

# VI. ADUBAÇÃO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS

## NOTA

### ACÚMULO DE MASSA SECA E TEORES DE ELEMENTOS QUÍMICOS EM TRÊS CULTIVARES DE SOJA EM FUNÇÃO DA CORREÇÃO DA ACIDEZ DO SOLO DE ITARARÉ (SP) (1)

WALDIR JOSUÉ RAMOS (2), HIPÓLITO ASSUNÇÃO ANTONIO MASCARENHAS (3,6),  
ONDINO CLEANTE BATAGLIA (4,6), TOSHIO IGUE (5)  
e ROBERTO TETSUO TANAKA (3,6)

## RESUMO

Com o objetivo de avaliar o comportamento de três cultivares de soja (IAC-9, UFV-1 e Cristalina), realizou-se, durante o ano agrícola de 1986/87, um experimento na Estação Experimental de Itararé, em cambissolo álico com A proeminente. Durante o inverno, essa área vinha sendo utilizada, desde 1979, para o estudo de níveis de calagem (0, 3, 6, 9 e 12t/ha de calcário dolomítico) em três cultivares de trigo. O calcário foi reaplicado nas mesmas quantidades em março de 1983. Na semeadura de soja, efetuou-se apenas adubação com fósforo e potássio. Devido à ocorrência de baixas temperaturas noturnas (média de 12°C) nos primeiros dez dias de fevereiro de 1987, verificou-se a formação de poucos primórdios florais e a ausência de pegamento de vagens. Assim sendo, somente foi possível a avaliação de fitomassa seca produzida, que apresentou uma resposta qua-

---

(1) Recebido para publicação em 20 de julho de 1988 e aceito em 21 de julho de 1989. Trabalho apresentado no V Seminário Nacional de Pesquisa de Soja, realizado em Campo Grande, MS, de 17 a 22 de setembro de 1989.

(2) Chefe da Estação Experimental de Itararé, Instituto Agronômico de Campinas (IAC), Caixa Postal 28, 13001 Campinas (SP).

(3) Seção de Leguminosas (IAC).

(4) Seção de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas (IAC).

(5) Seção de Técnica Experimental e Cálculo (IAC).

(6) Com bolsa de pesquisa do CNPq.

drática aos níveis de calcário aplicados, nos três cultivares. O 'Cristalina' foi o que menos produziu massa, diferindo dos outros dois. Com o aumento do índice de saturação por bases, elevou-se o teor de nitrogênio e fósforo nas folhas nos três cultivares. Independente desse índice, que esteve entre 6 e 50%, o teor de cálcio nas folhas não variou em nenhum dos cultivares, mostrando a sua alta capacidade de extração do solo.

**Termos de indexação:** soja, calagem, fitomassa, diagnose foliar.

A toxicidade de alumínio em plantas de soja impede o desenvolvimento e provoca o espaçamento da raiz primária, devido à paralisção irreversível de seu crescimento, prejudicando a penetração do sistema radicular em profundidade no solo (SARTAIN, 1974). Em áreas tradicionalmente cultivadas com soja no Estado de São Paulo, o teor de alumínio trocável no solo é baixo, ao contrário do de manganês (MASCARENHAS et al., 1988). Os solos orgânicos, geralmente ácidos, como nas várzeas da Estação Experimental do Serviço do Vale do Paraíba, em Pindamonhangaba, apresentam altos teores de alumínio. Alguns cultivares de soja, como o IAC-9, foram selecionados nessa unidade experimental em um programa de melhoramento de soja efetuado no inverno. Esse cultivar mostrou-se tolerante ao alumínio em solo de São Paulo (GALLO et al., 1986) e do Paraná (MENOSO et al., 1983). Cultivares introduzidos de outros estados, como UFV-1 e Cristalina, apesar de bastante produtivos em solos sem maiores restrições edafológicas, podem ter sua produtividade bastante reduzida em condições adversas. Por exemplo, no solo orgânico de várzea, MIRANDA et al. (1988) demonstraram que 'UFV-1' e 'Cristalina' foram sensíveis à acidez do solo em comparação ao 'IAC-9'.

Solos orgânicos, de modo geral, têm maior poder tampão para acidez, requerendo, assim, maiores níveis de calagem do que os minerais (OHLROGGE & KAMPRATH, 1968, e QUAGGIO et al., 1985). Os dados de BAUMGARTNER et al. (1974), obtidos com soja nos solos orgânicos e ácidos de Pindamonhangaba, vêm confirmar essa hipótese: foram necessários 6,9t/ha de calcário para alterar o pH do solo de 5,1 para 5,7. Entretanto, para a produção máxima de fitomassa, bastaram apenas 2,3t/ha de calcário, com um pH de 5,3.

Planejou-se o presente trabalho com o objetivo de estudar os efeitos de níveis de calagem sobre o comportamento de três cultivares de soja. Entretanto, devido à perda de produção de grãos de soja por condições climáticas adversas, analisaram-se os dados de produção de matéria seca da parte aérea e a composição química de plantas de soja.

## Material e Métodos

O experimento foi realizado no período tradicional do cultivo da soja, no ano agrícola 1986/87, na Estação Experimental de Itararé (SP) do Instituto Agrônomo, em solo da unidade Coruja classificado como cambissolo, argila de baixa atividade, álico com A proeminente, muito argilosa (OLIVEIRA et al., 1976). Na área escolhida, estava sendo efetuada, desde 1979, experimentação de calagem para trigo de inverno (BATAGLIA et al., 1985). Antes da implantação do experimento de soja cultivada no verão, realizaram-se amostragens de solo, cujos resultados analíticos constam do quadro 1.

QUADRO 1. Análise química do solo antes de semeadura de soja em amostras coletadas na profundidade de 0-30cm

Calagem	P resina	M.O	pH CaCl <sub>2</sub>	Cátions trocáveis				V
				K	Ca	Mg	H + Al	
t/ha	µg/cm <sup>3</sup>	%		meq/100cm <sup>3</sup>				%
0	9	8,9	4,4	0,11	0,5	0,2	13,7	6
3	7	9,1	4,5	0,08	1,2	0,7	12,9	14
6	13	9,2	4,6	0,08	2,5	1,4	9,6	29
9	5	8,5	4,9	0,08	2,6	2,0	9,4	34
12	9	9,0	5,3	0,08	4,2	2,9	7,7	50

O experimento foi instalado em faixas (*split-block*) com quatro repetições, sendo as parcelas principais representadas por cinco tratamentos de calagem: 0, 3, 6, 9 e 12t/ha de calcário dolomítico e as subparcelas, por três cultivares de soja: IAC-9, UFV-1 e Cristalina. O 'IAC-9' é tolerante, enquanto 'UFV-1' e 'Cristalina' são sensíveis à acidez (MIRANDA et al., 1988). Esses cultivares são de ciclo semitardio quando semeados em novembro (NOGUEIRA, 1983).

As subparcelas constituíam-se de três linhas de 5m, espaçadas de 0,60m entre as linhas. A adubação utilizada foi de 400kg/ha da fórmula 0-25-15 aplicada a lanço e incorporada à camada de 0-20cm com enxada. Efetuou-se o plantio em 15 de novembro de 1986, com sementes inoculadas, e a amostragem das folhas para análise química, de 15 a 20 de janeiro de 1987, no início da floração dos três cultivares. Aproximadamente 60 dias após, em fins de março colheu-se a parte aérea de 4m da linha central, desprezando-se 0,50cm de cada extremidade, para avaliação da produtividade da fitomassa seca.

## Resultados e Discussão

A análise do solo, após três anos de aplicação de calcário e antes da semeadura de soja, mostra que as doses mais elevadas promoveram aumentos consideráveis nos teores de cálcio mais magnésio trocáveis e no pH, inclusive das camadas mais profundas (Figura 1), demonstrando que houve movimentação descendente desses elementos e correção da acidez subsuperficial. Isso deve permitir a exploração de um volume maior do solo pelas raízes e, portanto, melhor aproveitamento da água e nutrientes de modo contínuo pelo solo, mesmo que ocorram veranicos no período de desenvolvimento vegetativo ou reprodutivo da soja.

As precipitações pluviárias durante o cultivo da soja foram em quantidade suficiente e bem distribuídas, não afetando o normal desenvolvimento da cultura. A temperatura média noturna (das 21 às 7h) de 12°C, observada durante 1º a 10 de fevereiro, prejudicou provavelmente a fecundação e, conseqüentemente, o pegamento das vagens, conforme haviam demonstrado PARKER & BORTHWICK (1939). Esses autores verificaram que temperaturas abaixo de 13°C prejudicam o processo reprodutivo da soja.

Logo após o florescimento, houve um ataque leve do vírus que causa vira-cabeça (*bud blight*), mas ele não prejudicou a produção de fitomassa dos três cultivares.

No quadro 2, observam-se valores de produção de matéria seca da parte aérea dos três cultivares e teores de nutrientes e alumínio nas folhas em função dos tratamentos com doses de calagem. A análise de variância para dados de matéria seca mostrou efeito de calcário e de cultivares. Houve efeito quadrático para calagem dentro dos cultivares em estudo, sendo a máxima produtividade obtida com um índice de saturação por bases de 34% (Figura 2), confirmando BAUMGARTNER et al. (1974). Pela produção de massa vegetal, o comportamento dos cultivares IAC-9 e UFV-1 foi semelhante e significativamente superior ao do 'Cristalina'. Para o índice V% entre 34 e 50%, houve uma queda de produção de matéria seca para o 'IAC-9', enquanto no 'UFV-1' e 'Cristalina' a produção manteve-se praticamente estável.

Os teores de alumínio nas folhas (Quadro 2) de todos os cultivares e em todos os níveis de aplicação de calcário, foram baixos, se comparados aos da tabela de Jones, citado por OHLROGGE & KAMPRATH (1968), mostrando que a soja é bastante seletiva na absorção desse elemento, ao contrário do sorgo (GALLO et al., 1986) e do trigo cultivado na mesma área (BATAGLIA et al., 1985). Na análise do solo anterior ao início do experimento com trigo, constatou-se teor de 1,5meq/100ml de Al (BATAGLIA et al., 1985).

Com a diminuição da acidez do solo pela aplicação de calcário, as condições tornaram-se mais propícias à formação de nódulos e à fixação do nitrogênio, trazendo como conseqüência maior teor desse nutriente nas folhas. Na figura

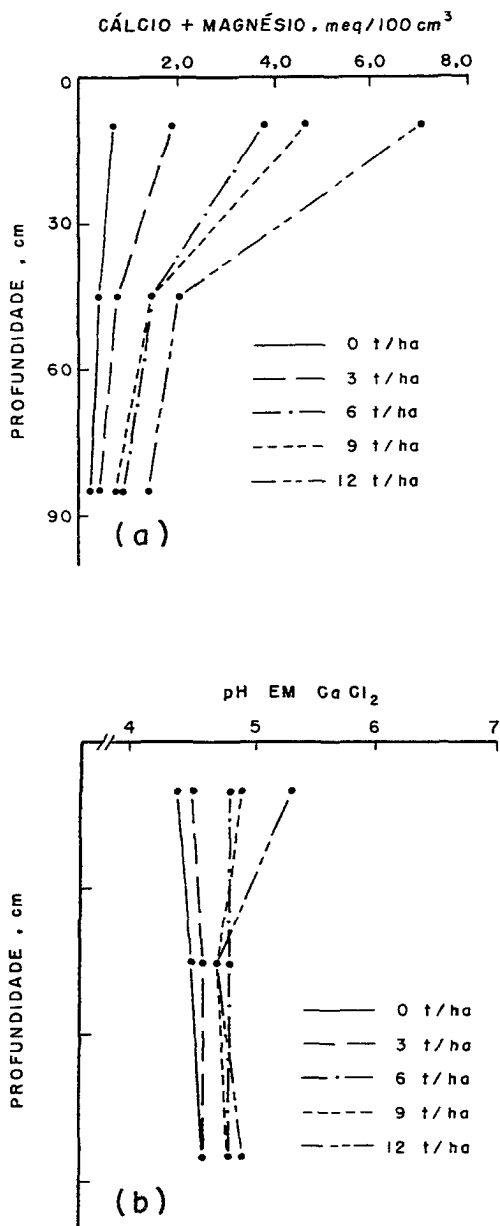


FIGURA 1. Teores de Ca<sup>2+</sup> + Mg<sup>2+</sup> (a) e pH do solo (b) após 36 meses de aplicação de calcário.

QUADRO 2. Efeitos da calagem (A) sobre a produção de fitomassa e sobre as concentrações de nutrientes e alumínio nas folhas de três cultivares de soja (B). Médias de quatro repetições

Calagem	Produção de fitomassa	N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Mn	Al	
t/ha	kg/ha	%					ppm				
IAC-9											
0	6.999	3,70	0,245	1,90	1,00	0,35	0,189	31,0	79	67	
3	8.499	3,67	0,247	1,67	1,08	0,56	0,218	24,0	49	105	
6	14.498	3,70	0,273	1,88	1,06	0,57	0,227	23,0	40	91	
9	15.249	4,60	0,327	1,76	1,05	0,60	0,209	29,0	49	82	
12	12.662	4,65	0,398	1,78	1,03	0,62	0,263	27,0	34	49	
Média (1)	11.581a	4,06ab	0,298a	1,80a	1,04a	0,54a	0,221a	27,0a	50a	79a	
UVF-1											
0	5.833	3,23	0,198	1,62	0,93	0,33	0,173	32,0	61	76	
3	10.166	3,40	0,223	1,58	1,01	0,51	0,231	25,0	47	129	
6	10.416	3,88	0,251	1,61	1,10	0,54	0,234	26,0	34	58	
9	13.749	4,34	0,259	1,33	1,27	0,62	0,189	26,0	31	43	
12	12.499	4,31	0,273	1,36	1,11	0,61	0,241	21,0	24	41	
Média (1)	10.533a	3,83b	0,240a	1,50b	1,09a	0,52a	0,214a	26,0a	39b	69a	
Cristalina											
0	5.000	3,97	0,215	2,03	0,89	0,32	0,143	31,0	64	77	
3	6.583	3,97	0,267	1,82	0,92	0,43	0,238	28,0	39	106	
6	7.832	4,16	0,275	1,89	1,01	0,49	0,240	24,0	33	82	
9	9.082	4,56	0,288	1,68	0,95	0,50	0,229	26,0	30	56	
12	8.916	5,09	0,306	1,60	0,88	0,50	0,239	23,0	26	74	
Média (1)	8.383b	4,25a	0,270a	1,80a	0,93a	0,45b	0,218a	26,0a	38b	79a	
F calagem (A)	-	-	-	n.s	n.s	-	n.s	-	-	n.s	
F (A linear)	-	-	-	n.s	n.s	-	n.s	-	-	n.s	
F (A quad.)	-	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	-	n.s	n.s	
C.V.%	18,9	1,7	1,4	1,5	1,5	1,6	1,6	1,7	1,4	1,4	
F cultivares (B)	-	-	-	-	-	-	n.s	n.s	-	n.s	
F (A x B)	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	
C.V.%	20,5	12,5	10,1	9,5	10,1	12,9	17,4	15,3	26,0	32,7	

(1) Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey ao nível de 5%.

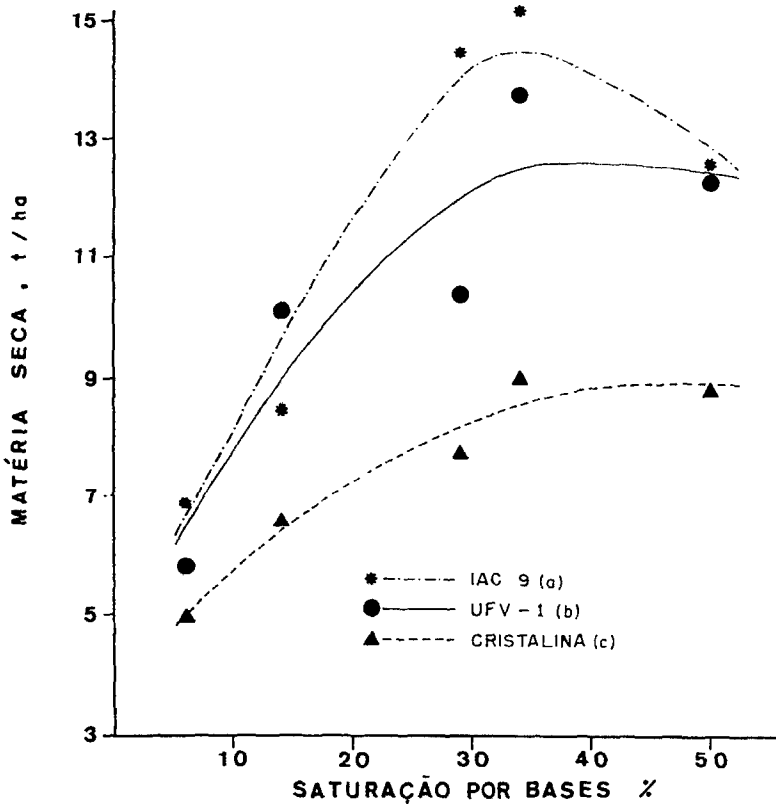


FIGURA 2. Produção de matéria seca de três cultivares de soja em função da saturação por bases em um cambissolo álico: (a)  $y = 2423 + 673,2x - 9,251x^2$  ( $r^2=0,93$ ); (b)  $y = 3941 + 435,6x - 5,283x^2$  ( $r^2=0,84$ ); (c)  $y = 3740 + 229,8x - 2,505x^2$  ( $r^2=0,96$ )

3 nota-se também que esse efeito foi linear para os três cultivares. Os aumentos nos teores de fósforo nas folhas estiveram relacionados com os aumentos do índice de saturação por bases. Isso sugere que a calagem, além de provocar maior solubilização do fósforo ligada ao alumínio, pode permitir a exploração de maior volume de solo pelo sistema radicular, concordando com dados obtidos por MASCARENHAS et al. (1981), QUAGGIO et al. (1982) e GALLO et al. (1986).

Também houve aumento nos teores de magnésio das folhas com a aplicação de calcário, enquanto para o potássio observou-se um decréscimo, devido ao antagonismo entre ambos os nutrientes (MASCARENHAS et al., 1984). Independente do índice de saturação por bases, que esteve entre 6 e 50%, o teor de cálcio nas folhas não variou sensivelmente em nenhum dos cultivares, confirmando GALLO et al. (1986) em ensaio em Mococa com o cultivar IAC-9. Os teores de enxofre, manganês, boro e zinco variaram conforme o cultivar, encontrando-se dentro dos níveis adequados propostos por OHLROGGE & KAMPRATH (1968).

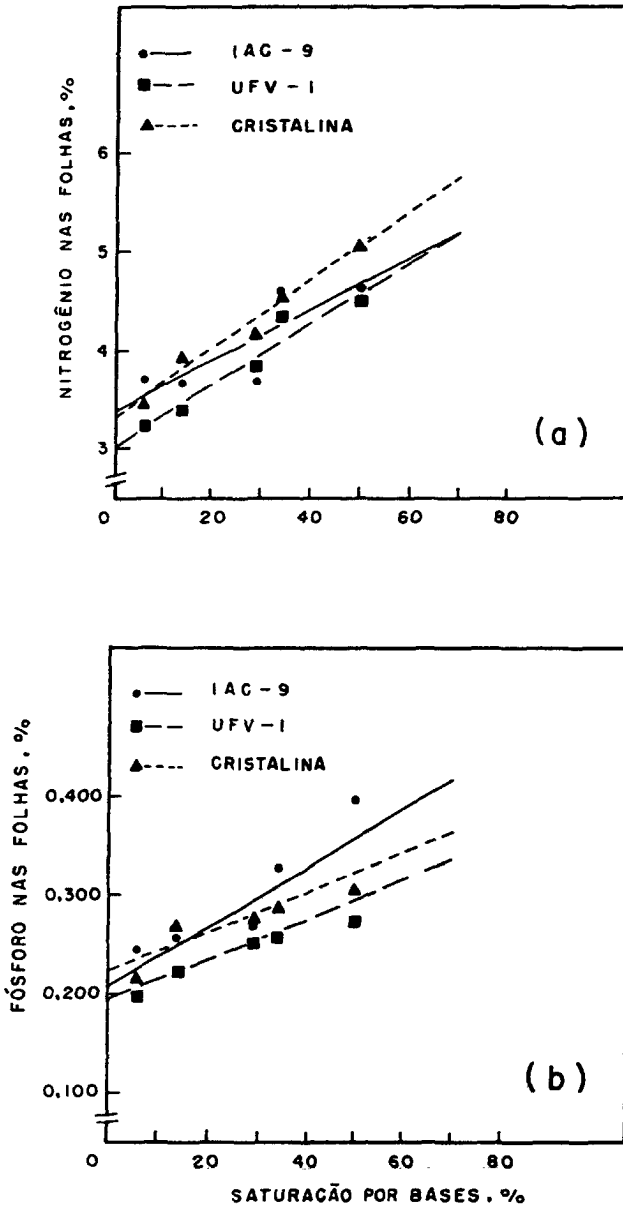


FIGURA 3. Influência da calagem sobre concentrações de nitrogênio (a) e fósforo (b) nas folhas.



### SUMMARY

#### DRY MATTER YIELD AND LEAF NUTRIENT CONTENT OF THREE SOYBEAN CULTIVARS IN ACID SOIL CONDITION AT ITARARÉ, STATE OF SÃO PAULO, BRAZIL

This research was conducted to study the effects of liming on the nutrition of three soybean cultivars (IAC-9, UFV-1 and Cristalina) under acid soil, high in organic matter (Cumulic Haplumbrept) at the Itararé Experimental Station during the summer of 1986/87. The experimental area had been utilized since 1979 to study different levels of liming (0, 3, 6, 9 and 12t/ha of dolomitic limestone) with three wheat cultivars in the winter. The area was limed for the second time in March 1983 using the above mentioned levels of liming in the main plots. Probably due to low night temperature (average 12°C) observed in the first ten days of february 1987, there was low flower initiation and consequently no pod formation. The dry matter of the above ground parts of the soybeans plants was evaluated, there being a quadratic response to liming for all three cultivars. The cultivar Cristalina produced on the average the least quantity of dry matter when compared to IAC-9 and UFV-1. With the increase in the base saturation index there was a positive response in the concentration of nitrogen and phosphorus in the leaves of all three cultivars. Independent of the base saturation index (which was between 6 and 50%) the leaf concentration of calcium did not vary much indicating the capacity of the cultivars in extracting calcium from the soil.

**Index terms:** soybeans, liming, dry matter, leaf analysis.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BATAGLIA, O.C.; CAMARGO, C.E. de O.; OLIVEIRA, O.F. de; NAGAI, V. & RAMOS, V.J. Resposta à calagem de três cultivares de trigo com tolerância diferencial ao alumínio. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, **9**:139-147, 1985.
- BAUMGARTNER, J.G.; LOPES, E.S.; DEMATTÊ, J.D.; MIYASAKA, S.; IGUE, T. & GUIMARÃES, G. Calagem e adubação mineral da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) var. Santa Maria, em solo de várzea. *Bragantia*, Campinas, **33**:1-10, 1974.
- 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, **10**:253-258, 1986.
- MASCARENHAS, H.A.A.; BATAGLIA, O.C.; NAGAI, V. & 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., Campinas, 1984. *Anais*. Londrina, EMBRAPA-CNPSO, 1984. p.852-863.
- ; QUAGGIO, J.A.; HIROCE, R.; BRAGA, N.R.; MIRANDA, M.A.C. de & TEIXEIRA, J.P.F. Resposta da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) à aplicação de doses de calcário em solo latossolo roxo distrófico de cerrado: I. Efeito imediato. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA, 2., Brasília, 1981. *Anais*. Londrina, EMBRAPA-CNPSO, 1982. v.2, p.742-751.

- MENOSO, O.G.; KIIHL, R.M; PALHANO, J.B.; LAMTMANN, A.F. & CAMPO, R.J. Desenvolvimento de cultivares de soja tolerantes ao complexo de acidez e com alta capacidade de extração de fósforo no solo. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Soja. Resultados de pesquisa de soja 1982/83. Londrina, 1983. p.28-29.
- MIRANDA, M.A.C. de; MASCARENHAS, H.A.A.; BATAGLIA, O.C. & BULISANI, E.A. Queima das folhas em soja como critério de seleção para resistência à acidez do solo. *Bragantia*, Campinas, **47**(1):43-54, 1988.
- NOGUEIRA, S.S.S. *Ciclo biológico, características fisiológicas, produção e composição química das sementes dos cultivares de soja (Glycine max (L.) Merril) UFV-1 e IAC-7 em diversas épocas de semeadura*. Piracicaba, ESALQ, 1983. 96p. Tese (Doutorado).
- OHLROGGE, A.J. & KAMPRATH, E.J. Fertilizer use in soybeans. In: DINAUR, R.C., ed. *Changing patterns in fertilizer use*. Madison, Soil Science Society of America, 1968. p.275-295.
- OLIVEIRA, J.B.; VALADARES, J.M.A.A. & ROTTA, C.L. Levantamento detalhado da Estação Experimental de Itararé. *Bragantia*, Campinas, **35**:295-333, 1976.
- PARKER, M.W. & BORTHWICK, H.A. Effect of variation in temperature during photoperiod induction on initiation of flower primordia in Biloxi soybeans. *Botanical Gazette*, Chicago, **101**:145-147, 1939.
- 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, **6**:113-118, 1982.
- ; SAKAI, M.; ISHIMIRA, I.; SAES, S.L. & BATAGLIA, O.C. Calagem para a rotação feijão-milho verde em solo orgânico do vale do rio Ribeira de Iguape (SP). *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, **2**:255-261, 1985.
- SARTAIN, J.B. *Diferencial effects of aluminum on tops and root growth, nutrient accumulation and nodulation of several soybean varieties*. Raleigh, North Carolina University, 1974. 119p. Tese (PhD).