crítico no solo em função das doses de fósforo

O teor crítico de P no Argissolo, correspondendo à 90% do rendimento relativo, foi de 15,5 mg dm<sup>-3</sup> (Figura 3), em que se observa um acréscimo no rendimento relativo com o aumento dos teores de P no solo. O teor inicial de P no solo foi de 10,9 mg dm<sup>-3</sup>, e os teores obtidos com as doses de 40, 80, 120, 160 e 200 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> foram de 12,3; 17,8; 28,3; 31,5 e 56 mg dm<sup>-3</sup>, respectivamente. Na testemunha (dose 0 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) diminuiu o teor inicial no solo para 9,5 mg dm<sup>-3</sup> após a colheita. Relacionando a dose MEE, que foi de 66 kg ha<sup>-1</sup> para obter-se 90% do rendimento relativo, com a diferença entre o teor inicial de P no solo com e o teor crítico no solo, que foi 4,6 mg dm<sup>-3</sup>, resulta em uma necessidade de 14,35 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> para elevar 1 mg dm<sup>-3</sup> do teor de P no Argissolo.

Verificou-se um aumento dos teores de P no Latossolo em resposta às aplicações de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (Figura 3). O teor crítico necessário para atingir 90% do rendimento relativo neste solo foi de 14,4 mg dm<sup>-3</sup>. O teor inicial de P no solo foi de 4,5 mg dm<sup>-3</sup>, com as doses 40, 80, 120, 160 e 200 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> os teores de P no solo foram de 8,9; 11,2; 13,5; 15 e 23 mg dm<sup>-3</sup>, respectivamente. Na testemunha (dose 0 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), o teor de P no solo foi de 4,5 mg dm<sup>-3</sup> depois da colheita.

Ao relacionar a dose MEE, que foi de 96 kg ha<sup>-1</sup> para se obter 90% da produção relativa, e a diferença entre o teor inicial de P no solo e o teor crítico, que resultou em 9,9 mg dm<sup>-3</sup>, para elevação de 1 mg dm<sup>-3</sup>

do teor de P no Latossolo, há necessidade da aplicação de  $9,7 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$ .

A análise conjunta dos dados dos dois solos e ajustando-se pela equação de Mitscherlich, permitiu obter um teor de crítico de  $14,8 \text{ mg dm}^{-3}$ , com coeficiente de determinação de 0,89. Houve resposta crescente à adubação fosfatada, mais pronunciada para o solo argiloso, o qual duplicou sua produção com as adições de  $\text{P}_2\text{O}_5$ .

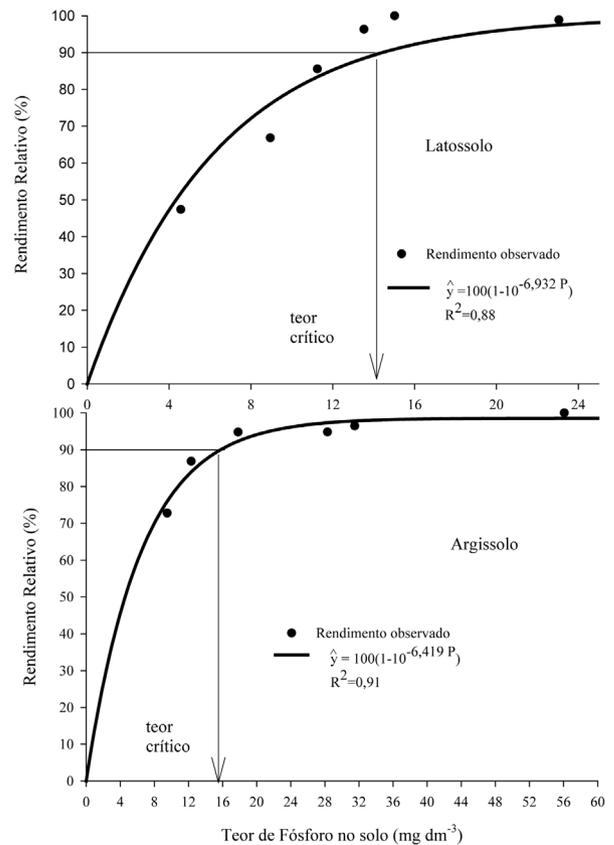
Em trabalhos de calibração feitos na Região Oriental do Paraguai para as culturas de milho, trigo e soja, onde foram verificados resultados similares para as duas classes texturais, CUBILLA et al. (2007) constataram um teor crítico de P no solo de  $15 \text{ mg dm}^{-3}$  para a Classe 2, menor que  $400 \text{ g kg}^{-1}$  de argila. Esta classe textural representa o Argissolo, onde se obteve um teor crítico de  $15,4 \text{ mg dm}^{-3}$  para a cultura do girassol. Para a Classe 1, maior que  $400 \text{ g kg}^{-1}$  de argila, o resultado do teor de crítico no solo obtido por estes autores foi de  $12 \text{ mg dm}^{-3}$ , não muito distante dos resultados avaliados no Latossolo na cultura do girassol, onde se obteve como teor crítico  $14,4 \text{ mg dm}^{-3}$ .

CUBILLA et al. (2007) dividiram os teores de P no solo em cinco classes, sendo três classes equidistantes abaixo do teor crítico (muito baixo, baixo e médio) e duas classes acima do teor crítico de P (alto e muito alto). A classe alto representa teores de P no solo entre o teor crítico e o dobro do seu teor, e a classe muito alto, qualquer teor acima do dobro do teor crítico. As três primeiras classes remetem para doses de P para a construção da fertilidade no solo, enquanto a classe alto representa doses de P para a manutenção da fertilidade. A classe muito alto representa doses de reposição de P em função da retirada pelas colheitas. Os dados utilizados por CUBILLA et al. (2007) foram obtidos com as culturas de trigo, milho e soja. Para o girassol, estas classes não ficaram muito diferentes e as doses indicadas seriam de  $90, 70$  e  $50 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$  para elevar o P nas classes muito baixo, baixo e médio respectivamente, para a obtenção de rendimentos de grãos com MEE. As classes alto e muito alto demandam doses de  $35$  e  $20 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$ .

#### 4. CONCLUSÕES

1. Na cultura do girassol há aumento do rendimento de grãos com o aumento das doses de  $\text{P}_2\text{O}_5$  aplicados no Argissolo e no Latossolo, com teor crítico de P para o Latossolo (solos de  $410$  a  $600 \text{ g kg}^{-1}$  de argila, classe 1) de  $14,4 \text{ mg dm}^{-3}$  e para o Argissolo (solos de  $210$  a  $400 \text{ g kg}^{-1}$  de argila, classe 2) de  $15,5 \text{ mg dm}^{-3}$ .

2. Para o Argissolo, é necessária a aplicação de  $14, 35 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$  para elevar  $1 \text{ mg dm}^{-3}$  no teor de P, e em Latossolo esta aplicação deverá ser de  $9,7 \text{ kg ha}^{-1}$ .



**Figura 3.** Relação entre fósforo extraído pela solução Mehlich-1 e o rendimento relativo de grãos do girassol, em função das doses de fósforo aplicado, Paraguai, 2007. Médias de quatro repetições.

3. As recomendações de adubação fosfatada para expectativa de  $2000 \text{ kg ha}^{-1}$  de grãos de girassol nas respectivas classes de fertilidade de fósforo que são "muito baixo", "baixo", "médio", "alto" e "muito alto", correspondem a, respectivamente,  $90, 70, 50, 35$  e  $20 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$ .

#### REFERÊNCIAS

- CASTRO, C.; BALLA, A.; CASTIGLIONI, V.B.R.; SILVEIRA, J.M.; OLIVEIRA M.C.N.; SFREDO, G.J. Fertilização N, P e K em girassol. In: REUNIÃO NACIONAL DE GIRASSOL, 10., 1993, Goiânia. **Resumos...** Campinas: IAC, 1993. p.47.
- COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO - RS/SC. **Recomendações de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina.** 2.ed. Passo Fundo: SBCS - Núcleo Regional Sul: EMBRAPA/CNPT, 1989. 128p.
- COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO - RS/SC. **Recomendações de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina.** 3.ed. Passo Fundo: SBCS - Núcleo Regional Sul: EMBRAPA/CNPT, 1995. 224p.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO - RS/ SC. **Recomendações de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 2.ed. Porto Alegre: SBCS - Núcleo Regional Sul: 2004. 394p.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 4ª aproximação**. Lavras, 1989. 122p.

CUBILLA, M.M.V.; AMADO, T.J.C.; WENDLING, A.; ELTZ, F.L.F.; MIELNICZUK, J. Calibração visando à fertilização com fósforo para as principais culturas de grãos sob sistema plantio direto no Paraguai. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.31, p.1463-1474, 2007.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa Produção de Informação, 1999. 412p.

HOCKING, P.J.; STEER, B.T. Uptake and partitioning of selected mineral elements in sunflower (*Helianthus annuus* L) during growth. **Field Crops Research**, v.6, p.93-107, 1983.

LOPEZ, O.E.; GONZALEZ, E.; DE LLAMAS, P.A.; MOLINAS, A.S.; FRANCO, E.S.; GARCIA, S.; RIOS, E. **Reconocimiento**

**de suelos y capacidad de uso de las tierras: Región Oriental, Paraguay**. MAG/Dirección de Ordenamiento Ambiental. Proyecto de racionalización del uso de la tierra. Convenio 3445 P.A.- Banco Mundial, 1995, 28p.

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

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2.ed. Piracicaba: Potafos, 1997. 319p.

QUAGGIO, J.A.; UNGARO, M.R.G. Girassol. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M. C. (Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: IAC, 1997. 198p.

RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: Ceres Potafos, 1991, 343p.

USDA – Soil Survey Staff. **Soil Taxonomy** – a basic system of soil classification for making and interpreting soil survey. 2.ed. Washington: USDA. 1999. 871p.