



## **PRODUTIVIDADE DA ÁGUA E DE GRÃOS EM SOJA IRRIGADA POR ASPERSÃO CONVENCIONAL**

Fátima Cibele Soares<sup>1</sup>, Alessandra Machado Ferreira<sup>2</sup>, Ana Rita Costenaro Parizi<sup>3</sup>, Marcelo Dal Lomo Chuquel<sup>4</sup>, Jumar Luis Russi<sup>5</sup>

**RESUMO:** The objective of this work was to evaluate the water and grain productivity in the soybean crop, irrigated by conventional sprinkler. The work was conducted in the field at the Federal Institute Farroupilha - Campus Alegrete, in the agricultural year 2020/21. Sowing took place in December 2020 under a no-till system and followed the recommendations for sowing density and cultural treatments required by the crop. The experimental design used was entirely randomized containing four irrigation treatments (0, 50, 70, 100% of ET<sub>c</sub>), with nine replications each. At the end of the experiment, the crop yield components were analyzed and subsequently, the water productivity was obtained. The results observed in this study show that with increasing irrigation rates there is a linear decrease in water productivity, with the highest value observed in the rate with 0% ET<sub>c</sub> replacement, however, irrigation is essential, since there was a significant reduction in grain yield for non-irrigated treatment, so the highest value of grain production corresponded to the irrigation rate with 100% ET<sub>c</sub> replacement.

**PALAVRAS-CHAVE:** irrigação, eficiência do uso da água, produção.

## **WATER AND GRAIN YIELDS IN CONVENTIONAL SPRINKLER-IRRIGATED SOYBEANS**

**ABSTRACT:** The objective of this work was to evaluate the water and grain yields in soybean crops, irrigated by conventional sprinkler irrigation. The work was conducted in the field at the Instituto Federal Farroupilha - Campus Alegrete, in the 2020/21 crop year. Sowing occurred in December 2020 under a no-till farming system and followed the recommendations for sowing

<sup>1</sup> Prof. Doutora, Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), Av. Tiaraju, 810 – Ibirapuitã, CEP 97546-550, Alegrete, RS. Fone (55) 3421 8400. e-mail: fatimasoares@unipampa.edu.br

<sup>2</sup> Acadêmica de Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), Alegrete, RS

<sup>3</sup> Prof. Doutora, Instituto Federal Farroupilha (IFFar), Alegrete, RS

<sup>4</sup> Engenheira Agrícola, Alegrete, RS

<sup>5</sup> Prof. Doutor, Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), Alegrete, RS

density and cultural treatments required by the crop. The experimental design used was entirely randomized with four irrigation treatments (0, 50, 70, 100% of ET<sub>c</sub>), with nine repetitions each. At the end of the experiment, the yield components of the crop were analyzed and then the water yield was obtained. The results observed in this study show that with the increase of the irrigation layers, there is a linear decrease in water productivity, with the highest value observed in the layer with 0% replacement of ET<sub>c</sub>. However, irrigation is essential, since it was observed a significant reduction in grain yield for non-irrigated treatment, so the highest value corresponded to the blade of irrigation with the replacement of 100% of ET<sub>c</sub>.

**KEYWORDS:** irrigation, water use efficiency, production.

## INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor e exportador mundial com aproximadamente 135,9 milhões de toneladas milhões de toneladas produzidas na safra de 2020/21 (CONAB, 2021). Há cerca de quatro anos o Brasil ocupa o primeiro lugar no ranking internacional de produção de soja. Dono da maior extensão territorial destinada ao plantio do grão e das maiores plantações. (BASF, 2023). A utilização da irrigação para a soja é de extrema importância. O grão de soja é constituído por aproximadamente 90% de água em seu peso, a água atua em todos os processos do desenvolvimento da planta e rentabilidade (EMBRAPA, 2008). Um dos principais problemas ambientais enfrentados nas lavouras é o déficit hídrico que causa distúrbios nas plantas e tem um reflexo direto na produção (BARBOSA, 2017). A perda de produtividade de grãos em função da deficiência hídrica depende diretamente do estágio fenológico, duração e intensidade da escassez de água, sendo os períodos de floração e enchimento de grãos as mais exigentes em termos de necessidade hídrica, com exigência de 7 a 8 mm dia<sup>-1</sup> (GAVA, 2014).

O emprego da irrigação suplementar na fase crítica da cultura resulta em maior eficiência na conversão em massa de grãos de soja para cada mm de água aplicada via irrigação, sendo a estratégia preferencial para irrigação no período de chuvas (SILVA et al., 2020). Estratégias de irrigação são utilizadas para melhor eficiência do uso da água, visando boas produtividades sem que haja necessidade de elevar a quantidade de água durante o ciclo, dentro destas práticas de manejo enfatiza-se a irrigação deficitária que esta consiste em aplicar lâminas inferiores às necessidades hídricas da planta, com isso aumentando a produtividade da água. A produtividade da água é definida como a razão entre a quantidade produzida e a quantidade de água consumida para obter essa produção (PERRY et al, 2009). Dentro do exposto, o trabalho

teve como objetivo avaliar a produtividade da água e dos grãos na cultura da soja submetida em diferentes manejos hídricos.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido à campo em área experimental de Irrigação e Drenagem, cedida pelo Instituto Federal Farroupilha – Campus Alegrete, localizada nas coordenadas geográficas latitude 29°42'54.50''S e longitude 55°31'23.67''O. O solo é oriundo de um Argisolo Vermelho distrófico arênico (STRECK et al., 2008). De acordo com Classificação (Cfa Koppen) o local está situado a 121m acima do nível do mar, apresentando clima predominante subtropical, temperado quente e com as estações bem definidas. A semeadura foi realizada no mês de dezembro abrangendo o ano agrícola 2020/21, sob sistema de plantio direto e de acordo com às recomendações de densidade de semeadura exigidos pela cultura. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com quatro tratamentos contendo nove repetições cada. Os tratamentos de irrigação foram determinados com auxílio de reposição de lâminas da evapotranspiração da cultura, os tratamentos foram divididos em: Tratamento 1 (T1) – 100% da ETc, Tratamento 2 (T2) – 70% da ETc, Tratamento 3 (T3) - 50% da ETc e Tratamento 4 (T4) – 0% da ETc (testemunha).

As irrigações foram estabelecidas através de um sistema do tipo aspersão convencional. O manejo de irrigação aplicado foi via clima (quanto irrigar), com turno de rega estabelecido de cinco dias entre as irrigações. Quando as plantas atingiram a senescência e umidade própria para colheita, foram coletadas nove plantas de cada tratamento, estas foram levadas para a estufa em uma temperatura de 65° C e ficaram no período de 72 h, após foram obtidos os componentes agronômicos da produção de grãos (vagens planta<sup>-1</sup>, plantas m<sup>-2</sup>, grãos por vagens<sup>-1</sup>, peso médio do grão).

A produtividade de grãos (Pg) foi estimada pelo produto daqueles componentes e o fator de correção da produção de grão secos para produção de grãos com 13% de umidade (umidade de padrão ou de referência), expressa por:

$$Pg = 11,5 * \left( n^{\circ} \frac{\text{plantas}}{m^2} \right) * \left( n^{\circ} \frac{\text{vagens}}{\text{plantas}} \right) * n^{\circ} \text{ grãos} * \text{ peso médio do grão} \quad (1)$$

Onde: Pg: produtividade de grãos (kg ha<sup>-1</sup>); 11,5: Produto do fator de correção da produção para 13% de umidade do grão igual a 1,15 e o fator de transformação da produção de grãos (g m<sup>-2</sup>) para a produção de grãos kg ha<sup>-1</sup>.

A produtividade da água (PA), é definida como a razão entre a produção de grãos ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) atingida pela quantidade de água utilizada (mm), representada na equação 2.

$$PA = \frac{PG}{TAA} \quad (2)$$

Onde: PG: Produção de grãos ( $\text{kg ha}^{-1}$ ); TAA: Total de água aplicada durante o ciclo da cultura  $\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$ ).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos tratamentos T1, T2 e T3, o turno de rega estabelecido foi de cinco dias entre as irrigações, caso não houvesse precipitações. Para o T0 (testemunha,) foi aplicado apenas água da chuva.

Através da tabela 1 observa-se que foram realizadas 22 irrigações, em cada tratamento, a lâmina média aplicada foi de 12,15 mm e a irrigação total aplicada média de 200,54 mm. A precipitação pluviométrica total foi de 418 mm e a média do total de água aplicado, durante todo o ciclo da cultura, foi de 618,54 mm.

**Tabela 1.** Número de irrigações, lâmina média aplicada, lâmina de irrigação total, precipitação pluviométrica e total de água aplicado para as diferentes doses de irrigação, na cultura da soja.

Tratamentos de irrigação (% da Etc)	Nº de irrigações	Lâmina média aplicada (mm)	Lâmina de irrigação total (mm)	Precipitação pluviométrica (mm)	Total de água aplicado (mm)
T1 100% Etc	22	17,15	377,50	418	795,5
T2 70 % Etc	22	10,72	235,93	418	653,93
T3 50% Etc	22	8,57	188,75	418	606,75
T4 0% Etc	0	0,00	0,00	418	418,00
Média	22	12,15	200,54	418	618,54

De acordo com (EMBRAPA, 2008) a necessidade hídrica da cultura varia entre 400 a 800 mm, o tratamento com irrigação em sequeiro obteve 418 mm, ou seja, poderia desenvolver-se bem, porém houve a necessidade da utilização da técnica de irrigação, uma vez em que, as chuvas foram desregulares durante o ciclo.

A variável produtividade de grãos (PG)  $\text{kg ha}^{-1}$  obteve diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre os tratamentos de irrigação. A ANOVA para esta variável pode é analisado na tabela 2.

O ápice da produtividade de grãos ocorreu no tratamento com reposição de 100% da Etc com  $5372,2 \text{ kg ha}^{-1}$ , seguido pelo tratamento com reposição de 70% da Etc que produziu  $4974,19 \text{ kg ha}^{-1}$ . O tratamento sem irrigação foi o que apresentou a menor produtividade, com

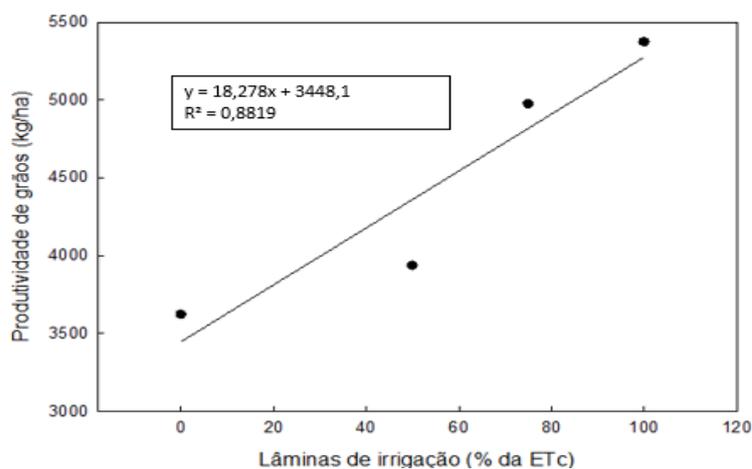
3936,4 kg ha<sup>-1</sup>. Corroborando com estes resultados, (GOMES, 2011) avaliou a produtividade grãos na cultura da soja em diferentes manejos hídricos no município de Santiago – RS e observou que a menor produção de grãos verificada foi de 2.526,1 kg ha<sup>-1</sup>, que correspondeu ao tratamento com 0% onde não ocorreu irrigação suplementar e a maior produção de grãos foi de 3.784,1 kg ha<sup>-1</sup>, que corresponde ao tratamento de 100% de reposição de lâmina, onde foi aplicado 217,22 mm de irrigação suplementar, tendo um total de 630,22 mm de água com a precipitação mais a irrigação.

**Tabela 2.** Análise de variância para a produtividade de grãos total kg ha<sup>-1</sup> na cultura da soja.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr> Fc
Lâminas	3	50755977.59	16918659.19	3,98	0,01
Repetição	8	33330585.53	4885073,33	0,982	0,47
erro	24	101793107.32	306027,27		
Total	35	185879670.45			
CV (%)	42,02				
Média geral	4901,71		Número de observações	36	

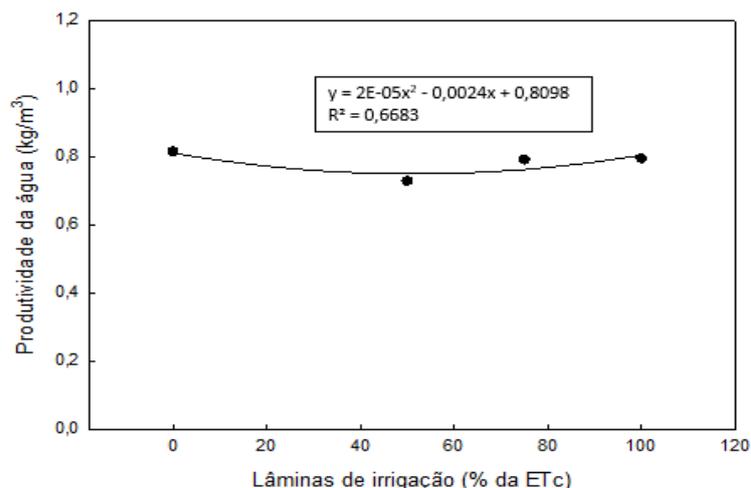
Através da figura 1 observa-se que ocorre um acréscimo na produção de grãos de soja, em função do aumento das lâminas de irrigação.

A aplicação da irrigação influenciou diretamente na produção de grãos na cultura da soja, onde a maior reposição de lâmina obteve a máxima produção de grãos na cultura, apresentando um comportamento linear crescente de acordo com as lâminas aplicadas. Os tratamentos de manejo com déficit hídrico influenciaram diretamente no rendimento da cultura, pois, a menor lâmina total aplicada ocasionou na menor produção de grãos.



**Figura 1.** Produtividade de grãos kg ha<sup>-1</sup> em função das lâminas aplicadas.

Na figura 2 é apresentado a produtividade da água (kg m<sup>-3</sup>). Observou-se valores de produtividade de 0,86, 0,64, 0,76 e 0,67 kg m<sup>-3</sup>, nos tratamentos com reposição de 0, 50, 70 e 100% da ETc, respectivamente. A produtividade da água apresentou tendência de decréscimo com o aumento das lâminas de irrigação.



**Figura 2.** Produtividade da água kg m<sup>-3</sup> em função das lâminas de irrigação na cultura da soja.

Os resultados encontrados neste estudo corroboram com (GOMES, 2011), em que observou que a eficiência do uso da água obteve um crescimento até a estratégia de irrigação de 50% de reposição da ETc, para a produção de grãos e observou-se que as estratégias de irrigação de 75% e 100% de ETc, estratégias estas que apresentaram os maiores valores de total de água aplicado obtiveram os menores valores de eficiência do uso da água.

A lâmina encontrada que corresponde a mínima eficiência técnica da cultura corresponde a 60% de reposição da ETc, com 0,74 kg m<sup>-3</sup>, resultando na maior eficiência do uso da água em m<sup>3</sup> para a produção em kg ha<sup>-1</sup> de grãos da cultura, entretanto, não correspondendo com maior produção de grãos observados no estudo. Estes resultados corroboram com (CONCEIÇÃO, 2016) em experimento com cultivo do feijão em casa de vegetação observou que a produtividade da água apresentou comportamento linear decrescente conforme o incremento das lâminas de irrigação, ou seja, o maior valor de 1,13 kg m<sup>-3</sup> foi obtido no tratamento com menor reposição da lâmina (25% da ETc), que coincidiu com a menor produção de grãos obtida. Resultados semelhantes foram observados por (FERREIRA et al., 2021) que conduziram experimento com milho irrigado obteve a resposta da produtividade da água foi maior nos tratamentos com menores reposição de lâminas (50 e 75% da ETc) que apresentaram produtividade da água equivalentes a 2,16 e 2,09 kg m<sup>-3</sup>.

Neste estudo, a maior produtividade da água encontrada correspondeu ao tratamento em sequeiro, obtendo maior rendimento em grãos por m<sup>3</sup> de água aplicado, entretanto, o tratamento que correspondeu a maior eficiência do uso da água não correspondeu ao tratamento com maior produção de grãos.

## CONCLUSÕES

A técnica da irrigação é essencial, uma vez em que ocorreu uma redução significativa na produção de grãos no tratamento não irrigado, sendo estas reduções devidas a ocorrências de períodos ocasionados por distribuição irregular das chuvas.

A técnica da irrigação suplementar demonstrou-se viável economicamente, entretanto, a maior produtividade de grãos não correspondeu a maior eficiência técnica para a cultura da soja.

A lâmina encontrada que corresponde a mínima eficiência técnica da cultura corresponde a 60% de reposição da ETc, com 0,74 kg m<sup>-3</sup>, resultando na maior eficiência do uso da água em m<sup>3</sup> para a produção em kg ha<sup>-1</sup> de grãos da cultura.

O uso da técnica da irrigação, na região, se faz necessária uma vez que as precipitações pluviométricas são desuniformes, o que acarreta déficit hídricos em certos estágios fenológicos da cultura.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARBOSA, L. A. **Limite crítico do potencial hídrico da soja durante os estádios vegetativo e reprodutivo**. 2017. 91 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2017. DOI <http://doi.org/10.14393/ufu.di.2017.539>.

BASF - BADISCHE ANILIN & SODA FABRIK. **Quais são os três países maiores produtores de soja do mundo?**. Disponível em <<https://agriculture.basf.com/br/pt/conteudos/cultivos-e-sementes/soja/maiores-produtores.html>>. Acesso em: jul. 2023.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Último levantamento da safra 2020/21 confirma redução na produção de grãos**. Disponível em <<https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/4234-ultimo-levantamento-da-safra-2020-21-confirma-reducao-na-producao-de-graos>>. Acesso em: jul. 2023.

CONCEIÇÃO, C. G. **Análise do crescimento e produtividade econômica do feijoeiro irrigado na região de Alegrete-RS**. 2016. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 2016. Disponível em: <<http://repositorio.ufsm.br/handle/1/11371>>. Acesso em: 25 out. 2020.

EMBRAPA. **Tecnologias de produções de soja: região central do Brasil**. Londrina: Embrapa Soja: Embrapa Cerrados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2008.

FERREIRA, A. M. F.; PARIZI, A. R. C.; GOMES, A. C. DOS S.; CHUQUEL, M. D. L.; SEGABINAZZI, E. M.; SARTURI PONTE, V. H. DESEMPENHO PRODUTIVO E RETORNO ECONÔMICO DO MILHO IRRIGADO POR ASPERSÃO. **IRRIGA**, [S. l.], v. 1, n. 2, p. 381–396, 2021. Disponível em: <<https://200.145.140.50/index.php/irriga/article/view/4144>>. Acesso em: jul. 2023.

GAVA, R. **Os efeitos do estresse hídrico na cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill)**. 2014. Tese (Doutorado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”.

GOMES, A. C. DOS S. et al. **Estudo experimental e simulado da cultura da soja em função de diferentes níveis de irrigação**. 2011. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Maria.

PERRY, C.; STEDUTO, P.; ALLEN, R. G.; BURT, C. M. Increasing productivity in irrigated agriculture: Agronomic constraints and hydrological realities. **Agricultural Water Management**, v. 96, p. 1517–1524, 2009.

SILVA, L. P.; BATTISTI, R.; KNAPP, F. M.; SANTOS, T. G.; ALVES JUNIOR, J. Estimativa da produtividade de soja usando irrigação na época das chuvas no bioma Cerrado. **Agrometeoros**, v. 28, e026702, 2020.

STRECK, E. V.; KÄMPF, N.; DALMOLIN, R. S. D.; KLAMT, E.; NASCIMENTO, P. C.; GIASSON, E.; PINTO, L. F. S. **Solos do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Emater-RS, 2008.