



## Adubação fosfatada e potássica na cultura da soja em Latossolo Amarelo do Estado do Pará

C.A.C. VELOSO<sup>(1)</sup>, J. C. EL-HUSNY<sup>(3)</sup>, J.R.V. CORRÊA<sup>(2)</sup>, E.J.M. CARVALHO<sup>(1)</sup>, F.R.S. de SOUZA<sup>(2)</sup>, G.B. MARTINEZ<sup>(3)</sup> & A.L.N. RODRIGUES<sup>(4)</sup>

**Resumo:** O presente trabalho tem como objetivo determinar curvas de respostas do fósforo e potássio para a cultura da soja. Os experimentos foram conduzidos no campo experimental da Embrapa Amazônia Oriental, nos municípios de Paragominas e Belterra, PA. Foi usada a cultivar Sambaíba como planta indicadora com espaçamento de 50 cm entre fileiras, com a densidade de 20 sementes/metro linear, num delineamento de blocos ao acaso com os tratamentos dispostos num esquema fatorial 4 x 4, com quatro repetições, correspondendo a doses de fósforo (0, 80, 160, 240 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), na forma de superfosfato simples e quatro doses de potássio (0, 60, 120, 180 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O), na forma de cloreto de potássio. A calagem foi realizada para elevação da saturação por bases a 60%, sendo realizada 30 dias de antecedência do plantio. A adubação fosfatada foi realizada de uma única vez no sulco de plantio. A adubação potássica foi parcelada em duas vezes, 1/3 no plantio, 2/3 em cobertura na época do florescimento, de acordo com os tratamentos. Foram avaliadas a produtividade, altura das plantas e peso de 100 sementes, além das análises química de solo e planta. A aplicação anual de 80 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 60 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O foi suficiente para atender à demanda da cultura da soja e manter os teores de fósforo e potássio no solo próximo do nível crítico. O aumento dos teores de potássio no solo resultam em queda na concentração de cálcio e magnésio na matéria seca da soja. O conteúdo de fósforo e potássio nas folhas de soja cultivada em Belterra foi maior do que em Paragominas. Os nutrientes absorvidos em maiores quantidades pela soja foram o N e o K, seguindo-se, pela ordem decrescente: Ca, Mg, P e S.

### INTRODUÇÃO

No Estado do Pará, a área plantada com a cultura vem crescendo, principalmente nas regiões Sul, Sudeste, Nordeste e Oeste Paraense. As pesquisas com fertilidade do solo e nutrição mineral da soja são poucas e as recomendações técnicas são adaptadas de informações obtidas em outras regiões.

Os solos que predominam nestas regiões são: os Latossolos Amarelos, Latossolos Vermelhos Amarelos, Latossolos Vermelhos, com textura variando de média, argilosa e muito argilosa, além de Argissolos Amarelos, Argissolos Vermelhos Amarelos de textura média/argilosa e argilosa/muito argilosa, todos profundos e distróficos, sob vegetação originalmente de floresta, na maioria, são ácidos e, como principal consequência, pode ocorrer alumínio em quantidades tóxicas para a cultura da soja. Desse modo, a aplicação de calcário é imprescindível para elevar o pH e neutralizar o alumínio do solo e fornecer cálcio e magnésio às plantas (Rodrigues et al., 2003).

Outra limitação à produção de soja nesses solos é a baixa disponibilidade de fósforo e potássio e a alta capacidade de retenção de fósforo. Por isso, a prática da adubação fosfatada e potássica é indispensável para a obtenção de alta produtividade segundo Sousa (1984).

A absorção de nutrientes pela soja é influenciada por diversos fatores, entre eles as condições climáticas, como a chuva e a temperatura, as diferenças genéticas entre as variedades, o teor de nutrientes no solo e os diversos tratamentos culturais. Contudo, é possível estimar as

quantidades médias de nutrientes que estão presentes nos restos culturais e nos grãos da soja para cada tonelada de produção de grãos.

A expansão da cultura da soja nas regiões de baixas latitudes do Brasil requer estudos para estabelecer tecnologias e manejo adequado para seu cultivo. As recomendações de adubações devem ser relacionadas com as análises de solos e a resposta da variedade utilizada no cultivo, visando à obtenção do máximo retorno por área, de tal maneira a atingir o retorno econômico máximo (Sfredo et al, 1994).

Um dos nutrientes mais importantes para a produção de grãos na região dos cerrados é o P, devido à baixa disponibilidade deste nutriente em condições naturais. Portanto é indispensável a prática da adubação fosfatada para obtenção de produção satisfatória para a cultura da soja (Sousa et al., 1987).

Por outro lado a resposta da cultura da soja à adubação potássica é muito grande. Sousa (1984), considera como nível de suficiência, para o Latossolo argiloso, 50 mg kg<sup>-1</sup> de K, enquanto que o nível de suficiência de potássio para solos mais arenosos é de 30 mg kg<sup>-1</sup> de solo.

O presente trabalho teve como objetivos avaliar a eficiência da aplicação de quantidades de fósforo e potássio, sobre a produtividade de grãos de soja nos municípios de Paragominas e Belterra, PA.

**Palavras chaves:** *Glycine max*, concentração, nutrição mineral, nutrientes, fósforo, potássio.

<sup>1</sup> Eng. Agrôn. M.Sc. Estudante de Pós-Graduação da UFRA, Caixa Postal 917, CEP 66077-530. Belém, PA.

<sup>2</sup> Eng. Agrôn. D.Sc. Embrapa Amazônia Oriental, Caixa Postal 48, CEP 66.095-100. Belém, PA.

<sup>3</sup> Eng. Agrôn. M.Sc. Embrapa Amazônia Oriental, Caixa Postal 48, CEP 66.095-100. Belém, PA.

<sup>4</sup> Estudante de Graduação da UFRA, Bolsista PIBIC/CNPq/Embrapa, Caixa Postal 917, CEP 66077-530. Belém, PA.

ácido nítrico e perclórico concentrados, segundo metodologia descrita por Malavolta et al. (1997). Foram determinados os seguintes nutrientes N, P, K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn e Zn.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram instalados em condições de campo, nos anos agrícolas de 2002/2004, no campo experimental da Embrapa Amazônia Oriental nos Municípios de Paragominas localizado na mesorregião do Nordeste Paraense e em Belterra localizado na mesorregião do Oeste Paraense, áreas consideradas representativas para o cultivo de grãos no Estado do Pará.

Os solos onde foram realizados os experimentos foram classificados, no grupo Latossolo Amarelo, textura argilosa e muito argilosa, com boas propriedades físicas e baixa concentração de alumínio, não apresentaram impedimentos de ordem física e ambiental para a produção de grãos.

As amostras de solo para determinação das análises químicas e físicas, foram coletadas antes da instalação dos experimentos na camada de 0 - 20 cm de profundidade.

As análises químicas e físicas foram realizadas no laboratório de solos da Embrapa Amazônia Oriental, segundo metodologia adotada pela Embrapa (1997), realizando as determinações de pH(H<sub>2</sub>O), P, K, Ca, Mg, H e Al. Os resultados das análises químicas e físicas do solo, encontram-se na Tabela 1.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso, com quatro repetições, sendo os tratamentos dispostos em esquema fatorial, 4 x 4, correspondendo a quatro doses de P e quatro doses de K. Os tratamentos corresponderam as doses de P (0; 80; 160 e 240 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) na forma de superfosfato simples e as doses de K (0; 60; 120 e 180 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O) na forma de cloreto de potássio.

Foi utilizada a cultivar Sambaíba como indicadora, com espaçamento de 50 cm entre fileiras, com densidade de 20 semente/metro linear. A necessidade de calagem foi baseada na elevação da saturação por bases de acordo com Raij et al. (1996), e tendo sido realizada 30 dias antes do plantio, utilizou-se calcário dolomítico com PRNT 90%, visando aumentar a saturação por base, ao valor de 70%.

A adubação fosfatada foi realizada de uma única vez no sulco de plantio e a potássica foi parcelada em duas vezes; 1/3 no plantio e 2/3 em cobertura 30 dias após a germinação, ou seja, no início do florescimento de acordo com os tratamentos.

Foi avaliada a produtividade (peso de 100 sementes, peso de grãos em kg/parcela, produção de grãos em kg.ha<sup>-1</sup>), altura das plantas e inserção da primeira vagem, além das análises químicas da planta (coletando se a terceira ou quarta folha em número de 20 trifoliadas no início do florescimento para determinar, Na; N; P; K; Ca; Mg;).

As análises de plantas também foram realizadas no laboratório de solos da Embrapa Amazônia Oriental. As amostras do material colhido foram digeridos em

Os dados obtidos foram submetidos à análise estatística utilizando-se o programa estatístico SAS (Statistical Analysis System), (SAS, 1993). Foram ajustadas equações de regressão, para todas as variáveis estudadas, em função das doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2, são apresentados os efeitos significativos sobre as variáveis de crescimento e de produtividade. Observa-se que a altura das plantas e o peso de 100 sementes foram influenciados pela aplicação das doses de fósforo, sob as formas linear e quadrático, enquanto o rendimento de grãos foi influenciado positivamente pelas doses de fósforo e potássio nos municípios de Paragominas e Belterra.

Observa-se que a altura das plantas, a inserção da 1ª vargem e o peso de 100 sementes não foram influenciados pela aplicação dos diversos tratamentos utilizados, houve efeitos significativos sobre a produtividade de grãos da soja em relação a testemunha, nos dois locais estudados Paragominas e Belterra.

Nas Figuras de 1 e 2 observa-se que os resultados de produtividade de grãos de soja cultivar Sambaíba, obtidos nos municípios de Paragominas e Belterra, apresentaram, estatisticamente, respostas significativas para as adubações fosfatada e potássica, mostrando que para estas condições de solos dos referidos municípios, a cultura da soja responde às adubações com fósforo e potássio.

Na Figura 1a, observa-se um comportamento quadrático da resposta da produção de grãos em função das dosagens de adubações fosfatadas para o município de Paragominas, houve uma resposta positiva, apresentando, entretanto, um ligeiro acréscimo até a dosagem de 240 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

Com relação as adubações potássicas com as doses de 60 e 120 kg.ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, mostraram melhores resultados comparados com a dosagem máxima. Houve uma resposta positiva na produção de grãos até a concentração de 160 kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> em todos os locais estudadas, com o aumento das concentrações do fósforo no solo houve uma redução significativa na produção de grãos (Figura 1a).

Na Figura 2a, observa-se um comportamento quadrático da resposta da produção de grãos em função das dosagens de adubações fosfatadas para o município de Belterra, houve uma resposta positiva, apresentando, entretanto, um ligeiro decréscimo com a dosagem de 240 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

Os resultados deste trabalho confirmam recomendações de outros pesquisadores, quanto a solos de Cerrado, em que há resposta ao fósforo logo no primeiro ano de cultivo, em solos com baixo teor desse nutriente, e quanto ao potássio, há falta de resposta econômica à sua aplicação em solos com teores acima de 0,12 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> é de 60 kg. ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> como manutenção (Embrapa, 2000). Borkert et al. (1993)

recomendam de 90 a 100 kg. ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> quando o teor de fósforo é baixo.

A produtividade da soja foi influenciada tanto pelo fósforo quanto pelo potássio, sob as formas linear e quadrática; entretanto, não o foi quanto ao seu produto cruzado (Figuras 1 e 2). Neste trabalho, a aplicação anual de 80 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 60 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O foi suficiente para atender à demanda da cultura da soja e manter os teores de fósforo e potássio no solo próximo do nível crítico.

Lins et al. (1989), definiram que para solos de cerrado com o teor muito baixo de em fósforo (3,6 mg dm<sup>-3</sup>), enquanto que a dose que otimiza a produção de soja é de 200 kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, o que confirma a recomendação de 180 kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Oliveira et al.(1992), relatam que houve aumento de produção de soja no primeiro ano com a aplicação de 60 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, a lanço ou em sulco, metade no plantio e metade em cobertura. Os maiores rendimentos da soja estiveram associados a teores de potássio nas folhas, iguais ou superiores a 1,31%, além de aumentar significativamente a resistência da planta às pragas e doenças, evidenciando assim a importância do potássio para o cultivo da soja. Dessa forma a quantidade média de adubo potássico a ser aplicada, anualmente, na soja corresponde a 60 kg.ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O. Essa quantidade de adubo é suficiente para alcançar uma produtividade média de grãos de 3.000 kg.ha<sup>-1</sup>, tomando como base uma retirada média de 21,5 kg.ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O para cada tonelada de grãos colhida (Mascarenhas et al., 1981).

Com relação ao peso de 100 sementes, apresentou padrão oposto, indicando em Paragominas (32,35±0,285g) um peso maior de sementes do que em Belterra (18,36±0,043g). Os ajustes aplicados, assinalaram um ponto de máxima concordante em ambos locais, situado na faixa de 140 a 155 kg.ha<sup>-1</sup> de fósforo, ressaltando-se que a maior necessidade de fósforo observada em Paragominas (155 kg.ha<sup>-1</sup>) apresenta uma resposta muito superior a observada em Belterra (Figuras 1 e 2).

Desse modo, infere-se sobre a condição do ambiente em que os experimentos foram conduzidos, ressaltando-se as condições climáticas, tais como chuvas no período da colheita, ventos fortes e etc, e ainda as características do solo.

A produtividade também apresentou resposta equivalente ao peso de 100 sementes, em que Paragominas (4.016,22 kg ha<sup>-1</sup>) apresentou uma maior produtividade do que Belterra (3.717,22 kg ha<sup>-1</sup>)

## CONCLUSÕES

A aplicação anual de 80 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 60 kg/ha de K<sub>2</sub>O, foi suficiente para atender à demanda da cultura da soja e manter os teores de fósforo e potássio no solo próximo do nível crítico.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] RODRIGUES, T. E.; VALENTE, M.A.; GAMA, J.R.N.F.; OLIVEIRA JUNIOR, R. C. de; SANTOS, P.L. dos ; SILVA, J.L. da. **Caracterização e classificação dos solos do município de Paragominas, Estado do Pará**. Belém. Embrapa Amazônia Oriental. 2003, 64p.
- [2] SOUSA, D.M.G de. **Calagem e adubação para cultura da soja nos cerrados**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1984. 9p. (EMBRAPA-CPAC. Comunicado Técnico, 38).
- [3] SFREDO, G. J.; PALUDZYSZYN FILHO, E.; GOMES, E.R. Resposta da soja a potássio e a fósforo em em podzólico vermelho amarelo de Balsas, MA. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.29, n.9, p.1359-1364, set. 1994.
- [4] SOUSA, D.M.G de.; MIRANDA, L.N.; LOBATO, E. **Interpretação de análise de terra e recomendação de adubos fosfatados para culturas anuais nos cerrados**. Planaltina, EMBRAPA-CPAC, 1987. 7p. (EMBRAPA-CPAC. Comunicado Técnico, 51).
- [5] EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA-EMBRAPA. **Manual de métodos de análises do solo**. 2ed. Rio de janeiro, 1997. 212 p.
- [6] RAIJ, B. van.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A. M. C. Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. 2ª ed., Campinas, Instituto Agrônomo & Fundação IAC, 1996. 285 p.(Boletim Técnico, 100).
- [7] MALAVOLTA, E., VITTI, G.C., OLIVEIRA, S.A.; **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2ed., Piracicaba:Potafos, 1997. 319p.
- [8] SAS INSTITUTE. Statistical Analysis System Institute. Statistical Analysis System: Procedures
- [9] EMBRAPA. **Recomendações técnicas para a cultura da soja na região central do Brasil 2000/01**. Londrina: Embrapa Soja/Fundação MT, 2000. 245p. (Embrapa Soja. Documentos, 146).
- [10] BORKERT, C.M.; SFREDO, G.J.; SILVA, D.N. da. Calibração de potássio trocável para soja em latossolo roxo distrófico. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.17, n.2, p.223-226, 1993.
- [11] LINS, I.D.G.; COX., F.R.; SOUSA, D.M.G de. Teste de um modelo matemático para otimizar a adubação fosfatada na cultura da soja em solos sob cerrado com diferentes teores e tipos de argila. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.13, n.1, p.65-73, 1989.
- [12] OLIVEIRA, J.B. de.; SMYTH, T.J.; BONETTI, R. Efeito de adubação anteriores na nodulação e rendimento de soja e do feijão caupy em um latossolo amarelo da Amazônia. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.16, n.2, p. 195-201, 1992.
- [13] MASCARENHAS, H.A.A.; VALADARES, S.M.A.; TORTA, S.L.; BULISANI, E.A. Adubação potássica na produção de soja, nos teores de potássio nas folhas e na disponibilidade de potássio em latossolo roxo distrófico de cerrado. *Bragantia*, Campinas, 40: 125-134, 1981.

**Tabela 1** - Características químicas e físicas da área experimental <sup>(1)</sup>.

Características químicas	Paragominas	Belterra
pH (CaCl <sub>2</sub> )	5,2	4,1
Al <sup>3+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,1	1,0
H+ Al <sup>3+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	3,91	6,5
P (Melich) mg. dm <sup>-3</sup>	2,5	4,0
K <sup>+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,13	0,11
Ca <sup>2+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	2,9	1,5
Mg <sup>2+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,5	0,3
SB (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	3,53	1,91
CTC (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	7,44	8,4
V (%)	47,4	22,7
M. Orgânica (%)	3,2	4,0
<b>Características físicas</b>		
Areia (g. kg <sup>-1</sup> )	300	200
Silte (g. kg <sup>-1</sup> )	100	220
Argila total (g. kg <sup>-1</sup> )	600	580

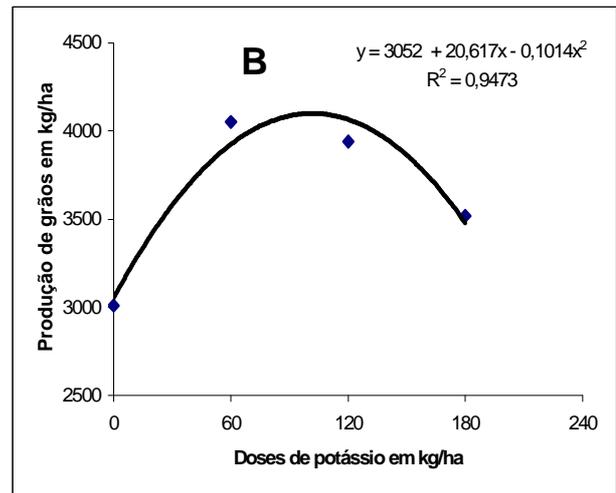
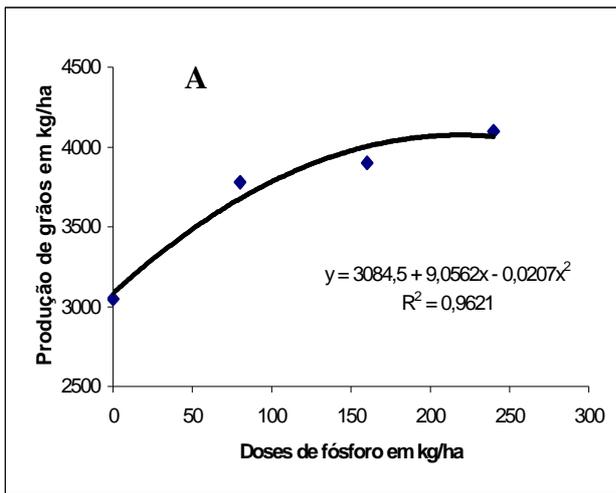
<sup>(1)</sup>Análises realizadas no Laboratório de Solos da Embrapa Amazônia Oriental.

**Tabela 2** - Valores de quadrados médios do modelo de análise da variância, para os indicadores de crescimento e produtividade da soja.

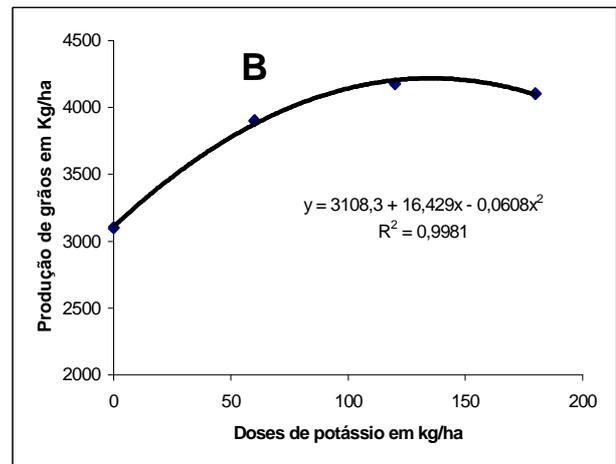
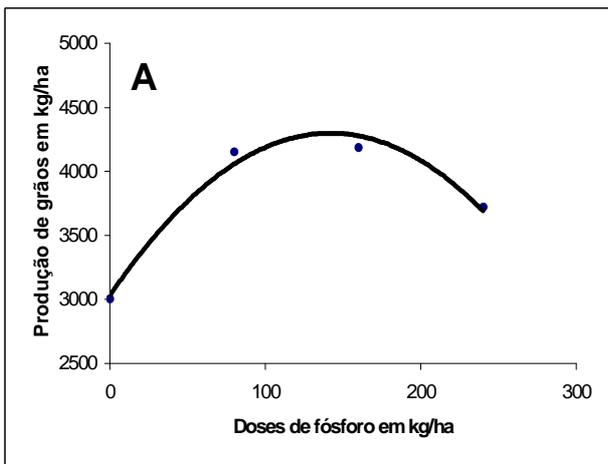
F.V.	G.L.	Altura		Produção	
		Planta	1 <sup>a</sup> vargem	Peso de 100 sementes	Grãos
Local	1	1,80.10 <sup>-2</sup> **	8,32.10 <sup>-4</sup>	3136,03 **	4.334.343,83 **
P	1	1,47.10 <sup>-2</sup> *	2,55.10 <sup>-4</sup>	7,88 *	2.763.897,77 **
P x P	1	2,03.10 <sup>-2</sup> *	1,32.10 <sup>-4</sup>	11,45 *	3.230.402,28 **
K	1	8,03.10 <sup>-3</sup>	6,70.10 <sup>-6</sup>	1,66	3.845.011,33 **
K x K	1	1,18.10 <sup>-2</sup>	6,90.10 <sup>-5</sup>	3,09	4.500.103,74 **
P x K	1	9,79.10 <sup>-4</sup>	1,95.10 <sup>-4</sup>	0,87	1.868,11
Resíduo	121	3,28.10 <sup>-3</sup>	4,74.10 <sup>-4</sup>	2,62	283.213,07

\*Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

\*\* Significativo ao nível de 1% de probabilidade.



**Figura 1** - Efeito das doses de fósforo sobre a produção de soja (a) e efeito das doses de potássio sobre a produção de soja (b) no município de Paragominas, PA.



**Figura 2** - Efeito das doses de fósforo sobre a produção de soja (a) e efeito das doses de potássio sobre a produção de soja (b) no município de Belterra, PA.