

EFEITO DE ESPAÇAMENTO ENTRE FILEIRAS, POPULAÇÃO DE PLANTAS E IRRIGAÇÃO SOBRE O RENDIMENTO DE SEMENTES DE SOJA¹

JOÃO BATISTA BELTRÃO MARQUES² e SHIOW SHONG LIN³

RESUMO - O estudo desenvolvido neste trabalho foi estabelecido para determinar o efeito de irrigação, em diferentes estádios de desenvolvimento, de população de plantas, de espaçamento entre fileiras, e das interações desses fatores sobre o rendimento de sementes de soja. A irrigação sob as condições de umidade dos experimentos estudados não afetou de forma significativa o rendimento de sementes. A população de 350.000 plantas por hectare foi inferior às de 250.000 e 450.000 plantas por hectare quanto ao rendimento de sementes. Conforme se aumentou o espaçamento entre fileiras, houve decréscimo no rendimento de sementes por área.

Termos para indexação: decréscimo de rendimento, produtividade, deficiência hídrica.

THE EFFECT OF SPACING, PLANT POPULATION AND IRRIGATION ON SOYBEAN SEED YIELD

ABSTRACT - The study reported herein was designed to determine the effect of irrigation in the different development stages, plant population, spacing between rows and their interaction on soybean seed yield. The irrigation did not affect significantly on seed yield under the field conditions of humidity of the plots studied. Seed yield was lower in the population of 350.000 than in the population of 250.000 and 450.000 plants per hectare. The seed yield per area was decreased with the increased spacing between rows.

Index terms: yield decreasing, productivity, water deficiency.

INTRODUÇÃO

Durante os últimos anos, houve um grande incremento da área cultivada com soja no Rio Grande do Sul. No início da década de 70, a área cultivada com essa leguminosa não atingia a cifra de um milhão de hectares. Já no ano de 1979, registrou-se uma área de cerca de quatro milhões de hectares ocupada por esse cultivo.

O grande incremento verificado na área cultivada com soja no estado não tem sido acompanhado por uma evolução bem definida da produtividade. Uma das causas da instabilidade da produtividade é, sem dúvida, a ocorrência de deficiências hídricas que, em determinadas ocasiões, ocorrem e atingem a estação de crescimento da soja.

Muitos estudos que incluem irrigação em diferentes estádios de desenvolvimento de plantas,

têm sido conduzidos com o objetivo de determinar quais os estádios críticos quanto à suplementação de água. A maioria dos resultados obtidos indicam que a soja é mais sensível à deficiência hídrica a partir do início do florescimento e que essa sensibilidade cresce à medida que se aproxima da maturação fisiológica (Ashley & Ethridge 1978, Brady et al. 1974, Doss et al. 1974, Sionit & Kramer 1977, Matson 1964, Rassini 1980, Martin et al. 1979).

A determinação do melhor espaçamento a ser utilizado para cada situação é de fundamental importância, desde que seja uma prática cultural que não tenha grande influência sobre os custos de produção e possa elevar a produtividade.

Para o Rio Grande do Sul, recomenda-se, de maneira geral, a utilização de espaçamento entre fileiras de 60 cm. Atualmente, existe grande volume de pesquisas que comprovam que o uso de espaçamento mais estreitos entre fileiras na cultura da soja propicia rendimentos maiores (Burmoed & Fehr 1973, Fehr & Rodrigues 1974, Mannering & Johnson 1969, Lehman & Lambert 1960, Constable & Rose 1980, Safo-Kantanka & Lawson 1980, Weber et al. 1966, Hicks et al. 1969, Cooper 1977).

¹ Aceito para publicação em 15 de janeiro de 1982.

Parte da dissertação apresentada pelo primeiro autor à Univ. Fed. do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, como um dos requisitos ao grau de Mestre, 1981.

² Eng^o Agr^o, M.Sc., Fernandes Vieira 449, apt^o 904, CEP 90000 - Porto Alegre, RS.

³ Eng^o Agr^o, Ph.D., Univ. Fed. do Rio Grande do Sul, Fac. de Agron., Caixa Postal 776, CEP 90000 - Porto Alegre, RS.

A população de plantas é outra prática cultural que pode ser facilmente alterada sem afetar muito os custos. Trabalhos de pesquisas conduzidos em vários locais mostram que a soja suporta variação da população de plantas entre limites bastante amplos sem haver efeito sobre a produção de grãos (Val et al. 1971, Queiroz 1975, Beurlein et al. 1971, Nelson & Weaver 1980).

Através da alteração do regime de umidade do solo pode ser afetada a resposta de uma determinada cultivar, em termos de produtividade, ao espaçamento e à população utilizados. Dessa maneira poderão aparecer interações significativas de irrigação com espaçamento entre fileiras e com população.

O presente trabalho foi conduzido para avaliar os efeitos dos tratamentos de irrigação, de população, de espaçamento entre fileiras e das interações desses fatores sobre o rendimento de sementes de soja.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em condições de campo na Estação Experimental Agrônômica (EEA) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRS), situada no município de Guaíba, pertencente à região climática da Depressão Central do Estado do Rio Grande do Sul. O solo do local do experimento foi descrito por Mello et al. (1966) como pertencente à série São Jerônimo. A EEA/UFRS está localizada a 30°06' de latitude sul e em uma longitude de 51°13' W, numa altitude de 46 metros.

Os tratamentos foram dispostos em parcelas subdivididas e constituídos da combinação de quatro níveis de irrigação com três populações de plantas e três espaçamentos entre fileiras. As parcelas principais continham os seguintes níveis de irrigação:

- I₀: Sem irrigação. Não houve suplementação de água em nenhum estágio.
- I₁: Irrigação durante o período vegetativo. Suplementação de água desde o início do estágio V₄ até o início do estágio R₁ (Fehr et al. 1971).
- I₂: Irrigação durante o florescimento. Suplementação de água desde o início do estágio R₁ até o início do estágio R₃.
- I₃: Irrigação durante o desenvolvimento de legume e enchimento de grãos. Suplementação de água desde o início do estágio R₃ até o início do estágio R₇.

As subparcelas continham os seguintes níveis de população de plantas:

- P₁: 250 mil plantas por hectare;
- P₂: 350 mil plantas por hectare;
- P₃: 450 mil plantas por hectare.

As sub-subparcelas continham os seguintes níveis de espaçamento entre fileiras:

- E₁: 30 cm;
- E₂: 60 cm;
- E₃: 90 cm.

Cada tratamento foi repetido três vezes, num total de 108 unidades experimentais. Cada unidade experimental era constituída de cinco fileiras com 5 metros de comprimento cada uma; apenas as três fileiras do centro foram usadas para as determinações experimentais.

A cultivar Paraná foi semeada no dia 14 de novembro de 1979. A adubação foi feita a lanço e de acordo com a recomendação do Laboratório de Análise de Solo da Faculdade de Agronomia de UFRS. Por ocasião da semeadura, utilizaram-se cerca de 50% a mais de sementes do que o necessário para garantir a obtenção das populações de plantas planejadas. As sementes foram inoculadas momentos antes da semeadura.

Cerca de três semanas após a semeadura, realizou-se a contagem do total de plantas emergidas em cada fileira de 5 metros de comprimento. Como se objetivava conseguir três populações distintas, desbastaram-se de maneira uniforme as plântulas em excesso. Isto causou várias densidades de plantas por fileira (Tabela 1).

Tensiômetros foram colocados em duas profundidades (30 e 60 cm) em cada uma das parcelas principais, em todas as repetições. A irrigação foi efetuada sempre que os tensiômetros acusavam valores superiores a 0,5 bar. No total, foram realizadas nove irrigações: quatro durante o período vegetativo, três durante o florescimento e duas durante a formação e enchimento de legume. O sistema de irrigação utilizado foi o de irrigação por aspersão com os aspersores distanciados 12 m. A duração média de cada irrigação foi de três horas, num total de 30 mm de água aplicados por irrigação.

Nos dias 2 e 3 de maio de 1980, realizou-se a colheita do experimento. O rendimento de sementes por área foi obtido através da colheita manual das plantas das três fileiras centrais de cada parcela. Ajustaram-se os pesos para 13% de umidade e dividiu-se cada valor pela área útil da parcela da qual foi obtido e converteu-se em kg/ha.

As condições hídricas naturais, ocorridas durante o período em que o experimento esteve no campo, foram caracterizadas através da comparação entre a precipitação ocorrida e a evapotranspiração potencial calculada (Fig. 1).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A irrigação aplicada nos diferentes estádios não apresentou efeito significativo sobre o rendimento (Tabela 2). Pelos dados apresentados na Fig. 1, verifica-se que, durante o período em que o experimento se desenvolveu no campo, a chuva foi muito bem distribuída; não houve períodos prolongados ou intensos de deficiência hídrica.

Essa falta de resposta à suplementação de

TABELA 1. Número total de plantas por fileira de 5 m e por metro linear para as várias combinações de populações e espaçamento.

Combinação	Número de plantas p/fileira	Número de plantas p/metro
30 cm x 250 mil pl/ha	38	8
30 cm x 350 mil pl/ha	53	11
30 cm x 450 mil pl/ha	68	14
60 cm x 250 mil pl/ha	75	15
60 cm x 350 mil pl/ha	105	21
60 cm x 450 mil pl/ha	135	27
90 cm x 250 mil pl/ha	113	23
90 cm x 350 mil pl/ha	158	32
90 cm x 450 mil pl/ha	203	41

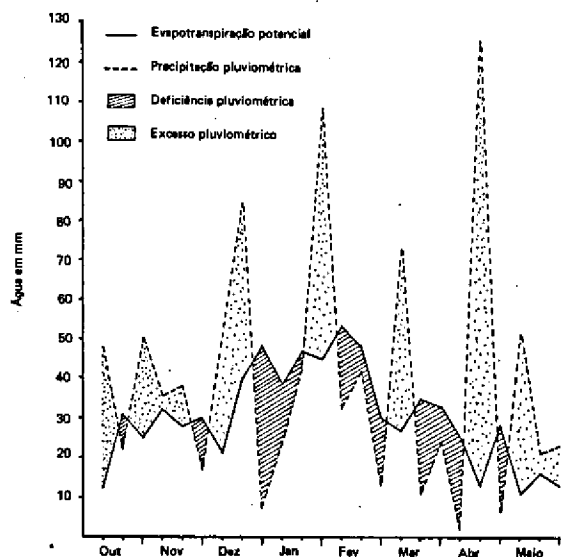


FIG. 1. Condições pluviométricas durante o desenvolvimento da soja, em períodos de dez dias. EEA, UFRS, Guaíba, RS, 1979/80.

água deve-se às boas condições hídricas ocorridas durante os estádios em que a soja é realmente sensível à falta d'água. Esses estádios compreendem o florescimento, desenvolvimento de legume e enchimento de grãos (Thompson 1970, Runge & Odell 1960, Martin et al. 1979, Ashley & Ethridge 1978, Brady et al. 1974, Doss et al. 1974, Sionit & Kramer 1977, Matson 1964, Rassini 1980).

Isso indica que é correta a observação feita por Cartter & Hartwig (1962) de que nenhuma vanta-

TABELA 2. Quadrados médios das análises de variância para rendimento por área submetida a quatro tratamentos de irrigação, com três populações de plantas e três espaçamentos entre fileiras. EEA, UFRS, Guaíba, 1979/80.

Fontes de variação	GL.	Rendimento por área
Irrigação	3	3404275,32 NS
Erro (a)	6	1808043,95
População	2	1391581,81*
Irrigação x população	6	299081,58 NS
Erro (b)	16	270279,12
Espaçamento	2	6703556,29**
Irrigação x espaçamento	6	234412,05 NS
População x espaçamento	4	395084,62*
Irrigação x população x espaçamento	12	88490,64 NS
Erro (c)	48	108833,46

NS = Não significativo

* = Significância ao nível de 5% de probabilidade.

** = Significância ao nível de 1% de probabilidade.

gem pode ser obtida através da irrigação em anos de boa precipitação, pois tal prática não resultará em rendimentos acima do normal; deve ser executada somente quando a seca atingir a soja no período reprodutivo.

O rendimento de sementes por área foi afetado significativamente pelo espaçamento, pela população e pela interação desses dois fatores (Tabela 2).

Nas populações extremas (250.000 e 450.000

plantas por hectare), o espaçamento menor (30 cm entre fileiras) apresentou rendimento superior ao intermediário (60 cm) e esse apresentou rendimento superior ao maior (90 cm). Na população intermediária (350.000 plantas por hectare), o espaçamento de 60 cm não diferiu dos outros dois (30 e 90 cm); no entanto, o espaçamento de 30 cm foi superior ao de 90 cm. Em termos médios, o espaçamento de 30 cm apresentou rendimento superior ao de 60 cm e este, por sua vez, mostrou rendimento maior do que o espaçamento de 90 cm (Tabela 3). Resultados semelhantes a esse têm sido obtidos por grande número de pesquisadores (Fink et al. 1974, Burmood & Fehr 1973, Fehr & Rodriguez 1974, Mannering & Johnson 1969, Lehman & Lambert 1960, Constable & Rose 1980, Safo-Kantanka 1980, Weber et al. 1966, Hicks et al. 1969, Reiss & Sherwood 1965, Cooper 1977, Barni et al. 1976, Barni et al. 1977, Barni et al. 1978, Barni et al. 1979, Barni et al. 1980, Costa et al. 1980).

Uma das explicações para a superioridade, em termos de rendimento, obtida com o emprego de espaçamentos estreitos entre fileiras, envolve a percentagem de interceptação e, conseqüentemente, a eficiência de utilização da radiação solar.

Dados obtidos por Safo-Kantanka & Lawson (1980) e por Mannering & Johnson (1969) mostram que a soja cobre o solo mais cedo nos espaçamentos estreitos entre fileiras.

Chang (1968) afirma que a eficiência de utilização da radiação é muito baixa no início do ciclo

das culturas, devido à cobertura incompleta do solo pelas plantas. Por outro lado, Shibles & Weber (1966) ressaltam que condições resultantes em alta interceptação estacional não aumentam, necessariamente, o rendimento e que, para a obtenção de rendimentos máximos, a plena interceptação de luz é requerida durante a formação da semente. Shibles & Weber (1965) verificaram que a taxa de produção de matéria seca foi linearmente relacionada com a percentagem de interceptação da radiação solar.

Por sua vez, Costa et al. (1980) não obtiveram nenhuma correlação entre o índice de área foliar e o rendimento de grãos. Nesse mesmo sentido, Weber et al. (1966) verificaram que o índice de área foliar e o peso seco produzidos no enchimento de grãos não foram eficientes indicadores do rendimento de grãos. Maharaj Singh et al. (1968) não encontraram diferenças na atenuação da radiação líquida e espectral entre os diferentes espaçamentos utilizados.

Hinson & Hanson (1962) apontam que a resposta ao fotoperíodo aparenta ser o primeiro fator que determina a habilidade relativa dos genótipos em utilizar o espaço disponível.

Como a cultivar empregada no presente trabalho é de ciclo precoce e diminui o seu crescimento vegetativo por ocasião do florescimento, é provável que os espaçamentos estreitos tenham favorecido uma maior interceptação de luz durante a formação de semente, devido ao maior recobrimento do solo. Dessa maneira, o rendimento de

TABELA 3. Rendimento de sementes por área, em kg/ha, de soja, com três populações e três espaçamentos entre fileiras. EEA, UFRS, Guaíba, 1979/80.

Espaçamento	Plantas por hectare (x 1.000)			Médias
	250	350	450	
30 cm	a 2.184 a	b 1.709 a	a 2.511 a	2.134 a
60 cm	a 1.676 b	a 1.490 ab	a 1.692 b	1.619 b
90 cm	a 1.302 c	a 1.189 b	a 1.342 c	1.278 c
Médias	a 1.721	b 1.463	a 1.848	1.677

Letras à esquerda representam comparações horizontais.

Letras à direita representam comparações verticais.

Números seguidos por mesma letra não diferem significativamente a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

grãos seria favorecido conforme o exposto por Shibles & Weber (1966) e o obtido por Cooper (1977).

Outros fatores do meio que podem ter sido melhor aproveitados, nos espaçamentos menores, são água e nutrientes.

A água, como exposto anteriormente, não constitui fator limitante a máximos rendimentos; no entanto, certas considerações podem ser feitas.

Algumas pesquisas mostram que a soja crescida em espaçamentos grandes, tais como 100 cm, não utiliza totalmente a água armazenada entre as fileiras (Peter & Johnson 1960, citados por Cartter & Hartwig 1962). Esse fato, somado à maior infiltração de água no solo, obtida com fileiras espaçadas mais próximas (Mannering & Johnson 1969), poderia proporcionar maior vantagem na utilização de espaçamentos estreitos entre fileiras, durante estações secas.

Esse tipo de suposição está de acordo com o que expressam Cartter & Hartwig (1962). No entanto, certos resultados, tais como os obtidos por Taylor (1980), Cooper (1977) e Crabtree & Rupp (1980), lançam dúvidas a respeito da validade de tal suposição. Os dois primeiros autores obtiveram melhores resultados com o uso de espaçamentos estreitos entre fileiras, quando eram adequadas as condições de suprimento d'água. Crabtree & Rupp (1980), por sua vez, não obtiveram efeito do espaçamento entre fileiras sobre o conteúdo de água do solo.

Como o presente estudo foi conduzido sob adequadas condições de umidade, verifica-se que os resultados estão de acordo com os obtidos por Taylor (1980) e por Cooper (1977). Por outro lado, são de certa forma conflitantes com os de Bergamaschi et al. (1976), que obtiveram maior vantagem na utilização de espaçamentos mais largos nos tratamentos irrigados.

Resultados obtidos por Timmons et al. (1967) e por Doss & Thurlow (1974) mostram que não há influência do espaçamento entre fileiras sobre a evapotranspiração da soja. Desde que a soja crescida em fileiras mais estreitas sombreia o solo mais cedo (Safo-Kantanka & Lawson 1980, Mannering & Johnson 1969), a evaporação direta da água do solo diminui, aumentando, portanto, a passagem de água através das plantas, para que a evapotranspiração permaneça inalterada.

Pode-se, dessa maneira, esperar que o uso de espaçamentos entre fileiras mais estreitos, sob adequadas condições de umidade, deva ser mais favorável do que o uso de espaçamentos mais largos. Esse tipo de consideração está de acordo com o expresso por Scott & Aldrich (1975).

A maior quantidade de água que circula pelas plantas crescidas em espaçamentos estreitos deve carrear maior quantidade de nutrientes que ficam disponíveis para a planta (Santos Filho 1975), isto é um fator importante que pode determinar o maior rendimento final de grãos obtido com o emprego de espaçamentos mais estreitos entre fileiras. A esse respeito, Reiss & Sherwood (1965) obtiveram interações significativas entre os tratamentos de aplicações de potássio e cálcio e os tratamentos de espaçamentos.

As três populações utilizadas não apresentaram grande influência sobre o rendimento de sementes por área; no entanto, no espaçamento de 30 cm, a população de 350.000 plantas por hectare foi inferior às demais. Esse mesmo comportamento foi verificado quando se efetuou a comparação das médias das populações (Tabela 3). Esse resultado não foi surpreendente, pois, na maioria das pesquisas realizadas, esse fator não tem apresentado grande efeito sobre o rendimento de sementes por área (Val et al. 1971, Beurlein et al. 1971, Fink et al. 1974, Barni et al. 1980, Lueschen & Hicks 1977, Reiss & Sherwood 1965).

CONCLUSÕES

1. A irrigação em diferentes estádios de desenvolvimento não afetou de maneira significativa o rendimento de sementes.
2. A população intermediária utilizada (350.000 plantas por hectare) foi inferior às outras duas (250.000 e 450.000 plantas por hectare), em termos de rendimento de grãos por área.
3. Dos três fatores estudados, o espaçamento entre fileiras foi o que afetou de forma mais significativa o rendimento de sementes. À medida que se aumentou o espaçamento, houve decréscimo no rendimento de sementes por área.

REFERÊNCIAS

ASHLEY, D.A. & ETHRIDGE, W.J. Irrigation effects on

- vegetative and reproductive development of three soybean cultivars. *Agron. J.*, 70:467-71, 1978.
- BARNI, N.A.; RUEDELL, J.; HILGERT, E.R.; ZANOTELLI, V. & GUTTERREZ, J.P. Determinação do efeito de espaçamento e época de semeadura sobre o rendimento e características agrônômicas de três cultivares de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). In: INSTITUTO DE PESQUISAS AGRONÔMICAS, Porto Alegre, RS. Soja; ecologia e práticas culturais. Porto Alegre, 1976. p.1-24.
- BARNI, N.A.; RUEDELL, J.; HILGERT, E.R.; TRAGNAGO, J.L.; BERTON, O. & GUTTIERREZ, J.P. Determinação do efeito de espaçamento e época de semeadura sobre o rendimento e características agrônômicas de três cultivares de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). In: INSTITUTO DE PESQUISAS AGRONÔMICAS, Porto Alegre, RS. Soja; ecologia e práticas culturais. Porto Alegre, 1977. p.61-81.
- BARNI, N.A.; TRAGNAGO, J.L.; BERTON, O.; GOMES, J.E.S.; GONÇALVES, J.C.; GUTTERREZ, J.P. & SECHIN, J. Determinação do efeito de espaçamento, densidade e época de semeadura sobre o rendimento e características agrônômicas da soja. s.l., s.ed., 1978. 3p. Resumo dos trabalhos apresentados na 6ª Reunião de Pesquisa de Soja da Região Sul.
- BARNI, N.A.; TRAGNAGO, J.L.; BERTON, O.; GOMES, J.E.S.; GONÇALVES, J.C.; GUTTIERREZ, J.P.; SECHIN, J.; HILGERT, E.R.; RUEDELL, J.; WESTPHALEN, S.L. & MAIRESSE, L.A.S. Determinação do efeito de espaçamento, densidade e época de semeadura sobre o rendimento e características agrônômicas da soja. s.l., s.ed., 1979. 3p. Resumo dos trabalhos apresentados na 7ª Reunião de Pesquisa de Soja da Região Sul.
- BARNI, N.A.; GOMES, J.E.; GONÇALVES, J.C. Resposta da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) aos fatores densidade, tamanho de semente e profundidade de semeadura. s.l., s.ed., 1980. 8p. Trabalho apresentado na 8ª Reunião de Pesquisa de Soja da Região Sul.
- BERGAMASCHI, H.; BERLATO, M.A. MALUF, J.R.T. Efeitos de tratamentos de irrigação, espaçamento e população no rendimento da soja. In: INSTITUTO DE PESQUISAS AGRONÔMICAS, Porto Alegre, RS. Soja; ecologia e práticas culturais. Porto Alegre, 1976. p.1-23.
- BEURLEIN, J.E.; PENDLETON, J.W.; BAUER, M.E. & GHORASHY, S.R. Effect of branch removal and plant populations at equidistant spacings on yield and light use efficiency of soybean canopies. *Agron. J.*, 63:317-9, 1971.
- BRADY, R.A.; STONE, L.R.; NICKELL, C.D. & POWERS, W.L. Water conservation through proper timing of soybean irrigation. *J. Soil Water Conser.*, 29:266-8, 1974.
- BURMOOD, D.T. & FEHR, W.R. Variety and row spacing effects on recoverability of soybeans from simulated hail injury. *Agron. J.*, 65:301-3, 1973.
- CARTTER, J.L. & HARTWIG, E.E. The management of soybeans. *Advances Agron.*, 14:360-412, 1962.
- CHANG, J.H. Climate and agriculture: an ecological survey. Chicago, Aldine, 1968. cap. 12, p.118-28.
- CONSTABLE, G.A. & ROSE, I.A. Response of nine genotypes of irrigated soybeans to planting pattern and sowing date. *Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb.*, 20:88-93, 1980.
- COOPER, R.L. Response of soybean cultivars to narrow rows and planting rates under weed-free conditions. *Agron. J.*, 69:89-92, 1977.
- COSTA, J.A.; OPLINGER, E.S. & PENDLETON, J.W. Response of soybean cultivars to planting patterns. *Agron. J.*, 72:153-6, 1980.
- CRABTREE, R.J. & RUPP, R.N. Double and monocropped wheat and soybeans under different tillage and row spacings. *Agron. J.*, 72:445-8, 1980.
- DOSS, B.D.; PEARSON, R.W. & ROGERS, H.T. Effect of soil water stress at various growth stages on soybean yield. *Agron. J.*, 66:297-9, 1974.
- DOSS, B.D. & THURLOW, D.L. Irrigation, row width and plant population in relation to growth characteristics of two soybean varieties. *Agron. J.*, 66:620-3, 1974.
- FEHR, W.R.; CAVINESS, C.E.; BURMOOD, D.T. & PENNINGTON, J.S. Stage of development description for soybeans (*Glycine max* (L.) Merrill). *Crop Sci.*, 11:929-31, 1971.
- FEHR, W.R. & RODRIGUEZ, S.R. Effect of row spacing and genotypic frequency on the yield of soybean blends. *Crop Sci.*, 14:521-5, 1974.
- FINK, R.J.; POSLER, G.L. & THROUP, R.M. Effect of fertilizer and plant population on yield of soybeans. *Agron. J.*, 66:465-7, 1974.
- HICKS, D.R.; PENDLETON, J.W.; BERNARD, R.L. & JOHNSTON, T.J. Response of soybean plant types to planting patterns. *Agron. J.*, 61:290-3, 1969.
- HINSON, K. & HANSON, W.D. Competition studies in soybeans. *Crop Sci.*, 2:117-23, 1962.
- LEHMAN, W.F. & LAMBERT, J.W. Effect of spacing of soybean plants between and within rows on yield and its components. *Agron. J.*, 52:84-6, 1960.
- LUESCHEN, W.E. & HICKS, D.R. Influence of plant population on field performance of three soybean cultivars. *Agron. J.*, 69:390-3, 1977.
- MAHARAJ SINGH, D.B.; PETER, D.B. & PENDLETON, J.W. Net and spectral radiation in soybean canopies. *Agron. J.*, 60:542-5, 1968.
- MANNERING, J.V. & JOHNSON, C.B. Effect of crop row spacing on erosion and infiltration. *Agron. J.*, 61:902-5, 1969.
- MARTIN, C.K.; CASSEL, D.K. & KAMPRATH, E.J. Irrigation and tillage effects on soybean yield in a coastal plain soil. *Agron. J.*, 71:592-4, 1979.
- MATSON, A.L. Some factors affecting the yield response of soybean to irrigation. *Agron. J.*, 56:552-5, 1964.
- MELLO, O.; LEMOS, R.C.; ABRÃO, P.U.R.; AZOLIN, M.A.D.; SANTOS, M.C.L. & CARVALHO, A.P. Levantamento dos solos do Centro Agronômico. *Revista da Faculdade de Agronomia e Veterinária da UFRS, Porto Alegre*, 8:7-155, 1966.
- NELSON, A.N. & WEAVER, R.W. Seasonal nitrogen accumulation and fixation by soybean grown at different densities. *Agron. J.*, 72:613-6, 1980.

- QUEIROZ, E.F. de. Efeito de época de plantio e população sobre o rendimento e outras características agrônômicas de quatro cultivares de soja, *Glycine max* (L.) Merrill. Porto Alegre, UFRS - Faculdade de Agronomia, 1975. 108p. Tese Mestrado - Agronomia - Fitotecnia.
- RASSINI, J.B. Efeito de períodos de estiagem no rendimento e qualidade da semente de soja, *Glycine max* (L.) Merrill. Porto Alegre, UFRS - Faculdade de Agronomia, 1980. 80p. Tese Mestrado - Agronomia - Fitotecnia.
- REISS, W.D. & SHERWOOD, L.V. Effect of row spacing, seeding rate, and potassium and calcium hydroxide additions on soybean yields on soils of Southern Illinois. *Agron. J.*, 57:431-3, 1965.
- RUNGE, E.C.A. & ODELL, R.T. The relation between precipitation, temperature, and the yield of soybean on the Agronomy South Farm, Urbana, Illinois. *Agron. J.*, 52:245-7, 1960.
- SAFO-KANTANKA, O. & LAWSON, N.C. The effect of different row spacings and plant arrangements on soybeans. *Canadian J. Plant Sci.*, 60:227-31, 1980.
- SANTOS FILHO, J.M. Efeito da irrigação durante o período reprodutivo e de três espaçamentos entre filas sobre o rendimento de grãos e características agrônômicas da soja *Glycine max* (L.) Merrill. Porto Alegre, UFRS - Faculdade de Agronomia, 1975. 122p. Tese Mestrado - Agronomia - Fitotecnia.
- SCOTT, W.U. & ALDRICH, S.R. Producción moderna de la soya. Buenos Ayres, Hemisferio Sur, 1975. 129p.
- SHIBLES, R.M. & WEBER, C.R. Leaf area, solar radiation interception and dry matter production by soybeans. *Crop Sci.*, 5:575-7, 1965.
- SHIBLES, R.M. & WEBER, C.R. Interception of solar radiation and dry matter production by various soybean planting patterns. *Crop. Sci.*, 6:55-9, 1966.
- SIONIT, N. & KRAMER, P.J. Effect of water stress during different stages of growth of soybean. *Agron. J.*, 69:274-8, 1977.
- TAYLOR, H.M. Soybean growth and yield as affected by row spacing and by seasonal water supply. *Agron. J.*, 72:543-7, 1980.
- THOMPSON, L.M. Weather and technology on the productions of soybeans in the Central United States. *Agron. J.*, 62:232-6, 1970.
- TIMMONS, D.R.; HOLT, R.F. & THOMPSON, R.L. Effect of plant population and row spacing on evapotranspiration and water-use efficiency by soybeans. *Agron. J.*, 59:262-5, 1967.
- VAL, W.M.C.; BRANDÃO, S.S.; GALVÃO, J.D. & GOMES, F.R. Efeito do espaçamento entre fileiras e da densidade na fileira sobre a produção de grãos e outras características agrônômicas da soja, *Glycine max* (L.) Merrill. *Experientiae*, 12:431-76, 1971.
- WEBER, C.R.; SHIBLES, R.J. & BYTH, D.E. Effect of plant population and row spacing on soybean development and production. *Agron. J.*, 58:99-101, 1966.