

Resposta de cultivares de soja à adubação fosfatada¹

Soybean response to phosphorus fertilization

Wellington Farias Araújo², Reginaldo Arruda Sampaio³ e Roberto Dantas de Medeiros⁴

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a resposta de cultivares de soja à adubação fosfatada, nas condições do cerrado roraimense. Os tratamentos, em esquema fatorial 4 x 4, correspondentes a quatro cultivares de soja (Paiaguases, FT 106, Mirador e FT 107) e quatro doses de fósforo (0, 90, 180 e 270 kg.ha⁻¹ de P₂O₅), foram distribuídos no delineamento em blocos casualizados, com três repetições. As alturas de planta e de inserção da primeira vagem mostraram-se favoráveis à colheita mecânica. No geral, a quantidade de nódulos da Mirador foi significativamente superior à das demais cultivares. A Paiaguases apresentou maior valor médio para a massa de 100 grãos. Os maiores rendimentos foram apresentados pelos cultivares Paiaguases e FT 107, com 2.995,9 kg.ha⁻¹ e 2.806,7 kg.ha⁻¹, respectivamente. A dose de fósforo que proporcionou maior rendimento médio, dentro do intervalo experimental, foi de 270 kg.ha⁻¹ de P₂O₅.

Termos para indexação: *Glycine max*, fósforo, cerrado, nodulação, Roraima.

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the response of soybeans cultivars to phosphorous fertilization under Brazilian Cerrado conditions in Roraima State. The experimental design was random blocks in a factorial system (4X4) with four soybeans cultivars (Paiaguases, FT 106, Mirador, and FT 107) and four levels of phosphorus application (0, 90, 180, and 270 kg ha⁻¹ P₂O₅), with three replicates. Plant height and first pod insertion height were adequate for mechanical harvest. Overall, the number of nodules in Mirador cultivar was significantly higher than those of the others cultivars. Cultivar Paiaguases presented the highest mass for the amount of 100 beans. Cultivars Paiaguases and FT 107 presented the highest yields, 2,995.9 kg ha⁻¹ and 2,806.7 kg ha⁻¹, respectively. The phosphorous dosage that produced best yield, within the experimental design, was 270 kg ha⁻¹ P₂O₅.

Index terms: *Glycine max*, phosphorous, Brazilian Cerrado, nodulation, Roraima State.

¹Recebido para publicação em: 26/04/2004.

Aprovado em: 11/01/2005.

²Eng. Agrônomo, D.Sc., Prof. do Dep. de Solos e Irrigação, CCA/UFRR, RR, wfaraujo@osite.com.br

³Prof. do Campus Regional de Montes Claros, UFMG, MG, rsampaio@nca.ufmg.br

⁴Pesquisador da EMBRAPA-CPAF, RR, Roberto@cpafrr.embrapa.br

Introdução

O cerrado brasileiro ocupa uma área de aproximadamente 206 milhões de hectares (Pereira et al., 1997). Deste total, 20 milhões são cultivados com grãos, sendo 1/3 somente de soja. Em Roraima, o cerrado ocupa uma área de 1.500.000 hectares (Gianluppi et al., 2000), constituindo-se nas melhores terras para exploração agrícola, com grande disponibilidade hídrica (rios perenes, lagos e igarapés) e localização nas proximidades das melhores vias de escoamento (Wehrmann e Duarte, 2002).

Os solos sob vegetação de cerrados apresentam elevada acidez, alta saturação de alumínio e baixa saturação de bases. No caso do fósforo, além de se encontrar em baixas concentrações nesses solos, a sua disponibilidade para as plantas depende das reações de adsorção pelos óxidos e de precipitação com ferro e alumínio (Novais e Smyth, 1999). Assim, devido à sua forte interação com o solo, o fósforo é o nutriente mais utilizado na adubação de culturas do cerrado (Raij, 1985; Goedert, 1987).

O fósforo está associado a muitas funções importantes na planta, tais como: fotossíntese, divisão celular e utilização de açúcares e amido (Mascarenhas et al., 1993). A deficiência de fósforo diminui o potencial de rendimento da soja, já nos estádios reprodutivos iniciais, como o florescimento, pela menor produção de flores e maior aborto dessas estruturas e nas fases seguintes, com formação de menor quantidade e maior aborto de legumes (Ventimiglia et al., 1999). Um bom suprimento de fósforo para a planta, por outro lado, promove incrementos significativos na produção de soja, em áreas de cerrado, mesmo no primeiro ano de cultivo (Coutinho et al., 1991; Sfredo et al., 1994).

A resposta da soja à adubação fosfatada pode estar ligada a fatores internos e externos da planta. Dentre os fatores internos, podem ser citados o estado nutricional da planta e o tipo de cultivar utilizada, que podem influenciar a absorção de fósforo. Em relação aos fatores externos, destacam-se a umidade e textura do solo, considerados fundamentais no processo de absorção de fósforo pelas plantas (Silveira e Moreira, 1990).

Em Roraima, destacam-se como mais adaptadas às condições edafoclimáticas, as cultivares Paiaguases, FT 106, Mirador, FT 107 e, mais recentemente, Tracajá, Sambaiba, Candeias, Monsoy 9001, Monsoy 9010, Celeste, Nova Fronteira e Boa Vista, cujos rendimentos variam de 2.700 a

3.600 kg.ha⁻¹, dependendo das condições de fertilidade do solo e das precipitações ocorridas ao longo do ciclo da cultura. Atualmente, o custo de produção da soja na região, incluindo a fosfatagem e a aplicação de calcário, é de R\$ 2.000/ha no primeiro ano, e de R\$ 1.600,00/ha nos anos seguintes. São gastos 60% deste total, com correção e adubação do solo¹.

No cultivo da soja são consideradas importantes, além da produção de grãos, características como altura da planta e de inserção da primeira vagem, fundamentais para a eficiência na colheita mecanizada, e, também, a formação de nódulos, essenciais para a fixação do nitrogênio atmosférico e redução na adubação nitrogenada. Todas essas características são fortemente dependentes da adubação fosfatada, conforme apontado por Mooyde e Pesek, 1966; Goepfert, 1971; Pereira et al., 1974; Sousa, 1984; Silveira e Moreira, 1990; Sfredo et al., 1996.

A área de cerrados em Roraima tem se caracterizado como nova fronteira agrícola, com a expansão da cultura da soja para regiões de baixa latitude (Wehrmann e Duarte, 2002). Nestas áreas, são poucas as pesquisas para desenvolver tecnologia local, sendo as recomendações normalmente importadas de outras regiões do país. Neste caso, torna-se imprescindível à realização de pesquisas que venham a incorporar estas áreas ao setor produtivo, utilizando-se recomendações compatíveis com as condições edafoclimáticas da região.

Este trabalho teve como objetivo principal: avaliar a resposta de cultivares de soja a doses de fósforo, sob as condições edafoclimáticas do cerrado roraimense.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido nos meses de junho a setembro de 1997, em área de cerrado, pertencente à Universidade Federal de Roraima, no município de Boa Vista-RR, cujas coordenadas geográficas de referência são 2° 40' 11" N, 60° 40' 24" W e 90 m de altitude, não cultivada anteriormente com soja.

De acordo com Araújo et al. (2001), na região, a temperatura média compensada do ar é de 27,4°C; a evaporação média anual é de 1.940,3 mm; a umidade relativa média é de 74% e a pluviosidade média anual é de 1.685,6 mm; com uma estação chuvosa, de abril a setembro, e outra seca, de outubro a março.

O solo da área é classificado como LATOS-SOLO AMARELO Distrófico, textura média, cujas características físicas e químicas encontram-se na Tabela 1.

Um mês antes da semeadura foram aplicados, a lanço, 1.300 kg.ha⁻¹ de calcário dolomítico, PRNT 100% e incorporados ao solo com grade niveladora de discos. Por ocasião do semeio, em 17 de junho de 1997, aplicou-se, no sulco, 90 kg.ha⁻¹ de potássio, na forma de cloreto de potássio e 50 kg.ha⁻¹, na forma de FTE-BR 12. Foram aplicadas, também, no sulco de semeadura, as seguintes doses de adubo fosfatado: 0, 90, 180 e 270 kg.ha⁻¹ de P₂O₅, na forma de superfosfato simples. A colheita ocorreu em 29 de setembro de 1998.

Tabela 1 - Características químicas e físicas do solo na camada de 0-20 cm de profundidade.

Determinações ¹	Valores
M.O. (g.dm ⁻³)	11,30
pH em água (1:2,5)	5,00
P (mg.dm ⁻³)*	4,36
K (mg.dm ⁻³)*	72,70
Ca (cmol _c .dm ⁻³)	5,69
Mg (cmol _c .dm ⁻³)	0,07
Al (cmol _c .dm ⁻³)	0,06
Areia (dag.kg ⁻¹)	64,70
Silte (dag.kg ⁻¹)	9,30
Argila (dag.kg ⁻¹)	26,00

¹Análises feitas conforme metodologia da EMBRAPA (1997).

* Extrator Mehlich.

O preparo do solo constou de uma aração, seguida de gradagem e nivelamento. O plantio foi realizado em sulcos, num espaçamento de 0,5 m entre fileiras, com 20 sementes por metro linear, perfazendo uma população de 400.000 plantas.ha⁻¹. Foram utilizadas as cultivares Paiaguases, FT 106, Mirador e FT 107, resistentes ao nematóide das galhas e já testadas na região (Cordeiro e Ribeiro, 1982; El-Husny et al., 1994; Gianluppi et al., 2000). As sementes foram inoculadas com *Bradyrhizobium japonicum*, na proporção de 1 kg de inoculante, misturado com 1 litro de água, para 50 kg de sementes.

Os tratamentos, em esquema fatorial 4 x 4, correspondentes a quatro cultivares de soja (Paiaguases, FT 106, Mirador, FT 107) e quatro doses de fósforo (0, 90, 180 e 270 kg.ha⁻¹ de P₂O₅), foram distribuídos no delineamento em blocos

casualizados, com três repetições. Cada parcela foi constituída de 6 fileiras, espaçadas 0,5 m com 6 m de comprimento, totalizando uma área de 18 m². Como área útil foram consideradas as 4 fileiras centrais de cada parcela. Foram excluídas as plantas localizadas na extremidade (0,5 m) das fileiras.

Para o monitoramento da umidade do solo foram instalados, em cada bloco, dois tensiômetros, sendo um a 15 e outro a 30 cm de profundidade. Eles foram posicionados no meio do sulco, entre a última fileira da área útil e a fileira da bordadura e no meio na parcela. Sempre que o tensiômetro a 15 cm indicava leitura abaixo de -30 KPa, uma irrigação complementar era realizada na área. Dados de precipitação e de evaporação foram coletados, respectivamente, de um pluviômetro e de um tanque classe "A", instalados próximos ao experimento. Os tratamentos culturais constaram de duas capinas manuais, até o período de floração e pulverizações constantes, para manter a área livre de pragas e de doenças, de acordo com o recomendado por Gianluppi et al. (2000).

Foram analisados os seguintes parâmetros: altura da planta; altura de inserção da primeira vagem; número de nódulos ativos por planta; massa de 100 sementes e rendimento. A contagem do número de nódulos foi feita na época da floração, em 5 plantas por parcela, as quais foram retiradas do solo, com todo o sistema radicular visível, até 50 cm profundidade. Os nódulos ativos foram os que, ao serem cortados, apresentaram coloração avermelhada.

Os dados referentes ao número de nódulos foram transformados em $x^{1/2}$, de forma a se obter distribuição normal e homogeneidade de variâncias. Os dados homogeneizados foram submetidos à análise de variância, comparando-se as médias das cultivares pelo teste de Duncan, até 5% de probabilidade e as médias das doses, pelo ajuste de equações de regressão, testando-se os modelos até 5% de probabilidade, pelo teste F (Banzatto e Kronka, 1995).

Resultados e Discussão

Conforme se observa na Tabela 2, as precipitações foram inferiores às normais, com as chuvas concentrando-se no início do experimento e com ocorrência de veranicos próximo ao período crítico de florescimento, o que tornou necessário o uso de irrigação complementar, com lâmina total de 60 mm.

Tabela 2 - Dados climáticos observados durante o experimento.

Mês	Precipitação(mm)		Temperatura(°C)	Umidade Relativa(%)
	Esperada ¹	Observada	média observada	observada
Jun	352,9	289,0	28,0	80,0
Jul	335,1	219,0	28,0	79,0
Ago	209,7	145,0	29,8	77,0
Set	30,0	10,0	30,0	76,0

¹Fonte: Araújo et al. (2001).

Na Tabela 3 são apresentados os resultados de Alturas de plantas (Altp) e de inserção da primeira vagem (Altv), nas diferentes cultivares de soja. Para estas variáveis, não houve interação entre cultivares e doses de fósforo. Não houve diferença de altura de plantas (Altp) entre cultivares, entretanto, para altura de inserção da primeira vagem (Altv), foi observada diferença significativa, com destaque para FT 106, com valor de 25,4 cm. Os cultivares FT 107 e Mirador apresentaram as menores alturas, com valores de 18,1 e 16,8 cm, respectivamente. Em todas as cultivares estudadas as alturas se mostraram adequa-

das à colheita mecânica. As doses de máxima eficiência técnica (MET) para Altp e Altv foram de 192,0 e 193,8 kg.ha⁻¹ de P₂O₅, respectivamente (Tabela 4).

Tabela 3 - Altura média de planta (Altp) e de inserção da primeira vagem (Altv) de diferentes cultivares de soja.

Cultivar	Altp (cm)	Altv (cm)
Paiaguases	69,5 a	21,8 b
FT 106	74,6 a	25,4 a
Mirador	70,3 a	16,8 c
FT 107	67,1 a	18,1 c

Médias seguidas da mesma letra na vertical não diferem estatisticamente entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Duncan.

Tabela 4 - Equações de regressão para altura de planta (Altp), de inserção da primeira vagem (Altv) de soja e valores correspondentes a Máxima Eficiência Técnica (MET) de adubação com fósforo.

Variável	Equação	MET (kg.ha ⁻¹)	R ²
Altp (cm)	$Y = (4487,85 + 7,644593**D - 0,019901**D^2)^{1/2}$	192,0	0,997
Altv (cm)	$Y = (384,8 + 0,581164**D - 0,001499**D^2)^{1/2}$	193,8	0,667

** Significativo pelo teste F a 1% de probabilidade.

Para o número de nódulos ativos por planta, houve interação entre os fatores cultivares e doses, de forma que foi feito o desdobramento de cultivares dentro de doses e de doses dentro de cultivares (Tabela 5). Observou-se que as cultivares apresentaram diferentes respostas à adubação fosfatada. Nas cultivares Paiaguases e Mirador, o número de nódulos por planta apresentaram uma tendência a diminuir com a aplicação de doses intermediárias de fósforo, atingindo valores mínimos de 10 e 17 nódulos por planta, respectivamente (Tabela 5). O número de nódulos ativos na FT 107 aumentou com o incremento das doses de fósforo, atingindo valor máximo, dentro do intervalo experimental, de 37 nódulos por planta. Entretanto, a FT 106 não respondeu à adubação fosfatada, apresentando média de 16 nódulos por planta. A cv. Mirador, por sua vez, apresentou na maioria das doses de fósforo testadas, maior quantidade de nódulos por planta. De modo geral, observou-se maior número de nódulos nas doses mais elevadas, de 180 a 270 kg.ha⁻¹ de P₂O₅. Porém a Máxima Eficiência Técnica (MET) foi de 131 kg.ha⁻¹ de P₂O₅

para Paiaguases, 163 kg.ha⁻¹ de P₂O₅ para Mirador e 203 kg.ha⁻¹ de P₂O₅ para FT 107 (Tabela 6). Mooyde e Pesek (1966) e Pereira et al., (1974) observaram efeito da adubação fosfatada sobre o número e o peso seco dos nódulos e aumento do teor de nitrogênio nas folhas de soja.

Tabela 5 - Número médio de nódulos ativos por planta em raízes de soja em função da adubação fosfatada.

Cultivar	Doses de P ₂ O ₅ (kg.ha ⁻¹)			
	0	90	180	270
Paiaguases	27 b	10 b	11 c	29 a
FT 106	23 b	11 b	34 a	16 b
Mirador	39 a	31 a	17 bc	32 a
FT 107	9 c	17 b	18 b	37 a

Médias seguidas da mesma letra na vertical não diferem estatisticamente entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Duncan.

A massa de 100 sementes e o rendimento de grãos apresentaram respostas diferenciadas em relação a cultivares (Tabela 7). A cv. Paiaguases apresentou maior valor médio para a massa de 100 grãos (14,59 g), enquanto as cultivares FT 106 e FT 107

apresentaram valores similares, com médias de 11,50 e 11,55 g, respectivamente, e a Mirador apresentou a menor massa de 100 grãos (10,02 g). Não houve ajuste significativo de modelo relacionando a massa de 100 sementes e doses de fósforo. Conforme mostra a Tabela 7, nas cultivares Paiaguases e FT 107 foram obtidos os maiores rendimentos, 2.996 kg.ha⁻¹ e 2.807 kg.ha⁻¹, respectivamente, enquanto nas cul-

vares FT 106 e Mirador, os rendimentos foram de 2.571 kg.ha⁻¹ e 2.594 kg.ha⁻¹, respectivamente. Para todas as cultivares, os rendimentos foram superiores à média nacional da safra de 1997/98, que foi de 2.380 kg.ha⁻¹ (FNP Consultoria & Comércio, 1999) e similares aos obtidos em experimentos realizados na região (Cordeiro e Ribeiro, 1982; El-Husny et al., 1994).

Tabela 6 - Equações de regressão para número de nódulos ativos por planta de soja em função da adubação fosfatada e valores correspondentes a Máxima Eficiência Técnica (MET) nas diferentes cultivares de soja.

Cultivar	Equações	R ²	MET(kg.ha ⁻¹)
Paiaguases	$Y = 5,15 - 0,03299**D + 0,000126**D^2$	0,999	130,9
Mirador	$Y = 6,45 - 0,022539**D + 0,000069**D^2$	0,705	163,3
FT 107	$Y = 3,21D - 0,000039**D^2$	0,540	202,9

** significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

Tabela 7 - Massa de 100 grãos (g) e rendimento (kg.ha⁻¹) de diferentes cultivares de soja.

Cultivar	Massa de 100 grãos (g)	Rendimento (kg.ha ⁻¹)
Paiaguases	14,59 a	2.995,89 a
FT 106	11,50 b	2.571,18 b
Mirador	10,02 c	2.593,68 b
FT 107	11,55 b	2.806,71 ab

Médias seguidas da mesma letra na vertical não diferem estatisticamente entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Duncan.

De acordo com Novais e Smyth (1999), a recomendação média de fósforo para culturas anuais, em solos com baixos teores de “P-disponível” varia de 90 a 120 kg.ha⁻¹ de P₂O₅. Gianluppi et al. (2000) sugerem o uso de pelo menos 120 kg.ha⁻¹ de P₂O₅ no plantio, anualmente, para as condições de Roraima. Nas condições do experimento, a dose de MET para o rendimento foi de 270 kg.ha⁻¹ de P₂O₅ (Figura 1), muito acima da faixa recomendada anteriormente, porém, confirmando os resultados de Sfredo et al. (1994), Sfredo et al. (1996) e Sousa (1984), obtidos em áreas de cerrado, onde observaram incrementos no rendimento de soja, com aplicações de P₂O₅ próximas ou superiores a 200 kg.ha⁻¹. A necessidade de fósforo pela planta é mais elevada em solos com baixo teor de argila e de matéria orgânica, valores típicos do solo deste experimento, o que leva a um baixo fator capacidade e, por conseguinte, baixa eficiência de utilização do nutriente pela planta, sendo necessárias doses mais elevadas de fósforo para se atingir à produção máxima (Almeida et al., 2003; Andrade et al., 2003; Bedin et al., 2003).

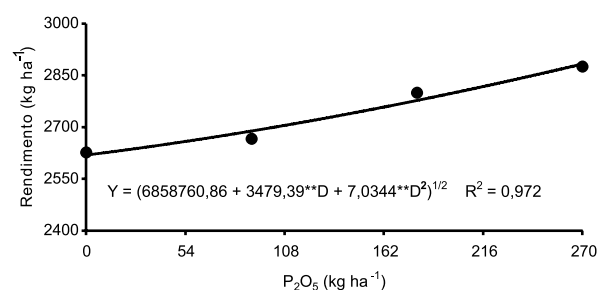


Figura 1 - Rendimento médio de grãos da soja (kg.ha⁻¹) em função das doses de fósforo aplicadas em solo LATOSSOLO AMARELO. ** significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

Conclusões

As cultivares de soja Paiaguases, FT 106, Mirador e FT 107 apresentam alturas de inserção da primeira vagem adequadas à colheita mecanizada;

A dose de fósforo ideal para se obter maior altura de inserção da primeira vagem é de 193,8 kg.ha⁻¹ de P₂O₅;

Doses de fósforo de 180 a 270 kg.ha⁻¹ de P₂O₅ promovem maior estímulo à nodulação;

As cultivares Paiaguases e FT 107 apresentam rendimento médio de 2.996 e 2.807 kg.ha⁻¹, respectivamente, em área de cerrados em Roraima, com dose de 270 kg.ha⁻¹ de P₂O₅.

Referências Bibliográficas

ALMEIDA, J. A.; TORRENT, J.; BARRÓN, V. Cor do solo, formas do fósforo e adsorção de fosfatos em latossolos desenvolvidos de basalto do extremo-sul do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**,

Viçosa-MG, v.27, n.6, p.985-1002, 2003.

ANDRADE, F. V.; MENDONÇA, E. S.; ALVAREZ V, V. H.; NOVAIS, R. F. Adição de ácidos orgânicos e húmicos em latossolos e adsorção de fosfato. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa-MG, v.27, n.6. p.1003-1011, 2003.

ARAÚJO, W. F.; ANDRADE JÚNIOR, A. S.; MEDEIROS, R. D.; SAMPAIO, R. A. Precipitação pluviométrica mensal provável em Boa Vista, Estado de Roraima, Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.5, n.3, p.563-567, 2001.

BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. N. **Experimentação Agrícola**. 3ª ed. Jaboticabal: FUNEP, 1995. 247p.

BEDIN, I.; FURTINI NETO, A. E.; RESENDE, A. V.; FAQUIN, V.; TOKURA, A. M.; CARVALHO, W. P. de. **Comportamento de cultivares de soja no cerrado de Roraima**. Boa Vista: Embrapa, Centro de Pesquisa Agroflorestal de Roraima, 1992. 4p. (Pesquisa em Andamento, 2)

CORDEIRO, A. C. C.; RIBEIRO, P. H. E. **Competição de cultivares de soja no cerrado do Território Federal de Roraima**. Boa Vista: Embrapa, Centro de Pesquisa Agroflorestal de Roraima, 1982. 4p. (Pesquisa em Andamento, 65)

COUTINHO, E. L. M.; NATALE, W.; VILA NOVA, A. S.; SITTA, D. S. X. Eficiência agrônômica de fertilizantes fosfatados para a cultura da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.26, n.9, p.1393-1399, 1991.

EL-HUSNY, J. C.; CORDEIRO, A. C. C.; CARVALHO, W. P. de. **Avaliação de cultivares de soja em cerrado de Roraima**. Boa Vista: Embrapa, Centro de Pesquisa Agroflorestal de Roraima, 1994. 6p. (Comunicado Téc. 4)

EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. 2ª ed., Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1997. 212p.

FNP CONSULTORIA & COMÉRCIO. **Agrianual 99**. São Paulo: Argos Comunicação, 1999. 521p.

GIANLUPPI, D.; GIANLUPPI, V.; SMIDERLE, O. S. **Recomendações Técnicas para o Cultivo da Soja nos Cerrados de Roraima**. Boa Vista: Embrapa Roraima, 2000. 35p. (Circular Técnica, 1).

GOEDERT, W. J. **Solos dos cerrados: tecnologias e estratégias de manejo**. São Paulo: Nobel, 1987. 422p.

GOEPFERT, C. F. Importância do fósforo na nodulação e no rendimento da soja (*Glycine max*). **Agronomia Sulriograndense**. Porto Alegre, v.7, p.5-9, 1971.

MASCARENHAS, H. A. A.; TANAKA, R. T.; AMBROSANO, E. J. O fósforo no solo e na soja. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v.68, n.1, p.77-86, 1993.

MOOYDE, C. J.; PESEK, L. Nodulation responses of soybean to added phosphorus, potassium and calcium salts. **Agronomy journal**, Madison, v.55, p.275-280, 1966.

NOVAIS, R. F.; SMYTH, T. J. **Fósforo em solo e planta em condições tropicais**. Viçosa, MG: UFV, DPS, 1999. 399p.

PEREIRA, G.; AGUIAR, J. L. P. de; MOREIRA, L.; BEZERRA, H. da S. Área e população do cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.32, n.7, p.759-763, 1997.

PEREIRA, J.; BRAGA, J. M.; NOVAIS, R. F. de. Efeitos de fontes e doses de fósforo na nodulação da soja e na sua absorção de nutrientes em um solo sob campo-cerrado. **Ceres**, v.21, n.115, p.213-226, 1974.

RAIJ, B. VAN. Fertilidade do solo e necessidade de calcário e fertilizantes para o Estado de São Paulo. **O Agrônomo**, Campinas, v.37, n.1, p. 13-21, 1985.

SFREDO, G. J.; PALUDZYSZYN FILHO, E.; GOMES, E. R. Resposta da soja a potássio e a fósforo em podzólico vermelho-amarelo de Balsas, MA. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.29, n.9, p.1359-1364, 1994.

SFREDO, G. J.; PALUDZYSZYN FILHO, E.; GOMES, E. R.; OLIVEIRA M. N. C. de. Resposta da soja a fósforo e a calcário em podzólico vermelho-amarelo de Balsas, MA. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.20, p.429-432, 1996.

SILVEIRA, P. M.; MOREIRA, J. A. A. Resposta do feijoeiro a doses de fósforo e lâminas de irrigação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.14, p. 63-67, 1990.

SOUSA, D. M. G. de. **Calagem e adubação para a cultura da soja nos cerrados**. Planaltina, 1984. 10p. (Comunicado técnico, 38)

VENTIMIGLIA, L. A.; COSTA, J. A.; THOMAS, A. L.; PIRES, J. L. F. Potencial de rendimento da soja em razão da disponibilidade de fósforo no solo e dos espaçamentos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.2, p.195-199, 1999.

WEHRMANN, M. E. S. de F.; DUARTE, L. M. G. Agricultura moderna e conflitos em regiões de cerrado: o caso de Roraima. In: **Conflitos e uso sustentável dos recursos naturais**, THEODORO, S. H. (org.), Brasília: Garamond, p.103-128, 2002.