

RENDIMENTO DE GRÃOS DE SOJA INFLUENCIADO PELO ARRANJO DE PLANTAS E NÍVEIS DE ADUBAÇÃO¹

JOÃO LEONARDO FERNANDES PIRES², JOSÉ ANTONIO COSTA³, ANDRÉ LUIS THOMAS⁴

RESUMO - Os objetivos do presente trabalho foram avaliar os efeitos do arranjo de plantas (espaçamento e população) e níveis de adubação sobre os componentes do rendimento e produtividade de grãos da soja. O experimento foi conduzido na Estação Experimental Agronômica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (EEA/UFRGS), em Eldorado do Sul, RS, no ano agrícola de 1996/97, em solo Podzólico Vermelho Escuro (Paleudult). O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, com parcelas sub-subdivididas e quatro repetições. Foi utilizada a cultivar de soja 'FT-Saray' (precoce), em semeadura direta, com os tratamentos constando de três níveis de fertilidade do solo (sem adubação, adubação recomendada e duas vezes a adubação recomendada), duas populações (30 e 40 plantas/m²) e dois espaçamentos entre linhas (20 e 40 cm). O rendimento médio de grãos foi de 4871 kg/ha, tendo sido modificado pelo espaçamento entre linhas onde 20 cm apresentou rendimento de 5420 kg/ha, sendo 1098 kg/ha superior ao espaçamento de 40 cm (4322 kg/ha). No espaçamento de 20 cm o número de legumes/m² foi 1789, 16% superior aos 1544 produzidos em 40 cm, sendo este o componente mais importante na determinação do maior rendimento obtido em linhas espaçadas de 20 cm.

Palavras-chave: *Glycine max* (L.) Merrill.; população de plantas; rendimento.

THE NARROW ROW INCREASES SOYBEAN YIELD

ABSTRACT - The objectives of the present study were to evaluate the effects of plant arrangement (row spacing and plant population) and fertilization levels on yield components and soybean yield. The experiment was performed at the Agronomic Experimental Station of Universidade Federal do Rio Grande do Sul (EEA/UFRGS), in Eldorado do Sul, Rio Grande do Sul, Brazil, in the 1996/97 growing season, in a Dark Red Podzolic soil. The treatments were arranged in a split split-plot randomized complete-block design, with four replications. The cultivar tested was 'FT-Saray' (early), in no-till. The treatments tested were three fertility levels (without fertilization, the recommended and twice the recommended fertilization), two populations (30 and 40 plants/m²) and two row spacing (20 and 40 cm). The average grain yield of 4871 kg/ha, was modified by the row spacing, where in 20 cm the grain yield was of 5420 kg/ha, 1098 kg/ha greater than in 40 cm rows (4322 kg/ha). In the row spacing of 20 cm the number of pods per m² was 1789, 16% greater than the 1544 produced in 40 cm, being this the most important component in the yield increase in 20 cm rows.

Key words: *Glycine max* (L.) Merrill.; plant population; yield.

INTRODUÇÃO

Estudos do arranjo de plantas com novas disposições na lavoura permitem minimizar a competição intraespecífica e maximizar o aproveitamento dos recursos ambientais. As modificações no arranjo podem ser feitas por meio da variação do espaçamento entre as plantas dentro da linha de semeadura e da distância entre linhas. Muitos trabalhos, nos quais foram utilizados espaçamentos com amplitude de 17 até 100 cm entre linhas têm mostrado desde a não ocorrência de resposta até 40% de acréscimo no rendimento pela redução no espaçamento entre linhas na cultura da soja (LEHMAN e LAMBERT, 1960; DOSS e TURLOW, 1974; COOPER, 1977; COSTA et al., 1980; TAYLOR, 1980; UDOGUCHI e McCLOUD, 1987). A melhor utilização da radiação incidente pode ser o fator principal responsável pela obtenção de maiores rendimentos em espaçamentos menores (BOARD e HARVILLE, 1992). No entanto, outros fatores podem estar relacio-

ados com a redução no espaçamento, como a maior eficiência no uso da água devido à menor evaporação, melhor exploração da fertilidade do solo e maior capacidade de competição com plantas daninhas.

Trabalhos com variações no arranjo de plantas de soja devem levar em consideração a grande plasticidade, que consiste na capacidade de a planta alterar sua morfologia e componentes do rendimento (número de grãos/legume, número de legumes/m² e peso de grão), a fim de adequá-los ao espaço disponível e à condição de competição imposta pelo arranjo das plantas. O número de legumes/m² é o componente do rendimento que mais sofre modificações (plasticidade) pela utilização de práticas de manejo diferenciadas, uma vez que os outros dois componentes possuem controle genético e por isso apresentam pequena amplitude de variação (COOPERATIVE..., 1994).

A redução no espaçamento entre linhas pode acarretar modificações na quantidade de matéria seca acumulada pelas plantas, fechamento da área da entrelinha

1. Parte da dissertação de Mestrado apresentada pelo primeiro autor, para obtenção do grau de Mestre em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia /UFRGS.
2. Eng. Agr., M.Sc. - Aluno de Pós-graduação em Agronomia - Fitotecnia, Faculdade de Agronomia/ UFRGS, Caixa Postal 776, 90001-970 Porto Alegre, RS. Bolsista do CNPq.
3. Eng. Agr., Ph.D. - Prof. Titular do Departamento de Plantas de Lavoura, Faculdade de Agronomia/ UFRGS, Caixa Postal 776, 90001-970 Porto Alegre, RS. Bolsista do CNPq.
4. Eng. Agr., M.Sc. - Prof. Assistente do Departamento de Plantas de Lavoura, Faculdade de Agronomia/ UFRGS.
Recebido para publicação em 25/03/1998.

(SCOTT e ALDRICH, 1975), área foliar e índice de área foliar, que podem resultar em aumento no rendimento de grãos.

As maiores vantagens observadas com a redução do espaçamento, em relação aos comumente utilizados (40 a 50 cm), são verificadas em sementeiras tardias com a utilização de cultivares precoces (JOHNSON et al., 1982) e em solos com fertilidade em níveis adequados (VENTIMIGLIA, 1996).

O presente trabalho teve por objetivo avaliar os efeitos do arranjo de plantas (espaçamento e população) e níveis de adubação sobre os componentes do rendimento e rendimento de grãos da soja.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Estação Experimental Agrônômica (EEA-UFRGS), localizada no município de Eldorado do Sul, região fisiográfica da Depressão Central do estado do Rio Grande do Sul, durante o período agrícola de 1996/97. O solo da área experimental, de acordo com BRASIL (1986), pertence à unidade de mapeamento São Jerônimo, classificado como Podzólico Vermelho Escuro (Paleudult). Foi utilizado o delineamento experimental de blocos ao acaso com parcelas sub-subdivididas e quatro repetições. Os tratamentos constaram de três teores de fertilidade do solo (sem adubação; adubação recomendada e duas vezes a adubação recomendada), locados nas parcelas principais (80 m²); duas populações de plantas (30 e 40 plantas/m²), testadas nas subparcelas (40 m²) e dois espaçamentos entre linhas (20 e 40 cm), arranjados nas sub-subparcelas (20 m²). A adubação foi realizada de acordo com as recomendações da Rede Oficial de Laboratórios de Análise de Solos - ROLAS (BARTZ et al., 1994).

O experimento foi instalado em área de semeadura direta com três anos neste sistema, com cobertura de 5,8 t/ha de matéria seca de aveia preta e milho. Utilizou-se a cultivar de soja FT Saray, de ciclo precoce e hábito de crescimento determinado. A adubação foi realizada precedendo a semeadura, em linhas distanciadas em 20 cm, no sentido perpendicular ao das linhas de semeadura. A semeadura foi realizada em novembro de 1996, sendo as sementes tratadas com fungicida específico e inoculadas com estirpes de *Bradyrhizobium japonicum*.

Aos 25 dias após a emergência, quando as plantas estavam no estágio V4, ou seja, quarto nó (COSTA e MARCHEZAN, 1982), realizou-se o desbaste, ajustando-se as populações para os valores desejados nos tratamentos (30 e 40 plantas/m²). O ensaio foi conduzido livre da presença de insetos-praga e plantas daninhas, sendo realizadas irrigações complementares por aspersão, sempre que a leitura dos tensiômetros instalados na área experimental ultrapassava 0,05 MPa. As determinações foram efetuadas de acordo com a metodologia proposta por COSTA (1993), levando-se em conta, para caracterizar os estádios fenológicos da soja, a escala de desenvolvimento apresentada por COSTA e MARCHEZAN

(1982) e para identificar as estruturas avaliadas (nós, ramos, flores e legumes), as definições apresentadas por MARCHEZAN (1982).

Com a finalidade de determinar o rendimento de grãos, corrigido para umidade padrão de 13%, foram colhidas, como área útil, as duas linhas centrais de cada sub-subparcela, desprezando 0,5 m de cada extremidade das fileiras, como bordadura.

Determinou-se o número de legumes férteis/m² por meio da quantificação dos legumes com no mínimo um grão, presentes em cinco plantas coletadas em sequência na linha, dentro da área útil e depois transformando-se os valores para m².

O peso de 100 grãos foi determinado pela pesagem de quatro amostras de 100 grãos obtidas, aleatoriamente, da área útil colhida de cada sub-subparcela e corrigido a 13% de umidade. O número de grãos por legume foi calculado dividindo-se a média do número de grãos obtido por planta pelo número de legumes encontrados por planta.

Para as determinações que exigiam a destruição da planta, como área foliar e matéria seca, amostrou-se 10 plantas em sequência na linha, nos estádios V6 (sexto nó), R2 (florescimento), R5 (início do enchimento de grãos) e R8 (maturação).

A área foliar foi determinada nos estádios V6, R2 e R5 e medida em cm²/planta, com a utilização de integrador de área foliar LI-COR modelo 3100. A matéria seca, avaliada na planta, foi efetuada colocando-se as amostras em estufa ventilada, à temperatura de 65°C, até peso constante e posteriormente pesadas. A determinação do fechamento do espaço entre linhas foi realizada no estágio V6, por meio de imagens digitalizadas (coletadas com uma filmadora e analisadas por computador).

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F, sendo as diferenças entre tratamentos avaliadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. No que se refere aos dados de fertilidade do solo, que apresentavam três teores, as comparações foram feitas por meio de análise de regressão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A média de rendimento obtida foi de 4871 kg/ha (Tabela 2), sendo 118% e 200% superior à média brasileira e do Rio Grande do Sul, respectivamente, na estação de crescimento de 1996/97. Este alto rendimento reflete as condições em que o experimento foi conduzido, sem estresse hídrico e livre de pragas e plantas daninhas.

A disponibilidade hídrica adequada pode ser constatada pelo balanço hídrico que indicou os principais períodos de deficiência que ocorreram durante o mês de janeiro, a qual foi reduzida por meio de duas irrigações (25 mm e 30 mm) no final do ciclo da cultura, durante o mês de março e início do mês de abril (estádio de maturação), o que não prejudicou a cultura por esta já ter atingido a maturação fisiológica (Figura 1).

O rendimento de grãos foi influenciado somente pelo espaçamento entre linhas, sendo que não houve resposta para populações de plantas e níveis de fertilidade do solo.

A inexistência de resposta no rendimento pela elevação na adubação de zero para duas vezes a recomendação, pode estar associada à falta de resposta do rendimento da soja ao aumento na adubação no primeiro ano. Sabe-se que grande parte dos nutrientes adicionados ao solo não é aproveitada por motivos de lixiviação e insolubilização, estimando-se o índice de aproveitamento de fertilizantes de 5 a 20% para o fósforo e de 50 a 70% para o potássio (HASS, 1997). Embora o teor de fósforo observado inicialmente no solo não fosse adequado (Tabela 1), as condições de precipitação e a possibilidade de suplementação hídrica favoreceram os mecanismos de suprimento de íons e podem ter feito com que os teores médios de fósforo não fossem limitantes. Deve-se somar, ainda, a este fator o teor elevado de potássio presente no solo (174 ppm em média).

TABELA 1 – Características do solo onde foi realizado o experimento. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 1996

Características*	Valores
Teor de argila (%)	25
pH (em água)	5,0
Índice SMP	6,1
Fósforo (mg/l)	10
Potássio (mg/l)	174
Alumínio Trocável (cmol/l)	0,3
Matéria Orgânica - % (mv)	2,0

* Análise efetuada pelo Laboratório de Análise de Solos da FA/UFRGS.

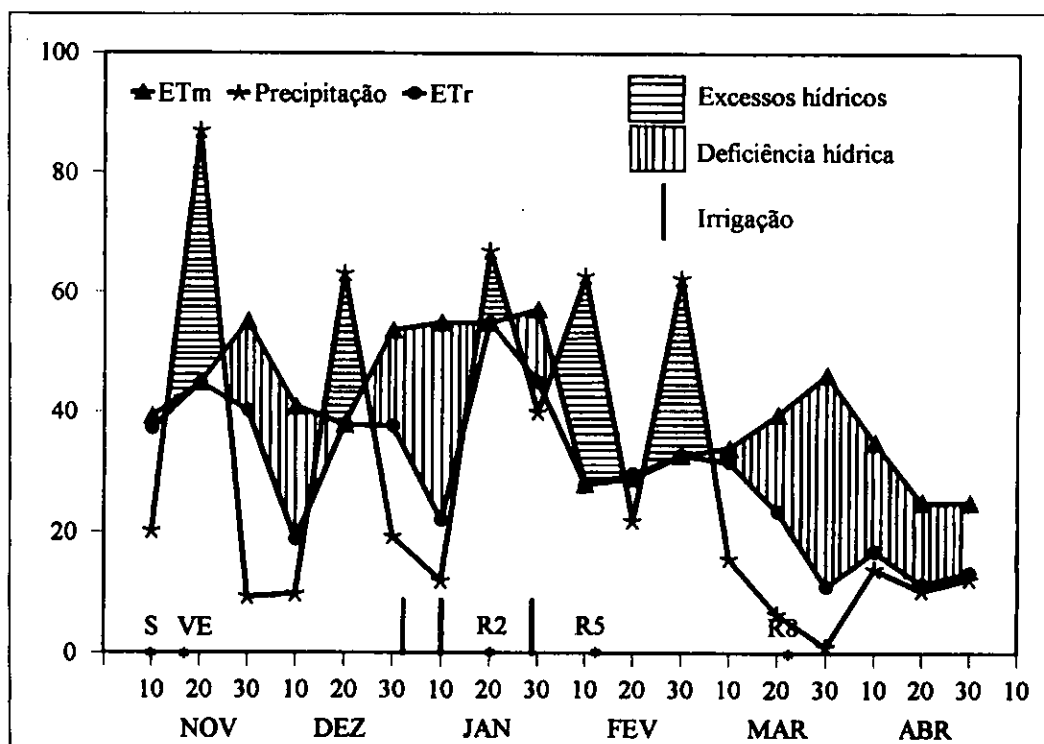


FIGURA 1 – Balanço hídrico por decêndio segundo Thorntwaite e Mather (OMETO 1981) para a capacidade de armazenamento de água no solo de 50 mm. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 1996/97. S = semeadura, VE = emergência, R2 = florescimento, R5 = início do enchimento de grãos, R8 = maturação, Etm = evapotranspiração máxima, Etr = evapotranspiração real

No que se refere à população de plantas, não ocorreram diferenças no rendimento, com a redução na mesma, ou seja, de 40 para 30 plantas/m², devido à compensação (plasticidade) ocorrida na população de 30 plantas/m² em vários componentes do rendimento. Resultados similares a estes foram obtidos por CARPENTER e BOARD (1997)

e RUBIN (1997), que mesmo trabalhando com populações extremas, que variaram de 7 plantas/m² até 63 plantas/m², não obtiveram variação no rendimento de grãos. O espaçamento de 20 cm proporcionou rendimento de 1098 kg/ha ou 25% a mais que o obtido no espaçamento de 40 cm (Tabela 2).

TABELA 2 – Rendimento de grãos da cultivar de soja 'FT-Saray' em dois espaçamentos entre linhas. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 1996/97

Espaçamento cm	Rendimento kg/ha
20	5420 a*
40	4322 b
Média	4871
C.V. (%)	10,9

*Médias seguidas da mesma letra não diferem pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

O maior rendimento verificado em 20 cm de espaçamento está relacionado a fatores como a redução da competição intraespecífica, principalmente por luz, melhor aproveitamento da água, interceptação mais rápida da radiação, maior exploração do solo pelas raízes. Basicamente, o aumento significativo observado no rendimento de grãos se deve a modificações morfo-fisiológicas da cultura com a redução no espaçamento, podendo ser melhor entendidas com a análise dos componentes do rendimento e do crescimento da cultura. O espaçamento de 20 cm influenciou significativamente o número de legumes férteis/m² o que proporcionou maior rendimento de grãos. No entanto, o número de grãos por legume e o peso de 100 grãos foram não foram influenciados (Tabela 3).

TABELA 3 – Componentes do rendimento da cultivar de soja 'FT-Saray', em dois espaçamentos entre linhas. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 1996/97

Espaçamento cm	Legumes férteis nº/m ²	Grãos/legume nº	Peso de 100 grãos g
20	1599 a*	1,98 ns	17,2 ns
40	1392 b	1,96	17,5
Média	1495	1,97	17,3
C.V. (%)	21,1	6,4	4,8

ns - não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

* Médias seguidas da mesma letra não diferem pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

O maior número de legumes férteis/m² obtidos com a redução do espaçamento reforça a teoria de maior interceptação de radiação (TAYLOR, 1980; BOARD e HARVILLE, 1992; BOARD et al., 1992) no espaçamento estreito durante o período vegetativo e reprodutivo inicial. Uma das conseqüências da maior interceptação de radiação é que as folhas da porção inferior da planta, que normalmente não atingem seu potencial fotossintético (JOHNSTON et al., 1969), aumentem a assimilação de CO₂. Considerando-se que a soja apresenta as chamadas "unidades fonte-demanda" (PORTES, 1988), o melhor arranjo de plantas no espaçamento de 20 cm pode ter levado à maior capacidade de fornecimento de assimilados para as estruturas reprodutivas e com isso gerando maior rendimento de grãos, do que no espaçamento de 40 cm.

No que se refere a características relacionadas com o crescimento, o fechamento do espaço entre linhas da soja nos estádios iniciais foi avaliado como forma de expressar a capacidade da cultura em desenvolver seu aparato fotossintético e tempo para atingir 95% de interceptação da radiação incidente. No estádio V6 (34 dias após a emergência), o espaçamento de 20 cm já proporcionava 72% de fechamento, enquanto o de 40 cm, 55% (Tabela 4). No estádio R2 (65 dias após a emergência), as plantas já haviam fechado totalmente o espaço disponível nos dois espaçamentos estudados.

TABELA 4 – Fechamento do espaço da entrelinha proporcionado pela cultivar de soja 'FT-Saray' em dois espaçamentos. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 1996/97

Espaçamento cm	Fechamento - % V6**
20	72 a*
40	55 b
Média	63
C.V. (%)	21,7

*Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

** V6 = sexto nó.

A matéria seca acumulada pela planta de soja, por unidade de área, aumenta com a diminuição do espaçamento entre linhas de 30 para 15 cm (UDOGUCHI e McCLOUD, 1987). Estes resultados concordam com os obtidos neste trabalho, onde também se verificou aumento na matéria seca acumulada no menor espaçamento (20 cm) no estádio V6. Nos demais estádios não houve diferença na matéria seca entre espaçamentos (Tabela 5). O mesmo ocorreu para índice de área foliar (IAF) (Tabela 6).

TABELA 5 – Matéria seca acumulada da cultivar de soja ‘FT-Saray’, nos estádios V6, R2 e R5 em dois espaçamentos entre linhas. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 1996/97

Espaçamento cm	Matéria seca g/m ²		
	V6**	R2	R5
20	90 a*	565 ns	835 ns
40	67 b	559	888
Média	78	562	861
C.V.(%)	21,1	17,1	18,4

ns - não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

* Médias seguidas da mesma letra não diferem pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

** V6 = sexto nó; R2 = florescimento; R5 = início do enchimento de grãos.

TABELA 6 – Índice de área foliar da cultivar de soja ‘FT-Saray’, nos estádios V6, R2 e R5 em dois espaçamentos entre linhas. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul, RS, 1996/97

Espaçamento cm	IAF		
	V6**	R2	R5
20	0,9 a*	5,9 ns	4,8 ns
40	0,8 b	5,8	4,9
Média	0,8	5,8	4,8
C.V.(%)	19,9	16,1	18,8

ns - não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

* Médias seguidas da mesma letra não diferem pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

** V6 = sexto nó; R2 = florescimento; R5 = início do enchimento de grãos.

Este comportamento evidencia a importância do melhor arranjo de plantas no espaçamento de 20 cm, diminuindo a competição nos estádios vegetativos proporcionando incremento de matéria seca, IAF, fechamento do espaço entre linhas e interceptação da radiação incidente mais cedo.

Embora não se tenha determinado no presente trabalho características relacionadas com a penetração de luz na comunidade de plantas, nos diferentes espaçamentos, e a participação dos estratos inferiores da planta no rendimento, fica evidente que ocorreu melhor captação de luz, seja pela diminuição do sombreamento mútuo ou pela maior quantidade de luz chegando no interior da comunidade, pois a maior demanda de assimilados gerada pelo maior número de legumes/m² no espaçamento de 20 cm foi suprida pela luz em relação ao espaçamento de 40 cm.

COOPER e JEFFERS (1984), mostraram em um experimento sob condições de estresse de N, que a vantagem em rendimento de 15 a 25% do espaçamento de 17 cm sobre 75 cm, foi minimizada ou eliminada. Também VENTIMIGLIA (1996) demonstrou que a vantagem do espaçamento de 20 cm sobre 40 cm, em rendimento, pode ser revertida em favor de 40 cm, se os teores de fósforo no solo forem baixos. Portanto, há maior probabilidade de obtenção de resposta significativa com a redução do espaçamento entre linhas, quando se consegue minimizar o efeito de fatores limitantes, ou seja, quando se dispõe de condições com disponibi-

lidade hídrica adequada e teores suficientes de nutrientes no solo.

A redução do espaçamento entre linhas deve levar em consideração as implicações práticas que podem se tornar relevantes, como disponibilidade de implementos para semear em distâncias menores, aplicação de agroquímicos, possibilidade de aumento de doenças e relação custo benefício.

No que se refere à semeadura, atualmente se dispõe de implementos capazes de semear em linhas estreitas, empregando o mesmo mecanismo utilizado para semear cereais de inverno.

A aplicação de defensivos agrícolas em espaçamentos reduzidos pode ser feita por meio de aplicações aéreas de produtos, que seriam pagos facilmente se os aumentos de rendimento obtidos fossem similares aos obtidos no presente experimento.

O fato de o espaçamento reduzido possibilitar o rápido fechamento da entrelinha, pode favorecer a cultura na competição interespecífica com plantas daninhas. É possível, também, em semeadura direta, ajustar o período de dessecação da cultura anterior (com produtos de ação total) a fim de que esta dessecação também tenha efeito sobre as plantas daninhas, diminuindo sua incidência e poder de competição nos estádios iniciais, favorecendo a cultura.

O rápido fechamento da área, proporcionado pela comunidade de plantas no espaçamento de 20 cm poderia diminuir a circulação de ar, aumentando a umida-

de e com isso facilitando o surgimento de doenças. Pelo fato de o presente experimento ter sido efetuado em uma região com poucos problemas de doenças em soja não se pode verificar a magnitude deste problema. No entanto, seria importante quantificar o possível aumento de doenças em regiões onde estas ocorrem com maior intensidade, além de verificar se este aumento reduziria o rendimento em níveis capazes de eliminar a vantagem obtida em rendimento.

CONCLUSÕES

A redução no espaçamento entre linhas de 40 para 20 cm, proporcionou incremento significativo no rendimento de grãos em função do aumento no número de legumes/m².

O crescimento da soja foi influenciado pelo espaçamento entre linhas no estágio vegetativo, onde o espaçamento de 20 cm apresentou maior crescimento, o que se refletiu positivamente no rendimento de grãos.

A variação na população de plantas e níveis de fertilidade do solo, até os limites empregados no presente trabalho, não afetaram o rendimento de grãos da soja.

BIBLIOGRAFIA CITADA

- BARTZ, H.R. (Coord.) **Recomendações de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. Passo Fundo: SBCS-Núcleo Regional Sul, 1994. 224p.
- BOARD, J.E.; HARVILLE, B.G. Explanations for greater light interception in narrow-vs. wide-row soybean. *Crop Science*, Madison, v.32, n.1, p.198-202, 1992.
- BOARD, J.E.; KAMAL, M.; HARVILLE, B.G. Temporal importance of greater light interception to increased yield in narrow-row soybean. *Agronomy Journal*, Madison, v.84, n.4, p.575-579, 1992.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. **Levantamento de reconhecimento dos solos do estado do Rio grande do Sul**. Recife, 1973. 431p. (Boletim Técnico, 30)
- CARPENTER, A.C.; BOARD, J.E. Branch yield components controlling soybean yield stability across plant populations. *Crop Science*, Madison, v.37, n.3, p.885-891, 1997.
- COOPER, R.L. Response of soybean cultivars to narrow rows and planting dates under weed-free conditions. *Agronomy Journal*, Madison, v.69, n.1, p.89-92, 1977.
- COOPER, R.L.; JEFFERS, D.L. Use of nitrogen stress to demonstrate the effects of yield limiting factors on the yield response of soybean to narrow row systems. *Agronomy Journal*, Madison, v.76, n.2, p.257-259, 1984.
- COOPERATIVE EXTENSION SERVICE AMES. **How a soybean plant develops**. Ames: Iowa State University of Science and Technology, 1994. 20p.
- COSTA, J.A. Mapeamento de plantas: uma opção de manejo para altos rendimentos de soja. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO SUL, 21., 1993, Santa Rosa. **Ata e resumos...** Porto Alegre: CIENTEC, IPAGRO, 1993. p.192.
- COSTA, J.A.; MARCHEZAN, E. **Características dos estádios de desenvolvimento da soja**. Campinas: Fundação Cargil, 1982. 30p.
- COSTA, J.A.; OPLINGER, E.S.; PENDLETON, J.W. Response of soybean cultivars to planting patterns. *Agronomy Journal*, Madison, v.72, n.1, p.153-156, 1980.
- DOSS, B.D.; THURLOW, D.L. Irrigation, row width, and plant population in relation to growth characteristics of two soybean varieties. *Agronomy Journal*, Madison, v.66, n.5, p.620-623, 1974.
- HASS, F.D. Plantio direto: fatores que interferem na eficiência da adubação. In: FRIES, M.R.; DALMOLIN, R.S.D. (Eds.) **Atualização em recomendação de adubação e calagem: ênfase em plantio direto**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 1997. p.125-131.
- JOHNSON, R.R.; GREEN, D.E.; JORDAN, C.W. What is the best soybean row width? *Crops and Soils Magazine*, Madison, v.43, n.4, p.10-13, 1982.
- JOHNSTON, T.L.; PENDLETON, J.W.; PETERS, D.B. et al. Influence of supplemental light on apparent photosynthesis, yield, and yield components of soybeans (*Glycine max* L.). *Crop Science*, Madison, v.9, p.577-581, 1969.
- LEHMAN, W.F.; LAMBERT, J.W. Effect of spacing of soybean plants between and within rows on yield and its components. *Agronomy Journal*, Madison, v.52, n.1, p.84-86, 1960.
- MARCHEZAN, E. **Produção e fixação de flores e legumes, por nó do caule e dos ramos, e três cultivares de soja**. Porto Alegre: UFRGS, 1982. 105p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Fitotecnia, Faculdade de Agronomia da UFRGS, 1982.
- OMETO, J.C. **Bioclimatologia vegetal: balanço hídrico**. São Paulo: CERES, 1981. 425p.
- PORTES, T. de A. **Ecofisiologia**. In: ZIMMERMANN, M.J. de O; ROCHA, M.; YAMADA, T. **Cultura do feijoeiro: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1988. p.125-156.
- RUBIN, S. de A.L. **Comportamento da cultivar 'FEPAGRO- RS 10' em seis densidades de semeadura no planalto médio riograndense**. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO SUL, 25, 1997, Passo Fundo. **Ata e resumos...** Passo Fundo: EMBRAPA, 1997. p.187.
- SCOTT, W.O.; ALDRICH, S.R. **Producción moderna de la soja**. Buenos Aires: Hemisferio Sur, 1975. 192p.
- TAYLOR, H.M. Soybean growth and yield as affected by row spacing and by seasonal water supply. *Agronomy Journal*, Madison, v.72, n.3, p.543-547, 1980.
- UDOGUCHI, A.; McCLOUD, D.E. Relationship between vegetative dry matter and yield of three soybean cultivars. *Soil and Crop Science Society of Florida*, Gainesville, v.46, p.75-79, 1987.
- VENTIMIGLIA, L.A. **Morfogenia e fisiogenia da soja afetada pelo espaçamento entre fileiras e níveis de fósforo no solo**. Porto Alegre: UFRGS, 1996. 118p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Fitotecnia, Faculdade de Agronomia da UFRGS, 1996.