

INTERAÇÃO DO FÓSFORO E DA SATURAÇÃO POR BASES NA COMPOSIÇÃO MINERAL DA SOJA E NAS CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DE UM ARGISSOLO DO CERRADO DE REDENÇÃO (PA)¹

Rita de Cássia Lemos da SILVA²
Francisco Ilton de Oliveira Moraes³

RESUMO: Os solos sob vegetação de cerrado se caracterizam pela acidez e deficiência de nutrientes, especialmente fósforo. O objetivo desse trabalho foi determinar o efeito do fósforo e da saturação por bases na composição mineral de soja e nas características químicas de um solo sob vegetação de cerrado. Os dados para as análises do tecido da soja e dos atributos do solo foram obtidos de um experimento em blocos casualizados com os tratamentos arranjados em um fatorial 4 x 4, realizado em casa de vegetação, com a aplicação de quatro doses de adubação fosfatada (0, 30, 60 e 90 mg de P.kg⁻¹) em quatro níveis de saturação por bases do solo (20, 40, 60 e 80%), com quatro repetições. Sementes de soja, cv Seridó, foram cultivadas em vasos de polietileno com capacidade de 3 litros, contendo amostras da camada arável de um Argissolo Vermelho Amarelo, de textura média, por 50 dias. A saturação por bases do solo foi obtida com a aplicação de doses de CaCO₃ e MgCO₃ na relação 3:1. As doses de fósforo foram aplicadas utilizando-se o KH₂PO₄. A calagem aumentou o pH, a saturação por bases, as concentrações de cálcio, magnésio e potássio e reduziu o alumínio trocável do solo. A disponibilidade de fósforo foi aumentada pelas doses aplicadas de KH₂PO₄ em todos os níveis de calagem. Na parte aérea da planta, a calagem aumentou os teores de nitrogênio, fósforo, cálcio e reduziu os de ferro, manganês e zinco. As concentrações de potássio, magnésio e cobre na parte aérea não foram modificadas pelos tratamentos.

TERMOS PARA INDEXAÇÃO: Calagem, Adubação Fosfatada, Solo Tropical, Amazônia

PHOSPHORUS AND BASE SATURATION INTERACTION ON MINERAL COMPOSITION OF SOYBEAN AND IN THE CHEMICAL PROPERTIES OF A SAVANNAH SOIL FROM REDENÇÃO, PA, BRAZIL.

ABSTRACT: The soils under savannah present high concentrations of aluminum, which can inhibit the growth of roots, decreases the absorption and translocation of phosphorus, calcium and magnesium by the plant and increase the fixation of phosphorus by the soil. To incorporate these savannah areas to the productive process there is the need of soil correction with lime and fertilizers.

¹ Aprovado para publicação em 26.05.2004

Extraído da Dissertação apresentada pelo primeiro autor para obtenção do grau de Mestre junto a FCAP em 2001

² Engenheira Agrônoma, M. Sc. E-mail: flemoss@amazon.com.br

³ Engenheiro Agrônomo, PhD, Professor Visitante da UFRA. E-mail: filton@ig.com.br

This experiment was made with the objective of evaluating the effects of phosphorus levels and liming rates to increase de base saturation of the soil in the mineral composition of soybean and in the chemical properties of a Red Yellow Argissolo. Data for soil and plant analysis were collected from a 4 x 4 factorial experiment in greenhouse, with treatments of phosphate fertilizer in doses of 0, 30, 60, 90 mg P.kg⁻¹ of soil and liming rates to increase base saturation of the soil to 20, 40, 60 and 80%, with 4 replicates. Base saturation increased pH, base saturation, the levels of phosphorus, calcium, magnesium and potassium and reduced the exchangeable aluminum of the soil. Doses of phosphate increased the availability of phosphorus in the soil for all liming rates. Liming also increased the concentrations of nitrogen, phosphorus and calcium and reduced the levels of iron, manganese and zinc in the tops of soybean. The concentrations of potassium, magnesium and copper in the aerial part of the plant were not changed by the treatments.

INDEX TERMS: Liming, Phosphate Fertilizers, Tropical Soil, Amazon Vasin

1 INTRODUÇÃO

Os solos sob cerrado são, geralmente, ácidos com a presença de alumínio em quantidades tóxicas para a soja, o que inibe o crescimento das raízes com reflexos negativos na absorção de água e de nutrientes, especialmente do fósforo. Desse modo, a aplicação de calcário é imprescindível para elevar o pH, neutralizar o alumínio do solo e fornecer cálcio e magnésio para as plantas (SFREDO et al., 1996).

A exigência da soja em nitrogênio ressalta a importância da prática da calagem em solos ácidos, sob vegetação de cerrado, para elevar o pH e melhorar as condições do solo para a fixação simbiótica de nitrogênio e aumentar a disponibilidade de molibdênio (MASCARENHAS et al., 1978; GALLO et al., 1986). Mascarenhas et al. (1978) e Nakayama, Barbo e Fabrício, (1984) observaram que a calagem provocou o aumento dos teores de cálcio, magnésio e

redução de alumínio no solo e nas folhas de soja. Spehar (1993) verificou que a calagem também reduziu a absorção do alumínio, do potássio e dos micronutrientes manganês, zinco, ferro e cobre pela soja.

Ramos et al. (1989) verificaram que a calagem aumentou os teores de magnésio e diminuiu o de potássio em plantas de soja, havendo uma correlação significativa entre o aumento do índice de saturação de bases com o aumento dos teores de fósforo do solo. Carvalho et al. (1988) e Fernandes (1995) observaram que a resposta de leguminosas tropicais à aplicação de fósforo foi reduzida na ausência da calagem.

Embora a literatura contenha informações sobre os efeitos da aplicação de fósforo e da calagem sobre os atributos do solo e a composição mineral da soja em diferentes ambientes, inexistem trabalhos de pesquisa sobre esse tema no Cerrado da Amazônia, especialmente no Pará, onde recentemente o Governo criou um pólo de

produção de grãos com a introdução do cultivo dessa leguminosa no estado (PARÁ, 1994).

Este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o efeito da aplicação de fósforo e da saturação por bases sobre as características químicas do solo e composição mineral de plantas de soja cultivada em um Argissolo Vermelho Amarelo do cerrado de Redenção, no Sudeste do Pará.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Os dados para análise química do solo e de plantas foram obtidos de um experimento fatorial 4x4, quatro doses de KH_2PO_4 (0; 30; 60; 90 mg P.kg^{-1} de solo) aplicadas em quatro níveis de saturação por bases do solo (20; 40; 60; 80%), com quatro repetições, conduzido em casa de vegetação da Faculdade de Ciências Agrárias do Pará, utilizando-se sementes de soja da cultivar Seridó cultivada em vasos com capacidade para 3 L. O solo usado foi coletado na camada arável (0 a 20cm) de um Argissolo Vermelho amarelo, de textura média, do município de Redenção no Sudeste do Pará e continha 35 dag. kg^{-1} de argila e 10 mg P.kg^{-1} de solo. As diferentes porcentagens de saturação de bases do solo foram obtidas com a aplicação de doses de $\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3$, na relação 3:1, calculadas pela fórmula de Raij (1981), aplicadas antes do plantio da soja e incubando-se o solo por 30 dias. Dados analíticos iniciais do solo e detalhes do método experimental foram descritos por Silva e Moraes (2004).

As análises químicas da planta foram feitas determinando-se o nitrogênio, após digestão sulfúrica, pelo método KJELDAHL. Os demais elementos, através de digestão nitroperclórica, sendo o fósforo determinado por colorimetria, utilizando-se o molibdato de amônio; o potássio, por fotometria de chama; o cálcio, magnésio, cobre, ferro, manganês e zinco, por espectrofotometria de absorção atômica (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1997). No solo, o pH foi determinado em água, utilizando-se a relação solo: solução 1:2,5; o fósforo disponível foi extraído com solução de Mehlich 1 (H_2SO_4 0,05N + HCL 0,0125N); a acidez potencial com solução de acetato de cálcio 1N, pH 7; as bases trocáveis foram extraídas com solução de acetato de amônio 1N, pH 7; o carbono orgânico através de oxidação com $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, na presença de H_2SO_4 (SILVA, 1991).

Na planta, as variáveis analisadas foram os teores de macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg) e micronutrientes (Cu, Fe, Mn, Zn) da parte aérea e, no solo, o valor do pH, as concentrações de cátions trocáveis (Ca, Mg, K) e o fósforo disponível. Os dados foram submetidos à análise de variância e de regressão (GOMES, 1985), utilizando o programa estatístico NTIA, da Embrapa.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 contém as doses aplicadas de calcário para o estabelecimento dos tratamentos de saturação por bases do solo e a saturação por bases após a coleta do experimento, aos 50 dias do plantio da soja.

Deve-se notar que houve uma redução na saturação por bases do solo, variável de 17% a 35%, durante o crescimento da soja, fato, aparentemente, associado à absorção de cátions (cálcio, magnésio e potássio) por esse cultivo.

Tabela 1 – Efeito da calagem sobre a saturação de bases do solo após o cultivo da soja, cv. Seridó.

Dose de calcário (t/ha)	SB (%)
0,31	13 (20)
1,64	27 (40)
2,95	50 (60)
4,27	64 (80)

Nota: Números entre parêntesis indicam a saturação esperada de bases devido às doses aplicadas de calcário.

A Figura 1 demonstra que o aumento da saturação por bases do solo elevou o pH ($p<0,01$), aumentou os teores de cálcio, magnésio ($p<0,01$), potássio ($p<0,05$) e reduziu o teor de alumínio trocável do solo ($p<0,01$). O alumínio trocável do solo se ajustou a uma equação quadrática de regressão, com o valor mínimo calculado de $0,06 \text{ cmolc. dm}^{-3}$ de solo em uma saturação de bases de 78,5%. Resultados semelhantes foram obtidos por Mascarenhas et al. (1978) e Nakayama, Barbo e Fabrício (1984), em condições de campo, no Latossolo de região do cerrado. Raij (1991) atribui este comportamento da calagem à precipitação do alumínio trocável do solo, sob a forma de hidróxido, e aumento das concentrações de

cátions, principalmente, cálcio e magnésio, no complexo de troca. O pH e os nutrientes Ca, Mg e K se ajustaram a uma equação linear de regressão, indicando a necessidade de doses mais elevadas do corretivo para a obtenção de valores máximos.

A disponibilidade de fósforo no tratamento sem adubação fosfatada apresentou comportamento linear crescente ($p<0,01$) em função da saturação por bases, aumentando de $10,6 \text{ mg de P.kg}^{-1}$ para $13 \text{ mg de P.kg}^{-1}$ de solo na maior dosagem de calagem. A dose de $30 \text{ mg de P.kg}^{-1}$ de solo não se ajustou a nenhuma equação de regressão, enquanto que as doses de 60 e $90 \text{ mg de P.kg}^{-1}$ de solo apresentaram comportamento quadrático ($p<0,01$), sendo a maior disponibilidade de fósforo, em torno de 31 mg. kg^{-1} de solo, obtida na saturação por bases de 56,4% (Figura 2). O aumento na disponibilidade de fósforo em função da saturação por bases, na ausência de adubação fosfatada, se deve ao aumento do pH, e, conseqüente, precipitação do alumínio trocável (Figura 1), o que deve ter contribuído para diminuir a fixação de fósforo no solo. A função linear obtida demonstra, aparentemente, que o fósforo disponibilizado por esse mecanismo não foi suficiente para saturar a capacidade de fixação do nutriente pelo solo, sendo essa saturação somente conseguida com as dosagens mais elevadas de adubação fosfatada.

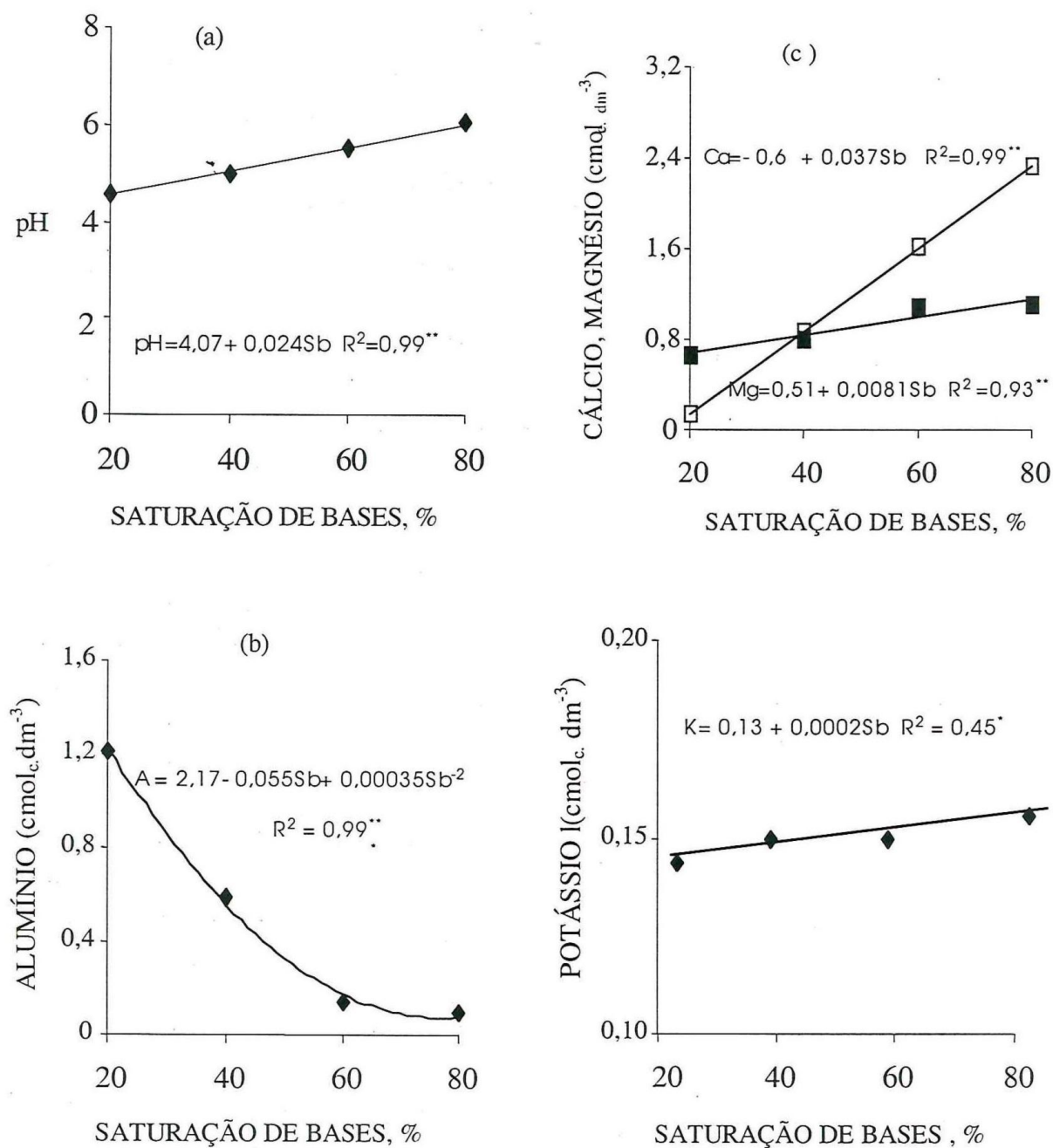


Figura 1 – Valores de pH (a) e teores trocáveis de alumínio (b), cálcio, magnésio (c) e potássio (d) em função da saturação por bases (Sb) do solo.

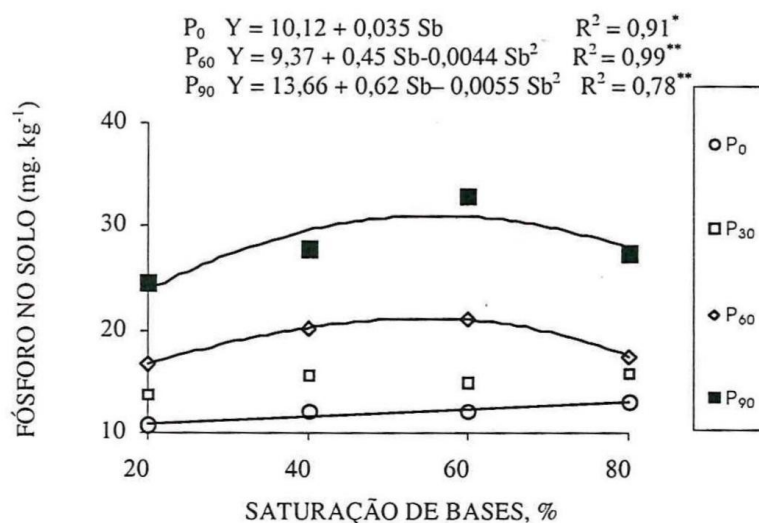


Figura 2 - Fósforo disponível do solo em função da adubação fosfatada e da saturação por bases do solo

3.1 CONCENTRAÇÃO DE NUTRIENTES NA PLANTA

A Figura 3 mostra o efeito da saturação por bases do solo sobre a concentração de nitrogênio, fósforo, cálcio e micronutrientes no tecido da soja. O aumento na saturação por bases do solo aumentou o teor de nitrogênio na parte aérea da soja (Figura 3a), sendo esse fato, provavelmente, associado ao aumento do pH do solo e da fixação simbiótica de nitrogênio (VOLKWEISS; TEDESCO, 1984; GALLO et al, 1986). O maior teor de nitrogênio foi obtido na saturação de bases de 52%, em torno de 15,3 g.kg⁻¹ de massa seca, abaixo do nível de suficiência proposto por Sfredo et al. (1985) para o tecido foliar da soja, embora a planta não tenha apresentado sintomas visuais de deficiência.

O incremento da saturação por bases do solo aumentou também a concentração de fósforo e de cálcio no tecido da soja (Figuras 3b e 3c). O teor de fósforo aumentou com o

incremento na saturação por bases do solo até 62,5%, ajustando-se a uma regressão quadrática ($p < 0,01$). O teor de fósforo nessa saturação por bases do solo foi de 2,4 mg. kg⁻¹ de massa seca, ainda no nível considerado baixo (1,6 a 2,5 g.kg⁻¹ de massa seca) por Sfredo et al. (1996) para o tecido foliar da soja (Figura 3b). Esse resultado parece comprovar o efeito do calcário na solubilização do fósforo ligado ao alumínio, permitindo maior exploração do solo pelo sistema radicular da planta (MASCARENHAS et. al, 1984; QUAGGIO; MASCARENHAS; BATALIA, 1982). A absorção de cálcio pela soja aumentou de 3,93 g.kg⁻¹, na saturação de 20%, para 20,40 g.kg⁻¹ de massa seca, na saturação de 68,8 % (Figura 3c), valor considerado adequado (3,6 a 20 g.kg⁻¹ de massa seca) por Sfredo (1996) para o tecido foliar da soja. Contrariando o que foi obtido neste experimento, Ramos et al. (1989) não observaram variação no teor de cálcio nas folhas de soja quando o índice de saturação por bases do solo variou de 6 a 50%.

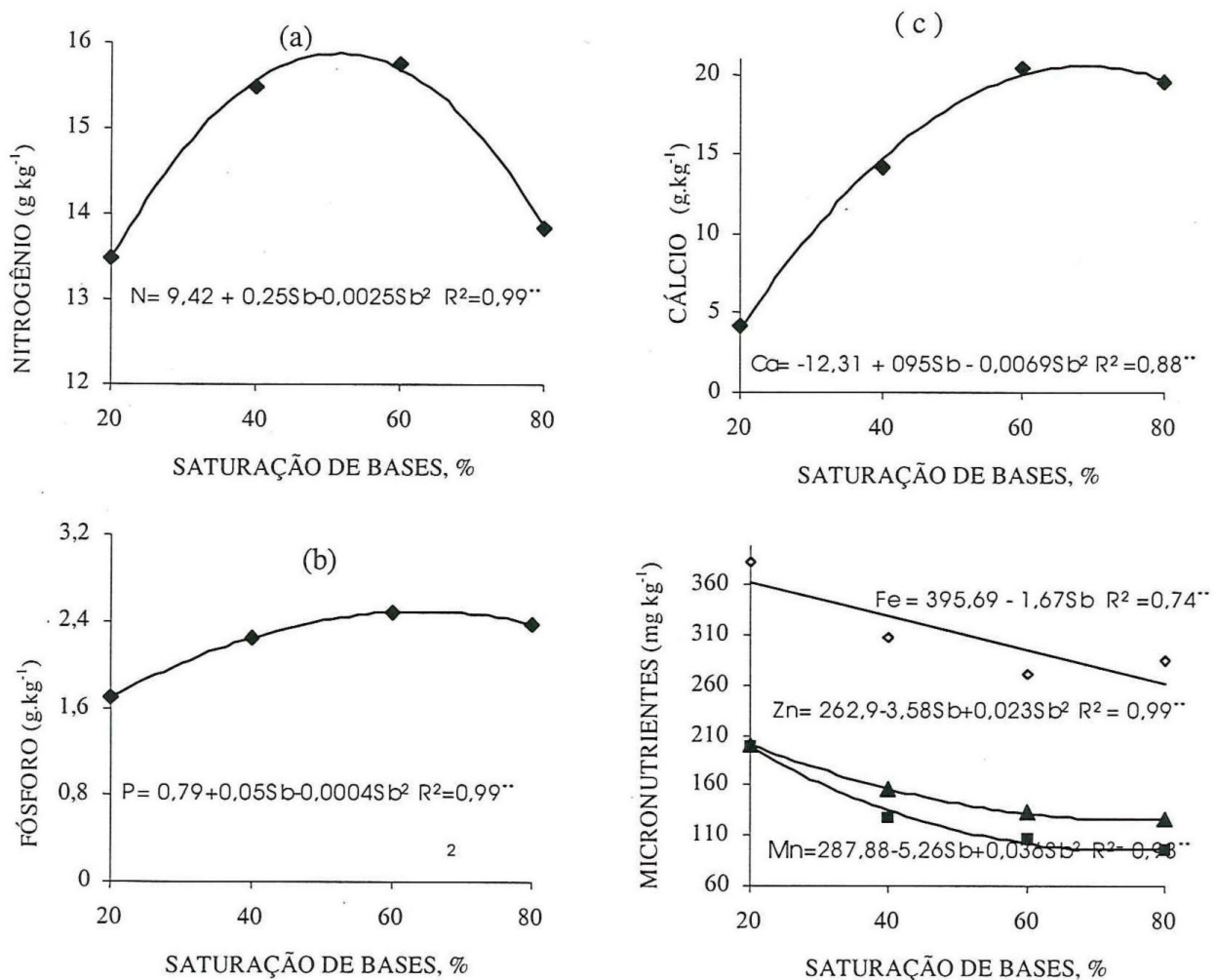


Figura 3- Teores de nitrogênio (a), fósforo (b), cálcio (c) e micronutrientes (d) na parte aérea da soja em função da saturação por bases do solo

A Figura 3d mostra que os micronutrientes ferro, manganês e zinco na matéria seca da parte aérea decresceram com o aumento da saturação por bases do solo, tendo o comportamento do zinco e do manganês se ajustado a uma função quadrática ($p < 0,01$), com valores mínimos em 78% e 73% da saturação por bases do solo, respectivamente, e do ferro a uma equação linear ($P < 0,01$). Esses micronutrientes diminuiram com o aumento da saturação por bases do solo, e, em consequência do pH, devido provavelmente

à precipitação na forma de hidróxidos insolúveis (RAIJ, 1991). Os teores de ferro e manganês no tecido da planta situaram-se em faixas consideradas de média a alta para a soja, 51 a 500 mg.kg⁻¹ para o ferro e 21 a 250 mg.kg⁻¹ de massa seca para o manganês, por Sfredo et al.(1996). O zinco, mesmo depois de reduzido pelo aumento da saturação por bases do solo, ainda apresentou teor acima do adequado para o tecido foliar da soja (51-75 mg.kg⁻¹ de matéria seca) por Sfredo et al (1996). O excesso de zinco no solo pode reduzir a

absorção de fósforo (MALAVOLTA, 1980).

A adubação fosfatada aumentou a concentração de nitrogênio no tecido foliar da soja até a dose de 52 mg de P.kg⁻¹ de solo, decrescendo daí em diante até a dosagem máxima de P usada nesse experimento. (Figura 4). Esse resultado parece contrariar os dados de Fernandes (1995), que encontrou uma diminuição na concentração de N na parte aérea de leguminosas arbóreas em função da aplicação de P e calagem. O efeito favorável da aplicação de fósforo sobre o teor de nitrogênio se deve, provavelmente, à importância do fósforo na formação e na eficiência dos nódulos e, em consequência, na fixação simbiótica do nitrogênio (BORKERT et al., 1994; MALAVOLTA, 1980).

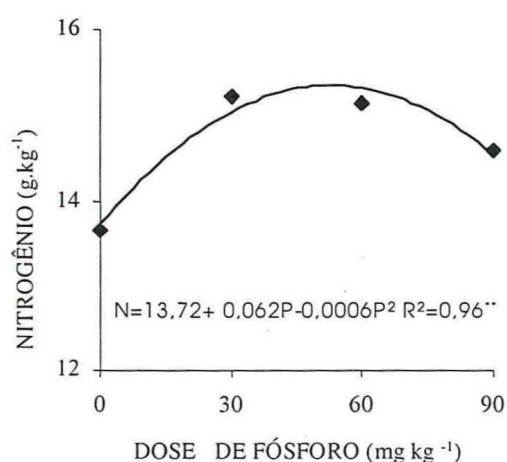


Figura 4 – Teor de nitrogênio da parte aérea da soja em função da adubação fosfatada.

3.2 CORRELAÇÕES ENTRE OS ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO E CONCENTRAÇÃO DE NUTRIENTES NA PLANTA

A Tabela 2, contendo os coeficientes

de correlação entre os atributos químicos do solo e a concentração de nutrientes na soja, mostra que a absorção de fósforo foi positivamente correlacionada com o pH ($p < 0,01$), com os teores de cálcio e magnésio do solo ($p < 0,01$) e, negativamente, com o alumínio trocável ($p < 0,01$). A correlação do fósforo com o alumínio trocável se justifica pela formação de fosfato de alumínio insolúvel, que diminui a disponibilidade de fósforo para as plantas (MALAVOLTA; KLIEMANN, 1985), enquanto que a correlação positiva com o pH e a concentração de cálcio se deve a neutralização da acidez e aumento da saturação por bases do solo, especialmente de Ca e Mg, pela calagem. O fósforo correlacionou-se ainda com o magnésio, devido, possivelmente, ao sinergismo entre esses nutrientes (MALAVOLTA, 1980).

O teor de cálcio no tecido da soja correlacionou-se positivamente ($p < 0,01$) com o pH, as concentrações de cálcio e magnésio do solo e, negativamente ($p < 0,01$), com o alumínio trocável, ratificando o efeito da calagem sobre o pH, saturação por bases e neutralização do alumínio tóxico do solo (Tabela 1 e Figura 1).

Os micronutrientes ferro, manganês e zinco, no tecido da soja, correlacionaram-se negativamente ($p < 0,01$) com o pH, concentração de cálcio e magnésio do solo em virtude da precipitação na forma de hidróxidos, e, positivamente, com o alumínio. O alumínio, quando em concentração elevada no solo, aumenta a acidez e a solubilização de ferro, manganês e zinco.

Tabela 2 – Coeficientes de correlação entre as características químicas do solo e os teores de nutrientes na parte aérea da soja, cv. Seridó.

Solo	Parte aérea								
	N	P	K	Ca	Mg	Cu	Fe	Mn	Zn
pH	-0,36	0,70 **	-0,30	0,84 **	-0,15	0,17	-0,65 **	-0,81 **	-0,87 **
MO	0,13	-0,08	0,07	0,03	0,17	0,22	-0,01	0,08	0,17
P	0,49	0,48	0,57	0,15	0,22	0,22	0,04	-0,09	-0,09
K	0,28	0,34	0,21	0,17	0,17	0,16	-0,06	-0,26	-0,24
Ca	-0,30	0,71 **	-0,31	0,83 **	-0,20	0,17	-0,75 **	-0,85 **	-0,88 **
Mg	-0,15	0,71 **	-0,25	0,89 **	0,01	0,25	-0,59 **	-0,79 **	-0,85 **
Al	0,17	-0,81 **	0,12	-0,93 **	0,03	-0,16	0,79 **	0,88 **	0,93 **

** - significativo ao nível de 1%.

4 CONCLUSÃO

a) a calagem aumentou o pH, a saturação de bases, a disponibilidade de fósforo e reduziu o alumínio trocável do solo;

b) a calagem incrementou os teores de nitrogênio, fósforo, cálcio e reduziu os teores de ferro, manganês e zinco no tecido foliar da soja;

c) a adubação fosfatada aumentou a disponibilidade de fósforo em todas as saturações por bases do Argissolo Vermelho Amarelo do cerrado;

d) a absorção de fósforo pelo tecido da soja foi positivamente correlacionado com os valores de pH e teores de cálcio, magnésio e negativamente com o teor de alumínio do solo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BORKERT, C.M.; YORINORI, J.D.; CORREA-FERREIRA, B.S.; ALMEIDA, A.M.R.; FERREIRA, L.P.; SFREDO, G.J. Seja o doutor da sua soja. *Informações Agronômicas*, São Paulo, n. 66, p.1-16, 1994.
- CARVALHO, M. M.; SARAIVA, O. F.; OLIVEIRA, F. T. T.; MARTINS, C. E. Respostas de leguminosas forrageiras tropicais à calagem e ao fósforo, em casa de vegetação. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.12, n.2, p.153, p.159, 1988.
- FERNANDES, A. R. *Resposta de três leguminosas tropicais herbáceas ao fósforo e à calagem, em um latossolo amarelo de Belém-PA*. 1995. 97p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias do Pará, Belém, 1995.

- GALLO, P. B.; MASCARENHAS, H. A. A.; QUAGGIO, J. A.; BATAGLIA, O. C. Resposta diferencial das culturas de soja e sorgo à calagem. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v. 10, n.3, p. 253-258, 1986.
- GOMES, F.P. *Curso de estatística experimental*. Piracicaba: Nobel, 1985. 466p.
- MALAVOLTA, E. *Elementos de nutrição mineral de plantas*. São Paulo: Ceres, 1980. 251p.
- ; KLIEMANN, H. J. *Desordens nutricionais no cerrado*. Piracicaba: POTAFOS, 1985. 136p.
- ; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. *Avaliação do estado nutricional de plantas: princípios e aplicações*. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 403p.
- MASCARENHAS, H.A.A.; BATAGLIA, O.C.; NAGAI, C.; FALIVENE, S. M. P. Efeito de diferentes proporções de calcário calcítico e dolomítico no crescimento da soja em solos de cerrado. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA, 3., 1984, Londrina. *Anais...* Londrina: Centro Nacional de Pesquisas de Soja, 1984. p. 852-863.
- ; ———; FEITOSA, C. T.; NAGAI, V.; HIROCE, R.; BRAGA, N. R. *Adubação da soja em solos de cerrado*. Campinas: Instituto Agrônomo, 1978. 28p. (Boletim Técnico, n. 54).
- NAKAYAMA, L. H. I.; BARBO, C. V. S.; FABRÍCIO, A. C. Aplicação de calcário em latossolo roxo sob cultura de soja. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.8, n.3, p.309-312, 1984.
- QUAGGIO, J. A.; MASCARENHAS, H.A. A.; BATAGLIA, O. C. Resposta da soja à aplicação de doses crescentes de calcário em latossolo roxo distrófico de cerrado. II – Efeito residual. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v. 6, n. 2, p.113-118, 1982.
- RAIJ, B. Van. *Avaliação da fertilidade do solo*. Piracicaba: Instituto da Potassa e Fósforo, 1981. 142p.
- . *Fertilidade do solo e adubação*. São Paulo: POTAFOS, 1991. 343p.
- RAMOS, W. J.; MASCARENHAS, H. A. A.; BATAGLIA, O. C.; IGUE, T.; TANAKA, R. T. Acúmulo de matéria seca e teores de elementos químicos em três cultivares de soja em função da correção da acidez do solo de Itararé (SP). *Bragantia*, São Paulo, v.48, n.2, p. 223- 232, 1989.
- PARÁ. Secretaria de Estado de Agricultura. *1º pólo agroindustrial de soja, sudeste paraense*. Belém, 1994. 16p.
- SFREDO, G.J.; LANTMAN, A. F.; CAMPO, R. J.; BORKERT, C. M. *Soja, nutrição mineral, adubação e calagem*. Londrina: Embrapa-CNPSO, 1985. 51p (Embrapa-CNPSO; Documentos, 64).
- SFREDO, G.J.; PALUDZYSZYN FILHO, E.; GOMES, E. R.; OLIVEIRA, M. C. N. de. Resposta de soja a fósforo e a calcário em Podzólico Vermelho Amarelo de Balsas – MA. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.20, n.3, p. 429- 432, 1996.

SILVA, R. C. L.; MORAIS, F.I.O. Crescimento da soja em um argissolo do cerrado de Redenção, Pa, em função da saturação por bases e da adubação fosfatada. *Revista de Ciências Agrárias*, Belém, n. 41, jan./jun. 2004. No prelo.

SILVA, S. B. *Análise química de solos*. Belém: FCAP, 1991, 41 p. (FCAP. Informe Didático, n.11).

SPEHAR, C. R. Composição mineral da soja cultivada em solo sob cerrado com dois níveis de calagem. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, DF, v.28, n.5, p. 645- 648, 1993.

VOLKWEISS, S. L. S.; TEDESCO, M. J.A. *A calagem dos solos ácidos: práticas e benefícios*. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1984, 28p. (UFRGS. Boletim Técnico de Solos, n.1).