

Populações de plantas e estratégias de manejo de irrigação na cultura da soja

Plant population and irrigation management strategies in the soybean tillage

Rejane Cristina Roppa Kuss^I Osvaldo König^{II} Luiz Marcelo Costa Dutra^{III}
Rogério Antônio Bellé^{III} Samuel Roggia^I Glauber Renato Sturmer^I

- NOTA -

RESUMO

Este trabalho teve por objetivo verificar o efeito do manejo da irrigação e da população de plantas sobre o rendimento de grãos em soja semeada após a época recomenda. O experimento foi conduzido de janeiro a maio de 2005 na Universidade Federal de Santa Maria. O delineamento experimental utilizado foi blocos ao acaso com parcelas subdivididas e quatro repetições. Nas parcelas principais foram distribuídos três manejos de irrigação: 1) não-irrigado; 2) irrigado todo o ciclo; e 3) irrigado nos períodos críticos. Nas subparcelas foram distribuídas duas populações de plantas (250.000 e 400.000 plantas ha⁻¹). Para as plantas irrigadas todo o ciclo ou somente nos períodos críticos, o rendimento de grãos não diferiu entre as populações testadas. O rendimento de grãos das plantas não-irrigadas teve um incremento de 21% com o aumento da população de plantas para 400.000 plantas ha⁻¹.

Palavras-chave: irrigação, rendimento de grãos, *Glycine max* (L.) Merrill.

ABSTRACT

The objective of these experiments was to verify the effect of irrigation management and plant population on grain yield of soybean sown after recommends period. The experiment was conducted from January to May 2005 at Federal University of Santa Maria. The experiment design was randomized blocks with subdivided bits in fourth repetitions. In the main bits were distributed three irrigation management: 1) no irrigated; 2) irrigated all cycle; and 3) irrigated in critical periods. In subplot were distributed both plants populations (250.000 and 400.000 plants ha⁻¹). For the irrigated plants ll cycle or only in critical

periods, the grain yield did not differ between tried populations. The grain yield of no irrigated plants had an increment of 21% with the increase of plant population to 400.000 plants ha⁻¹.

Key words: irrigation, grain yield, *Glycine max* (L.) Merrill.

A soja tem sido usada como uma alternativa para rotação de culturas nas lavouras irrigadas, sendo, nestes casos, semeada principalmente após a época recomendada. Nessas condições, ela apresenta perdas de rendimentos por estar exposta a fatores que podem ser limitantes à produtividade da cultura. A possibilidade de irrigação e o ajuste no arranjo de plantas poderão amenizar eventuais prejuízos de uma semeadura tardia.

Os dois períodos mais sensíveis da soja à falta de água no solo são germinação e enchimento de grãos porque envolvem diretamente a formação dos componentes do rendimento (CUNHA & BERGAMASCHI, 1992; CASAGRANDE, 2001; EMBRAPA, 2002). Uma melhor distribuição do arranjo de plantas na área resulta em acréscimo do rendimento de grãos (THOMAS et al., 1998; PIRES et al., 2000) e está associada a vários fatores, como o melhor uso da água devido ao fechamento mais rápido do dossel vegetativo, o maior sombreamento do solo, a melhor distribuição de raízes, a redução da competição

^IDepartamento de Defesa Fitossanitária, Centro de Ciências Rurais (CCR), Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, RS, Brasil.

^{II}Departamento de Engenharia Rural, CCR, UFSM, Prédio 42, sala 3325. Av. Roraima, 1000, Camobi, 97105-900, Santa Maria, RS, Brasil. E-mail: okonig@gmail.com. Autor para correspondência.

^{III}Departamento de Fitotecnia, CCR, UFSM, Santa Maria, RS, Brasil.

intraespecífica, a maior habilidade na competição com plantas daninhas, a exploração uniforme da fertilidade do solo e a maior e mais rápida interceptação da radiação solar (RAMBO et al., 2004).

Este trabalho teve por objetivo verificar o efeito do manejo da irrigação e da população de plantas sobre o rendimento de grãos em soja cultivada em sistema tardio de semeadura.

O experimento foi conduzido de janeiro a maio de 2005, na Área Experimental do Colégio Politécnico da Universidade Federal de Santa Maria, cujas coordenadas geográficas são 29°42'S, 53°48'W e altitude de 95m. O clima do local é subtropical úmido, classe "Cfa", segundo a classificação de Köppen (MORENO, 1961). O solo da área pertence à Unidade de Mapeamento São Pedro, classificado como ARGISSOLO VERMELHO Distrófico arênico (EMBRAPA, 1999).

Foi semeada a cultivar "Coodetec 205" em 10 de janeiro de 2005 no Sistema Plantio Direto sobre palhada de aveia preta, com espaçamento de 0,5m entre linhas. A adubação foi feita com base nos resultados da análise química de solo. O delineamento experimental utilizado foi blocos ao acaso com parcelas subdivididas e quatro repetições. Nas parcelas principais foram distribuídos três manejos de irrigação: 1) não-irrigado, 2) irrigado todo o ciclo e 3) irrigado nos períodos críticos. Nas subparcelas foram distribuídas duas populações de plantas (250.000 e 400.000 plantas ha⁻¹). As subparcelas foram constituídas de cinco linhas de 6,0m de comprimento, espaçadas 0,5m, sendo a área útil constituída de três linhas centrais menos 0,5m como bordadura nas extremidades de cada linha. O espaçamento entre plantas na linha para 400.000 plantas ha⁻¹ foi de 0,025m e para 250.000 plantas ha⁻¹ foi de 0,04m.

Para a aplicação da irrigação, considerou-se como períodos críticos ao estresse hídrico a germinação-emergência (de 13 a 24 de janeiro) e o florescimento-enchimento de grãos (27 de fevereiro a três de maio). As irrigações foram realizadas com aspersores setoriais, com bocal de 6mm, diâmetro molhado de 12,0m, vazão de 1,03m³h⁻¹, operando com pressão de serviço de 3,0 atmosferas. O monitoramento das irrigações foi feito através da medida da tensão de água no solo através de tensiômetro com manômetro de Bourdon. Os tensiômetros foram instalados aos pares a 15 e 30cm de profundidade no solo, do seguinte modo: no tratamento sem irrigação, foi instalado um par de tensiômetros, nos tratamentos irrigados todo o ciclo foram instalados três pares, e, nos tratamentos irrigados nos períodos críticos, também foram instalados três pares, totalizando 14 tensiômetros na

área do experimento. As irrigações foram realizadas quando o potencial de água no solo atingia valores iguais ou maiores que 67kPa. A lâmina de irrigação aplicada baseou-se nos dados acumulados da evapotranspiração máxima da cultura, calculada pelo Método do Tanque Classe A, e nos valores das precipitações pluviais. Durante a realização do experimento ocorreu déficit hídrico entre 20 de fevereiro e seis de abril, que ocorreu simultaneamente ao período reprodutivo (florescimento em 27 de fevereiro e final do enchimento de grãos em 03 de maio).

A colheita da soja foi realizada aos 125 dias após a emergência, quando as plantas atingiram o ponto de maturação (21 de maio). Nesta ocasião, foram amostradas plantas em 0,5m de linha da área útil de cada subparcela para determinação dos componentes do rendimento e das características fisiológicas das plantas: número de legumes por planta, número de grãos por legume, peso médio de grãos, massa seca da parte aérea, rendimento biológico aparente (peso seco de ramos+peso da haste+peso de legumes com grãos) e índice de colheita (peso seco de grãos rendimento biológico aparente⁻¹). O restante da área útil de cada subparcela (7,25m²), foi colhido e usado para a determinação do rendimento de grãos. Para o cálculo do rendimento, a umidade dos grãos foi corrigida para 13%.

A análise estatística do experimento foi realizada no Programa "SOC/NTIA/Embrapa", determinando-se a análise da variância e teste de hipóteses para verificar a significância da interação e dos efeitos principais. Para cada variável analisada, as médias dos tratamentos foram comparadas por meio dos testes F e Tukey a 5% de probabilidade. Para a variável peso médio de grãos, a análise foi programada para amostragem na subparcela com 10 subamostras por repetição.

Houve interação fatorial significativa apenas para as variáveis rendimento de grãos, número de legumes por planta, massa seca da parte aérea e rendimento biológico aparente (Tabela 1). Para as demais variáveis, a interação entre estratégias de manejo da irrigação e populações de plantas não foi significativa.

Na população de 400.000 plantas ha⁻¹ o maior rendimento de grãos (3.397kg ha⁻¹) foi obtido no tratamento irrigado todo o ciclo. Na população de 250.000 plantas ha⁻¹, não houve diferença significativa entre o rendimento de grãos nos tratamentos irrigados todo o ciclo ou nos períodos críticos. Apenas as plantas não-irrigadas foram inferiores estatisticamente, com um decréscimo de rendimento de 26% comparativamente àquelas irrigadas todo ciclo. Esta diferença de rendimento deve-se ao déficit hídrico ocorrido durante

Tabela 1 – Rendimento de grãos, número de legumes por planta, número de grãos por legume, peso médio de grãos, massa seca da parte aérea, rendimento biológico aparente e índice de colheita da cultivar de soja “Coodetec 205”, em resposta a manejos de irrigação e populações de plantas, 2005. Santa Maria, RS.

População de plantas (plantas ha ⁻¹)	-----Estratégias de manejo de irrigação-----			Média
	Não irrigado	Todo ciclo	Períodos críticos	
	Rendimento de grãos (kg ha ⁻¹)*			
250.000	2.372 b B**	3.217 a A	2.869 a A	2.819
400.000	2.882 b A	3.397 a A	2.758 b A	3.013
Média	2.627	3.307	2.814	2.916
	Número de legumes planta ⁻¹ ***			
250.000	56,97 a A	57,44 a A	60,89 a A	58,43
400.000	26,63 b B	36,57 a B	30,50 a b B	31,23
Média	41,80	47,00	45,70	44,83
	Número de grãos legume ⁻¹ ****			
250.000	2,37	2,39	2,40	2,39 A
400.000	2,36	2,26	2,37	2,33 A
Média	2,36 a	2,32 a	2,38 a	2,36
	Peso médio de grãos (g)*****			
250.000	0,150	0,143	0,144	0,146 B
400.000	0,158	0,148	0,143	0,150 A
Média	0,154 a	0,146 b	0,143 b	0,148
	Massa seca da parte aérea (g m ⁻²)*****			
250.000	997,62 a A	1.078,72 a B	1.173,24 a A	1.083,19
400.000	921,09 b A	1.299,87 a A	1.063,23 b A	1.094,73
Média	959,36	1.122,48	1.190,00	1.088,96
	Rendimento biológico aparente (g 0,5m ⁻¹)*****			
250.000	249,40 a A	269,69 a B	293,31 a A	270,80
400.000	230,27 b A	324,97 a A	265,81 b A	273,68
Média	239,84	297,32	279,56	272,24
	Índice de colheita*****			
250.000	0,49	0,47	0,48	0,480 A
400.000	0,45	0,46	0,41	0,436 B
Média	0,468 a b	0,518 a	0,440 b	0,475

* População de plantas - cv: 6,76% e estratégias de manejo de irrigação - cv: 5,77%.

** Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância, maiúsculas comparam as populações de plantas na vertical e minúsculas comparam os manejos de irrigação na horizontal.

*** População de plantas - cv: 7,37% e estratégias de manejo de irrigação - cv: 7,43%.

**** População de plantas - cv: 7,92% e estratégias de manejo de irrigação - cv: 6,24%.

***** População de plantas - cv: 8,98% e estratégias de manejo de irrigação - cv: 8,98%.

***** População de plantas - cv: 7,69% e estratégias de manejo de irrigação - cv: 9,65%.

***** População de plantas - cv: 7,69% e estratégias de manejo de irrigação - cv: 9,65%.

***** População de plantas - cv: 7,38% e estratégias de manejo de irrigação - cv: 7,38%.

o ciclo da cultura. O fato de não haver diferença estatística entre o rendimento das plantas irrigadas todo o ciclo e das plantas irrigadas apenas nos períodos críticos, nessa população, se deve em função de que a lâmina de água aplicada apenas nos períodos críticos ter sido suficiente para garantir um bom rendimento de grãos dessa população de plantas.

Com relação ao rendimento de grãos (Tabela 1), não houve diferença significativa entre as populações de plantas tanto para as plantas irrigadas todo o ciclo quanto para as irrigadas nos períodos críticos. Já, para as plantas não irrigadas, houve diferença significativa

e o rendimento foi estatisticamente superior na população de 400.000 plantas ha⁻¹. No cultivo não-irrigado houve um acréscimo de 21% no rendimento de grãos com o aumento da população de plantas. Resultados semelhantes foram obtidos por NEJAD et al. (2004) ao testarem manejo da irrigação, cultivares e população de plantas. Para cultivares tardias não-irrigadas, estes autores verificaram que a população mais adequada foi a de 400.000 plantas ha⁻¹.

A diferença de rendimento entre as plantas não-irrigadas nas duas populações pode ser atribuída

à maior densidade de raízes que extraem água em maior profundidade no perfil do solo (CARLESSO, 1995). Nas plantas mais adensadas, há maior competição, o que leva as raízes a se aprofundarem e se espalharem mais no perfil do solo a procura de água, resultando em maior rendimento devido à maior extração de água e número de plantas.

A menor população de plantas apresentou o maior número de legumes por planta e não houve diferença entre os manejos de irrigação nesta população (Tabela 1). Segundo HEIFFIG (2002), o número de legumes por planta é o componente do rendimento de grãos que mais sofre influência da população de plantas e varia inversamente com a variação da população (PEIXOTO et al., 2000).

Como pode ser observado na tabela 1, em número de grãos por legume não houve diferença significativa entre os manejos da irrigação e as populações de plantas, mostrando forte regulação genética deste parâmetro. Segundo HEIFFIG (2002), o número de grãos por legume é uma característica tipicamente genética e que não sofre influência de tratamentos.

O maior peso médio de grãos foi observado nas plantas não-irrigadas, sendo que as plantas irrigadas durante todo o ciclo e nos períodos críticos não diferiram entre si. A população que apresentou o maior peso médio de grãos foi a de 400.000 plantas ha⁻¹. O fato de o peso médio de grãos ser maior nos tratamentos não-irrigados pode ser atribuído a uma certa tolerância de alguns genótipos ao déficit hídrico. Nestes tratamentos, a restrição hídrica causou maior abortamento de flores e legumes, que pode ser verificado pelo menor número de legumes por planta (Tabela 1), fazendo com que aqueles legumes que permaneceram na planta acumulassem mais massa seca em seus grãos do que, comparativamente, com plantas com maior número de legumes e grãos, onde é maior a demanda por fotoassimilados. CASAGRANDE et al. (2001) explicam este comportamento como sendo um mecanismo de tolerância à falta de água, objetivando direcionar o fluxo de compostos para os legumes que se apresentam mais adiantados no processo de desenvolvimento e que, em teoria, teriam maiores chances de produzir sementes viáveis.

A maior população de plantas com irrigação todo o ciclo apresentou a maior massa seca da parte aérea, diferindo dos demais manejos (Tabela 1). Em relação à população de 250.000 plantas ha⁻¹, a massa seca da parte aérea não diferiu estatisticamente entre

os manejos com irrigação. Nas plantas não-irrigadas e irrigadas somente nos períodos críticos, a massa seca da parte aérea não apresentou diferenças estatísticas entre as duas populações de plantas avaliadas. No entanto, quando irrigadas todo ciclo, a população maior apresentou maior valor, o que se deve em função do maior número de plantas por área, implicando maior acúmulo de massa seca, já que não houve restrição hídrica.

A avaliação do rendimento biológico aparente mostra indiretamente a eficiência na assimilação de CO₂, que está diretamente ligada com a obtenção de altos rendimentos. O maior rendimento biológico aparente foi obtido na população de 400.000 plantas ha⁻¹ irrigadas todo ciclo, que diferiu estatisticamente dos outros manejos da irrigação na mesma população de plantas.

O índice de colheita não diferiu entre as plantas irrigadas todo o ciclo e as plantas não-irrigadas. Estas, por sua vez, não diferiram das plantas irrigadas nos períodos críticos. Comparando as duas populações de plantas, o maior índice de colheita foi encontrado na menor população de plantas.

Para as plantas irrigadas, todo o ciclo ou somente nos períodos críticos, o rendimento de grãos não diferiu entre as populações testadas. O aumento da população para 400.000 plantas ha⁻¹ aumentou o rendimento de grãos da soja não-irrigada, podendo ser uma alternativa para reduzir as perdas por déficit hídrico em soja em sistema tardio de semeadura.

REFERÊNCIAS

- CARLESSO, R. Absorção de água pelas plantas: água disponível versus extraível e a produtividade das culturas. **Ciência Rural**, v.25, n.1, p.183-188, 1995.
- CASAGRANDE, E.C. et al. Expressão gênica diferencial durante déficit hídrico em soja. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v.13, n.2, p.168-184. 2001.
- CUNHA, G.R.; BERGAMASCHI, H. Efeitos da disponibilidade hídrica sobre o rendimento das culturas. In: BERGAMASCHI, H. et al. **Agrometeorologia aplicada à irrigação**. Porto Alegre: UFRGS, 1992. Cap.6, p.85-97.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412p.
- EMBRAPA. Exigências climáticas. In: EMBRAPA. **Tecnologias de produção de soja - Paraná - 2003**. Londrina: Embrapa Soja, 2002. Cap.1, p.28-30. (Sistemas de Produção; 2).
- HEIFFIG, L.S. **Plasticidade da cultura da soja (*Glycine max*, (L.) Merrill) em diferentes arranjos espaciais**. 2002. 81f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

MORENO, J.A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, Diretoria de Terras e Colonização, Secção de Geografia, 1961. 46p.

NEJAD, G.H.K. et al. Irrigation regimes and plant population density effects on seed yield, protein and oil content of tree soybean cultivars. **Turkish Journal of Field Crops**, v.9, n.2, 2004. Acesso em: 13 fev. 2006. On line. Disponível em: <<http://bornova.ege.edu.tr/~fcrops/dergi.doc>>.

PEIXOTO, C.P. et al. Épocas de semeadura e densidades de plantas de soja: I. Componentes da produção e rendimento de grãos. **Scientia Agrícola**, v.57, n.1, p.89-96, 2000.

PIRES, J.L.F. et al. Efeito de populações e espaçamentos sobre o potencial de rendimento da soja durante a ontogenia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, n.8, p.1541-1547, 2000.

RAMBO, L. et al. Estimativa do potencial de rendimento por estrato do dossel da soja, em diferentes arranjos de plantas. **Ciência Rural**, v.34, n.1, p.33-40, 2004.

THOMAS, A.L. et al. Rendimento de grãos de soja afetado pelo espaçamento entre linhas e fertilidade do solo. **Ciência Rural**, v.28, n.4, p.543-546, 1998.