

ESTRATÉGIAS DE MANEJO O AUMENTO DA PRODUTIVIDADE DA SOJA NA REGIÃO CENTRAL DO RS

Data de submissão: 04/07/2023

Data de aceite: 01/08/2023

Bruno Luan da Rosa Machado

Universidade Federal de Santa Maria
Campus Cachoeira do Sul
Cachoeira do Sul – Rio Grande do Sul
<https://orcid.org/0000-0002-3068-0479>

Zanandra Boff de Oliveira

Universidade Federal de Santa Maria
Campus Cachoeira do Sul
Cachoeira do Sul – Rio Grande do Sul
<https://orcid.org/0000-0003-3422-8452>

Alberto Eduardo Knies

Universidade Estadual do Rio Grande do
Sul Unidade Cachoeira do Sul
Cachoeira do Sul – Rio Grande do Sul
<https://orcid.org/0000-0003-4895-8624>

Eduardo Leonel Bottega

Universidade Federal de Santa Maria
Campus Cachoeira do Sul
Cachoeira do Sul – Rio Grande do Sul
<https://orcid.org/0000-0003-4035-6880>

Ezequiel Saretta

Universidade Federal de Santa Maria
Campus Cachoeira do Sul
Cachoeira do Sul – Rio Grande do Sul
<https://orcid.org/0000-0002-3893-3813>

contribuam para o aumento da produtividade da soja são relevantes diante do atual cenário do agronegócio brasileiro em que está cultura destaca-se como a principal cultura anual de primavera-verão. Com esse estudo, objetivou-se avaliar a produtividade de três cultivares de soja, cultivadas em duas densidades de semeadura, nos regimes hídricos irrigado e sequeiro, para o ano agrícola 2021/22 em Cachoeira do Sul – RS. O experimento foi realizado a campo, na Estação Agronômica Uergs, em solo bem drenado. O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso no esquema fatorial (3x2x2), com quatro repetições. Sendo o fator A as cultivares: i) BMX Raio IPRO, ii) BMX Zeus IPRO e iii) BMX Garra IPRO; o fator B as densidade de semeadura: i) 14 plantas m⁻¹ linear (311.100 plantas ha⁻¹) ii) 20 plantas m⁻¹ linear (444.400 plantas ha⁻¹) e o fator C os regimes hídricos: i) com irrigação suplementar ii) sem irrigação (sequeiro). O espaçamento entrelinhas de cultivo foi de 45 cm. A irrigação suplementar foi realizada para a partir do balanço hídrico da cultura por um sistema de aspersão. No regime hídrico irrigado as cultivares Zeus e Raio foram as mais produtivas (média de 5344,7 kg ha⁻¹) com a densidade de semeadura de 20 plantas m⁻¹ e no regime

RESUMO: Estratégias de manejo que

hídrico de sequeiro as cultivares Zeus e Garra foram as mais produtivas (média de 2927,3 kg ha⁻¹), sem influência da densidade de semeadura. A irrigação suplementar proporcionou um incremento médio de produtividade para as duas densidades de semeadura de 198% (cultivar Raio), 72 % (cultivar Garra) e de 51 % (cultivar Zeus).

PALAVRAS-CHAVE: Densidade de semeadura, *Glycine max*, Irrigação.

MANAGEMENT STRATEGIES THE INCREASE IN SOYBEAN PRODUCTIVITY IN THE CENTRAL REGION OF RS

ABSTRACT: Management strategies that contribute to increasing soybean productivity are relevant in view of the current scenario of Brazilian agribusiness in which this crop stands out as the main annual spring-summer crop. The objective of this study was to evaluate the productivity of three soybean cultivars, cultivated at two sowing densities, in irrigated and dryland water regimes, for the 2021/22 agricultural year in Cachoeira do Sul - RS. The experiment was carried out in the field, at the Uergs Agronomic Station, in well-drained soil. The experimental design used was randomized blocks in a factorial scheme (3x2x2), with four replications. Being factor A the cultivars: i) BMX Raio IPRO, ii) BMX Zeus IPRO and iii) BMX Garra IPRO; factor B sowing density: i) 14 plants m⁻¹ linear (311,100 plants ha⁻¹) ii) 20 plants m⁻¹ linear (444,400 plants ha⁻¹) and the factor C water regimes: i) with supplementary irrigation ii) without irrigation (rainfed). The row spacing was 45 cm. Supplementary irrigation was performed based on the water balance of the crop using a sprinkler system. In the irrigated water regime, the Zeus and Raio cultivars were the most productive (average of 5344.7 kg ha⁻¹) with a sowing density of 20 plants m⁻¹ and in the rainfed water regime, the Zeus and Garra cultivars were the most productive (average of 2927.3 kg ha⁻¹), without influence of sowing density. Supplementary irrigation provided an average yield increase for the two sowing densities of 198 % (Raio cultivar), 72 % (Garra cultivar) and 51 % (Zeus cultivar).

KEYWORDS: Seeding density, *Glycine max*, Irrigation.

INTRODUÇÃO

No cenário agrícola com o avanço tecnológico e sistemas de produção evoluídos aliados à sua alta rentabilidade e diversas aplicações da cultura da soja, ela se tornou uma das commodities mais cultivada no mundo. Segundo a USDA (2023), na safra de 2021/2022 a produção mundial da oleaginosa foi de 358.140 milhões de toneladas com uma área plantada com cerca de 131.07 milhões de hectares. O Rio Grande do Sul é o terceiro estado mais produtor do país com 9.727 milhões de toneladas, sendo uma área cultivada de 6.358 milhões de hectares (EMBRAPA 2023). O município de Cachoeira do Sul, onde foi realizado este estudo, apresentou uma produção na safra de 21/22 de 341.998 toneladas de soja em 105.800 hectares cultivadas (IBGE 2023).

A produção de soja é uma das atividades econômicas que mais têm apresentado crescimento significativo nas últimas décadas que pode ser atribuído a vários fatores, incluindo: desenvolvimento e estruturação de um mercado internacional relacionado

a comercialização de produtos do complexo agroindustrial da soja; a consolidação oleaginosa como importante fonte de proteína vegetal, principalmente para atender as crescentes demandas do setor produtivo produtos de origem animal; a geração e entrega de tecnologias que permitiu a expansão da exploração da soja para diferentes regiões do país mundo (EMBRAPA, 2014). Segundo Cagnin (2022), embora as grandes conquistas no âmbito econômico e tecnológico, a cultura da soja ainda enfrenta muitos desafios, com destaque fatores climáticos.

A produtividade agrícola sempre está sujeita a ação de adversidades climáticas, tais como, temperaturas elevadas ou baixas, pouca luminosidade e excesso ou falta de chuvas, onde a escassez de chuva é o fator mais limitante para a produção de soja (FIOREZE et al., 2011). São comuns perdas anuais em produtividade devido à falta de chuva durante o ciclo da cultura, principalmente na região Sul do Brasil (SILVA, 2013). Nas áreas não irrigadas no Rio Grande do Sul, a variabilidade das chuvas tem sido apontada como a principal causa das oscilações de rendimento na produtividade de grãos (BERGAMASCHI et al., 2004). Para soja atingir bons resultados de produtividade a disponibilidade de água é um dos fatores mais importantes. Portanto, dependendo das condições climáticas do local, são necessários entre 450 e 800 mm de água no solo durante o ciclo fenológico da oleaginosa (DOORENBOS; KASSAN, 1994). De acordo com Oliveira et al. (2021), a produtividade da soja pode ter ganhos médios de aproximadamente 37% com a irrigação suplementar, chegando a um rendimento de 6757,5 kg ha⁻¹ na região de Cachoeira do Sul - RS.

Almejando a alta produtividade, é importante destacar a interação entre ambiente de produção, planta e manejo. As práticas de manejo afetam diretamente o rendimento da soja, dentre elas a época de semeadura, a escolha da cultivar com seu respectivo grupo de maturidade relativa (GMR), espaçamentos e densidades de semeadura (MAUAD et al, 2010). O GMR da soja, compreende-se como a duração do ciclo de desenvolvimento, portanto, o número de dias que a cultura leva para chegar à sua maturação fisiológica (ALLIPRANDINI et al., 2009). Isso é definido pela resposta ao fotoperíodo e temperatura, o nível de sensibilidade depende da cultivar, sendo assim, as cultivares de soja são classificados em relação ao seu ciclo e quanto maior o GMR maior é o ciclo e vice-versa.

É necessário coincidir densidade de semeadura e duração do ciclo de desenvolvimento (KANTOLIC et al., 2013). Também, a densidade de semeadura é um dos principais fatores que provocam a quebra de produtividade (TAGLIAPIETRA et al 2021). Tendo em vista, a interação entre densidade de semeadura, cultivar e disponibilidade hídrica, com esse estudo, objetivou-se avaliar a produtividade de três cultivares de soja cultivadas em duas densidades de semeadura (311.10 e 444.40 plantas ha⁻¹), nos regimes hídricos (irrigado e sequeiro) para o ano agrícola 2021/22 em Cachoeira do Sul – RS.

METODOLOGIA

O experimento foi realizado a campo, durante o ano agrícola 2021/22, utilizando a cultura da soja (*Glycine max*) na Estação Agronômica da Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS), localizada no distrito de Três Vendas no município de Cachoeira do Sul (29°53' S e 53° 00' W, altitude de 125 m), na depressão central do estado. O clima, segundo Köppen, é definido como subtropical úmido (Cfa), predominante na região Sul. O solo da área experimental foi classificado como Argissolo Vermelho distrófico típico (EMBRAPA, 2013).

O experimento foi conduzido em delineamento experimental de blocos ao acaso no esquema fatorial (3x2x2), com quatro repetições. Sendo o fator A constituído pelas cultivares utilizadas: i) BMX Raio IPRO (Raio), ii) BMX Zeus IPRO (Zeus) e iii) BMX Garra IPRO (Garra); o fator B pelas densidade de semeadura: i) 311.10 plantas ha⁻¹(14plantas m⁻¹ linear) ii) 444.40 plantas ha⁻¹ (20 plantas m⁻¹ linear) e o fator C pelos regimes hídricos: i) com irrigação suplementar ii) sem irrigação (sequeiro). O espaçamento entrelinhas de cultivo foi de 45 cm. Os GMR das cultivares são de 5.0, 5.5 e 6.3 respectivamente, para as cultivares Raio, Zeus e Garra.

A semeadura foi realizada no dia 29 de novembro utilizando um conjunto trator (Massey Ferguson MF4275) – semeadora (Massey Ferguson MF 407, 7 linhas), com o sistema de plantio direto sobre a cultura do trigo. O manejo da cultura e os devidos tratamentos seguiram as recomendações agronômicas adequadas para a cultura da soja.

O sistema de irrigação foi de aspersão convencional (aspersores do modelo Agropolo NY 25), instalados com espaçamento de 12x12 m, operando a uma taxa de 12 mm h⁻¹. A estrutura de irrigação constou de uma moto bomba de 7 cv, tubulação principal com diâmetro de 75 mm e tubulação secundária de 50 mm.

O manejo de irrigação foi realizado a partir do balanço hídrico da cultura para manter o armazenamento de água no solo com uma fração de esgotamento próximo de 40% da capacidade de água disponível (CAD). Sendo a CAD de 101, 04 mm na profundidade de exploração do sistema radicular da soja de 0 a 60 cm, pois, a umidade volumétrica da capacidade de campo (CC) é de 0,3184 cm³ cm⁻³ e ponto de murcha permanente (PMP) é de 0,15 cm³ cm⁻³ no perfil do solo.

O cálculo de balanço hídrico considerou como entrada as chuvas e as irrigações suplementares de água no sistema, porém, quando a lâmina de água da chuva superou a capacidade de água disponível real para a cultura, o valor excedente foi considerado como perda por escoamento superficial e percolação no perfil do solo. A saída de água do sistema é a evapotranspiração da cultura (ETc), baseada na metodologia proposta por Allen et al. (1998). A evapotranspiração de referência (ETo), utilizada para calcular a ETc, através dos dados meteorológicos obtidos por uma estação meteorológica automática localizada no Campus da UFSM em Cachoeira do Sul próxima ao local do experimento. Desta mesma

estação serão apresentados dados de temperatura e radiação solar observados ao longo do ciclo de desenvolvimento da cultura.

O ajuste do valor de K_c (simples), utilizado para o cálculo da ET_c , foi realizado conforme Allen et al. (1998), utilizando fração de cobertura do dossel (F_c) como indicativo da inflexão da curva do K_c . Para o valor de F_c foi utilizado um aplicativo (Canopeo), desenvolvido pela Universidade de Oklahoma, USA. O valor de F_c é dado pelo aplicativo através de uma análise que ele faz de imagens da cultura, fornecidas pelo usuário. As imagens utilizadas foram coletadas a 1,5 m de altura em relação ao nível do solo. Realizaram-se também avaliações fenológicas para o acompanhamento do ciclo de desenvolvimento da cultura.

Para a aferição do balanço hídrico, o monitoramento da CAD foi realizado a partir do primeiro decêndio de janeiro, quando foi possível operacionalizar o sistema. A CAD obtida (Figura 1), denominada CAD atual (umidade volumétrica observada - umidade volumétrica no PMP) foi determinada por meio da umidade volumétrica do solo obtida utilizando um conjunto FDR (Reflectometria no domínio de frequência, Campbell Scientific), constituído por sensores cujas hastes possuem 30 cm, sendo estes instalados em pares em duas profundidades: de 0 -30 cm e de 30 - 60 cm de profundidade no perfil do solo, um em área irrigada e outro em área não irrigada.

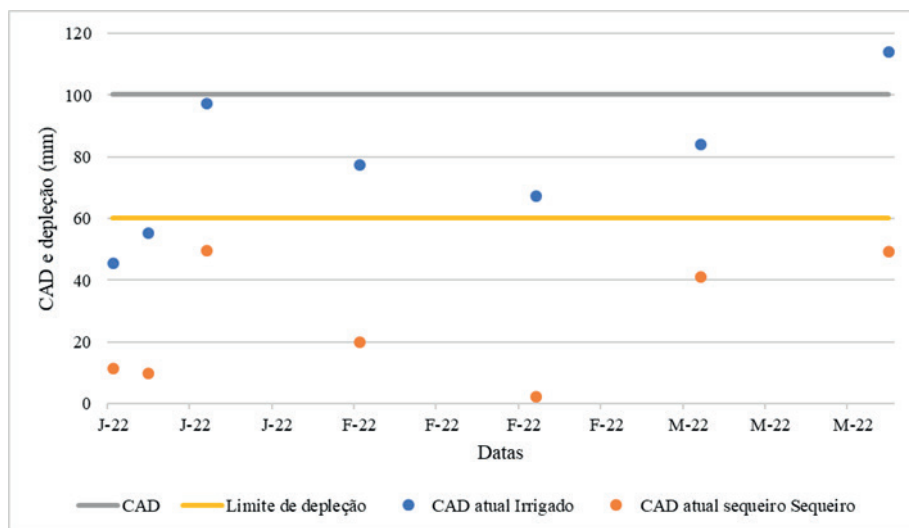


Figura 1 - Armazenamento de água no solo (CAD), limite de esgotamento e CAD atual na área irrigada e não irrigada.

A colheita das plantas foi realizada de forma manual na região central de cada parcela experimental (4 m²) e, conseqüentemente, foi feita a contagem das plantas, além da trilha, limpeza, determinação de umidade dos grãos e pesagem. O peso obtido foi corrigido para uma umidade de 13% e extrapolado para um hectare (kg ha⁻¹) desta mesma

amostra obteve-se o peso de mil grãos (PMG) a partir de 4 repetições de 100 grãos. Ainda, para definir os componentes de rendimento, foram colhidas oito plantas por parcela, as quais foram processadas manualmente, se analisando o número de vagens por planta e o número de grãos por vagem. As cultivares Raio (irrigada e sequeiro) e Zeus (irrigada) foram colhidas no dia 14/04/2022, as cultivares Zeus (sequeiro) e Garra (irrigada e sequeiro) no dia 27/04/2022.

As variáveis repostas obtidas foram submetidas à análise do software Sisvar, sendo elas: vagem por planta, grãos por viagem e peso de mil grãos (g) e produtividade (kg ha^{-1}). Esses dados foram submetidos à análise da variância pelo teste F e análise complementar do teste “Tukey” (tratamentos qualitativos) em nível de 5% de probabilidade de erro.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Figura 2 apresenta o balanço hídrico da cultura da soja irrigada. Percebe-se a distribuição irregular e baixas quantidades de chuvas durante todo o ciclo da cultura, evidenciando o período de estabelecimento da cultura (entre 30/11 e 14/12) e a floração (entre 11 e 25/jan), que são períodos críticos ao déficit hídrico.

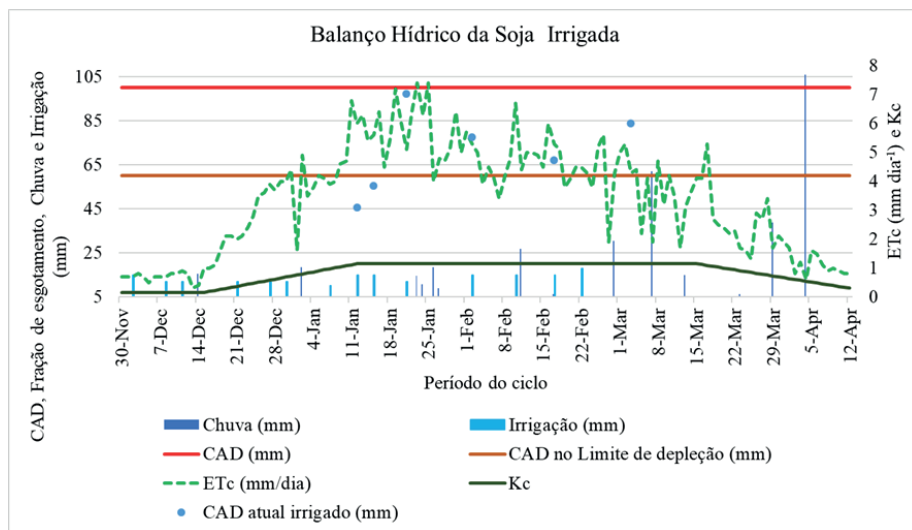


Figura 2 - Parâmetros do balanço hídrico da cultura da soja irrigada no ano agrícola 2021/22.

A distribuição irregular e baixas quantidade das chuvas podem influenciar diretamente nos componentes de rendimento da cultura, pois na fase de estabelecimento reduz o estante de plantas e, na fase de floração impacta no número de vagens plantas⁻¹. Sendo assim, para manter a capacidade de água no solo em níveis desejados, foram realizadas 14 irrigações suplementares, conforme demonstra a Figura 3. A quantidade e

frequência de chuvas aumentou no final de fevereiro e início de março, período em que as plantas estavam na fase de enchimento de grãos, tendo uma contribuição assim, para a recuperação parcial na produtividade da soja de sequeiro (aumento no PMG). A irrigação suplementar na cultura da soja pode aumentar significativamente a sua produtividade e estabilizar a produção agrícola, especialmente durante anos de escassez hídrica no Rio Grande do Sul (MONTROYA et al., 2017). Segundo Couto (2003), a produtividade da agricultura irrigada pode chegar a 2,4 vezes superior que a agricultura de sequeiro. Durante a safra 2021/2022 houve a presença da La Niña, pelo segundo ano consecutivo, trazendo períodos de estiagem e déficit hídrico ao Rio Grande do Sul (IRGA, 2022).

Outros fatores ambientais importantes para a cultura da soja, são a temperatura e a radiação solar (Figura 3). Observa-se que a temperatura ultrapassou muitas vezes o valor de 30°C tido como referência para um bom desenvolvimento da cultura da soja, sendo assim, a temperatura ideal é entre 20 e 30°C para a germinação, estabelecimento e desenvolvimento da cultura, onde temperaturas superiores ou inferiores afetam significativamente esses parâmetros. A radiação global passa a decrescer a partir de janeiro, sendo uma característica climática da região de estudo (Latitude de 30° S). De acordo com Zanon et al. (2018) com a adequação da época de semeadura, é possível ajustar o período crítico da cultura (reprodutivo) ao período de maior radiação solar disponível e, assim, aumentar o potencial de produtividade. Assim, a semeadura na data realizada (30/11) contribui para a maximização desta variável ambiental.

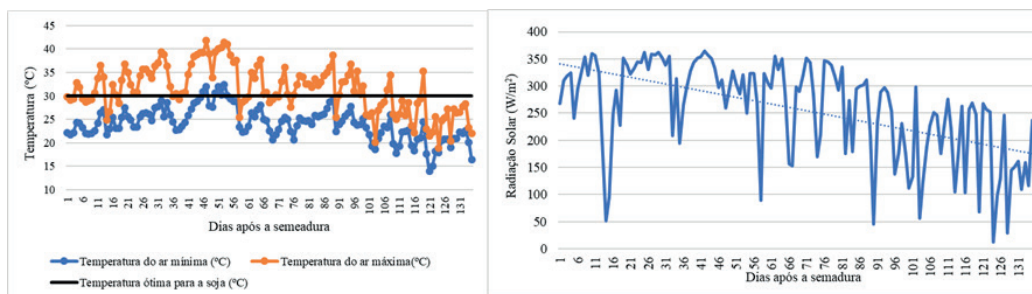


Figura 3 - Temperatura e radiação solar global para o período de condução do experimento.

Os fatores de estudo: densidade de semeadura, regime hídrico e as cultivares escolhidas, promoveram diferenças significativas nas variáveis repostas, conforme demonstra a Tabela 1. Sendo que, apenas para o número de grãos $vagem^{-1}$ não houve interação entre os fatores e as diferenças são entre as cultivares sem impactos da densidade de semeadura e regime hídrico. O valor médio de grãos $vagem^{-1}$ foi de 1,8, 2,3 e 2,2 para as cultivares Raio, Zeus e Garra, respectivamente. Conforme Mundstock; Thomas (2005), grãos por vagem é um componente de rendimento que está associado principalmente à genética de cada cultivar.

Valor do F calculado				
Fonte de Variação	Vagem planta ⁻¹	Grão vagem ⁻¹	PMG	Produtividade
A	43,01*	36,14*	31,89*	12,6*
B	96,71*	3,59 ^{ns}	62,05*	181,65*
C	10,55*	0,31 ^{ns}	4,62*	0,84 ^{ns}
AxB	16,58*	0,27 ^{ns}	3,48*	10,7*
AXC	3,69*	1,89 ^{ns}	7,86*	0,29 ^{ns}
BXC	7,41*	0,16 ^{ns}	9,57*	0,08*
AXBXC	0,01 ^{ns}	2,79 ^{ns}	15,19*	0,14 ^{ns}
Repetição	1,20 ^{ns}	0,23 ^{ns}	1,08 ^{ns}	0,14 ^{ns}
CV (%)	25,4	13,07	4,57	16,23

Em que: A: cultivar; B: irrigação; C: densidade de sementeira; PMG = peso de mil grãos; CV = coeficiente de variação; * significativo e ^{ns} não significativo pelo teste “F” em nível de 5% de probabilidade de erro.

Tabela 1 - Resumo da análise da variância (valor do F calculado) para as variáveis respostas.

Na Tabela 2, o desdobramento dos fatores analisados para vagens por plantas mostra que a cultivar Zeus na densidade de sementeira de 20 plantas m⁻¹ foi a que apresentou o maior número de vagens planta⁻¹.

Vagem planta ⁻¹				
		Densidade de sementeira		
		14 pl/m	20 pl/m	
Cultivar				
Raio		26,3	bB*	38,1 bA
Zeus		45,4	aB	52,8 aA
Garra		29,3	bA	28,6 cA
		Regime hídrico		
	Cultivar	Irrigado	Sequeiro	
	Raio		49,0 aA	16,3 cB
	Zeus		56,5 aA	42,1 aB
	Garra		32,8 bA	24,3 bB
		Regime hídrico		
	Dens. Sem	Irrigado	Sequeiro	
	14 pl/m		40,4 bA	26,9 aB
	20 pl/m		51,8 aA	27,9 aB

*Em que: letras minúsculas comparam as cultivares para uma mesma densidade de sementeira ou mesmo regime hídrico e letras maiúsculas comparam a densidade de sementeira ou o regime hídrico para uma mesma cultivar.

Tabela 2 - Desdobramento da interação para vagem planta⁻¹.

Houve um incremento significativo em neste componente de rendimento (Tabela

2) com a irrigação para todas as cultivares, sendo este maior para as cultivares mais precoces Raio e Zeus, que por apresentarem ciclo mais curto chegaram em estágio de floração no período de elevada temperatura e poucas chuvas floração (entre 11 e 25/jan) (Figuras 2 e 3). No regime hídrico irrigado, há um acréscimo no número de vagem por planta quando aumentou a densidade de sementeira de 14 para 20 plantas m⁻¹. Sendo assim, corroborando com Petter et al. (2016.) onde as densidades maiores proporcionam os melhores resultados em relação a produtividade de grãos na cultura da soja.

O PMG (Figura 4) apresentou o valor mais elevado de 267,6 g para a cultivar Zeus no regime hídrico de sequeiro e na maior densidade de sementeira avaliada (Figura 4 A). Peixoto et al. (2000) observou um aumento para essa variável em função do aumento a densidade de sementeira corroborando com os resultados obtidos (Figura 4 C).

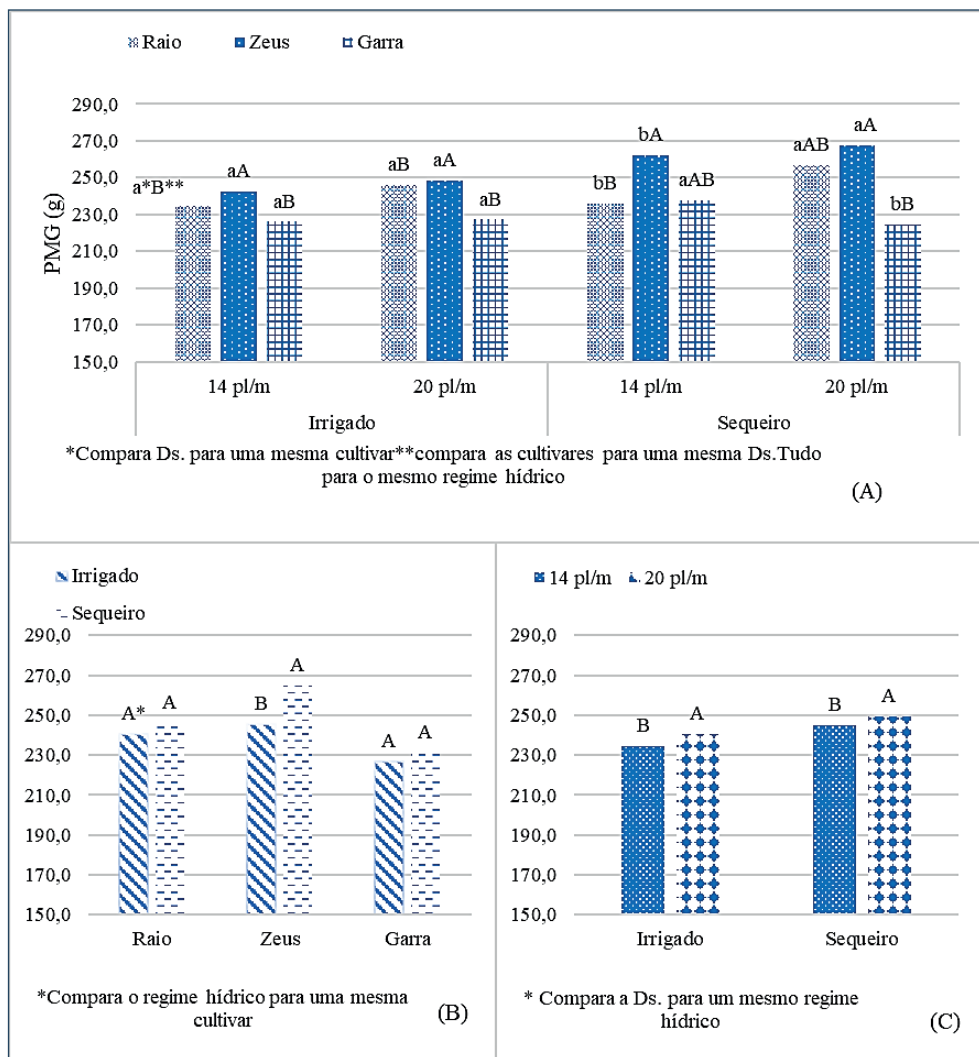


Figura 4- Desdobramento da interação para o PMG.

Este aumento do PMG no regime hídrico de sequeiro observado para a cultivar Zeus (Figura 4 B) não era esperado. Atribui-se, possivelmente, ao fato que em o agravamento do déficit hídrico no sequeiro ter ocasionado retenção foliar nas plantas e este distúrbio fisiológico pode ter favorecido a produção de fotoassimilados ainda no final do ciclo e com o retorno das chuvas (Figura 3) pode ter contribuído para um aumento no PMG, principalmente para a cultivar Zeus. Na Figura 5, observa-se o desdobramento da interação para a produtividade.

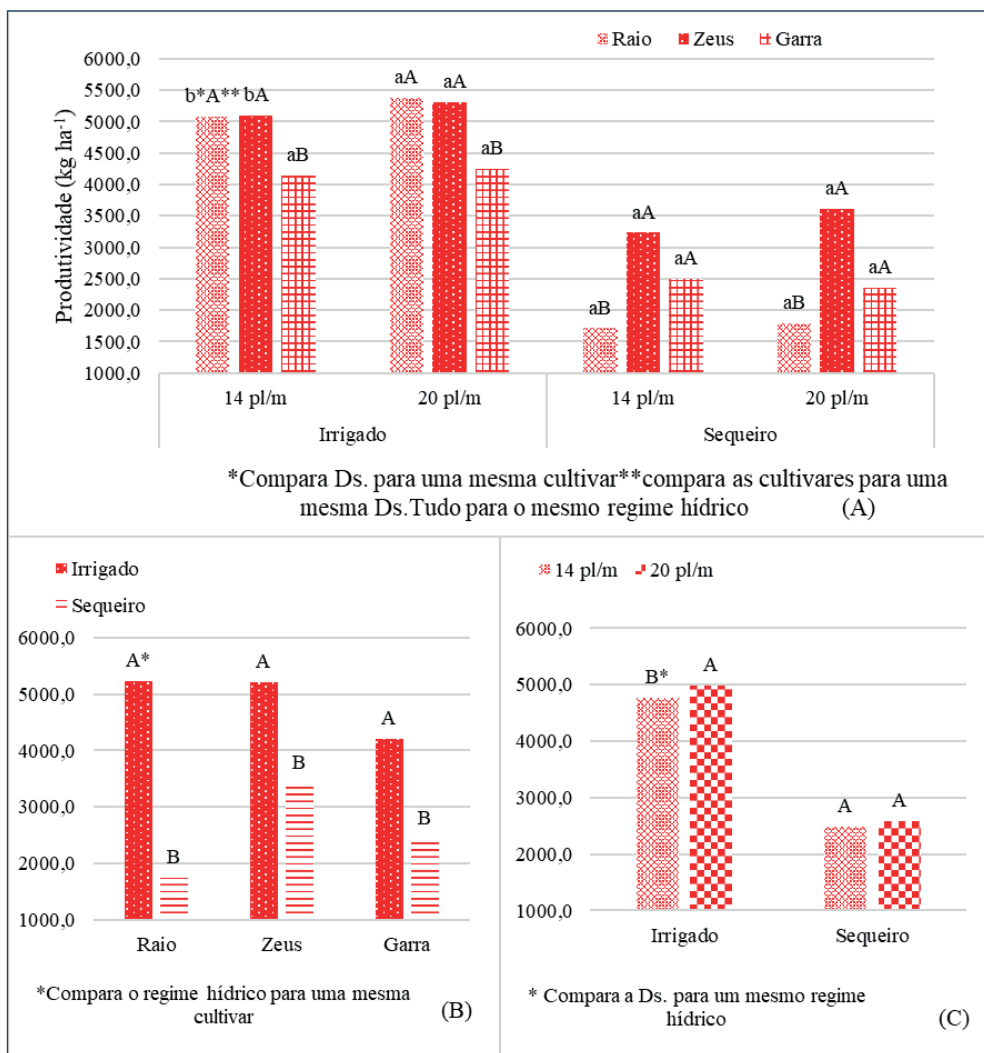


Figura 5- Desdobramento da interação para a produtividade.

Os melhores resultados de produtividade foram obtidos para as cultivares Zeus e Raio no regime hídrico irrigado com a densidade de sementeira de 20 plantas m⁻¹ (Figura

5 A). Segundo Ramos Junior et al. (2020), as cultivares de soja apresentam variações em seus componentes produtivos e na produtividade, em função do aumento na densidade de plantas gerando um acréscimo na produtividade. Enquanto, no regime hídrico de sequeiro, as cultivares mais produtivas foram a Zeus e Garra sem influência da densidade de sementeira (Figura 5 a). O incremento médio de produtividade foi de 198 % (cultivar Raio), 72 % (cultivar Garra) e de 51 % (cultivar Zeus) (Figura 5 b) a mais com a irrigação.

CONCLUSÕES

A irrigação suplementar proporcionou um incremento médio de produtividade para as duas densidades de sementeira (14 e 20 plantas m⁻¹) de 198 % (cultivar Raio), 72 % (cultivar Garra) e de 51 % (cultivar Zeus). No regime hídrico irrigado as cultivares Zeus e Raio foram as mais produtivas (média de 5344,7 kg ha⁻¹) com a densidade de sementeira de 20 plantas m⁻¹ e no regime hídrico de sequeiro as cultivares Zeus e Garra foram as mais produtivas (média de 2927,3 kg ha⁻¹) sem influência da densidade de sementeira.

REFERÊNCIAS

- ALLEN, R.G. et al. Crop Evapotranspiration. Guidelines for Computing Crop Water Requirements. **FAO Irrigation and Drainage Paper 56**, FAO, Rome, Italy, 300 pp, 1998.
- ALLIPRANDINI, L. F.; ABATTI, C.; BERTAGNOLLI, P. F.; CAVASSIM, J. E.; GABE, H. L.; KUREK, A.; MATSUMOTO, M. N.; OLIVEIRA, M. A. R. de; PITOL, C.; PRADO, L. C.; STECKLING, C. Understanding soybean maturity groups in brazil: environment, cultivar classification and stability. **Crop Science**, Madison, v.49, mai-jun, p.801-808, 2009.
- BERGAMASCHI, H.; DALMAGO, A. G.; BERGONCI, J. I.; BIANCHI, C. A. M.; MÜLLER, A. G.; COMIRAN, F.; HECKLER, B. M. M. Distribuição hídrica no período crítico do milho e produção de grãos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, n.9, p.831-839, 2004.
- BERLATO, M.A.; FONTANA, D.C. **El Niño e La Niña: impactos no clima, na vegetação e na agricultura do Rio Grande do Sul; aplicações de previsões climáticas na agricultura**. Porto Alegre: UFRGS, 110p, 2003.
- CAGNIN, P. R. et al. **O Mercado da Soja. Monografia submetida à apreciação de Banca Examinadora do Departamento de Economia**. Disponível em: <https://repositorio.pucsp.br/bitstream/handle/27734/1/Pedro%20Roberto%20Cagnin_Pedro%20Roberto%20Cagnin.pdf> Acesso em: 10 de abr. 2023.
- COUTO, L. **Como iniciar e conduzir um sistema produção agrícola sob irrigação**. Apostila de Minicurso, CONIRD, 2003, 23p.
- CRUZ, S. C. S.; SENA-JUNIOR, D. G.; SANTOS, D. M. A.; LUNEZZO, L. O.;
- MACHADO, C. G. Cultivo de soja sob diferentes densidades de sementeira e arranjos espaciais. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia-MS, v. 3, n. 1, p. 1–6, jan./mar.2016.

DOOREMBOS, J.; KASSAM, A. H. **Efeitos del água em rendimento de los cultivos**. Campina Grande: UFPB, 1994. (FAO), Estudos de irrigação e drenagem, 33p).

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3.ed. Brasília, 2013. 353p.

EMBRAPA SOJA. 2022. **Embrapa, soja em números (safra 2021/22)**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/dados-economicos>> Acesso em: 10 de abr. 2023.

EMBRAPA SOJA 2014. **O agronegócio da soja nos contextos mundial e brasileiro**. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/990000/1/Oagronegociodasojanoscontextosmundialebrasileiro.pdf>> Acesso em: 10 de abr. 2023.

FIOREZE, S. L. et al. Comportamento de genótipos de soja submetidos a déficit hídrico intenso em casa de vegetação. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 58, n.3, p. 342-349, maio/jun.2011.

KANTOLIC, A.G., et al. Seed number responses to extended photoperiod and shading during reproductive stages in indeterminate soybean. **European Journal Agronomy**. 51:91–100, Nov. 2013. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1161030113001019>>. DOI: 0.1016/j.eja.2013.07.006.

MAUAD, M.; SILVA, T.L.B.; ALMEIDA NETO, A.I.; ABREU, V.G. Influência da densidade de semeadura sobre características agronômicas na cultura da soja. **Revista Agrarian, Dourados-MS**, v. 3, n. 9, p. 175-181, 2010.

MONTOYA, F. C.; PINTOS, F.; OTERO, A. Effects of irrigation regime on the growth and yield of irrigated soybean in temperate humid climatic conditions. **Agricultural Water Management**, Elsevier, v.193, p.30–45, 2017.

MUNDSTOCK, C. M.; THOMAS, A. L. **Soja: Fatores que afetam o crescimento e o rendimento de grãos**. 2005. 31 p. Engraf. Departamento de Plantas de Lavoura da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2005.

OLIVEIRA, Z.B.; KNIES, A. E.; BOTTEGA, E. L.; SILVA, C.M.; GOMES, J. I. T. Influence of supplementary irrigation on the productivity of soybean cultivars for the 2018-19 and 2019-20 harvest in the central region of RS. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, p. 15580-15595, 2021.

PEIXOTO, C.P.; CÂMARA, G.M.S.; MARTINS, M.C.; MARCHIORI, L.F.S.; GUERZONI, R.A.; MATTIAZZI, P. **Épocas de semeadura e densidade de plantas de soja: I. Componentes da produção e rendimentos de grãos**. Piracicaba: **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 57, n. 1, p. 89 - 96, 2000.

PETTER, F.A.; SILVA, J.A.; ZUFFO, A. M.; ANDRADE, F.R.; PACHECO, L.P.; ALMEIDA F.A. (2016). Elevada densidade de semeadura aumenta a produtividade da soja? Respostas da radiação fotossinteticamente ativa. **Bragantia**, 75(2), 173–183p.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção Agrícola. Cidades. **Cachoeira do Sul - Safra 21/22**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/cachoeira-do-sul/pesquisa/14/10193>> Acesso em: 10 de abr. 2023.

INSTITUTO RIO GRANDENSE DO ARROZ 2022. **Cenário da estiagem está se agravando.**

Disponível em: <https://irga.rs.gov.br/cenario-da-estiagem-esta-se-agravando-dia-apos-dia>. Acesso em: 26 de abr. 2023.

RAMOS JUNIOR, E. U.; RAMOS, E. M.; BULHÕES, C. C. Densidade de plantas nos componentes produtivos e produtividade de cultivares de soja. **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, [S. l.], v. 17, n. 2, p. 51–56, 2020.

TAGLIAPIETRA, E. L. et al. Biophysical and management factors causing yield gap in soybean in the subtropics of Brazil. **Agronomy Journal**, v. 113, n. 2, p. 1882-1894, 2021.

USDA - United States Department of Agriculture. **World Agricultural Production**, Circular Series WAP 3-23, March 2023. Disponível em: <<https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/production.pdf>>. Acesso em: 06 abr. 2023.

ZANON, A.J.; SILVA, M.R.; TAGLIAPIETRA, E.L.; CERA, J.C.; BEXAIRA, K.P.; RICHTER, G.L.; DUARTE, A.J.; ROCHA, T.S.M.; WEBER, P.S.; STRECK, N.A. **Ecofisiologia da soja - Visando altas produtividades**. 1. ed. Santa Maria: Palloti/SM, 2018.