

Adubação fosfatada para cultivares de soja**Phosphate fertilization to soybean cultivars**

DOI:10.34117/bjdv6n4-181

Recebimento dos originais: 13/03/2020

Aceitação para publicação: 13/04/2020

Gustavo Krüger Gonçalves

Docente de agronomia

Instituição: Universidade Estadual Do Rio Grande Do Sul (UERGS)

Endereço: rua rivadávia correa 825, centro, santana do livramento-rs, brasil

Email: gustavokguergs@gmail.com

Jessica Pedroso Rosado

Tecnóloga em agropecuária

Instituição: Instituição: Universidade Estadual Do Rio Grande Do Sul (UERGS)

Endereço: Av. Presidente Tancredo Neves, 210, Centro, São Borja, Brasil

Email: pedroso.jessica@yahoo.com.br

Francielly Baroni Mendes

Agrônoma

Instituição: Universidade Estadual Do Rio Grande Do Sul (UERGS)

Endereço: Rua Rivadávia Correa 825, Centro, Santana Do Livramento-Rs, Brasil

Email: francielly_baroni@hotmail.com

Emilio Mateus Schüller

Agrônomo

Instituição: Universidade Estadual Do Rio Grande Do Sul (UERGS)

Endereço: Rua Rivadávia Correa 825, Centro, Santana Do Livramento-Rs, Brasil

Email: emilioschuller@gmail.com

Meline Schüller

Discente De Agronomia

Instituição: Universidade Estadual Do Rio Grande Do Sul (UERGS)

Endereço: Rua Rivadávia Correa 825, Centro, Santana Do Livramento-Rs, Brasil

Email: melineschullermoto@gmail.com

Bruno De Oliveira Nascimento

Agrônomo

Instituição: Universidade Estadual Do Rio Grande Do Sul (UERGS)

Endereço: Rua Rivadávia Correa 825, Centro, Santana Do Livramento-Rs, Brasil

Email: brunodeoliveira90@yahoo.com.br

Henrique Vizzotto Caleffi

Agrônomo

Instituição: Universidade Estadual Do Rio Grande Do Sul (UERGS)

Endereço: Rua Rivadávia Correa 825, Centro, Santana Do Livramento-Rs, Brasil

Email: henriquecaleffi@hotmail.com

Paulo Elias Borges Rodrigues

Discente De Agronomia

Instituição: Universidade Estadual Do Rio Grande Do Sul (UERGS)

Endereço: Rua Rivadávia Correa 825, Centro, Santana Do Livramento-Rs, Brasil

Email: ltrator@bol.com.br

Nathalia Joughard Pozzebon

Agrônoma

INSTITUIÇÃO: Instituição: Universidade Estadual Do Rio Grande Do Sul (UERGS)

Endereço: Rua Rivadávia Correa 825, Centro, Santana Do Livramento-Rs, Brasil

Email: natty Pozzebon@hotmail.com

RESUMO

O município de São Borja no Rio Grande do Sul possui lavouras com diferentes níveis de produtividades de soja. Um dos fatores é a baixa disponibilidade de fósforo, a qual caracteriza a classe de solo Nitossolo onde ocorre predominantemente o cultivo de soja. Em função disso, o máximo potencial genético das cultivares pode ser diferenciado. Com o objetivo de verificar a resposta de cultivares de soja a adubação fosfatada em um Nitossolo, conduziu-se um experimento fatorial, delineado em blocos ao acaso. Os tratamentos consistiram das combinações dos fatores e níveis: a) Cultivares: NS 4823, Fepagro 36 e Fepagro 37; b) Doses de superfosfato triplo equivalentes: 0, 55, 110, 220 e 330 kg P₂O₅ ha⁻¹. As cultivares apresentaram resposta quadrática à adubação fosfatada em relação a produção de matéria seca, concentração de fósforo no tecido vegetal e fósforo acumulado. A cultivar NS 4823 apresentou a maior produção de massa seca, concentração de fósforo e quantidade de fósforo acumulado entre as cultivares avaliadas.

Palavras-Chave: fósforo, superfosfato triplo, produtividade

ABSTRACT

The city of São Borja has crops with different levels of soybean productivity. One of the factors is the low availability of phosphorus, which characterizes the Alfisol class where soybean cultivation predominantly occurs. As a result, the maximum genetic potential of cultivars can be differentiated. To verify the response of soybean cultivars to phosphate fertilization in a Alfisol, a factorial experiment was conducted in randomized complete blocks. The treatments consisted of combinations of factors and levels: a) Cultivars: NS 4823, Fepagro 36 and Fepagro 37; b) Doses of the triple superphosphate equivalent: 0, 55, 110, 220 e 330 kg P₂O₅ ha⁻¹. The cultivars showed a quadratic response to phosphate fertilization in relation to dry matter production, concentration of phosphorus in plant tissue and accumulated phosphorus. The cultivar NS 4823 presented the highest production of dry matter, phosphorus concentration and amount of accumulated phosphorus among the evaluated cultivars.

Keywords: phosphorus, triple superphosphate, productivity

1 INTRODUÇÃO

O cultivo de soja no planalto e de arroz irrigado na planície associado com a pecuária de corte extensiva é o sistema de produção tradicionalmente estabelecido no período de verão no município de São Borja no Rio Grande do Sul.

O cultivo de soja ocorre predominantemente na classe Nitossolo. Este solo apresenta como principais limitações a deficiência de fósforo e a alta adsorção do elemento pelos óxidos de ferro, que são oriundos das rochas basálticas responsáveis pela formação desta classe de solo. Desta forma, o máximo potencial genético das cultivares é limitado pelos teores de fósforo no solo inferiores ao nível de suficiência para as cultivares de soja.

As deficiências de fósforo na cultura de soja foram evidenciadas por diversos pesquisadores nas fases vegetativas e reprodutivas.

Na fase vegetativa, Rosolem (1982) observou que as folhas mais velhas e intermediárias da soja apresentaram inicialmente a cor verde mais escura. Entretanto, a coloração verde escura não foi detectada em algumas pesquisas, sendo observadas a ocorrência de folhas velhas cloróticas (MALAVOLTA et al. 1997). Segundo o INPI (2003), os sintomas de deficiência de fósforo na fase vegetativa estão associadas as plantas raquíticas, de lento crescimento e conseqüentemente de baixa estatura. Além disso, a baixa disponibilidade de fósforo afeta negativamente a fixação simbiótica de nitrogênio, o qual demanda energia para o processo de formação dos nódulos.

Na fase reprodutiva, a deficiência de fósforo afeta o florescimento, a maturação e o enchimento de grãos. De acordo com Sinclair (1993), a soja requer altas quantidades de fósforo, especialmente na época de fixação das vagens. Em caso de deficiência de fósforo, o florescimento e a maturação são atrasados. Além disso, a colheita será dificultada já que ocorre na redução no porte da planta e na altura de inserção da primeira vagem (TANAKA; MASCARENHAS, 1992).

ROSOLEN & TAVERES (2006) observaram uma redução no número de vagens, número de grãos e acúmulo de fósforo no grãos (SINCLAIR, 1993; MALAVOLTA et al., 1997; GUTIERREZ-BOEM & THOMAS, 1998), bem como a diminuição do tamanho dos grãos (SINCLAIR, 1993; GUTIERREZ-BOEM & THOMAS, 1998), que foram maiores com deficiência de fósforo. Apesar de os grãos apresentarem menor teor de fósforo, o maior peso de 100 grãos, aliado à obtenção de menor número e percentagem de grãos chochos nas plantas

deficientes, torna possível inferir que a deficiência prejudicou basicamente a formação de vagens, mas as poucas vagens formadas foram mais bem nutridas, quanto ao aporte de fotossintatos, que as das plantas não deficientes em fósforo. Assim, a planta foi sensível à deficiência de P ocorrida após o florescimento, particularmente no pegamento de vagens, com maior percentagem de abscisão. Uma vez formadas as vagens, verificou-se recuperação da produtividade, pela diminuição da percentagem de vagens e grãos chochos e do maior peso de 100 grãos. Deste modo, a deficiência de fósforo, quando imposta nas condições do presente experimento, parece não ter alterado, de modo significativo, a fotossíntese da planta. Além disso, o nutriente acumulado na planta durante a fase vegetativa, não deficiente, pode ter sido suficiente para atender à translocação para os grãos em formação, de modo a diminuir o prejuízo na produtividade.

ROSOLEM (1982) relatou que há forte translocação do fósforo das partes vegetativas da soja para os grãos, mas há necessidade de absorção do nutriente até praticamente o final do ciclo, para que a produtividade não seja prejudicada.

Uma das formas de minimizar a deficiência de fósforo é a utilização da adubação fosfatada. Entretanto, o elevado custo dessa prática, bem como a condição de recurso natural esgotável das fontes de fósforo, motiva o desenvolvimento de pesquisas com a finalidade de obter cultivares de soja com maior eficiência na absorção, translocação e, ou, utilização deste nutriente, as quais estão associadas às características morfológicas e fisiológicas das plantas (GERLOFF & GABELMAN, 1983).

A variabilidade da capacidade de absorção de fósforo entre cultivares pode ser causada por diferenças nas características morfológicas das raízes, importantes, principalmente, para nutrientes presentes em baixas concentrações na solução do solo e para os quais o acesso radicular aos elementos limita a absorção, como o fósforo (GERLOFF, 1977; MIRANDA, 1985; RÖMER et al., 1988). A eficiência de translocação de fósforo para a parte aérea condiciona o suprimento do nutriente aos sítios fotossinteticamente ativos da planta. Essa translocação é influenciada pelo estado nutricional das células da raiz (plantas deficientes retêm mais fósforo na raiz), pela taxa de transpiração das variedades e pela tolerância ao alumínio (precipita o fósforo na raiz), conforme relataram Bielecki (1973) e Marschner (1986).

As variedades também podem distinguir-se quanto à eficiência de utilização de fósforo. A maior eficiência de utilização pode ser devida à menor necessidade de fósforo para as reações bioquímicas da planta, à maior redistribuição do nutriente para os pontos de

crescimento e à maior mobilização do fósforo armazenado nos vacúolos das células em situação de deficiência (GERLOFF & GABELMAN, 1983).

Em termos de respostas a adubação, cultivares podem ser classificados como: (1) Eficientes responsivas- plantas que produzem altos rendimentos em baixo níveis de nutrientes e que respondem a altos níveis de adição de nutrientes, (2) Eficientes não responsivas - plantas que produzem altos rendimentos em baixo níveis de nutrientes, mas não respondem a adição de nutrientes, (3) Ineficientes não responsivos - plantas que produzem baixos rendimentos em baixo níveis de nutrientes mas não respondem a adição de nutrientes, e (4) Ineficientes-responsivas plantas que produzem baixos rendimentos em baixo níveis de nutrientes mas tem um alta resposta a adição de nutrientes (GERLOFF, 1977).

Com base no presente exposto, este trabalho teve como objetivo avaliar a resposta de cultivares de soja a adubação fosfatada em um Nitossolo.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Conduziu-se um experimento em casa de vegetação na Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS) em São Borja, no período de setembro de 2012 a janeiro de 2013 utilizando-se amostras de um Nitossolo vermelho, as quais foram coletadas no horizonte A, camada 0-20cm, em uma área não cultivada, em São Borja-RS (Tabela 1). O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso com três repetições. Foram avaliados os seguintes tratamentos: a) cultivares: NS 4823, Fepagro 37 e Fepagro 36; b) doses de superfosfato triplo equivalentes: 0, 55, 110, 220 e 330 kg P₂O₅ ha⁻¹. As cultivares foram definidas por serem as mais produtivas de acordo com ensaio estadual de cultivares de soja na safra 2009/10. As doses de fósforo foram definidas com base na recomendação da Comissão de Química e Fertilidade do solo do RS e SC (CQFS RS/SC, 2004) em função do teor de fósforo na área e de sua respectiva classe de argila.

Tabela 1 – Análise Química do solo

M.O (%)	Argila (%)	pH em água	P (mg dm ⁻³)	K (mg dm ⁻³)	V (%)	SAI (%)	CTC pH7
1,2	70	5,2	1,0	18	56	2	14

Amostras da camada superficial do solo (0-20 cm) foram expostas ao ar, destorroada e passada em peneiras de 2mm de malha, sendo posteriormente, colocada em recipientes

plásticos (unidade experimental) na quantidade de 5 kg de solo seco. Aos dois meses que antecedeu a semeadura (22/08/2012), foram aplicados uma quantidade equivalente de 6400 kg ha⁻¹ de calcário dolomítico com PRNT de 75,15 objetivando atingir o pH em H₂O em 6,0.

A fonte de fósforo utilizada foi o superfosfato triplo, a qual foi moída e peneirada a 0,297 mm, para uniformizar o tamanho das partículas. Em seguida, as amostras do solo de cada unidade experimental foram homogeneizadas, sem ou com superfosfato triplo, conforme os seus respectivos tratamentos. As adubações de base de nitrogênio e potássio foram realizadas de acordo com a Comissão de Química e Fertilidade do Solo do RS e SC (CQFS SC/RS, 2004). Posteriormente à adubação de base e aplicação dos tratamentos, as unidades experimentais receberam a adição de oito sementes das cultivares de soja tratadas com fungicidas e inoculadas com *Bradyrhizobium japonicum*, utilizando inoculante tipo turfa.

O desbaste de 4 plantas foi realizado treze dias após a semeadura. Durante a realização do experimento, as unidades experimentais foram mantidas com umidade gravimétrica em torno de 18%, pela adição de água destilada. Aos 72 dias após a emergência, a parte aérea foi coletada a 1 cm da superfície do solo. Em seguida foi submetida à secagem em estufa à temperatura de 65°C, por 72 h, para obtenção da produção de matéria seca da parte aérea das plantas. O tecido seco foi moído e nele determinadas as concentrações de P através da metodologia descrita por Tedesco et al. (1995). Em seguida foi calculada a quantidade de fósforo acumuladas pelas plantas.

A produção de matéria seca, concentração de fósforo e P acumulados da parte aérea foram submetidos à análise de regressão com o auxílio do programa estatístico Assisat (SILVA; AZEVEDO 2016).

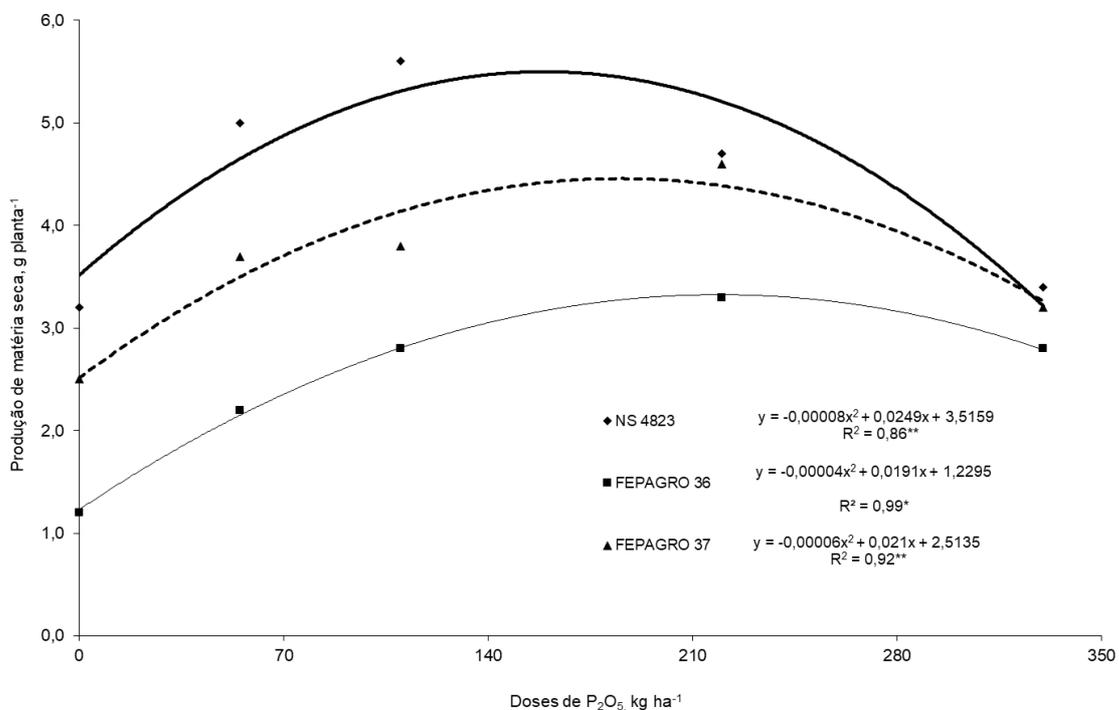
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em relação a produtividade de massa seca da parte aérea, todas as cultivares apresentaram resposta quadrática a adubação fosfatada. As doses que proporcionaram a máxima eficiência técnica (DMET) de produção de matéria seca nas cultivares NS 4823, Fepagro 37 e Fepagro 36 (Figura 1) foram equivalentes, respectivamente: 156, 175 e 239 kg P₂O₅ ha⁻¹.

A cultivar NS 4823 demonstrou ser mais responsiva à adubação fosfatada, sendo mais indicada para nível tecnológico alto, objetivando a obtenção de altas produtividades. De acordo com a classificação de Gerloff (1977) esta cultivar responsiva é classificada também como eficiente já que produziu a maior quantidade de massa seca por unidade de fósforo

aplicado ($0,0249 \text{ g de massa seca.kg P}_2\text{O}_5 \text{ aplicado}^{-1}$). Isso se deve, provavelmente, ao tamanho do sistema radicular, à capacidade de aquisição ou à taxa de absorção de fósforo por unidade de comprimento radicular (FERNANDES, 2001). Além desses fatores, a maior eficiência pode ser devida à menor necessidade de fósforo para as reações bioquímicas da planta e à maior redistribuição do nutriente para os pontos de crescimento (GERLOFF & GABELMAN, 1983).

Figura 1. Produção de matéria seca nas cultivares de soja em função da aplicação das doses de adubação fosfatada



Durante o desenvolvimento da soja, foi observado, na ausência de adubação fosfatada e em todas as cultivares, que as plantas apresentaram o sintoma de clorose nas folhas mais velhas, sintomas característicos da deficiência de fósforo. Resultados semelhantes foram descritos por Malavolta et al. (1997), os quais observaram que nos tratamentos onde houve a ausência de aplicação de fósforo as plantas apresentaram-se de coloração amarelo-parda. Isso possivelmente deve ter ocorrido devido ao baixo teor desse nutriente no solo em condições de fertilidade natural, conforme o observado na análise de caracterização do solo (Tabela 1). A faixa de suficiência foliar para a cultura de soja, segundo a CQFS RS/SC 2004, é de 0,26 a

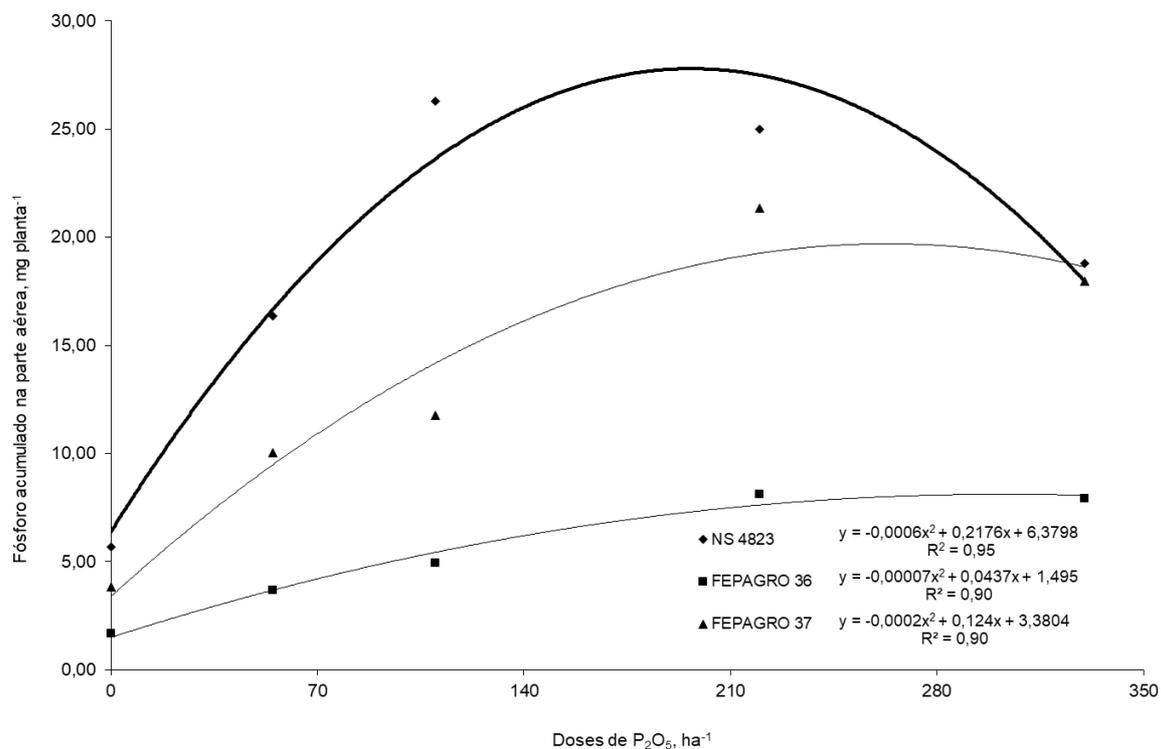
0,50% (2600 a 5000 mg kg⁻¹), sendo que na ausência da adubação fosfatada, todas as cultivares apresentaram teores de fósforo no tecido inferiores a 0,26% (Figura 2).

Tabela 1 - Produção de matéria seca, concentração de fósforo e fósforo acumulado na parte aérea em função dos tratamentos utilizados

Cultivares	Doses de P ₂ O ₅ , kg ha ⁻¹				
	0	55	110	220	330
-- Concentração de fósforo na parte aérea das plantas de soja, % --					
NS 4823	0,18	0,33	0,47	0,53	0,55
Fepagro 36	0,13	0,20	0,25	0,30	0,35
Fepagro 37	0,16	0,27	0,31	0,46	0,56

Em relação a quantidade de fósforo acumulado, todas as cultivares apresentaram resposta quadrática a adubação fosfatada (Figura 2). Segundo Fageria (1999), a adubação fosfatada promove maior número e tamanho das folhas resultando em uma área superficial maior para a realização da fotossíntese. Em todas as cultivares, a maior disponibilidade de fósforo com a adição do adubo fosfatado proporcionou o aumento na absorção e acúmulo de fósforo resultando em incrementos na produção de massa seca da parte aérea das cultivares até a dose de máxima eficiência técnica. A partir deste valor não ocorreu resposta a adubação fosfatada. Grant et al. (2001) descreve que as plantas apresentam um mecanismo de regulação que limita a absorção acumulação de fósforo e consequentemente a produtividade. Além disso, o excesso de fósforo no solo pode promover a sua competição com os demais ânions e com o zinco pelos sítios de absorção, reduzindo ou inibindo a absorção destes elementos (MARSHENER, 1995).

Figura 2. Fósforo acumulado nas cultivares de soja em função da aplicação das doses de adubação fosfatada



4 CONCLUSÃO

A cultivar NS 4823 apresentou a maior produção de massa seca entre as cultivares avaliadas.

A cultivar NS 4823 apresentou a maior quantidade de fósforo acumulado entre as cultivares.

Na ausência da adubação fosfatada, em todas as cultivares, foram observadas sintoma de clorose nas folhas mais velhas.

REFERÊNCIAS

BIELESKI, R.L. Phosphate pools, phosphate transport, and phosphate availability. Ann. Rev. Plant Physiology, v.24, p. 225-252, 1973.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO-RS/SC. Manual de adubação e calagem para os Estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul. 10 ed. Porto Alegre: SBCS - Núcleo Regional Sul/UFRGS, 2004. 400p.

FERNANDES, C. Eficiência de diferentes cultivares de híbridos de milho quanto a utilização de fósforo em solos de Cerrado. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2001. 51p. (Tese de Mestrado).

GERLOFF, G.C. Plant efficiencies in the use of nitrogen, phosphorus, and potassium. In: WRIGHT, M.J., ed. Plant adaptation to mineral stress in problem soils. Ithaca: Cornell University Press, 1977. p.161-173.

GERLOFF, G.C. & GABELMAN, W.H. Genetic basis of inorganic plant nutrition. In: LÄUCHLI, A. & BIELESKI, R.L. ed. Inorganic plant nutrition. New York: Springer-Verlag, 1983. p.453-480.

GUTIERREZ-BOEM, F.H. & THOMAS, G.W. Phosphorus nutrition and water deficits in field-grown soybeans. *Plant Soil*, v. 207, p. 87-96, 1998.

INPI (International Plant Nutrition Institute), 2003. Disponível em: [http://www.ipni.net/ppiweb/gbrazil.nsf/\\$webindex/article=3485F20483256D83004F34C1](http://www.ipni.net/ppiweb/gbrazil.nsf/$webindex/article=3485F20483256D83004F34C1).

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. Avaliação do estado nutricional de plantas: Princípios e aplicações. Piracicaba, Potafos, 1997. 308p.

MARSCHNER, H. Mineral nutrition of higher plants. New York, Academic Press, 1986. 674p.

MARSCHNER, H. Mineral nutrition of higher plants. London, Academic Press, 1995. 330p.

MIRANDA, L.N. Aluminum-phosphate interactions in relation to wheat growth. 1985. 169f. Tese de Doutorado, Reading, University of Reading.

RÖMER, W.; AUGUSTIN, J. & SCHILING, G. The relationship between phosphate absorption and root length in nine wheat cultivars. *Plant Soil*, v.111, p. 199-201, 1988.

ROSOLEM, C.A. Nutrição mineral e adubação da soja. 2.ed. Piracicaba, Potafós, 1982. 80p. (Boletim, 6).

ROSOLEM, C.A.; & TAVARES, C.A. Sintomas de deficiência tardia de fósforo em soja. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 30, p.385-389, 2006.

SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. *African Journal of Agricultural Research*, v. 11, n. 39, p. 3733-3740, 2016.

SINCLAIR, J.B. Soybeans. In: BENNETT, W.F., ed. Nutrient deficiencies & toxicities in crop plants. Saint Paul, APS, 1993. p. 99-103.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO/ COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO - SBCS/CQFS. Manual de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. 10.ed. Porto Alegre, 2004. 400p.

Brazilian Journal of Development

TANAKA, R.T.; MASCARENHAS, H.A.A. & BORKERT, C. Nutrição mineral da soja. In: ARANTES, N.E. & SOUZA, P.I.M., eds. Cultura da soja nos cerrados. Piracicaba, Potafós, 1993. p.105-135.

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A.; BOHNEN, H. & VOLKWEISS, S.J. Análise de solo, plantas e outros materiais. 2.ed. Porto Alegre, Departamento de Solos da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 1995. 174p. (Boletim Técnico de Solos, 5)