

EFEITO DA DENSIDADE DE PLANTAS SOBRE O COMPORTAMENTO DE DOIS CULTIVARES DE SOJA

João Nakagawa 1,2
Ciro Antonio Rosolem 1
José Ricardo Machado 1

INTRODUÇÃO

A soja é uma cultura em que o desenvolvimento da planta, a produção e a qualidade das sementes são bastante influenciadas pelas condições ambientais. Neste particular, a época de semeadura é um dos fatores que pode definir para um cultivar, a produtividade em uma dada região, como têm demonstrado os trabalhos brasileiros (NAKAGAWA *et alii*, 1983). Em condições de Botucatu-SP, as maiores produções foram obtidas em semeaduras de novembro (NAKAGAWA *et alii*, 1983); todavia as sementes de melhor qualidade eram provenientes de culturas estabelecidas em dezembro (NAKAGAWA *et alii*, 1984).

No Estado de São Paulo, quando se efetua a semeadura da soja em épocas tardias em relação ao recomendado, uma das práticas adotadas é a de aumentar a população através da diminuição do espaçamento entre linhas e do aumento do número de plantas na linha (ROSOLEM *et alii*, 1983). Todavia, estudos realizados em diferentes regiões têm mostrado que a soja suporta uma ampla variação de densidade de semeadura, sem que o rendimento seja afetado significativamente (HICKS *et alii*, 1969; VAL *et alii*, 1971; REMUSSI *et alii*, 1971; BASTIDAS *et alii*, 1973; QUEIROZ, 1975; GILIOLI *et alii*, 1979), graças à grande capacidade de ajustamento dos componentes do rendimento que a cultura apresenta (CARTTER & HARTWIG, 1967). ROSOLEM *et alii* (1983) verificaram, porém, que

¹ Faculdade de Ciências Agrônômicas, Campus de Botucatu, UNESP.

para semeadura de dezembro, os rendimentos começaram a declinar quando o número de plantas na colheita, por metro linear, era acima de 17 plantas em um ensaio e 15,6, no outro, utilizando-se o cultivar 'UFV-1', com espaçamento entre linhas de 0,40 m. Com relação à qualidade da semente, NAKAGAWA *et alii* (1982), encontraram um efeito de interação entre densidade de plantas e adubação na germinação das sementes provenientes de culturas instaladas em dezembro. MAEDA *et alii* (1983), entretanto, encontraram pequenas diferenças quanto à germinação e ao vigor das sementes provenientes de plantas cultivadas em diferentes espaçamentos entre linhas.

Considerando os resultados encontrados até o momento (NAKAGAWA *et alii*, 1982, 1983, 1984 e ROSOLEM *et alii*, 1983) e a controvérsia encontrada na literatura em termos do efeito da densidade de plantas, é que o presente trabalho foi realizado, com a finalidade de estudar efeito da densidade de plantas, em dois cultivares de ciclos diferentes, semeados em dezembro, visando a produtividade e a qualidade das sementes.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido em um solo classificado como Terra Roxa Estruturada "intergrade" para Latossolo Vermelho Escuro, distrófico, textura média/argilosa (CARVALHO *et alii*, 1983), em condições de campo, localizado na Estação Experimental "Presidente Médici", pertencente ao Campus de Botucatu - UNESP, em Botucatu - SP.

Foram estudadas três densidades de plantas por metro linear 7, 14 e 21 e dois cultivares de soja 'Santa Rosa' e 'UFV-1', dispostos em esquema fatorial (3x2), em blocos ao acaso, com quatro repetições. As parcelas consistiram de cinco linhas de cinco metros de comprimento cada, espaçadas de 0,6 m entre si. Na colheita, foi desprezado 0,5 m de cada extremidade das linhas centrais, bem como as duas externas, como bordaduras.

Baseando-se em resultados da análise química do solo e nas recomendações encontradas no BOLETIM DO INSTITUTO AGRONÔMICO (1977) foram aplicadas 3 t/ha de calcário dolomítico, com cerca de dois meses de antecedência à se

de superfosfato simples e cloreto de potássio, respectivamente, no sulco de semeadura.

A semeadura foi realizada em 02/12/81, com um número maior de sementes que o estabelecido, para posteriormente através do desbaste obter-se o número de plantas estabelecido nos tratamentos. Os tratos culturais realizados foram os recomendados para a cultura, visando controle de ervas daninhas e pragas.

Os estádios de desenvolvimento da planta, com ênfase na fase reprodutiva foram acompanhados, baseando-se em FEHR *et alii* (1971). Foram demarcadas 10 plantas, vizinhas em linha contínua por parcela e a partir do 30º dia, a cada 20 dias de intervalo, tiveram medidas suas alturas, sendo utilizadas as médias destas para os tratamentos.

A colheita foi realizada em 13/05/82, para todos os tratamentos, ocasião em que se procedeu à contagem do número de plantas sobreviventes, na área útil da parcela.

Nas 10 plantas demarcadas por parcela, após colhidas, foram determinadas: altura da planta, altura de inserção da primeira vagem, diâmetro da haste na região do colo, número de ramos por planta, número de vagens chochas e granadas por planta, número de sementes por planta, o peso de sementes por planta, e o peso da matéria seca da planta sem as vagens, aqui considerado peso da planta. Com estes dados foram calculados os valores para número total de vagens por planta, porcentagem de vagens granadas e número de sementes por vagem granada. A produção de sementes (kg/ha) foi obtida através da produção colhida por parcela.

As sementes de cada tratamento e repetição foram classificadas através de peneiras de crivos oblongos (18x3/4", 17 x 3/4", 16 x 3/4", 15 x 3/4", 14 x 3/4", 13 x 3/4", 12 x 3/4", 11 x 3/4", 10 x 3/4") e determinadas as porcentagens destas, em peso. As sementes menores que o crivo 10 x 3/4" foram eliminadas. As demais sementes remanescentes, tiveram determinadas, por tratamento, o peso de 100 sementes, baseando-se em Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1976). Estas sementes foram armazenadas, embaladas em sacos de papel, em condições naturais de ambiente de laboratório, até o mês de outubro, quando realizaram-se os testes de germinação

O teste de germinação foi realizado empregando - se quatro repetições de 50 sementes, por tratamento, sendo conduzido à temperatura de 30°C. As contagens e apreciação das plântulas seguiram as prescrições das Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1976). O método de primeira contagem (vigor) foi efetuado em conjunto com o teste de germinação, considerando-se as plântulas normais (%) no quinto dia após instalação do teste.

O teste de emergência no campo foi realizado, empregando-se 400 sementes por tratamento. As contagens das plântulas emergidas foram feitas no 8º e 25º dias (final) após a sementeira, que foi efetuada em novembro.

Os dados foram analisados estatisticamente de acordo com as recomendações encontradas em GOMES (1966).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao analisar-se o desenvolvimento das plantas nas três densidades de plantas, pode-se verificar que os diferentes números de plantas não chegaram a afetar nem o momento de ocorrência, nem a duração daqueles estádios observados com maior rigor, quais sejam: início de florescimento, formação de vagens, formação de sementes, maturação fisiológica e morfológica. GILIOLI et alii (1979) também não encontraram efeito da densidade de plantas na floração e na maturação das plantas. No presente trabalho constatou-se somente que o cultivar 'UFV-1' apresentou maturação pouco mais tardia que o 'Santa Rosa'.

Ao examinar-se, entretanto, o crescimento em altura da planta (quadro I), constatou-se que o efeito maior foi da densidade de plantas, verificando-se que para a média dos dois cultivares, a densidade de 7 plantas/m deu origem a plantas de menor porte que a de 14 e de 21, que foram significativamente iguais entre si. Entre os cultivares, as diferenças observadas em determinadas fases, foram em função dos estádios de desenvolvimento, pois ao final, na colheita, elas desapareceram.

O efeito da densidade da planta, como reflexo da concorrência entre estas, foi também observado na altura de inserção da primeira vagem, diâmetro da haste na região do colo (quadro I), número de ramos e número de vagens por planta (quadro II). Novamente, nestes parâme-

QUADRO I - Dados médios da altura das plantas aos 30, 50, 70, 90, 110, 130 dias após a emergência das plântulas e na colheita, altura de inserção da primeira vagem e diâmetro da haste no colo, obtidos em função da variação da densidade de plantas em dois cultivares de soja.

Fatores	Altura de Planta						Altura da primeira vagem	Diâmetro da haste
	30 dias	50 dias	70 dias	90 dias	110 dias	130 dias		
Densidade (plantas/m)	----- cm -----							
7	16,97 b	19,01 b	34,11 b	43,29 b	42,21 b	41,55 b	42,92 b	11,33 a
14	20,99 a	23,42 a	43,16 a	55,52 a	54,97 a	54,92 a	55,59 a	8,37 b
21	22,11 a	25,86 a	48,31 a	56,12 a	57,11 a	55,75 a	57,31 a	7,46 b
Cultivar								
'Santa Rosa'	18,93 B	21,65 A	42,89 A	54,82 A	54,82 A	52,94 A	53,50 A	8,87 A
'UFV-1'	21,12 A	23,88 A	40,83 A	48,49 B	48,04 B	48,54 A	50,38 A	9,24 A

(1) Médias, na mesma coluna, seguidas das mesmas letras (minúsculas para densidades e maiúsculas para cultivares) não diferem entre si significativamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

QUADRO II - Dados médios de número de ramos por planta, número de vagens por planta, número e porcentagem de vagens granadas, número de sementes por vagem granada, peso de sementes por planta (g), produção de sementes (kg/ha), peso da matéria seca da planta (g) e número de plantas por metro por ocasião da colheita, obtidos em função da variação de densidade de plantas em dois cultivares de soja.

Fatores	Ramos por planta		Vagens por planta		Vagens granadas por planta		Sementes por vagem granada		Peso de sementes por planta		Produção de sementes		Peso da matéria seca da planta		Plantas/m na colheita	
	nº	nº	nº	nº	g	nº	g	nº	g	kg/ha	g	nº	g	nº		
7	6,50 a ⁽¹⁾	115,14 a	95,40 a	82,93 b	1,77 a	32,12 a	1,775 b	29,13 a	4,69 c							
14	4,56 b	55,07 b	50,27 b	51,34 a	1,70 a	15,93 b	2,648 a	11,94 b	11,87 b							
21	3,57 b	39,00 b	34,55 c	88,71 ab	1,75 a	10,95 b	2,536 a	8,79 b	15,31 a							
Cultivar																
'Santa Rosa'	4,82 A	72,62 A	59,97 A	84,69 B	1,65 A	19,02 A	2,264 A	15,56 A	10,16 A							
'UFV-1'	4,80 A	66,86 A	60,18 A	90,63 A	1,83 A	20,32 A	2,375 A	17,68 A	11,09 A							

(1) Médias, na mesma coluna, seguidas das mesmas letras (minúsculas para densidade e maiúsculas para cultivares) não diferem entre si significativamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

tros, a densidade de 7 plantas diferiu das demais; enquanto entre cultivares não foram observadas diferenças estatísticas significativas. Estes resultados são concordantes com os de outros trabalhos em que se observaram também maiores variações nestes parâmetros, quando se aumentou o número de plantas de 8 para 16 plantas / m (ROSOLEM *et alii*, 1983) e de 6 para 18 plantas/m (QUEIROZ, 1975), ambos com semeadura em dezembro.

Como resultado destas modificações na arquitetura da planta em decorrência das variações do número de plantas, houveram diferenças no peso da matéria seca da planta e na produção de sementes por planta, constatando-se maiores valores para 7 plantas por metro linear em relação às demais densidades (quadro II), para os dois cultivares.

Observando-se os componentes da produção (quadros II e III), verifica-se que a maior produção de sementes por planta foi resultante do maior número de vagens produzido na menor densidade, e para o cultivar 'UFV-1' parcialmente, pelo maior peso da semente (quadro III), visto que o número de sementes por vagem granada não variou significativamente, em função da densidade de plantas (quadro II), concordando com os resultados de GILIO-LI *et alii* (1979) e ROSOLEM *et alii* (1983). A porcentagem de vagens granadas (quadro II) foi menor na menor densidade, isto indica que nesta densidade houve um maior número de vagens formadas que não teve condições de desenvolver as suas sementes, em função da concorrência entre as inflorescências dentro da planta (COSTA & PENDLETON, 1979). O cultivar 'Santa Rosa' neste particular, apresentou maior proporção de vagens chochas que o 'UFV-1' na média dos tratamentos (quadro II).

A produção de sementes (kg/ha) foi menor na densidade de 7 plantas/m, comparada às de 14 e 21 plantas / m (quadro II). Este fato mostrou que nestes dois tratamentos de maior população o número de plantas por unidade de área compensou a menor produção por planta originando maiores rendimentos (kg/ha). Vários pesquisadores, em diferentes localidades, têm verificado que cultivares de soja suportam ampla variação na população sem apresentarem mudanças apreciáveis no rendimento (QUEIROZ, 1975), graças ao ajustamento dos componentes do rendimento que a cultura tem grande capacidade (CARTTER & HARTWIG.

QUADRO III - Dados médios de peso de 100 sementes (g), germinação (%), emergência (%), vigor (1ª contagem) e emergência de plântulas no campo (%) no 8º dia e final de sementes, obtidas em função da variação de densidade de plantas em dois cultivares de soja.

Fatores	Peso de 100 sementes		Germinação		Vigor (1ª contagem)		Emergência de plântulas	
	Cultivar		Cultivar		Cultivar		8º dia	
	Santa Rosa	UFV-1	Santa Rosa	UFV-1	Santa Rosa	UFV-1	8º dia	Final
Densidade (plantas/m)	g		%		%		%	
7	19,49 ^a _B (1)	21,08 ^A _a	92,0 ^A _a	89,2 ^A _{ab}	87,0 ^A _a	78,0 ^B _b	80,9 b	82,9 b
14	19,67 ^A _a	18,33 ^B _b	95,5 ^A _a	83,5 ^B _b	92,0 ^A _a	82,5 ^B _b	84,0 ab	85,1 ab
21	19,79 ^A _a	18,02 ^B _b	89,8 ^A _a	94,0 ^A _a	86,5 ^A _a	92,0 ^A _a	89,0 a	89,2 a
Cultivar								
'Santa Rosa'	-	-	-	-	-	-	87,2 A	88,1 A
'UFV-1'	-	-	-	-	-	-	82,0 B	83,4 B

(1) Médias seguidas das mesmas letras (minúsculas entre densidades e maiúsculas entre cultivares) não diferem entre si significativamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

1967). No presente trabalho, entretanto, a densidade de 7 plantas/m não apresentou capacidade suficiente de ajustamento dos componentes de rendimento, seja por ter atingido o limite de capacidade dos cultivares, seja em função das condições ambientais (semeadura mais tardia), para igualar a produção por área das demais densidades.

Examinando-se o número final de plantas por metro linear, por ocasião da colheita (quadro II), verifica-se que houve redução do número em relação ao momento do desbaste, entretanto foram mantidas diferenças significativas entre si. Tais reduções têm sido citadas na literatura, tendo-se todavia verificado maiores mortalidades em populações mais densas (QUEIROZ, 1975), fato que não ocorreu no presente trabalho, possivelmente por não serem as populações testadas tão densas.

Observando-se os efeitos das densidades das plantas nas porcentagens de sementes de diferentes tamanhos (figura 1), verifica-se que para 'Santa Rosa', praticamente não se observaram diferenças, o que também foi verificado no peso de 100 sementes (quadro III). No 'UFV-1', observou-se que a menor densidade (7 plantas/m) apresentou maior proporção de sementes maiores (peneiras 15 x 3/4", 16 x 3/4" e 17 x 3/4"), em relação às demais densidades, e menor proporção de sementes das peneiras menores (14 x 3/4", 13 x 3/4" e 12 x 3/4") (fig. 1). Tal fato deve ter concorrido para o maior peso de 100 sementes nesta densidade de 7 plantas/m (quadro III). Para este cultivar a concorrência entre as plantas nas densidades maiores além de afetar o número de vagens grana-das afetou também o tamanho e o peso da semente.

No presente trabalho, as sementes de todos os tratamentos apresentaram alta qualidade fisiológica (quadro III), fato este que pode ser relacionado à semeadura de dezembro, que possibilitou condições climáticas favoráveis na fase de maturação-colheita das sementes, como o verificado em outros trabalhos (NAKAGAWA et alii, 1984).

A qualidade fisiológica das sementes mostrou-se influenciada pelos cultivares e densidades, quando avaliada em laboratório, porém em condições de campo os efeitos foram independentes (quadro III). Assim, as sementes provenientes da maior densidade foram as que apresentaram maior germinação e vigor (1ª contagem) para

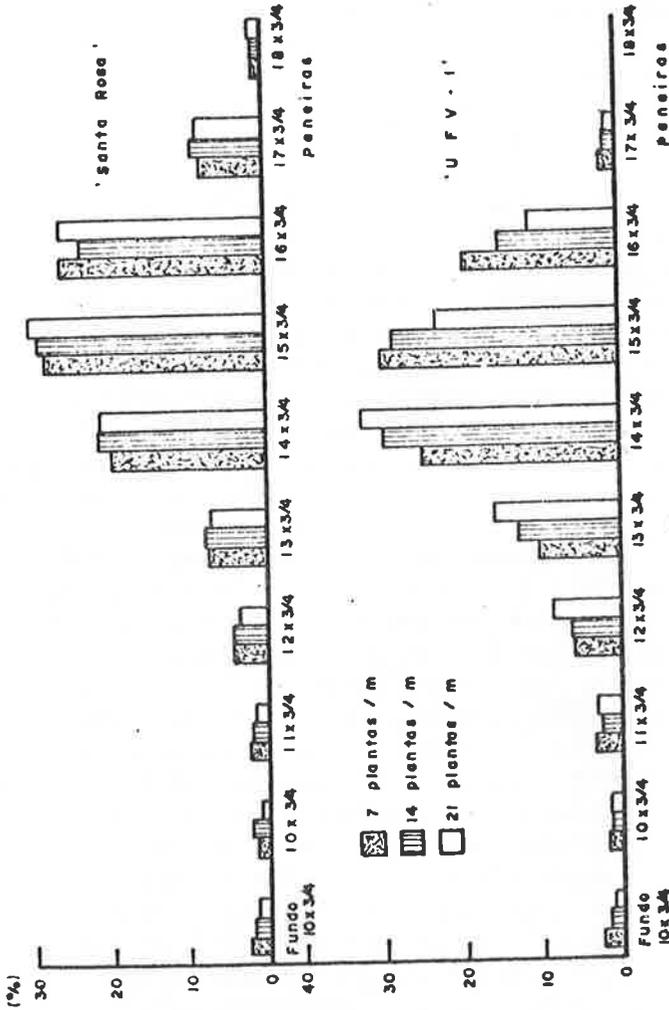


Figura 1. Porcentagens de sementes classificadas por peneiras obtidas para sementes provenientes de três densidades de plantas (7, 14 e 21 plantas por metro linear) para os cultivares 'Santa Rosa' e 'UFV-1' de soja.

'UFV-1' e maior emergência no campo para os dois cultivares (quadro III). Estes resultados são parcialmente concordantes com os obtidos por NAKAGAWA *et alii* (1982) que encontraram efeitos das densidades, porém de forma não homogênea. A razão da superior qualidade das sementes provenientes da maior densidade de plantas fica, no presente trabalho, difícil de ser justificada apenas pelo tamanho da semente (quadro III e fig. 1), pois os comportamentos entre os cultivares foram diferentes. O cultivar 'Santa Rosa', considerando os testes empregados para medir viabilidade e vigor, mostrou-se com sementes de melhor qualidade que o 'UFV-1'.

RESUMO

O objetivo do presente trabalho foi de estudar o efeito da densidade de plantas no comportamento de dois cultivares de soja de ciclos diferentes, semeados em dezembro, visando a produção e a qualidade das sementes. O experimento foi conduzido em condições de campo, em uma Terra Roxa Estruturada "intergrade" para Latossolo Vermelho Escuro, distrófico, textura média/argilosa, em Botucatu-SP. As densidades estudadas foram: 7, 14 e 21 plantas/m, com espaçamento comum entre linhas de 0,6 m, empregando-se os cultivares 'Santa Rosa' e 'UFV-1'.

A densidade de 7 plantas/m (4,7 plantas/m na colheita), nos dois cultivares, originou plantas de menor altura, menor altura da inserção da primeira vagem, maior diâmetro da haste na região do colo, maior número de ramos por planta, maior número de vagens por planta, maior peso de matéria seca da planta, e maior produção de sementes por planta. Todavia os maiores rendimentos de sementes (kg/ha) foram obtidos nas densidades de 14 e 21 plantas/m (11,9 e 15,3 plantas/m, respectivamente, na colheita). Observou-se ainda uma superioridade da qualidade fisiológica das sementes originárias das densidades maiores, notadamente no 'UFV-1'.

SUMMARY

PLANT DENSITY EFFECTS ON BEHAVIOR OF TWO SOYBEAN CULTIVARS

plant population on behavior of two soybean cultivars, sowed in December with the purpose of seed production. The experiment was carried out under field conditions, on a soil classified as an Ultisol with texture sandy clay loam (Dark-Red Latosol intergrading to "Terra Roxa Estruturada"), in Botucatu, São Paulo State, Brazil. The plant populations studied were 7, 14 and 21 plants per meter of row, sowed under the row spacing of 0.6m. The cultivars used were 'Santa Rosa' and 'UFV-1'. The population of 7 plants per meter (4.7 plants/m at harvest) presented, in both cultivars, the lowest plant height and first pod insertion height, the highest stem diameter, the highest number of branches per plant, the highest number of pods per plant, the highest dry matter weight per plant and the highest seed production per plant. However, the yield (kg/ha) of this population was lower than the populations of 14 and 21 plants / m (11.9 and 15.3 plant/m at harvest). The physiological quality of the seeds originated from the population of 21 plant/m was the best.

LITERATURA CITADA

- BASTIDAS, R.G., L.H.M. CAMACHO, J.F.V. LONDOÑO, L.A.G. BUITAGRO & F. DAVIS, 1973. Efecto de la densidad de población sobre algunas características agronómicas y fisiológicas de tres genotipos de soya (*Glycine max* (L.) Merr.) bajo condiciones tropicales. *Fitotec. latinoam.* 8: 37-43.
- BOLETIM DO INSTITUTO AGRONÔMICO, 1977. Tabelas de adubação e da calagem, Campinas, nº 209, 198p.
- BRASIL, 1976. Ministério da Agricultura, Departamento Nacional de Produção Vegetal, Divisão de Sementes e Mudanças, Regras para análise de sementes. S. L.p., 188p.
- CARVALHO, W.A., C.R. ESPINDOLA & A.A. PACCOLA, 1983. Levantamento de solos da Fazenda Lageado, Botucatu. Faculdade de Ciências Agrônômicas, Campus de Botucatu, UNESP, 95p. (Bol. técnico nº 1).
- CARTTER, J.L. & E.E. HARTWIG, 1967. The management of soybeans. In: NORMAN, A.G., ed. *The soybean*, New York, Academic Press, p.162-221.

- COSTA, J.A. & J.W.PENDLETON, 1979. Estudo de população de plantas e espaçamento em diversos genótipos de soja. In: Seminário Nacional de Pesquisa da Soja, 1, Londrina, 1978. **Anais**, Londrina, EMBRAPA / CNPS, vol. 1, p.67-77.
- FERH, W.R., C.E. CAVINESS, D.T. BURMOOD & J.S. PENNINGTON, 1971. Stage of development description for soybean. *Glycine max* (L.) Merrill. **Crop Sci.** 11: 929- 931.
- GILIOLI, J.L., E. PALUDZYSZYN FILHO & L.A. ALMEIDA, 1979. Efeitos da interação densidade de sementeira e adubação fosfatada sobre algumas características agrônomicas da soja. In: Seminário Nacional de Pesquisa da Soja, 1, Londrina, 1978. **Anais**, Londrina, EMBRAPA/CNPS, vol. 1, p.39-51.
- GOMES, F.P., 1966. **Curso de Estatística Experimental**, Piracicaba, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 404p.
- HICKS, D.R., J.W. PENDLETON, R.L. BERNARD & T.J. JOHNSTON, 1969. Response of soybean plant types to planting patterns. **Agron. J.** 61: 290-293.
- MAEDA, J.A., H.A.A. MASCARENHAS, L. D'ALMEIDA & V. NAGAI, 1983. Influência de cultivares, espaçamentos e localidades na qualidade da semente da soja. **Pesq. agropec. bras.**, 18: 515-518.
- NAKAGAWA, J., A.R. FÁVARO & C.A. ROSOLEM, 1982. Efeitos da densidade de plantas e da adubação sobre algumas características das sementes de soja. In: Seminário Nacional de Pesquisa de Soja, 2, Brasília, 1981. **Anais**, Londrina, EMBRAPA/CNPS, vol. 1, p.622-630.
- NAKAGAWA, J., C.A. ROSOLEM & J.R. MACHADO, 1983. Épocas de sementeira da soja. I. Efeito na produção de grãos e nos componentes da produção. **Pesq. agropec. bras.** 18(11):1187-1198.
- NAKAGAWA, J., C.A. ROSOLEM & J.R. MACHADO, 1984. Efeito da época de sementeira na qualidade de sementes de três cultivares de soja em Botucatu-SP. **R. bras. sem.** 6(1): 25-38.
- QUEIROZ, E.F., 1975. Efeito de época de plantio e população sobre o rendimento e outras características agrônomicas de quatro cultivares de soja, s.l., UFRS, Faculdade de Agronomia, 109p. (Tese de Mestrado).

- REMUSSI, C., H. SAUMELL & H. GUTIERREZ, 1971. Influência de la densidad de siembra en soya sobre el rendimiento y sua components. *Rev. Fac. Agron. Vet. Univ. Buenos Aires* 19: 99-107.
- ROSOLEM, C.A., J.C.O. SILVERIO & J. NAKAGAWA, 1983. Densidade de plantas na cultura da soja. *Pesq. agropec. bras.* 18(9): '977-984.
- VAL, W.M.C., S.S. BRANDÃO, J.P. GALVÃO & F.R. GOMES, 1971. Efeito do espaçamento entre fileitas e da densidade na fileira sobre a produção de grãos e outras características agronômicas da soja. *Experimentae* 12: 431-476.