

# A CALAGEM NOS TEORES DE ÓLEO E PROTEÍNA EM SOJA (1)

HIPÓLITO ASSUNÇÃO ANTONIO MASCARENHAS (2, 7), JOÃO PAULO FEIJÃO TEIXEIRA (3, 7), VIOLETA NAGAI (4), ROBERTO TETSUO TANAKA (2, 7), PAULO BOLLER GALLO (5) e JOSÉ CARLOS VILA NOVA ALVES PEREIRA (6)

## RESUMO

No ano agrícola de 1986/87, nas Estações Experimentais de Mococa e Ribeirão Preto, efetuaram-se experimentos com o objetivo de avaliar o efeito da aplicação de níveis crescentes de calcário dolomítico (0, 4, 8 e 12t/ha) sobre os teores de óleo e proteína nos grãos dos cultivares de soja IAC-Foscarin-31, IAC-11, IAC-12 e Cristalina. Os maiores teores de óleo e de proteína foram observados nos grãos colhidos em Mococa. Independentemente da calagem e das localidades, o 'IAC-12' apresentou as maiores produções médias de óleo e proteína por área, 561 e 963kg/ha respectivamente. Em todas as localidades, a calagem promoveu a elevação do teor de proteína e a redução do teor de óleo nos grãos. A produção de óleo e proteína (kg/ha) aumentou linearmente com os níveis de calagem utilizados, em decorrência de significativo aumento do rendimento em grãos após a correção do solo.

Termos de indexação: soja, calagem, óleo, proteína.

## ABSTRACT

### LIMING ON THE CONCENTRATION OF OIL AND PROTEIN IN SOYBEANS

During the year 1986/87, experiments were conducted at the Experiment Stations of Mococa and Ribeirão Preto in the State of São Paulo, Brazil. The objective was to evaluate the effect of four rates of lime (0, 4, 8

---

(1) Recebido para publicação em 16 de outubro de 1989 e aceito em 22 de fevereiro de 1990. Trabalho parcialmente financiado pela FAPESP - Processo 88/3876-0.

(2) Seção de Leguminosas, Instituto Agronômico (IAC), Caixa Postal 28, 13001 Campinas, SP.

(3) Seção de Fitoquímica, IAC.

(4) Seção de Técnica Experimental e Cálculo, IAC.

(5) Estação Experimental de Mococa, IAC.

(6) Estação Experimental de Ribeirão Preto, IAC.

(7) Com bolsa de pesquisa do CNPq.

and 12t/ha) on the concentrations of oil and protein in the seeds of the following soybean cultivars: IAC-Foscarin-31, IAC-11, IAC-12, and Cristalina. The maturity group varied from 130 to 160 days. The results showed that highest concentration of oil and protein was observed in seeds harvested at Mococa. Independently of liming and locality the cultivar IAC-12 presented the highest average production of oil and protein per area (561 and 963kg/ha, respectively). In both experiments, addition of lime resulted in raise of seed protein but in consistent decrease of seed oil for all cultivars. The quantity of oil and protein per area increased linearly with the increase in the rates of lime. This occurred as a result of the increase in seed yield after reducing soil acidity.

**Index terms:** soybean cultivars, liming, oil, protein.

## 1. INTRODUÇÃO

Em estudos com diferentes cultivares de soja, TANGO et al. (1974a, 1974b) verificaram uma variação nos teores de óleo e de proteína nas sementes, conforme a localidade do cultivo e o ano agrícola. Resultados semelhantes foram observados por TEIXEIRA et al. (1979a) e MAINI & BAINS (1965). Em estudos nos EUA, HARTWIG (1973) constatou teores médios de proteína e óleo de 40,5 e 21% respectivamente, enquanto, no Estado de São Paulo, MASCARENHAS (dados não publicados) observou para essas substâncias de reserva na semente valores de 35 e 24% respectivamente. As diferenças nos teores de óleo e de proteína entre cultivares recomendados no Brasil e nos EUA provavelmente sejam devidas a fatores ambientais, destacando-se a acidez do solo. Razões genéticas podem ser descartadas, pois, de acordo com HIROMOTO & VELLO (1986), os cultivares recomendados nos dois países tem bases genéticas semelhantes.

Trabalhando com outros cultivares de soja, TANGO et al. (1974c) não encontraram diferenças nos teores de proteína e de óleo pela aplicação de nitrogênio mineral, inoculantes, calagem e adubação mineral. TEIXEIRA et al. (1979b) confirmaram esses dados, mostrando que a aplicação de níveis crescentes de fósforo e de potássio não proporcionou aumento dos teores de proteína no cultivar Santa Rosa. Por outro lado, os trabalhos de MAINI & BAINS (1965) e de MORSE (1959) revelaram a influência da adubação mineral sobre a composição química de sementes de soja. Pesquisas mais recentes, de MASCARENHAS et al. (1982) e GALLO et al. (1986), evidenciaram que, com o aumento de níveis de calagem, eleva-se o teor de nitrogênio das folhas pela maior eficiência da fixação simbiótica e, conseqüentemente, a proteína nas sementes.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da aplicação de níveis crescentes de calcário nos teores de óleo e proteína de sementes de quatro cultivares de soja de diferentes ciclos.,

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Utilizaram-se sementes de soja dos cultivares IAC-Foscarin-31 (ciclo precoce), IAC-12 (semiprecoce), IAC-11 (médio) e Cristalina (semitardio) provenientes de ensaios de calagem do ano agrícola 1986/87, realizados nas Estações Experimentais de Mococa e de Ribeirão Preto, em podzólico vermelho-amarelo orto e latossolo-roxo distrófico respectivamente. Os experimentos foram delineados em blocos ao acaso com parcelas subdivididas e quatro repetições. Os tratamentos das parcelas principais corresponderam a aplicações de 0, 4, 8 e 12t/ha de calcário dolomítico; nas subparcelas, semearam-se os quatro cultivares de soja. A adubação aplicada na sementeira foi de 400kg/ha da fórmula 0-25-15. Após a colheita, trituraram-se as amostras de sementes em moinho, 40 mesh, e determinaram-se os teores de proteína e de óleo.

Para a determinação do teor de proteína, avaliou-se inicialmente o de nitrogênio total pelo método Kjeldahl, o qual foi multiplicado pelo fator 6,25 (TEIXEIRA, 1984).

O teor de óleo foi determinado gravimetricamente após lavagem exaustiva das amostras com solvente orgânico, hexano, a quente, em extratores soxhlet (TEIXEIRA et al., 1984).

Para a análise do efeito da calagem, utilizaram-se polinômios ortogonais e, na comparação de médias de cultivares, empregou-se o teste de Duncan ao nível de 5%.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No quadro 1 encontram-se os teores de óleo e proteína em sementes de soja referentes ao ensaio de Mococa. Na ausência de calagem, o índice de saturação por bases no solo foi de 37%, o que resulta em menor fixação do nitrogênio pelo *Bradyrhizobium*, devido a condições adversas, como acidez elevada e deficiência de cálcio e magnésio no solo. Neste caso, como há correlação negativa entre os teores de óleo e de proteína, os grãos de soja apresentam maior teor de óleo, conforme observado por MASCARENHAS et al. (1982); essa observação é discordante daquela de TANGO et al. (1974c). Os cultivares Cristalina e IAC-Foscarin-31 atingiram os teores mais elevados de óleo, seguidos por IAC-11 e IAC-12. Com a aplicação de 4, 8 e 12t/ha de calcário, os índices de saturação por bases elevaram-se, atingindo 53, 60 e 72% respectivamente. As condições se tornaram cada vez mais favoráveis à fixação de nitrogênio; conseqüentemente, observaram-se decréscimos nos teores de óleo. Isso foi evidenciado para os quatro cultivares, com o componente linear negativo e significativo, sendo a maior redução no 'IAC-Foscarin-31' e 'Cristalina', seguidos por 'IAC-11' e 'IAC-12'. Em média, independente dos níveis de calagem aplicados, 'Cristalina' apresentou o maior teor em óleo, seguido pelo 'IAC-Foscarin-31'; os cultivares IAC-11 e IAC-12 não diferiram entre si. O decréscimo linear no teor de óleo, pela aplicação de calagem, independente do efeito de cultivares, pode ser observado na figura 1.

QUADRO 1. Teores de óleo e proteína em quatro cultivares de soja, com a aplicação de diferentes níveis de calcário, em Mococa, 1986/87

Cálcario aplicado t/ha	V no solo %	IAC-Foscarin-31	IAC-12	IAC-11	Cristalina	Média
0	37	27,14	24,69	25,41	27,34	26,14
4	53	26,09	23,43	24,42	26,98	25,23
8	60	23,78	23,43	23,07	24,93	23,80
12	72	23,52	22,65	22,82	23,67	23,17
Média		25,13b	23,55c	23,93c	25,73a	24,59
CV (a)						2,17
CV (b)						3,45
0	37	34,22	35,35	33,72	34,50	35,45
4	53	36,29	38,34	38,79	36,38	37,45
8	60	39,14	40,94	40,10	39,95	40,03
12	72	40,19	41,94	42,66	42,03	41,71
Média		37,46b	39,14a	38,82a	38,22ab	38,66
CV (a)						4,36
CV (b)						3,50

(1) Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem significativamente pelo teste de Duncan ao nível de 5%.

(2) CV (a): coeficiente de variação referente à calagem; CV (b): coeficiente de variação referente aos cultivares de soja.

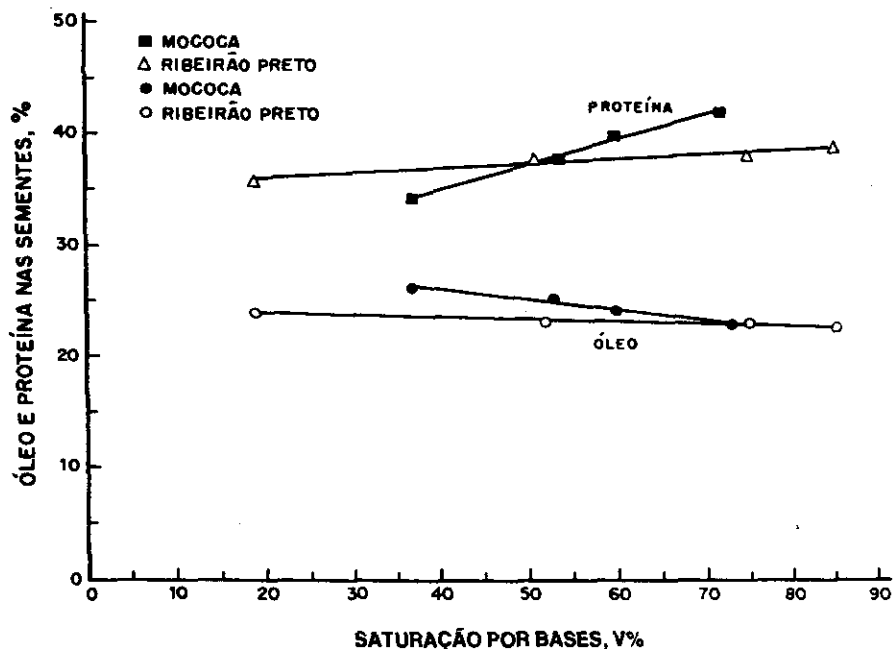


FIGURA 1. Teor percentual de óleo e proteína nas sementes de soja em função do índice de saturação por bases.

Com o aumento do índice de saturação por bases em função dos níveis de calagem, obtém-se redução da acidez do solo e melhor fixação de nitrogênio pelo *Bradyrhizobium* e formação de maior quantidade de nódulos. GALLO et al. (1986) verificaram que, com a elevação do índice de saturação por bases pela aplicação de calcário, cresceu o teor de nitrogênio das folhas, contribuindo para maior concentração de proteína nos grãos. Essa relação direta também se observa no presente trabalho para todos os cultivares (Quadro 1). Além do efeito benéfico da calagem, contribuindo para melhorar as condições para a fixação biológica do nitrogênio atmosférico, o aumento da disponibilidade do molibdênio por esta prática acarreta a sua maior absorção pelos tecidos vegetais. Dessa forma, sendo o molibdênio um dos componentes da enzima redutase do nitrato, sua presença em maior teor proporciona a formação de mais aminoácidos e, conseqüentemente, de proteínas. O maior teor de proteína foi obtido com o maior índice de saturação por bases (V% 72): 42,66% para o 'IAC-11', 42,03% para o 'Cristalina', 41,94% para o 'IAC-12' e 40,19% para o 'IAC-Foscarin-31'. Independente dos níveis de calagem, os teores médios de proteína do 'IAC-12' e 'IAC-11', sem diferirem entre si, e do 'Cristalina', foram mais elevados do que os do 'IAC-Foscarin-31'. Na figura 1, nota-se que, com aumento do índice de saturação por bases,

em Mococa, há um aumento médio em torno de 6% no teor de proteína dos cultivares.

Em Ribeirão Preto (Quadro 2), os dados obtidos assemelham-se àqueles de Mococa – Quadro 1. O decréscimo no teor de óleo e o aumento no de proteína são menores do que os obtidos em Mococa (Figura 1), possivelmente devido ao tipo do solo e clima, confirmando TANGO et al. (1974a,b) e TEIXEIRA et al. (1979a,b). Para as duas localidades, há diferenças entre as médias nos teores de óleo e de proteína entre os cultivares; entretanto, somente em relação à proteína, manteve-se a mesma ordem, isto é 'IAC-11' e 'IAC-12' foram os de maior teor nas duas localidades. Isso vem indicar que o efeito da interação entre genótipo e locais é mais forte sobre o teor de óleo do que sobre o de proteína. Os teores médios de óleo e proteína são maiores em Mococa do que em Ribeirão Preto.

Nesse estudo, observa-se também que os cultivares IAC-11 e IAC-12 apresentam maior relação proteína/óleo do que IAC-Foscarin-31 e Cristalina – Quadro 3. No entanto, Hartwig, citado por PORTO (1983), obteve valores bem superiores dessa relação, devido, sobretudo, ao melhoramento genético direcionado para elevação do teor de proteína.

A produção de óleo ou proteína por unidade de área é muito mais relevante do que o teor "per se" e depende do potencial de produção de cada genótipo. Através desse parâmetro, pode-se verificar que, nas duas localidades, apesar do decréscimo no teor de óleo pelo aumento do índice de saturação por bases, houve um aumento linear, significativo, na produtividade de óleo – Figura 2.

Na ausência de calagem, o rendimento em grãos dos cultivares foi menor devido à acidez do solo, que se refletiu na produtividade de grãos. O mais sensível entre os cultivares foi o IAC-11, que produziu apenas 274 e 276kg/ha de óleo, respectivamente, em Mococa e Ribeirão Preto – Quadros 4 e 5.

De modo geral, o 'IAC-12' apresentou as maiores produtividades de óleo e proteína, independente dos níveis de calagem, exceto na dose de 4t/ha de calcário, no experimento de Ribeirão Preto, no qual o cultivar IAC-Foscarin-31 mostrou maior rendimento de óleo.

Pela figura 2, observa-se um aumento linear na quantidade de óleo e proteína produzida (kg/ha) com aumento do índice de saturação por bases. MASCARENHAS et al. (1982) obtiveram 1.264kg/ha de proteína e 574kg/ha de óleo com a aplicação de 8t/ha de calcário no 'IAC-8'. No presente trabalho, com 12t/ha de calcário, em Ribeirão Preto, foram obtidos 1.066, 1.277, 1.300 e 1.120kg/ha de proteína, e 653, 701, 706 e 617kg/ha de óleo, respectivamente, para os cultivares IAC-Foscarin-31, IAC-12, IAC-11 e Cristalina (Quadro 5). Através do melhoramento genético, Hartwig, citado por PORTO (1983), obteve a linhagem D76.8338, com 46% de proteína e 18% de óleo, e que produziu 1.133kg/ha de proteína e 407kg/ha de óleo. Esses rendimentos, tanto em proteína quanto em óleo, são inferiores àqueles obtidos por MASCARENHAS et al. (1982)

QUADRO 2. Teores de óleo e proteína em quatro cultivares de soja, com a aplicação de diferentes níveis de calcário, em Ribeirão Preto, 1986/87

Cálcaro aplicado	V no solo	IAC-Foscarin-31				IAC-12				IAC-11				Cristalina	Média
		%		Teor de óleo		%		Teor de proteína		%		Teor de proteína			
t/ha															
0	19		25,12	23,66	23,45		23,38		23,90				23,38		23,90
4	51		24,42	22,59	22,55		22,45		23,00				22,45		23,00
8	75		23,78	22,42	22,21		22,37		22,70				22,37		22,70
12	83		23,72	21,78	21,86		22,27		22,40				22,27		22,40
Média			24,26a	22,61b	22,52b		22,62b		23,00						23,00
CV (a)									2,23						
CV (b)									1,34						
Teor de proteína															
0	19		35,32	36,25	35,18		35,40		35,54				35,40		35,54
4	51		36,90	39,36	36,74		36,88		37,47				36,88		37,47
8	75		38,00	39,04	39,33		36,33		38,18				36,33		38,18
12	83		38,70	39,67	40,23		40,44		39,76				40,44		39,76
Média			37,23b	38,58a	37,87ab		37,26b		37,74						37,74
CV (a)									2,72						
CV (b)									3,48						

(1) Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem significativamente pelo teste de Duncan ao nível de 5%.

(2) CV (a): coeficiente de variação referente à calagem; CV (b): coeficiente de variação referente aos cultivares de soja.

QUADRO 3. Teores médios de proteína e óleo e relação proteína/óleo dos quatro cultivares de soja, 1986/87

Cultivares	Proteína (1)	Óleo (1)	Relação proteína/óleo
	%	%	
IAC-Foscarin-31	37,34	24,70	1,52 : 1,00
IAC-12	38,86	23,08	1,68 : 1,00
IAC-11	38,35	23,23	1,65 : 1,00
Cristalina	37,74	24,18	1,56 : 1,00

(1) Valores médios de Ribeirão Preto e Mococa

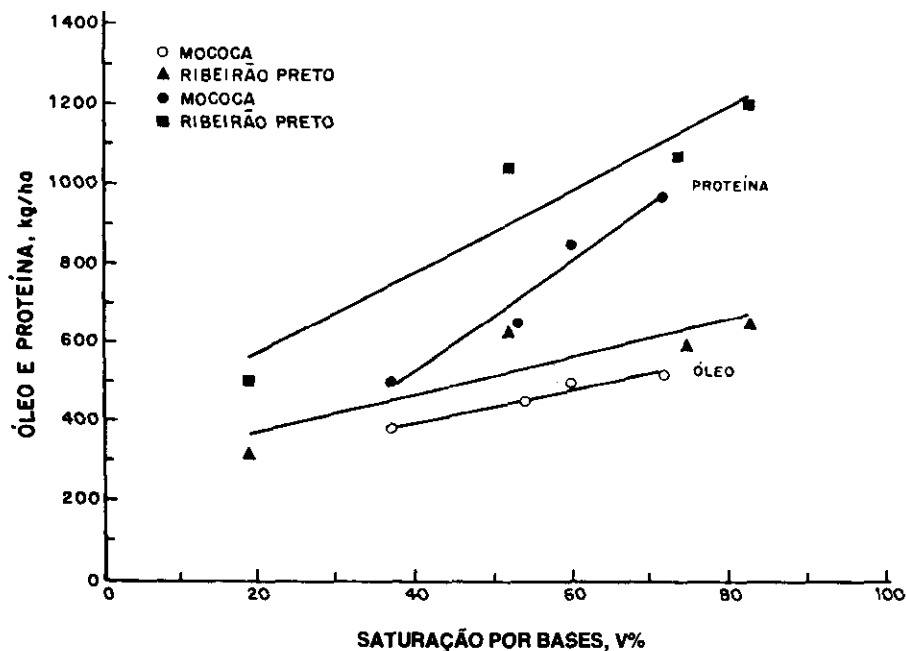


FIGURA 2. Rendimento de óleo e proteína em função do índice de saturação por bases.



QUADRO 4. Rendimentos de óleo e proteína em quatro cultivares de soja, com a aplicação de diferentes níveis de calcário, em Mocá, 1986/87

Cálcaro aplicado	V no solo	IAC-Foscarin-31	IAC-12	IAC-11	Cristalina	Média
t/ha	%			%		
0	37	406	409	274	410	375
4	53	471	481	378	467	449
8	60	456	657	434	471	504
12	72	514	577	540	509	535
Média		462b	531a	407bc	464b	466
CV (a)						11,8
CV (b)						16,8

Cálcaro aplicado	V no solo	IAC-Foscarin-31	IAC-12	IAC-11	Cristalina	Média
t/ha	%			%		
0	37	516	592	366	522	745
4	53	654	782	566	636	659
8	60	755	1147	763	755	855
12	72	879	1068	1013	901	965
Média		701b	897a	677bc	704b	745
CV (a)						17,6
CV (b)						17,3

(1) Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem significativamente pelo teste de Duncan ao nível de 5%.

(2) CV (a): coeficiente de variação referente à calagem; CV (b): coeficiente de variação referente aos cultivares de soja.

QUADRO 5. Rendimento de óleo e proteína de quatro cultivares de soja, com a aplicação de diferentes níveis de calcário, em Fíbeirão Preto, 1986/87

Cálculo aplicado	V no solo	IAC-Foscarin-31	IAC-12	IAC-11	Cristalina	Média
		Rendimento de óleo				
0	19	323	386	276	348	333
4	51	709	621	606	577	628
8	75	655	651	623	576	626
12	83	653	701	706	617	669
Média		585ab	590a	553bc	530c	564
CV (a)						20,0
CV (b)						8,9
		Rendimento de proteína				
0	19	440	590	411	525	492
4	51	1074	1116	988	947	1031
8	75	1052	1132	1106	985	1069
12	83	1066	1277	1300	1120	1191
Média		908b	1029a	951b	894b	946
CV (a)						18,5
CV (b)						8,5

(1) Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem significativamente pelo teste de Duncan ao nível de 5%.  
 (2) CV (a): coeficiente de variação referente à catagem; CV (b): coeficiente de variação referente aos cultivares de soja.

e aos deste estudo para o 'IAC-11' e 'IAC-12' em Ribeirão Preto, com 12t/ha de calcário. Em Mococa, com a aplicação da mesma quantidade de calcário, os rendimentos de óleo e proteína foram mais baixos (Quadro 4); possivelmente, isso foi devido a um período de seca prolongado, adiando a semeadura da soja para o início de dezembro. Esse atraso prejudicou o desenvolvimento das plantas e, conseqüentemente, a produtividade dos cultivares.

#### 4. CONCLUSÕES

1. Os maiores teores de óleo e proteína foram observados nos grãos colhidos em Mococa.
2. Independentemente da calagem e das localidades, o cultivar IAC-12 apresentou as maiores produtividades médias de óleo e proteína por área, respectivamente, 561 e 963kg/ha.
3. Em todas as localidades, a calagem promoveu a elevação do teor de proteína e a redução do teor de óleo nos grãos.
4. Em Ribeirão Preto, com a aplicação de 12t/ha de calcário, foram obtidos 1.066, 1.277, 1.300 e 1.120kg/ha de proteína e 653, 701, 706 e 617kg/ha de óleo para os cultivares IAC-Foscarin-31, IAC-12, IAC-11 e Cristalina respectivamente.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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.
- HARTWIG, E.E. Varietal development. In: *SOYBEAN: improvement, production and uses*, edited by B.E. Caldwell, R.W. Howell & H.W. Johnson. Madison, Wis., American Society of Agronomy, 1973. 194p.
- HIROMOTO, D.M. & VELLO, N.A. Genetic base of Brazilian soybean cultivars. *Revista Brasileira de Genética*, Ribeirão Preto, 9(2):295-306, 1986.
- MAINI, M.S. & BAINS, G.S. Effect of variety and agronomic practices on the yield and composition of soybeans. *Indian Oil Seed Journal*, 9(4):231-243, 1965.
- MASCARENHAS, H.A.A.; 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.
- MORSE, W.J. Chemical composition of soybean seeds. In: MARKLEY, K.S. *Soybeans and soybean products*. New York, Interscience, 1959. cap.4, p.135-156.

- PORTO, M.P. Melhoramento para óleo e proteína. In: SOJA: genética e melhoramento, coordenado por Francisco J. Verneti. Campinas, Fundação Cargill, 1983. p.803-835.
- TANGO, J.S.; MASCARENHAS, H.A.A.; FIGUEIREDO, I.B.F. & SHIROSE, I. Influência de anos agrícolas sobre os teores de matéria graxa e proteína no grão de soja e ácidos graxos. *Coletânea do ITAL*, Campinas, 5:345-355, 1974a.
- ; ————— ; ————— & ————— . Influência de localidade de cultura nos teores de matéria graxa e proteína nos grãos de soja e de ácidos graxos no óleo. *Coletânea do ITAL*, Campinas, 5:339-344, 1974b.
- ; ————— ; SHIROSE, I. & FIGUEIREDO, I.B.F. Influência de inoculantes, calagem e adubação química nos teores de matéria graxa e proteína no grão de soja e de ácidos graxos no óleo. *Coletânea do ITAL*, Campinas, 5:357-363, 1974c.
- TEIXEIRA, J.P.F. *Translocação de compostos nitrogenados da planta para os frutos em desenvolvimento e acúmulo de substâncias de reserva em grão de soja (Glycine max (L.) Merrill), cultivar Santa Rosa*. Campinas, UNICAMP - Instituto de Biologia, 1984. 168p. Tese (Mestrado).
- ; MASCARENHAS, H.A.A. & BATAGLIA, O.C. Efeito de cultivares, tipos de solo e práticas culturais sobre a composição química de sementes de soja (*Glycine max (L.) Merrill*). In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA, 1., Londrina, 1978. *Anais*. Londrina, EMBRAPA-CNPSo, 1979a. v.1, p.11-16.
- ; ————— ; MIRANDA, M.C.A. de & BRAGA, N.R. Efeitos de localidades, adubação e anos consecutivos de plantio sobre o teor de proteínas em sementes de soja cultivar Santa Rosa. *Científica*, Jaboticabal, 7(3):343-346, 1979b.
- ; RAMOS, M.T.B.; MIRANDA, M.A.C. de & MASCARENHAS, H.A.A. Relação entre os principais constituintes químicos de grão de soja. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA, 3., Campinas, 1984. *Anais*. Londrina, EMBRAPA-CNPSo, 1984. p.898-908. (EMBRAPA-CNPSo. Documentos, 7)