

RENDIMENTO DE CULTIVARES DE SOJA EM RESPOSTA AO MANEJO DA FERTILIDADE DO SOLO¹

MILTON J.D. CONTERATO² e JOSÉ ANTONIO COSTA³

RESUMO - Em 1981/82, na EEA, FA-UFRS, Guaíba - RS, foi avaliado o desempenho das cultivares de soja (*Glycine max* (L.) Merrill), Ivorá, Planalto, Década, BR-4, União, LC 72-749, BR-3, Ivaí, Hardee e Cobb, em solo "São Jerônimo", com uso, ou não, de adubação de manutenção. Foram conduzidos dois experimentos: um, irrigado, objetivando simular um ano com quantidade e distribuição hídrica adequada para obtenção de rendimentos elevados e grande extração de nutrientes; o outro, não irrigado. Sem irrigação, não houve, na média, resposta à adubação de manutenção, em ano com deficiência hídrica. Com altos níveis de P e K e suplementação hídrica adequada, houve, na média, aumento de 195 kg/ha com a adubação de manutenção. Entre as cultivares houve diferenças significativas no rendimento, tanto com como sem irrigação. BR-4, Cobb, Hardee e Ivaí, apresentaram o melhor desempenho em qualquer das situações. Os resultados mostram que em solo semelhante ao que foi utilizado, corrigido de maneira que os teores de P e K estejam próximos ou acima dos níveis considerados suficientes para alcançar 90 a 95% do rendimento máximo, é possível reduzir a adubação de manutenção, ao menos por um ano, desde que a cultura de estação fria tenha recebido a adubação de manutenção recomendada.

Termos para indexação: *Glycine max*, adubação de manutenção, residual de adubação, uso eficiente da adubação.

SOYBEAN SEED YIELD IN RELATION TO SOIL FERTILITY MANAGEMENT

ABSTRACT - Two field experiments were performed at the EEA/UFRS, Guaíba, RS, in a São Jerônimo (Ultisol, Paleudult) type, soil during the 1981/82 growing season. Soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) cultivars Ivorá, Planalto, Década, BR-4, União, LC 72-749, BR-3, Ivaí, Hardee and Cobb were tested, with and without maintenance fertilization. Irrigation was used to provide an environment for high grain yield production. Without irrigation the yield levels attained were the normal for the year, with good management. Without irrigation, there was no difference between fertilized and not fertilized plots, in a year with water stress. When moisture was not limiting, even with high levels of P and K, in the average, the yields with fertilization increased by 195 kg/ha. There was significant difference among cultivars with and without irrigation. BR-4, Cobb, Hardee and Ivaí had the highest seed yield in all situations. The results showed that, in a soil similar to the one utilized once limed and corrected for P and K, in a way that the nutrient levels have reached or are above the critical levels, it is possible to reduce the maintenance fertilization, at least for one year, since the crop grown during the winter had received the recommended maintenance fertilization.

Index terms: *Glycine max*, maintenance fertilization, fertilizer residues, efficient nutrient utilization.

INTRODUÇÃO

Dados levantados pela Revista Agricultura e Cooperativismo, abrangendo 36 cooperativas filiadas à Fecotrigo, numa área equivalente a 2,2 milhões de hectares, mostram redução de 26%

no uso de fertilizantes na soja, no ano agrícola de 1980/81. (Agricultor. . .1981).

Os principais órgãos financiadores vêm incentivando indiretamente a não-utilização de certos insumos, particularmente de fertilizantes, através do estabelecimento de VBCs, calculados sem considerar a aplicação de adubos. Os dados disponíveis na literatura não permitem que se adote tal procedimento em bases científicas. Dependendo do nível de produtividade, pode até ser possível recomendar a diminuição da adubação de manutenção, uma vez que o solo tenha atingido nível adequado de disponibilidade de nutrientes para a obtenção de determinado teto de rendimento.

Para que tal recomendação seja feita de maneira racional, entretanto, são necessários dados obti-

¹ Aceito para publicação em 19 de março de 1984.

Parte do trabalho de tese do primeiro autor, apresentado à FA-UFRS para a obtenção do título de Mestre em Agronomia. Trabalho parcialmente financiado pelo CNPq, PROPESP da UFRS e Instituto da Potassa & Fosfato (EUA) e Instituto Internacional da Potassa (Suíça).

² Eng^o - Agr^o, M.Sc., Prof. Ensino Médio de II Grau - Univ. Federal de Santa Maria, CEP 97100 Santa Maria, RS.

³ Eng^o - Agr^o, Ph.D., Prof.-Adjunto do Dep. Fitot. Fac. de Agronomia - UFRS, Caixa Postal 776, CEP 90000 Porto Alegre, RS. Bolsista do CNPq.

dos em trabalhos conduzidos com critérios científicos e não apenas baseados em observações empíricas.

A soja responde diretamente ao fertilizante, quando aplicado em solos deficientes de nutrientes minerais (Bureau et al. 1952, Miyasaka et al. 1966, Lima et al. 1974, Goepfert et al. 1974).

Para alcançar 90 a 95% do rendimento máximo, em solo franco argiloso, são necessárias 18 ppm de fósforo e 60 ppm de potássio, segundo a Rede Oficial dos Laboratórios de Análises de Solos do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (1981).

Dados de Goepfert et al. (1983), mostram que, dos resultados de análises de 41.226 amostras de solo, feitas em 1981, por nove Laboratórios do Rio Grande do Sul, vinculados à Rede Oficial de Laboratórios de Análises de Solos, 24% apresentaram nível bom até muito alto de fósforo disponível (18,1 a $> 30,1$ ppm para solos de textura 2), e 64% com valor de potássio disponível de 61 a > 101 ppm.

Efeitos residuais são dependentes da qualidade do fertilizante aplicado, produção, manejo de resíduos e tipo de solo (Tisdale & Nelson 1970). Estimativas baseadas em diversos experimentos de aplicação de fosfatos solúveis demonstraram, em culturas subseqüentes, efeito acumulativo equivalente a 50%, 30%, 20% e 20% dos resultados obtidos na primeira, segunda, terceira e quarta cultura, respectivamente (Kochhann et al. 1982).

Pesquisas têm comprovado que a falta de resposta da soja ao fósforo e potássio, em certas situações, é devida à maior eficiência desta planta na utilização dos nutrientes já existentes no solo, do que ao fertilizante aplicado no ano de cultivo (Kalra & Soper 1968, Reid & York 1955).

É bastante conhecida a falta de resposta da soja à aplicação direta de fertilizantes, em níveis melhorados de fertilidade do solo. Nos Estados Unidos, no "Cinturão do Milho", onde a rotação é feita com algodão, batata e fumo, é aproveitada a adubação residual dessas culturas para a soja (De Mooy et al. 1973).

A fonte de fertilizante (Barbo et al. 1981), o sistema radicular das plantas (Inforzato & Mascarenhas 1969) e a umidade do solo (Johnson & Wallingford 1983), entre outros, são fatores

que podem influenciar no aproveitamento residual da adubação.

Esta pesquisa objetiva mensurar o desempenho de dez cultivares de soja, em níveis de produtividade estabelecidos pelo emprego ou não da adubação de manutenção e pela suplementação hídrica através da irrigação.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido em campo, no ano agrícola de 1981/82, na Estação Experimental Agronômica da UFRS, município de Guaíba, RS, situada na região fisiográfica da Depressão Central do estado, a $30^{\circ}05'52''$ de latitude sul e $51^{\circ}39'08''$ de longitude oeste e altitude de 46,16 metros.

O solo utilizado é do tipo Laterítico Bruno-Avermelhado distrófico, unidade de mapeamento São Jerônimo (Brasil 1973). Os solos dessa unidade apresentam-se profundos, bem drenados, porosos, com coloração avermelhada e textura franco-argilosa. Formaram-se a partir de granitos.

Antes da semeadura, no florescimento e após a colheita, foram retiradas amostras de solo que foram analisadas no Laboratório de Análise de Solos da UFRS, para determinação de pH, P, K e matéria orgânica. (Rede Oficial de Laboratórios de Análises de Solos do Rio Grande do Sul e Santa Catarina 1981).

A área do experimento, até o ano de 1967, era campo nativo. Em 1968, foi lavrada e de 1969 a 1974, foi utilizada como área experimental para trigo e aveia, no inverno, e sorgo, soja e milho no verão, sendo corrigida com P, K e calcário dolomítico, de acordo com as recomendações do Laboratório de Análise de Solos. Em 1974 foi lavoura de trigo. Em 1975 e 1976, esteve em pastagem formada por uma mistura de aveia, azevém e trevo-branco. De 1977 até 1980 foi reutilizada com milho e soja, sendo também corrigida e adubada conforme recomendação do Laboratório de Análise de Solos. No ano de 1980, foi cultivada com milho e, no inverno do ano da semeadura da soja (1981), com tremço-branco (*Lupinus albus* L.), para adubação verde, sendo incorporado no dia 18 de agosto. Na média das amostras realizadas na área, o rendimento foi de 19 t/ha de massa verde, correspondendo a 2,2 t/ha de matéria seca.

O balanço hídrico, estimado segundo o modelo de Thornthwaite - Mather, apresentado por Mota et al. (1970), atendendo à tabela de retenção de umidade do solo de 50 mm, é mostrado na FIG. 1. A evapotranspiração potencial foi determinada pelo método de Penman e Bavel, descrito por Camargo (1962), em milímetros por decêndio, durante o período de desenvolvimento da cultura. Os dados foram fornecidos pelo Instituto de Pesquisas Agronômicas (IPAGRO), Secretaria da Agricultura, unidade agrometeorológica da EEA/UFRS, Guaíba, RS, distante 1 km da área experimental.

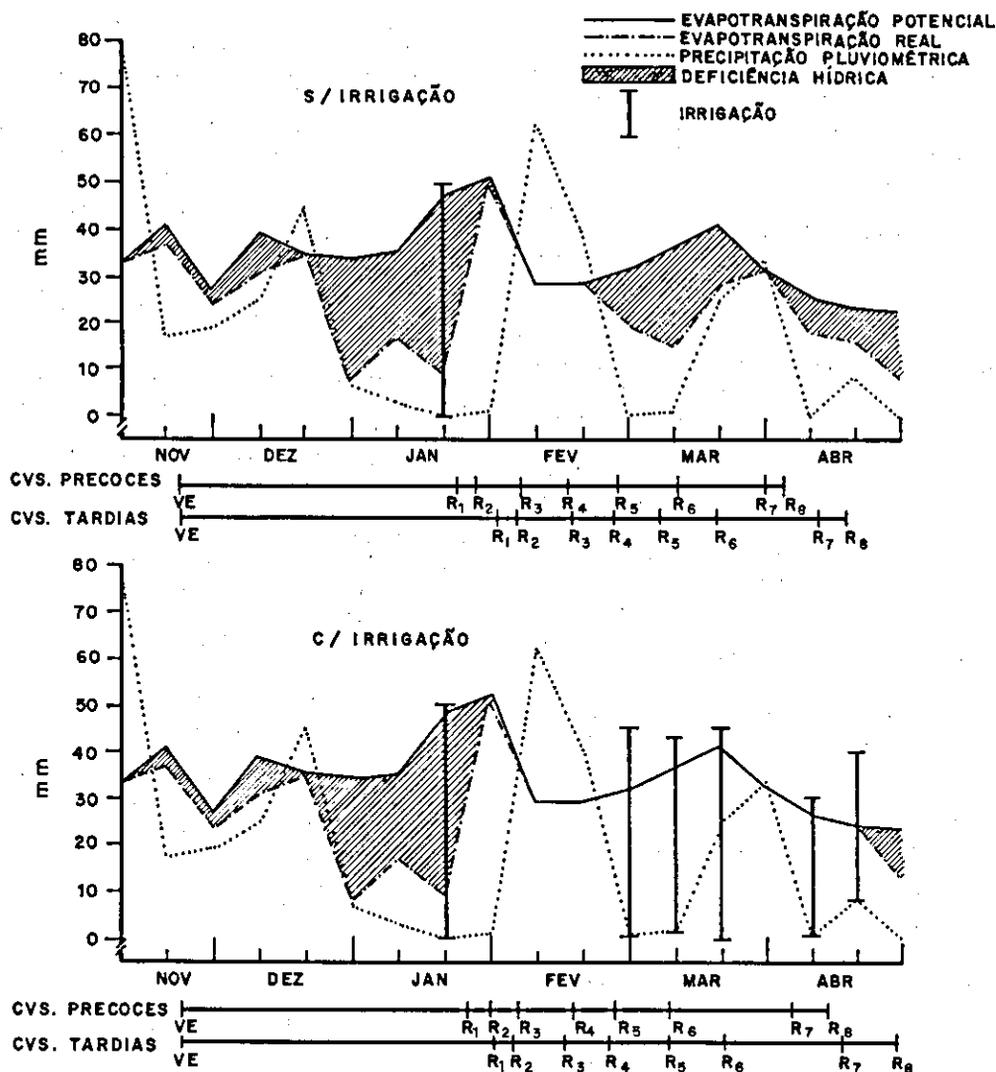


FIG. 1. Precipitação, irrigação, evapotranspiração potencial, evapotranspiração real, em mm/decêndio, ocorridos durante o período experimental, EEA/Guaíba, RS, 1981/82.

Foram conduzidos dois experimentos, um irrigado, com a finalidade de simular um ano agrícola com quantidade e distribuição hídrica adequada para obtenção de rendimentos elevados e grande extração de nutrientes, e outro não irrigado no qual os resultados refletem os rendimentos possíveis de obter com a disponibilidade hídrica do ano, com manejo adequado. Em cada ensaio foram estabelecidas duas condições de fertilidade, pela aplicação ou não de adubação de manutenção. A adubação de manutenção empregada foi de 250 kg/ha da fórmula 3-30-10, conforme recomendação do Laboratório de Análise de Solos da FA/UFRS, baseada em resultados da análise de

amostras de solo colhidas no local. Em cada uma das situações foram testadas dez cultivares de soja. Oito, dos grupos de maturação precoce, média e tardia, foram escolhidas por terem apresentado, nos anos anteriores, na EEA/UFRS, Guaíba, RS, rendimentos elevados. As outras duas, 'Década' (de hábito de crescimento indeterminado) e 'LC 72-749', por serem tidas como de bom desempenho em solos com fertilidade limitada.

O delineamento experimental utilizado foi de parcelas subdivididas, com quatro repetições, com a parcela principal arranjada em delineamento completamente casualizado. Os níveis de fertilidade foram estabelecidos nas

parcelas principais, e as cultivares, nas subparcelas.

As unidades experimentais foram compostas de quatro linhas, espaçadas por 0,50 m e com 6 m de comprimento. A área útil era formada pelas duas linhas centrais, desprezando-se 0,5 m de cada extremidade, perfazendo uma área de 5 m², contendo aproximadamente 200 plantas.

Após o preparo do solo para a semeadura, foi aplicada a adubação de manutenção a lanço sobre o solo e incorporada através de gradagem.

A semeadura foi realizada no dia 18 de novembro, com semeadeira manual "Planet Jr", ocorrendo a emergência no dia 23 do mesmo mês. As sementes foram inoculadas com *Rhizobium japonicum* em meio turfoso, tratadas com Captan-moly, contendo 25% de fungicida captan e 4,75% de molibdênio, na dose indicada de 62,5 g de i.a. para 50 kg de sementes. Utilizaram-se sementes em excesso, efetuando-se o desbaste no estágio V4 (escala de Fehr & Caviness 1977, adaptada por Costa & Marchezan 1982), deixando-se uma população equivalente a 400 mil plantas por hectare.

As plantas daninhas foram controladas com aplicação dirigida de bentazon em pós-emergência, na dose de 1,2 kg/ha de i.a., visando a eliminação de plantas dicotiledôneas.

O controle das pragas da soja, broca-das-axilas (*Epinotia aporema* W.), lagartas (*Anticarsia gemmatalis* H. e *Plusia* G.) e percevejos (*Nezara viridula* L. e *Piezodorus guildinii* W.), foi realizado com aplicação de inseticidas à base de chlorpirifos, endossulfan, endrin e phosphamidon.

A irrigação foi iniciada quando a primeira cultivar precoce encontrava-se em R3 (escala de Fehr & Caviness 1977, adaptada por Costa & Marchezan 1982). Resultados de Marchezan & Costa (1983) mostraram que a produção de flores e legumes não é fator limitante para obtenção de altos rendimentos, dispensando irrigação, em condições normais, antes deste estágio. Entretanto, como ocorreu uma seca muito intensa, foi feita irrigação em todo o experimento, em meados de janeiro, antes do início da floração, como mostra a FIG. 1. Na irrigação foram empregados aspersores tipo rotativo de dois bocais, com vazão de 10 mm por hora, distanciados por 12 metros. O controle da suplementação hídrica para o solo foi efetuado por oito tensiômetros com vacuômetro metálico e bulbo de porcelana (modelo "Irrrometer Moisture Indicador"), instalados na profundidade de 30 a 60 cm, em quatro repetições. A partir do estágio R3 foi mantida a tensão de umidade abaixo de 0,6 bar, através da irrigação por aspersão, garantindo uma disponibilidade hídrica adequada.

A colheita foi efetuada de 2 a 30 de abril, à medida que as cultivares atingiam a maturação.

Para a determinação dos teores de macro e micronutrientes, foram coletadas 30 folhas por parcela, no florescimento. Coletou-se a terceira folha desenvolvida a partir do ápice das plantas (Jones 1972).

A análise foliar foi realizada pelo Centro de Análi-

ses e Experimentos Técnico-Agrícolas (CAETA), utilizando o método de digestão sulfúrica para P e K, sendo a leitura do P efetuada em fotolorímetro, e a do K, pelo fotômetro de chama. Os demais elementos foram determinados pelo método de digestão sulfúrica, com leitura no espectrofotômetro de absorção atômica.

As observações do desenvolvimento fenológico foram efetuadas duas vezes por semana, utilizando a escala de Fehr & Caviness (1977), adaptada por Costa & Marchezan (1982), durante o período reprodutivo. As leituras dos estádios de desenvolvimento eram feitas sempre em dez plantas, previamente marcadas, representativas da parcela.

O rendimento de grãos, expresso em kg/ha, foi estimado através da produção da área útil das unidades experimentais, corrigidas para umidade de 13%.

Em R8, de cada unidade experimental foi coletada uma amostra de 20 plantas, correspondente à dimensão linear em torno de 1 m, representando 0,5 m² aproximadamente. O rendimento biológico e o índice de colheita foram calculados a partir dessa amostra.

O rendimento biológico foi determinado pela soma dos valores de peso seco do caule, ramos, legumes e grãos.

O índice de colheita (IC) foi estimado pela fórmula:

$$IC = \frac{\text{Peso seco dos grãos}}{\text{Rendimento biológico}} \times 100$$

Os cálculos relativos à análise estatística dos dados obtidos foram efetuados no computador do Centro de Processamento de Dados (CPD) da UFRS, utilizando o programa "Anovar".

Os valores médios de cada característica observada nos tratamentos foram comparados pelo teste de Tukey (P < 0,05).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No ano agrícola de 1981/82, a resposta da soja à irrigação praticamente dobrou os rendimentos (TAB. 1), o que demonstra o efeito da pequena disponibilidade hídrica durante a estação de crescimento (FIG. 1). O objetivo da irrigação, entretanto, foi o de simular uma situação com fornecimento adequado de água, ou um ano agrícola com quantidade e distribuição hídrica suficientes para a obtenção de altos rendimentos e, conseqüentemente, maior extração de nutrientes. Na parte em que não se utilizou irrigação, os resultados refletem os rendimentos possíveis de obter com a disponibilidade hídrica durante a estação de crescimento da soja, com manejo adequado.

TABELA 1. Rendimento de grãos, em kg/ha, de dez cultivares de soja, com e sem irrigação, EEA, Guaíba, RS, 1981/82.

Cultivares	Ciclo	kg/ha		Médias
		Com irrigação	Sem irrigação	
Ivorá	P	3522 bcd	1830 ab	2676
Planalto	P	3794 abc	1565 b	2675
Década	P	3178 d	1874 ab	2526
BR-4	M	3962 a	2072 a	3017
União	M	3768 abc	1788 ab	2778
LC 72-749	M	3464 cd	1896 ab	2680
BR-3	T	3545 bcd	1923 a	2734
Ivaí	T	3902 ab	1940 a	2921
Hardee	T	3852 abc	2052 a	2952
Cobb	T	3768 abc	1992 a	2880
Médias		3676	1892	2784

As médias seguidas da mesma letra, em cada coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

As situações com e sem irrigação constituíram experimentos separados. Os resultados são apresentados conjuntamente para efeito de comparação.

P = precoce; M = médio; T = tardio.

Dentro de cada uma das situações simuladas, procurou-se medir os efeitos da utilização da adubação de manutenção, em solo que já apresentava valores de P e K considerados suficientes para alcançar 90 a 95% do rendimento máximo.

Os resultados obtidos no experimento 1, sem irrigação e experimento 2, com irrigação, são apresentados separadamente.

Experimento 1 - sem irrigação

Os valores médios de rendimento de grãos das cultivares não diferiram entre os níveis de adubação (TAB. 2), embora mostrassem diferenças bastante acentuada, entre os tratamentos em algumas cultivares. Observou-se a compensação, na média dos rendimentos, na soma das diferenças positivas e negativas, quando adubadas, o que resultou, praticamente, nos mesmos valores médios em ambas as situações. Resultados similares foram obtidos por Voll & Bays (1976). Fato marcante foi o decréscimo de 26% no rendimento da cultivar Ivorá em presença da adubação de manutenção. Responderam positivamente as cultivares Ivaí e União, com 15% e 17% de aumento, respectivamente. De maneira geral, as respostas positivas

foram dadas pelas cultivares tardias e também pela cultivar União, de ciclo médio.

No tratamento sem adubação, as cultivares Ivorá e Br-4 apresentaram valores mais elevados de rendimento de grãos, em relação às cultivares Planalto e União, não diferindo das demais. A diferença entre as cultivares Br-4 e Planalto, de rendimento maior e menor, respectivamente, foi de 577 kg/ha, correspondendo a 27%. Com adubação, a cultivar Hardee acusou o valor mais elevado de rendimento, diferindo das cultivares Ivorá e Planalto. A diferença entre 'Hardee' e 'Planalto' foi de 592 kg/ha, equivalente a 28%.

Com adubação, os rendimentos mais elevados foram obtidos pelas cultivares tardias e médias, provavelmente, devido ao maior ciclo de desenvolvimento, permitindo maior absorção de nutrientes e menores danos por consequência da deficiência hídrica. Como pode ser observado na FIG. 1, a deficiência hídrica, devido à época de ocorrência, prejudicou com maior intensidade as cultivares precoces Ivorá e Planalto. A cultivar Década, embora precoce, permaneceu no grupo de maior rendimento, talvez devido às peculiaridades do hábito de crescimento indeterminado.

Os resultados da análise do solo, feita antes

da instalação do experimento (TAB. 3), mostram que os valores de fósforo e potássio determinados eram suficientes para a soja atingir 90% a 95% do rendimento máximo relativo, segundo recomendação da Rede Oficial dos Laboratórios de Análises de Solos do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (1981). Na média das cultivares, esta deve ter sido a principal razão determinante da falta de resposta, em acréscimo ao rendimento, pela aplicação da adubação de manutenção.

Em face do alto teor de nutrientes no solo e ausência de resposta à adubação, pode-se concluir que o déficit hídrico foi a causa principal dos baixos rendimentos observados nos tratamentos sem irrigação.

Os resultados das análises foliares, realizadas em amostras retiradas por ocasião do florescimento, comparados com os valores obtidos por Jones (1966 e 1968), relatados por De Mooy et al. (1973), mostram que foi atingida a faixa de su-

TABELA 2. Rendimento de grãos, em kg/ha, de dez cultivares de soja, sem irrigação, com e sem adubação de manutenção, EEA, Guaíba, RS, 1981/82.

Cultivares	Ciclo	Com adubação	Sem adubação		Diferença	
			kg/ha	kg/ha	kg/ha	%
Ivorá	P	1.618 bc	2.041 a	-423	-26,1	
Planalto	P	1.556 c	1.556 c	0	0,0	
Década	P	1.820 abc	1.928 ab	-108	- 5,9	
BR-4	M	2.011 a	2.133 a	-122	- 6,1	
União	M	1.928 ab	1.649 bc	279	17,0	
LC 72-749	M	1.841 abc	1.958 ab	-117	- 6,4	
BR-3	T	1.908 ab	1.938 ab	- 30	- 1,6	
Ivaí	T	2.077 a	1.804 abc	273	15,1	
Hardee	T	2.148 a	1.955 ab	193	9,9	
Cobb	T	2.035 a	1.950 ab	85	4,4	
Médias		1.894	1.891	30	0,3	

As médias seguidas da mesma letra em cada coluna, ou precedidas da mesma letra, em cada linha, não diferem significativamente pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

P = precoce; M = médio; T = tardio.

TABELA 3. Resultados da análise química do solo com e sem irrigação, com e sem adubação por ocasião da semeadura, florescimento e após a colheita, EEA, Guaíba, RS, 1981/82.

Determinações	Textura	Semeadura	Sem irrigação				Com irrigação			
			Florescimento		Após colheita		Florescimento		Após colheita	
			C/A	S/A	C/A	S/A	C/A	S/A	C/A	S/A
pH (água)	2	5,3	5,8	5,6	5,5	5,6	5,8	5,8	5,9	5,9
P (ppm)	2	15,6	22,6	17,2	12,8	11,0	19,8	18,0	11,6	9,8
K (ppm)	2	145	126	177	119	128	130	126	140	133
MO (%)	2	2,0	2,7	2,5	2,0	2,1	2,0	2,1	2,1	2,0

Análise química efetuada no Laboratório de Análises de Solos da FA/UFRS.

eficiência dos nutrientes, em ambos os tratamentos, com e sem adubação (Tabelas 4 e 5).

Os resultados das análises do solo, realizadas em amostras retiradas após a colheita (Tabela 3), apresentaram, para o fósforo, valor um pouco abaixo do ponto crítico na situação sem irrigação.

O rendimento biológico (Fig. 2), em valores médios absolutos, foi mais elevado, embora não significativamente, no tratamento sem adubação de

manutenção. Em relação ao índice de colheita (Fig. 3), os valores mais elevados, embora não atingindo significância estatística, foi mostrado pelo tratamento com a adubação de manutenção.

Comparando os valores absolutos, 80% das cultivares mostraram decréscimos no rendimento biológico quando adubadas, ao passo que, no índice de colheita, 70% das cultivares mostraram pequeno incremento com a adubação de manutenção.

TABELA 4. Concentração foliar de nutrientes, por ocasião do florescimento, de dez cultivares de soja, sem irrigação e sem adubação de manutenção, EEA, Guaíba, RS, 1981/82.

Cultivares	Macronutrientes				Micronutrientes			
	P	K	Ca	Mg	Zn	Mn	Cu	Fe
	%				ppm			
Ivorá	0,37	2,18	0,85	0,39	43,9	75,9	12,8	134
Planalto	0,24	2,02	0,73	0,33	32,7	69,4	9,5	148
Década	0,28	2,46	0,59	0,29	31,7	65,6	10,5	189
BR-4	0,26	1,83	0,57	0,22	31,1	56,3	7,9	155
União	0,29	2,29	0,88	0,38	38,6	59,7	9,8	140
LC 72-749	0,25	2,05	0,84	0,31	35,0	85,4	14,8	148
BR-3	0,33	2,64	0,79	0,37	39,0	59,1	11,0	141
Ivai	0,41	2,46	0,40	0,26	39,3	44,5	10,7	133
Hardee	0,43	2,46	0,90	0,37	51,5	78,7	14,8	148
Cobb	0,43	2,64	0,86	0,35	47,2	52,0	11,8	127

TABELA 5. Concentração foliar de nutrientes, por ocasião do florescimento, de dez cultivares de soja, sem irrigação e com adubação de manutenção, EEA, Guaíba, RS, 1981/82.

Cultivares	Macronutrientes				Micronutrientes			
	P	K	Ca	Mg	Zn	Mn	Cu	Fe
	%				ppm			
Ivorá	0,41	2,46	0,71	0,32	46,1	49,5	10,3	136
Planalto	0,31	2,16	0,66	0,36	44,1	54,0	10,5	152
Década	0,28	2,38	0,70	0,32	34,1	66,7	10,9	182
BR-4	0,26	2,02	0,74	0,26	31,3	45,2	7,8	134
União	0,40	2,24	0,83	0,32	40,6	61,6	10,5	142
LC 72-749	0,22	1,76	1,12	0,38	36,3	60,0	9,1	181
BR-3	0,33	2,46	0,63	0,24	37,4	49,9	10,5	145
Ivai	0,41	2,55	0,89	0,35	42,8	56,3	11,9	130
Hardee	0,37	2,38	1,02	0,38	43,1	70,6	10,8	157
Cobb	0,48	2,73	0,80	0,35	45,8	59,6	12,1	138

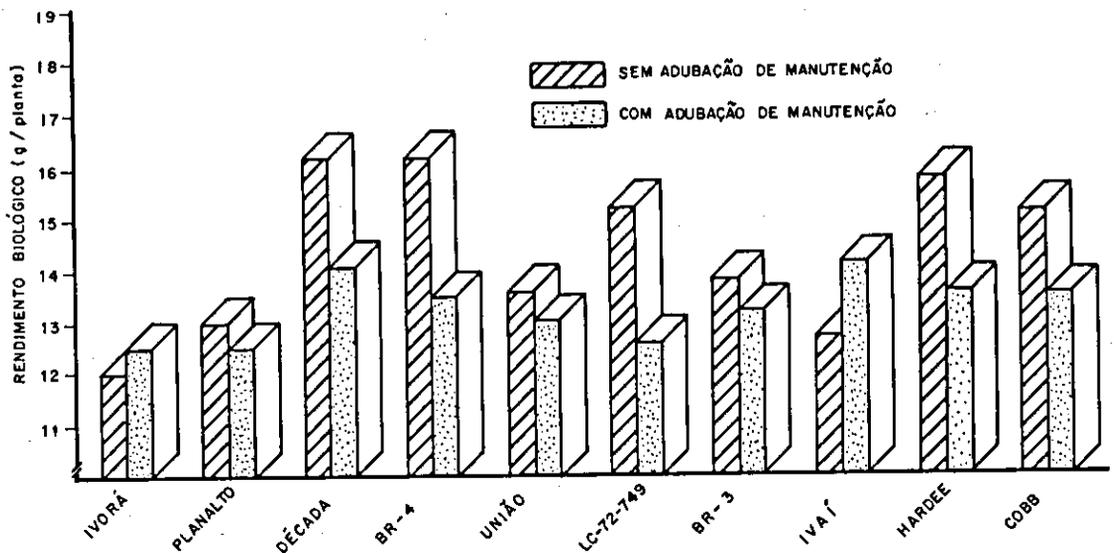


FIG. 2. Rendimento biológico de dez cultivares de soja, no estágio R_8 , sem irrigação, com e sem adubação de manutenção, EEA, Guaíba, RS, 1981/82.

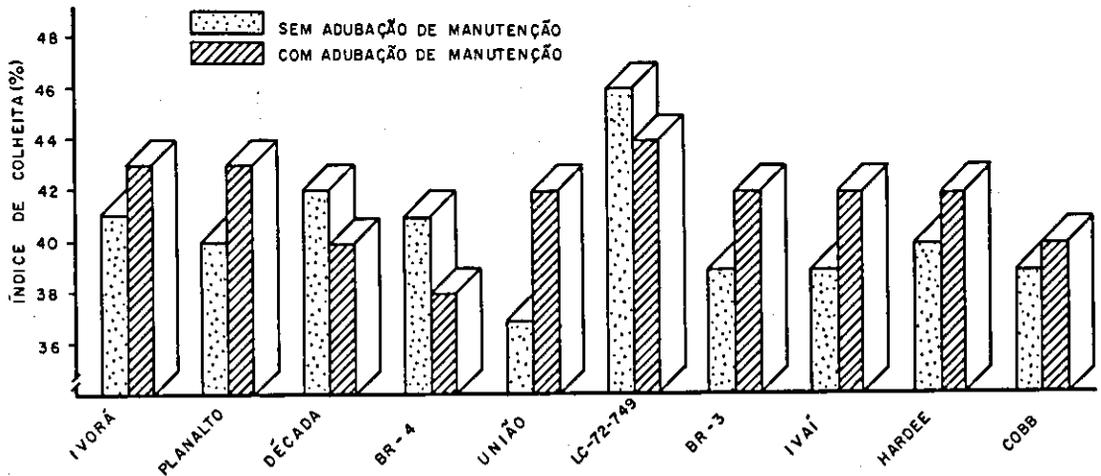


FIG. 3. Índice de colheita, de dez cultivares de soja, no estágio R_8 , sem irrigação, com e sem adubação de manutenção, EEA, Guaíba, RS, 1981/82.

Experimento 2 - com irrigação

O rendimento de grãos foi significativamente diferente entre os níveis de adubação. Com adição de adubo, na média das dez cultivares (Tab. 6), o rendimento aumentou 195 kg/ha, equivalente a 5%. Em relação às cultivares, a análise da vari-

ância mostrou diferenças para rendimento de grãos, rendimento biológico e índice de colheita.

Os resultados da análise de solo, realizada antes da instalação do trabalho, apresentaram valores de P e K acima dos níveis determinados para a soja, para atingir 90%-95% do rendimento má-

TABELA 6. Rendimento de grãos, em kg/ha, de dez cultivares de soja, com irrigação, com e sem adubação de manutenção, EEA, Guaíba, RS, 1981/82.

Cultivares	Ciclo	Com adubação	kg/ha		Médias	Diferença	
			Sem adubação			kg/ha	%
Ivorá	P	3.675	3.370	3.522 bcd	305	8,3	
Planalto	P	3.864	3.723	3.794 abc	141	9,7	
Década	P	3.343	3.012	3.178 d	331	9,9	
BR-4	M	4.099	3.824	3.962 a	275	6,7	
União	M	3.914	3.623	3.768 abc	291	7,4	
LC 72-749	M	3.504	3.424	3.464 cd	80	2,3	
BR-3	T	3.510	3.580	3.545 bcd	-70	-2,0	
Ivaí	T	4.064	3.740	3.902 ab	324	8,0	
Hardee	T	3.892	3.812	3.852 abc	80	2,1	
Cobb	T	3.866	3.671	3.768 abc	195	5,0	
Médias		3.773 a	3.578 b	3.676	195	5,2	

As médias seguidas da mesma letra na coluna e as médias precedidas da mesma letra na linha não diferem significativamente pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

P = precoce; M = médio; T = tardio.

ximo relativo. De maneira geral, entretanto, as cultivares aumentaram o rendimento de grãos, com o emprego da adubação de manutenção, com suplementação hídrica, com exceção da cultivar Br-3. Esta resposta pode ser atribuída ao alto teto de rendimento atingido, com uso da irrigação (3.773 kg/ha), em contraste com o teto objetivado da recomendação dos Laboratórios, que é de 2.500 kg/ha, aproximadamente.

Com a irrigação, a cultivar Br-4 apresentou o valor médio de rendimento de grãos mais elevado, diferindo da 'Ivorá', 'Década', 'LC 72-749' e 'Br-3'. A diferença entre as cultivares Br-4, de maior rendimento, e a 'Década', de menor rendimento, foi de 784 kg/ha, correspondendo a 20%.

Mesmo com a irrigação, as cultivares mais precoces podem ter sido prejudicadas, em virtude de ter sido a irrigação iniciada quando a primeira cultivar precoce estava no estágio R3 (início da formação de legumes), enquanto que o grupo das cultivares tardias encontra-se, ainda, no período vegetativo ou início do florescimento, tendo sido, portanto, relativamente favorecidas, em virtude da seca intensa ocorrida (Fig. 1).

As análises foliares efetuada em amostras retiradas por ocasião do florescimento (Tabelas 7

e 8), comparadas com os valores obtidos por Jones (1966, 1968), descritos por De Mooy et al. (1973), indicaram que foi atingida a faixa de suficiência, tanto no tratamento com adubação de manutenção, como no tratamento sem adubação de manutenção.

A cultivar Hardee mostrou, na média, o valor mais elevado de rendimento biológico (Fig. 4), diferindo das cultivares LC 72-749, União, Ivorá e Planalto. Os valores absolutos de RB, apresentados pelas cultivares, foram maiores no tratamento sem adubação de manutenção do que no adubado. Em relação ao índice de colheita (Fig. 5), a cultivar Planalto mostrou o valor médio mais elevado, diferindo da 'Ivaí'. Em valores médios absolutos no IC ocorreu o inverso do que se observou para o RB, ou seja, o tratamento com adubação foi superior ao sem adubação.

Em termos absolutos, 70% das cultivares registraram os maiores valores de rendimento biológico no tratamento sem adubação de manutenção. Nesta situação, as cultivares não apresentaram diferenças entre si, com exceção da 'Ivorá'.

No tratamento com adubação, o grupo das cultivares tardias mostrou, em valores absolutos, os mais elevados rendimentos biológicos.

Em valores médios absolutos, 80% das culti-

TABELA 7. Concentração foliar de nutrientes, por ocasião do florescimento, de dez cultivares de soja, com irrigação e com adubação de manutenção, EEA, Guaíba, RS, 1981/82.

Cultivares	Macronutrientes				Micronutrientes			
	P	K	Ca	Mg	Zn	Mn	Cu	Fe
	%				ppm			
Ivorá	0,40	2,68	0,79	0,32	46,3	60,0	12,5	154
Planalto	0,44	2,73	0,52	0,25	49,3	63,0	13,1	140
Década	0,23	2,11	0,74	0,35	32,5	62,6	9,5	194
BR-4	0,22	1,61	0,67	0,32	27,7	55,8	7,4	214
União	0,40	2,29	1,06	0,36	47,6	82,3	12,2	132
LC 72-749	0,43	2,46	0,69	0,31	46,6	78,7	13,3	133
BR-3	0,24	2,20	0,66	0,26	30,4	66,0	10,9	180
Ivaí	0,38	2,73	0,72	0,35	42,4	66,6	12,8	145
Hardee	0,44	2,64	0,76	0,29	50,8	76,0	15,6	144
Cobb	0,42	2,64	0,91	0,34	49,3	78,3	9,1	140

TABELA 8. Concentração foliar de nutrientes, por ocasião do florescimento, de dez cultivares de soja, com irrigação e sem adubação de manutenção, EEA, Guaíba, RS, 1981/82.

Cultivares	Macronutrientes				Micronutrientes			
	P	K	Ca	Mg	Zn	Mn	Cu	Fe
	%				ppm			
Ivorá	0,40	2,11	0,78	0,29	42,7	75,4	12,5	145
Planalto	0,21	1,54	0,95	0,28	47,6	82,3	12,3	132
Década	0,29	2,29	1,02	0,36	34,0	64,7	9,8	161
BR-4	0,23	1,85	0,79	0,32	35,6	58,9	7,9	168
União	0,43	2,73	0,55	0,25	41,3	62,6	12,2	135
LC 72-749	0,32	2,20	0,74	0,34	39,4	50,8	11,3	145
BR-3	0,34	2,18	0,77	0,35	44,1	60,8	14,6	163
Ivaí	0,42	2,68	0,77	0,33	40,0	67,8	13,2	131
Hardee	0,40	2,55	0,59	0,28	39,2	70,0	13,2	152
Cobb	0,37	2,60	0,77	0,33	48,2	66,4	14,1	149

vares responderam à adubação de manutenção com aumento no índice de colheita.

Os resultados dos experimentos mostraram que houve resposta à adubação de manutenção no tratamento com suplementação hídrica, apresentando acréscimo médio, no rendimento de grãos, de 195 kg/ha, que é percentualmente pequeno, o que pode ser atribuído ao alto teor de nutrientes já existentes no solo, tendo o rendimento alcançado 3.578 kg/ha, mesmo sem adubação de manutenção.

Nos dois experimentos, as cultivares Br-4, Ivaí, Hardee e Cobb apresentaram os rendimentos mais altos, mantendo praticamente a mesma posição no grupo. A cultivar Br-4 apresentou o rendimento absoluto mais elevado em três das quatro situações.

Ao considerar o rendimento individual das cultivares, na situação sem suplementação hídrica, chama a atenção a resposta altamente negativa da cultivar Ivorá (-26%), quando foi usada a aduba-

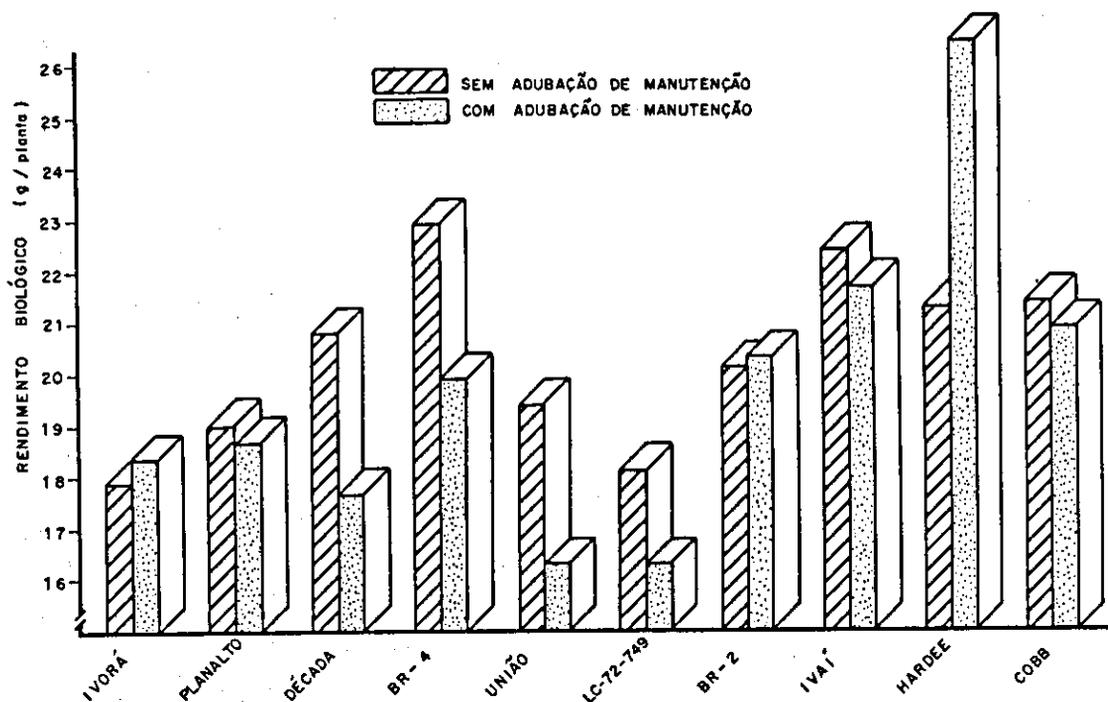


FIG. 4. Rendimento biológico de dez cultivares de soja, no estágio R₈, com irrigação, com e sem adubação de manutenção, EEA, Guaíba, RS, 1981/82.

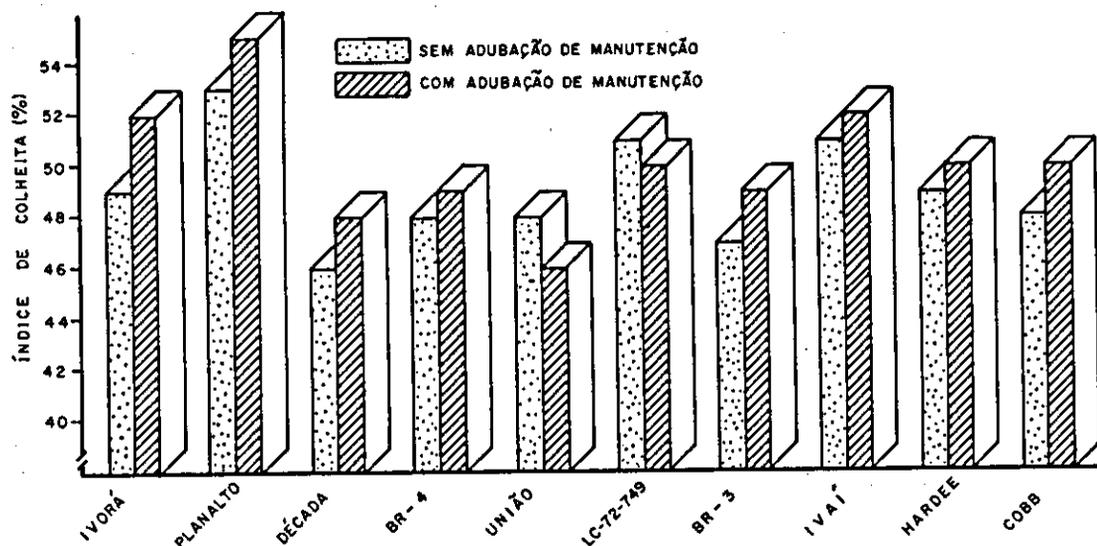


FIG. 5. Índice de colheita de dez cultivares de soja, no estágio R₈, com irrigação, com e sem adubação de manutenção, EEA, Guaíba, RS, 1981/82.

ção de manutenção. Esse comportamento não pode ser explicado com os dados apurados neste trabalho, mostrando que, provavelmente, existem outros fatores envolvidos e que não foram detectados pelo experimento. Pode-se levantar a hipótese de que possa ter havido um aumento excessivo, temporário, do teor de nutrientes na solução do solo, causado pelo déficit hídrico e interagindo com ele. Outra especulação que pode ser feita é a de que, como as condições iniciais foram favoráveis, as plantas, devido à adubação, tenham tido melhor desenvolvimento inicial e, por este motivo, quando sobreveio a intensa falta de água, o prejuízo tenha sido maior do que na parte não adubada. Pode-se, ainda, inferir que as cultivares que tiveram o rendimento diminuído, particularmente a 'Ivorá', sejam mais sensíveis a esse tipo de situação, já que outras ('Planalto', 'Br-3' e 'Cobb') não foram afetadas, sendo que 'União' e 'Hardee', inclusive aumentaram o rendimento pelo uso da adubação, apesar de terem esses valores sido inferiores ao alcançado pela 'Br-4', no tratamento sem adubação.

Considerando a média final do rendimento de grãos do experimento sem irrigação, verificou-se que, nesse primeiro ano, com deficiência hídrica, não houve resposta à aplicação de adubação de manutenção, nas condições de fertilidade do solo do experimento. Com irrigação, mesmo tendo havido aumento do rendimento, economicamente seria recomendável, nesse primeiro ano, diminuir a adubação de manutenção.

CONCLUSÕES

1. Na média, as cultivares de soja testadas não responderam à adubação de manutenção, nas condições de precipitação do ano, fertilidade do solo e níveis de P e K utilizados.

2. Quando a disponibilidade hídrica foi adequada para a obtenção de altos rendimentos, na média das cultivares, houve aumento do rendimento pela adubação de manutenção, mesmo em solo de fertilidade adequada.

3. As cultivares Br-4, Ivaf, Hardee e Cobb foram as que apresentaram os maiores rendimentos, com e sem irrigação, com e sem adubação de manutenção,

REFERÊNCIAS

- AGRICULTOR gaúcho está reduzindo insumos. *Agric. e Coop.*, Porto Alegre, 6(63):16-6, jul. 1981.
- BARBO, C.V.S.; NAKAYAMA, L.H.K. & FABRÍCIO, A. C. Efeito da aplicação de níveis de fósforo de diferentes fontes fosfatadas na cultura da soja. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Unidade de Execução de Pesquisa de Âmbito Estadual de Dourados, MS. Resultados de pesquisa com soja - safra 1980/81. Dourados, 1981. p.71-5.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Rio Grande do Sul. Recife, 1973. p.163. (Boletim Técnico, 30).
- BUREAU, M.F.; MEDERSKI, H.J. & EVANS, C.E. The effect of phosphatic fertilizer material and soil phosphorus level on the yield and phosphorus uptake of soybeans. *Agron. J.*, Madison, 45(4):150-4, 1952.
- CAMARGO, A.P. de. Contribuição para a determinação da evapotranspiração potencial do Estado de São Paulo. *Bragantia*, Campinas, 11(12):163-312, 1962.
- COSTA, J.A. & MARCHEZAN, E. Características dos estádios de desenvolvimento da soja. Campinas, Fundação Cargill, 1982. 30p.
- DE MOOY, C.J.; PESECK, J. & SPALDOM, E. Mineral nutrition. In: CALDWELL, B.E. Soybeans: improvement, production and uses. Madison, American Society of Agronomy, 1973. Cap. 9, p.267-352.
- FEHR, W.R. & CAVINESS, C.E. Stages of soybean development. Ames, Iowa State University of Science and Technology, 1977. 11p. (Special Report, 80).
- GOEPFERT, C.F.; LANZER, E.; TEDESCO, M.J. & VOLKWEISS, S.J. Avaliação da fertilidade atual dos solos do Rio Grande do Sul. s.n.t. Trabalho apresentado no XIX Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, Curitiba, PR, jul. 1983.
- GOEPFERT, C.F.; MOURA, P.L. de & VARGAS, J.N.R. de. Comportamento de cultivares e linhagens de soja em diferentes níveis de fertilidade. s.n.t. 8p. Trabalho apresentado na II Reunião Conjunta de Pesquisa de Soja - RS/SC, Porto Alegre, 1974.
- INFORZATO, R. & MASCARENHAS, H.A.A. Estudo do sistema radicular da soja. (*Glycine max* (L.) Merrill) em solo Latossolo Roxo adubado ou sem adubo. *Bragantia*, Campinas, 28(13):175-80, 1969.
- JOHNSON, J.W. & WALLINGFORD, W. Weather stress yield loss: proper fertilization reduces risk. *Crops Soils Mag.*, Madison, 35(6):15-8, 1983.
- JONES, J.B.J. Plant tissue analysis for micronutrients. In: MORTVEDT, J.J., ed. *Micronutrients in agriculture*. Madison, Soil Science Society of America, 1972. p.319-47.
- KALRA, Y.P. & SOPER, R.J. Efficiency of rape, oats, soybeans, and flax in absorbing soil and fertilizer phosphorus at seven stages of growth. *Agron. J.*, Madison, 60(2):209-12, 1968.

- KOCHHANN, R.; ANGHINONI, I. & MIELNICZUK, J. A adubação fosfatada no Rio Grande do Sul e Santa Catarina. In: OLIVEIRA, A. J. de; LOURENÇO, S. & GOEDERT, W.J. Adubação fosfatada no Brasil. Brasília, EMBRAPA, 1982. p.29-60.
- LIMA, L.A. de P.; VIEIRA, C.; SEDIYAMA, T. & SEDIYAMA, C.S. Resposta diferencial de quatro variedades de soja à adubação fosfatada e potássica, em três localidades do Estado de Minas Gerais. *Experientia*, Viçosa, 17(4):64-83, 1974.
- MARCHEZAN, E. & COSTA, J.A. Produção e fixação de flores e legumes, em três cultivares de soja. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, 18(2):129-36, 1983.
- MIYASAKA, S.; ALENCAR, & FREIRE, E.S. Resposta da soja à adubação com N, P, K, S e micronutrientes em solos pobres de Itararé, no Sul do Planalto Paulista. *Bragantia*, Campinas, 25(25):XXIX-XXXIII, 1966.
- MOTA, F.S. da; GOEDERT, C.O.; LOPES, N.F.; GARCEZ, J.R.B. & GOMES, A. da S. Balanço hídrico do Rio Grande do Sul. *Pesq. agropec. bras.*, Sér. Agron., Rio de Janeiro, 5(3):1-27, 1970.
- REID, P.H. & YORK, E.T. The relative growth and potassium absorption by four crops under intensive culture in limited volume of soil. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, Madison, 19(4):481-83, 1955.
- REDE OFICIAL DE LABORATÓRIOS DE ANÁLISES DE SOLOS DO RIO GRANDE DO SUL E SANTA CATARINA. Manual de adubação e calagem para cultivos agrícolas do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. Trigo e Soja, Porto Alegre, 56:3-34, 1981.
- TISDALE, S.L. & NELSON, W.L. Fundamentos de la aplicación de los fertilizantes. In: _____ . Fertilidade de los suelos y fertilizantes. Barcelona, Montaner Y Simon, 1970. p.541-602.
- VOLL, E. & BAYS, I.A. Correção e adubação do solo para a cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) em um Latossolo Roxo Distrófico. *Pesq. agropec. bras.*, Sér. Agron., Rio de Janeiro, 11(12):93-9, 1976.