

Qualidade de grãos de duas cultivares de soja em função da disponibilidade de água no solo e arranjo de plantas

Grain quality in two soybean cultivars in relation to the water availability and plant arrangement

André Roberto Maehler¹ José Antonio Costa² João Leonardo Fernandes Pires³ Lisandro Rambo⁴

RESUMO

A soja apresenta elevada demanda por nitrogênio devido ao alto teor protéico dos grãos, de cerca de 40%, o que a torna de grande importância econômica. Este trabalho teve como objetivo determinar o efeito da disponibilidade hídrica e arranjo de plantas sobre a qualidade dos grãos de duas cultivares de soja, no ano agrícola 1998/99, na Estação Experimental Agronômica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (EEA/UFRGS), em Eldorado do Sul, RS. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, em parcelas sub-subdivididas, com quatro repetições. Foram testados dois regimes hídricos (irrigado e não irrigado), duas cultivares (BRS 137 e BRS 138) e três espaçamentos entre linhas (20cm, 40cm e 20-40cm em linhas pareadas). Avaliou-se o teor de N nas folhas durante a ontogenia, os teores de proteína e óleo, bem como o tamanho e peso dos grãos. O rendimento médio de grãos foi de 3360kg ha⁻¹. A irrigação proporcionou aumento de 1101kg ha⁻¹ (39%), decorrente do aumento no teor de N nas folhas, tamanho e peso dos grãos. A cultivar BRS 137 rendeu 535kg ha⁻¹ (17%) a mais do que a BRS 138; os grãos eram de maior tamanho, peso e teor de proteína. No final do período reprodutivo, o teor de N nas folhas foi mais elevado em 20cm e 40cm, resultando em teor de proteína e rendimento de grãos 18 e 13% mais elevado do que 20-40cm em linhas pareadas, respectivamente. O teor de óleo nos grãos não foi alterado em função dos tratamentos.

Palavras-chave: *Glycine max*, irrigação, espaçamento entre linhas, proteína, óleo, nitrogênio.

ABSTRACT

The soybean is a crop with high demand for nitrogen (N) due to the grain protein content of about 40%. Because of the high protein, soybean is of great economic importance. The present study had its objectives to determine the effect of water availability and soybean plant arrangement on grain quality of two cultivars. With this objective, an experiment was performed during the 1998/99 growing season, in the Agronomic Experimental Station of the Federal University of Rio Grande do Sul (EEA/UFRGS), Eldorado do Sul, RS. The treatments were arranged in a randomized complete-block in a split split-plot design, with four replications. Two water availability (irrigated and not irrigated), two cultivars (BRS 137 and BRS 138) and three row spacings (20cm, 40cm and 20-40cm in skip row) were tested. The leaf N content was evaluated during crop growth, and the protein and oil content, as well as the size and weight of the grains, at the harvest. The average grain yield was of 3360kg ha⁻¹. The irrigation increased grain yield by 1101kg ha⁻¹ (39%), due to the increase in leaf N, size and weight of the grain. The yield of the cultivar BRS 137 was 535kg ha⁻¹ (17%) greater, as well as it produced grains with larger size, weight and protein content than BRS 138. In the late reproductive stage, leaf N was higher in 20cm and 40cm, what resulted in larger protein content and grain yield 18 and 13% higher, compared to 20-40 cm in skip row, respectively. The grain oil content was not altered by the treatments.

Key words: *Glycine max*, irrigation, row spacing, protein, oil, nitrogen.

¹ Engenheiro Agrônomo, Mestre em Fitotecnia.

² Engenheiro Agrônomo, PhD, Professor, Departamento de Plantas de Lavoura, Faculdade de Agronomia (FA), Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). CP 776, 91501-970, Porto Alegre, RS. E-mail: jamc@vortex.ufrgs.br Autor para correspondência.

³ Engenheiro Agrônomo, Doutor, Bolsista Recém-Doutor da EMBRAPA. E-mail: piresjl@vortex.ufrgs.br

⁴ Engenheiro Agrônomo, MSc, Aluno de Doutorado do Curso de Pós-graduação em Fitotecnia, FA, UFRGS. E-mail: lisandro@vortex.ufrgs.br

INTRODUÇÃO

A soja, rica em proteína e óleo, está incluída entre as cinco principais fontes protéicas, sendo também fonte calórica (18 a 22% de óleo). Devido ao elevado teor de proteína dos grãos (36 a 42%) a soja apresenta grande demanda por nitrogênio (SFREDO & PANIZZI, 1990).

O crescimento vegetativo vigoroso promove o desenvolvimento rápido da área foliar e a formação de uma estrutura de planta capaz de suportar rendimentos elevados. Também aumenta a acumulação de proteínas de armazenamento vegetativo que poderão, posteriormente, ser translocadas para os grãos. STASWICK et al. (1991) e STASWICK (1994) relatam a importância de proteínas armazenadas nos tecidos vegetativos, que servem para armazenar N durante condições de suprimento adequado deste elemento e que, durante o enchimento de grãos, são redistribuídas para estas estruturas.

A alta correlação positiva (> 0,75) entre o conteúdo de N nas folhas, o aparato fotossintético e as taxas de assimilação de CO₂, evidencia associação dessas características com o rendimento de grãos (LUGG & SINCLAIR, 1981). Outros nutrientes também devem estar disponíveis para que o crescimento seja harmônico. Segundo SFREDO et al. (1986), a soja tem sua exigência nutricional baseada na seguinte ordem de quantidade extraída: N, K, Ca, Mg, P e S. O N necessário pode ser suprido, na sua totalidade, pela fixação simbiótica realizada por bactérias do gênero *Bradyrhizobium* (HARPER, 1987) e pelo N do solo.

A fixação biológica do N é muito sensível à deficiência hídrica, pois tanto o estabelecimento, como a atividade do rizóbio são afetados (SERRAJ & SINCLAIR, 1997), podendo influenciar negativamente o rendimento de grãos da soja. A deficiência hídrica provoca redução da permeabilidade dos nódulos aos gases, limitando o acesso de oxigênio para a respiração e a fixação do nitrogênio (CASTILLO & LAYZELL, 1995). Disponibilidade hídrica adequada também é essencial para a importação de fotoassimilados e exportação dos compostos nitrogenados, que podem causar a desnaturação da nitrogenase quando se acumulam nos nódulos (ARAUJO & HUNGRIA, 1994).

Sistemas de manejo do solo, como a rotação de culturas e a manutenção da resteva na superfície, que resultam em maior infiltração e conservação da água e diminuição da temperatura no solo, e também o uso adequado da irrigação, podem constituir-se em práticas complementares para garantir melhores condições de nodulação e fixação de nitrogênio.

A fixação simbiótica também pode ser influenciada pelo espaçamento entre linhas e população

de plantas. Populações baixas podem beneficiar o número de nódulos por planta, volume e atividade dos nódulos (WEIL & OHLROGGE, 1976). A utilização de linhas pareadas pode promover a mesma resposta anterior, pela maior penetração de radiação no dossel. A redução no espaçamento entre linhas possibilita produção elevada de fotoassimilados, e efeitos benéficos da cobertura rápida do solo, favorecendo a manutenção de água e temperatura em níveis adequados, principalmente no início do desenvolvimento da cultura.

A absorção de nutrientes e a resposta em rendimento e qualidade dos grãos colhidos poderá ser alterada em função do ambiente e manejo, uma vez que os processos envolvidos na sua dinâmica são fortemente influenciados por estas variáveis. Com esta perspectiva, foi realizado o presente trabalho, que teve como objetivo avaliar o efeito da disponibilidade hídrica e do arranjo de plantas sobre a qualidade de grãos de duas cultivares de soja.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no ano agrícola 1998/99, na Estação Experimental Agronômica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (EEA/UFGRS), na região fisiográfica da Depressão Central, município de Eldorado do Sul, RS.

O solo da área experimental pertence à unidade de mapeamento São Jerônimo, classificado como Argissolo Vermelho Distrófico típico (EMBRAPA, 1999).

Como delineamento experimental foram usados blocos completamente casualizados, em parcelas sub-subdivididas, com quatro repetições. Nas parcelas principais foram testados dois regimes hídricos (irrigado e não irrigado), nas subparcelas as cultivares de soja BRS 137 e BRS 138 e nas sub-subparcelas três espaçamentos entre linhas, 20cm, 40cm e 20-40cm em linhas pareadas.

O experimento foi instalado em semeadura direta, em solo com cobertura de 5000 kg ha⁻¹ de palha de aveia preta (*Avena strigosa*) no início do experimento. As sementes foram tratadas com fungicida, inoculadas com *Bradyrhizobium japonicum* em meio turfoso e semeadas na época recomendada preferencial, com semeadora de parcelas. Aos 15 dias após emergência, quando as plantas estavam no estágio V2 (segundo nó, de acordo com COSTA & MARCHEZAN, 1982) realizou-se o desbaste, ajustando-se a população para 40 plantas/m². O controle de pragas e plantas daninhas foi realizado segundo as recomendações técnicas de pesquisa para a cultura da soja (REUNIÃO..., 2000).

A irrigação foi aplicada por aspersão, iniciando quando a tensão da água do solo ultrapassava o limite de $-0,05\text{MPa}$, cujo potencial matricial foi monitorado com tensiômetros, situados a 20 cm de profundidade. Foram realizadas sete irrigações: na semeadura, nos estádios VE (emergência), V8 (oitavo nó), V10 (décimo nó), R2 (florescimento), R5 (início de enchimento de grãos) e R6 (máximo volume de grãos).

O teor de N nas folhas e nos grãos, foi determinado pelo método Kjeldahl, descrito por TEDESCO et al. (1995). O teor de N nos grãos foi usado para calcular o teor de proteína. A quantidade de óleo foi obtida por arraste, com éter, em aparelho de Soxhlet (FEHR et al., 1968). Os resultados são apresentados em percentagem na base seca.

O rendimento de grãos (kg ha^{-1} a 13% de umidade) foi obtido colhendo-se 6m^2 de cada sub-subparcela. Os grãos foram separados pelo tamanho, em peneiras com malhas de 6,30; 5,60 e 4,75mm. Os grãos retidos em cada peneira foram considerados como uma classe e o peso destes usado para calcular a percentagem de cada classe. Foram separadas e pesadas quatro amostras de 100 grãos por sub-subparcela, de cada classe, para avaliar o peso de 100 grãos.

O rendimento de óleo e de proteína foi obtido com base no rendimento de grãos e nos teores de óleo e proteína nos grãos, respectivamente.

Os resultados foram submetidos à análise da variância, pelo teste F, e as diferenças entre médias dos tratamentos comparadas pelo teste unilateral de Dunnett em nível de 5% de probabilidade de erro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve deficiência hídrica de 330 mm durante o ciclo da soja. A partir do início do enchimento de grãos (R5), o tratamento irrigado levou 12 dias a mais do que o não irrigado para a maturação, resultando em maior período de enchimento de grãos. Também houve diferença de ciclo entre os genótipos a partir de R5, sendo que a cultivar BRS 138 maturou 13 dias antes do que a BRS 137 em condições de precipitação natural e 10 dias antes com suplementação hídrica.

A irrigação favoreceu a absorção e acumulação de N, aumentou o período de enchimento de grãos e manteve a área foliar verde por mais tempo para

realizar fotossíntese e remobilizar as reservas, propiciando maior suprimento de assimilados aos grãos. O período de enchimento de grãos é importante para definir o potencial de rendimento da soja (COSTA et al., 1991), mas a duração e taxa de acúmulo de nitrogênio e carbono, durante este período, determina quanto do potencial vai ser alcançado, sendo o rendimento de grãos positivamente associado com a produção de massa seca e com a taxa de fixação de N durante o enchimento de grãos (VASILAS et al., 1995).

Peck (1979), apud SFREDO & PANIZZI (1990), investigou as concentrações médias de N para interpretação de análise foliar de soja e estabeleceu como suficiente ou médio, valores entre 4,01 e 5,50 e baixo, entre 3,25 e 4,00%, o teor de N nas folhas do terço superior da planta no início da floração. A análise do teor de N nas folhas evidencia que houve diferença entre os tratamentos, pois após a primeira irrigação, que ocorreu aos 46 DAE (V8), o teor de N foi mais elevado e permaneceu por mais tempo próximo a 4% nas plantas que receberam irrigação, sendo 10% maior aos 82 DAE (R4) e 25% maior aos 116 DAE (R6), em relação ao tratamento não irrigado (Tabela 1). As plantas irrigadas apresentaram valores suficientes de N nas folhas até 82 DAE (R4), decrescendo em seguida devido à realocação das reservas e senescência das folhas. Acredita-se que a pequena queda no teor de N observado aos 38 DAE (V7) tenha ocorrido em função da deficiência hídrica nesse período, uma vez que as irrigações iniciadas aos 46 DAE (V8), promoveram restabelecimento do teor de N nas folhas. As plantas que não receberam irrigação, apresentaram teores de N suficiente em V3 e V5, baixo em V7 (3,82%) e R4 (3,69%) e muito baixo em R6 (2,81%).

As variações no teor de N das folhas em função do desenvolvimento da cultura são decorrentes das condições de ambiente e à fenologia da planta. Durante o enchimento de grãos, ocorre realocação de reservas, verificando-se aumento no teor de N nos grãos, em detrimento da quantidade deste elemento

Tabela 1 – Teor de nitrogênio (%) nas folhas durante a ontogenia da soja em dois regimes hídricos (média de três espaçamentos e duas cultivares) e em duas cultivares (média de três espaçamentos e dois regimes hídricos). EEA/UFRGS, Eldorado do Sul (RS), 1998/99.

Estádio	Regime hídrico		CV (%)	Cultivar		CV (%)	Média
	Não irrigado	Irigado		BRS 137	BRS 138		
V3	4,02 a*	4,02 a	1,2	3,84 b*	4,20 a	2,7	4,02
V5	4,20 a	4,24 a	1,0	3,87 b	4,57 a	1,6	4,22
V7	3,82 a	3,87 a	2,0	3,62 b	4,06 a	2,6	3,84
R2	3,31 a	3,31 a	3,8	3,23 b	3,38 a	3,0	3,31
R4	3,69 b	4,05 a	3,0	3,87 a	3,86 a	4,2	3,87
R6	2,81 b	3,50 a	2,0	3,37 a	2,94 b	2,4	3,16

*Médias não seguidas de mesma letra, na linha (dentro de cada fator), diferem pelo teste unilateral de Dunnett em nível de 5% de probabilidade de erro. V3 = terceiro nó; V5 = quinto nó; V7 = sétimo nó; R2 = florescimento; R4 = formação de legumes; R6 = final do enchimento de grãos.

nas folhas. Resultados de pesquisa evidenciam que a fixação biológica do N declina nesse período, devido à redução do suprimento de fotoassimilados aos nódulos, que estão competindo com as estruturas reprodutivas.

A cultivar BRS 138 apresentou teor de N nas folhas mais elevado do que BRS 137 durante o período vegetativo, decrescendo a partir do estágio V5, com 3,86% de N aos 82 DAE (R4) e 2,94% aos 116 DAE

(R6), enquanto que, a BRS 137 manteve o teor de N mais elevado durante o enchimento de grãos (até 116 DAE) (Tabela 1). Isto ocorreu, provavelmente, devido à utilização de proteínas de armazenamento vegetativo (STASWICK et al., 1991; STASWICK, 1994).

Em V7, as plantas em espaçamento de 40cm (3,92 %) apresentaram maior teor de N na parte aérea do que em 20cm (3,80 %) e 20-40cm (3,79 %). Em R4, as plantas do espaçamento 20cm (3,94 %) foram superiores a 20-40cm (3,75 %), não diferindo de 40cm (3,90 %) e no estágio R6, o teor de N em 20cm (3,29 %) foi maior do que nos outros dois espaçamentos (40cm = 3,16 % e 20-40cm = 3,00 %).

O padrão de acúmulo de N nas folhas refletiu-se, posteriormente, no rendimento e no teor de proteína dos grãos (Tabela 2 e 3) pois, segundo IMSANDE & TOURAINE (1994), cerca de metade das proteínas do grão são derivadas do N armazenado nas folhas. Para obtenção de altos rendimentos de grãos, é necessário, além de outros fatores, portanto, adequada disponibilidade de nutrientes, sendo o N o elemento exigido em maior quantidade pela soja.

A análise dos grãos evidenciou que não houve diferença entre os tratamentos quanto ao teor de óleo. O percentual de proteína foi mais elevado nos grãos das plantas que sofreram deficiência hídrica (37%) do que nas que receberam irrigação (36,1%). O menor teor de proteína nos grãos do tratamento irrigado pode

Tabela 3 – Rendimento de grãos, de proteína e óleo nos grãos da soja em três espaçamentos entre linhas, na média de dois regimes hídricos e duas cultivares. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul (RS), 1998/99.

Parâmetro avaliado	Espaçamento entre linhas (cm)			Média	CV(%)
	40	20	20-40*		
Rendimento de grãos (kg.ha ⁻¹)	3587 a**	3450 a	3045 b	3361	6,4
Teor de proteína (%)	36,6 a	36,7 a	36,2 b	36,5	1,1
Teor de óleo (%)	20,9 a	20,8 a	20,8 a	20,8	3,0
Rendimento de proteína (kg.ha ⁻¹)	1314 a	1265 a	1102 b	1227	6,6
Rendimento de óleo (kg.ha ⁻¹)	752 a	720 a	636 b	703	7,3

*Linhas pareadas em espaçamento de 20cm, separadas por 40cm de espaçamento.

**Médias não seguidas de mesma letra, na linha, diferem pelo teste unilateral de Dunnett em nível de 5% de probabilidade de erro.

estar relacionado ao “fator diluição”, uma vez que o rendimento de grãos foi 1101kg ha⁻¹ maior. Também convém ressaltar que a diferença de 0,9% no teor protéico dos grãos apresenta significância devido ao baixo coeficiente de variação deste parâmetro. Quando se avaliou os rendimentos de proteína e de óleo, obtiveram-se valores 36% e 44% mais elevados no tratamento irrigado, que equivale a 342kg de proteína e 74kg de óleo a mais por hectare (Tabela 2).

Na comparação de cultivares, a BRS 137 possui 1,2% mais proteína do que BRS 138 (Tabela 2), não apresentando diferenças quanto ao teor de óleo. A quantidade de óleo nos grãos está na média do teor apresentado pelas cultivares, mas o teor protéico dos dois genótipos testados é baixo (SFREDO & PANIZZI, 1990; REUNIÃO..., 2000). O teor de proteína mais elevado dos grãos da BRS 137 pode estar relacionado à característica da cultivar ou ao maior acúmulo de massa seca durante a fase vegetativa e maior duração do enchimento de grãos do que na BRS 138, uma vez que a taxa de enchimento não diferiu entre os genótipos. A BRS 137 produziu 525kg ha⁻¹ (17%) a mais de grãos, 231kg ha⁻¹ (21%) a mais de proteína e 120kg ha⁻¹ (19%) a mais de óleo do que a BRS 138.

A análise qualitativa dos grãos revela que não houve diferenças significativas entre os espaçamentos entre linhas quanto ao teor de óleo. O teor de proteína foi 0,5% maior nos espaçamentos 20cm

Tabela 2 – Rendimentos de grãos, de proteína e óleo, e teores de proteína e óleo nos grãos da soja em dois regimes hídricos (média de duas cultivares e três espaçamentos) e em duas cultivares (média de dois regimes hídricos e três espaçamentos). EEA/UFRGS, Eldorado do Sul (RS), 1998/99.

Parâmetro avaliado	Regime hídrico		CV (%)	Cultivar		CV (%)	Média
	Não Irrigado	Irigado		BRS 137	BRS 138		
Rendimento de proteína (kg.ha ⁻¹)	1041 b	1413 a	2,8	1343 a	1112 b	4,0	1228
Rendimento de óleo (kg.ha ⁻¹)	576 b	830 a	10,7	763 a	643 b	4,1	703
Teor de óleo (%)	20,5 a	21,2 a	11,1	21,0 a	20,8 a	2,1	20,9
Teor de proteína (%)	37,0 a	36,1 b	0,7	37,1 a	35,9 b	0,5	36,5

*Médias não seguidas de mesma letra, na linha (dentro de cada fator), diferem pelo teste unilateral de Dunnett em nível de 5% de probabilidade de erro.

e 40cm do que em 20-40cm entre linhas pareadas (Tabela 3). Esta diferença de 0,5%, embora pequena, foi significativa.

O rendimento de grãos foi 18% e 13% maior nos espaçamentos entre linhas de 40cm e 20cm do que em 20-40cm. Conseqüentemente, os rendimentos de proteína e óleo também foram mais elevados nesses espaçamentos.

A classificação dos grãos pelo tamanho, e o peso de 100 grãos de cada classe, diferiram entre os tratamentos. Em condições de precipitação pluvial natural 16,6% dos grãos foram retidos na peneira de 6,30mm, enquanto que com irrigação, obtiveram-se 2,5 vezes mais grãos (57%) nessa classe (Tabela 4). No tratamento não irrigado, as plantas apresentaram maior percentagem de grãos das classes 5,60 mm e 4,75 mm. Diversas pesquisas têm comprovado que a deficiência hídrica durante períodos críticos da cultura reduz o tamanho de grãos e, conseqüentemente, o rendimento (SMICIKLAS et al., 1989; VIEIRA et al., 1992; SOUZA et al., 1997). A redução no tamanho do grão tem sido associada ao encurtamento do período de enchimento (SMICIKLAS et al., 1989; SOUZA et al., 1997) e à aceleração da senescência das folhas (SOUZA et al., 1997).

Além de alterar a quantidade de grãos de tamanho superior a 6,30mm, a irrigação também aumentou em 11% o peso desses, que equivale a 0,02 g em cada grão. O peso de 100 grãos retidos na peneira 5,60mm não diferiu entre tratamentos. Entretanto, os grãos da menor classe foram 2,2% mais pesados no tratamento não irrigado, devido ao fato de que os grãos retidos na peneira 4,75mm do tratamento irrigado serem, em sua maioria, chochos e mal formados. Em virtude do aumento na percentagem (245%) e no peso dos grãos (0,02g) da classe 6,30mm, pode-se inferir que a irrigação em períodos críticos, proporciona maior disponibilidade hídrica com melhores condições para absorção do N e outros nutrientes, resultando em maior desenvolvimento vegetativo e redistribuição de assimilados para os grãos. Resultados semelhantes foram obtidos por THOMAS & COSTA (1994).

O maior rendimento da cultivar BRS 137 pode estar relacionado ao tamanho e peso dos grãos produzidos. Foram retidos aproximadamente o dobro da massa de grãos (49%), na peneira com malha 6,30mm, do que da BRS 138 (25%). Além de produzir grãos maiores, a cultivar BRS 137 produziu grãos mais densos, pois o peso de 100 grãos foi 12%, 15% e 25% mais elevado nas classes 4,75, 5,60 e 6,30mm do que na BRS 138. Estas características são inerentes ao genótipo, mas podem ser influenciadas pelo ambiente (TYLER & OVERTON, 1982), entretanto, não houve interações significativas entre os fatores cultivar e irrigação para tamanho e peso do grão.

CONCLUSÕES

Mantendo-se o potencial de água no solo em valores iguais ou maiores que -0,05 MPa, aumenta o teor de N na parte aérea e a duração do enchimento de grãos da soja, refletindo-se em maior teor de proteína, tamanho e peso do grão.

A soja cultivar BRS 137 apresenta maior teor de proteína, tamanho e peso do grão do que a BRS 138.

O teor de óleo nos grãos não é alterado pela irrigação, pela cultivar e pelo arranjo de plantas.

Os rendimentos de proteína e óleo são mais elevados nos tratamentos com irrigação, na cultivar BRS 137 e nos espaçamentos de 20cm e 40cm.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAUJO, R.S.; HUNGRIA, M. **Microorganismos de importância agrícola**. Brasília : EMBRAPA-SPI, 1994. 236p. (EMBRAPA-CNPAP, Documentos, 44).
- CASTILLO, L.D.; LAYZELL, D.B. Drought stress, permeability to O₂ diffusion, and the respiratory kinetics of soybean root nodules. **Plant Physiology**, Rockville, v.107, n.4, p.1187-1194, 1995.
- COSTA, J.A.; MARCHEZAN, E. **Características dos estádios de desenvolvimento da soja**. Campinas : Fundação Cargil, 1982. 30p.
- COSTA, J.A.; TEIXEIRA, M.C.C.; MARCHEZAN, E. Taxa e duração do acúmulo de matéria seca nos grãos de soja e sua relação com o rendimento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.26, n.9, p.1577-1582, 1991.

Tabela 4 – Quantidade e peso de 100 grãos retidos nas peneiras com malha de 6,30, 5,60 e 4,75 mm em dois regimes hídricos, na média de duas cultivares de soja e três espaçamentos entre linhas. EEA/UFRRS, Eldorado do Sul (RS), 1998/99.

Malha da peneira	Quantidade de grãos (%)		Média	CV (%)	Peso de 100 grãos (g)		Média	CV (%)
	Não irrigado	Irrigado			Não Irrigado	Irrigado		
6,30 mm	16,6 b*	57,3 a	37,0	13,6	18,6 b*	20,6 a	19,6	1,7
5,60 mm	40,2 a	28,1 b	34,1	2,8	16,7 a	16,8 a	16,8	0,7
4,75 mm	43,2 a	14,6 b	28,9	14,3	13,4 a	13,1 b	13,2	0,5

*Médias não seguidas de mesma letra, na linha, diferem pelo teste unilateral de Dunnett em nível de 5% de probabilidade de erro.

- EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília : EMBRAPA-CNPS, 1999. 412p.
- FEHR, W.R.; COLLINS, F.I.; WEBER, C.R. Evaluation of methods for protein and oil determination in soybean seed. **Crop Science**, Madison, v.8, n.1, p.47-49, 1968.
- HARPER, J.E. Nitrogen metabolism. In: WILCOX, J.R. (Ed). **Soybean: improvement, production, and uses**. Madison : American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America, 1987. p.497-524.
- IMSANDE, J.; TOURAINE, B. N demand and the regulation of nitrate uptake. **Plant Physiology**, Rockville, v.105, n.1, p.3-7, 1994.
- LUGG, D.G.; SINCLAIR, T.R. Seasonal changes in photosynthesis of field-grown soybean leaflets: 2. Relation to nitrogen content. **Photosynthetica**, Prague, v.15, p.138-144, 1981.
- REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO SUL, 28., 2000, Santa Maria. **Recomendações técnicas para a cultura da soja no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina 1999/2000**. Santa Maria : UFSM/CCR/Departamento de Defesa Fitossanitária, 2000. 160p.
- SERRAJ, R.; SINCLAIR, T.R. Variation among soybean cultivars in dinitrogen fixation response to drought. **Agronomy Journal**, Madison, v.89, n.6, p.963-969, 1997.
- SFREDO, G.J. et al. **Soja: nutrição mineral, adubação e calagem**. Londrina : EMBRAPA - CNPSO, 1986. 51p.
- SFREDO, G.J.; PANIZZI, M.C. **Importância da adubação e da nutrição na qualidade da soja**. Londrina : EMBRAPA-CNPSO, 1990. 57p. (EMBRAPA-CNPSO, Documentos, 40).
- SMICKLAS, K.D. et al. Drought-induced stress effect on soybean seed calcium and quality. **Crop Science**, Madison, v.29, n.6, p.1519-1523, 1989.
- SOUZA, P.I.; EGLI, D.B., BRUENING, W. Water stress during seed filling and leaf senescence in soybean. **Agronomy Journal**, Madison, v.89, n.5, p.807-812, 1997.
- STASWICK, P.E. Storage proteins of vegetative plant tissues. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, Palo Alto, v.45, p.303-322, 1994.
- STASWICK, P.E.; HUANG, J.F.; RHEE, Y. Nitrogen and methyl jasmonate induction of soybean vegetative storage protein genes. **Plant Physiology**, Rockville, v.96, n.1, p.130-136, 1991.
- TEDESCO, M.J. et al. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre : Departamento de Solos da UFRGS, 1995. 174p. (Boletim Técnico de Solos, 5).
- THOMAS, A.L.; COSTA, J.A. Influência do déficit hídrico sobre o desenvolvimento e rendimento da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.29, n.9, p.1389-1396, 1994.
- TYLER, D.D.; OVERTON, J.R. No-tillage advantages for soybean seed quality during drought stress. **Agronomy Journal**, Madison, v.74, n.2, p.344-347, 1982.
- VASILAS, B.L. et al. Relationship of nitrogen utilization patterns with soybean yield and seed-fill period. **Crop Science**, Madison, v.35, n.3, p.809-813, 1995.
- VIEIRA, R.D.; TEKRONY, D.M.; EGLI, D.B. Effect of drought and defoliation stress in the field on soybean seed germination and vigor. **Crop Science**, Madison, v.32, n.2, p.471-475, 1992.
- WEIL, R.R.; OHLROGGE, A.J. Components of soybean seed yield as influenced by canopy level and interplant competition. **Agronomy Journal**, Madison, v.68, n.4, p.583-587, 1976.