

INFLUÊNCIA DA IRRIGAÇÃO SUPLEMENTAR NA PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DE SEMENTES DE CULTIVARES DE SOJA

Data de submissão: 16/10/2023

Data de aceite: 27/10/2023

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>

José Alexandre Bredow

Universidade Federal de Santa Maria
Campus Cachoeira do Sul
Cachoeira do Sul – Rio Grande do Sul
<https://orcid.org/0009-0001-2944-5121>

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>

RESUMO: A soja é a principal cultura de primavera-verão do RS e estudos que contribuam para o aumento da sua produtividade e a redução dos custos de produção são importantes. Este estudo objetiva avaliar a influência da irrigação suplementar na produtividade e qualidade de sementes para quatro cultivares de soja, na safra 2021/22, em Cachoeira do Sul-RS. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso com parcelas subdivididas, no esquema fatorial (4x2), com 4 cultivares:

BMX Raio, BMX Zeus, BMX Garra e NEO 610 e dois regimes hídricos: irrigado e não irrigado (sequeiro). As variáveis analisadas foram: produtividade (kg ha⁻¹), massa de mil sementes (MMS, g); germinação (%) e vigor (%) das sementes. As cultivares BMX Zeus e BMX Garra foram as mais produtivas em ambos os regimes hídricos com valores médios de 5.231,5 kg ha⁻¹ (irrigado) e 3.223,7 kg ha⁻¹ (sequeiro). As cultivares BMX Garra e NEO 610 irrigadas produziram sementes com percentuais de germinação e vigor superior a 80%, indicando seu potencial uso como sementes. Enquanto, nas condições de produção de sequeiro, apenas a cultivar BMX Garra atingiu o percentual de germinação superior a 80%.

PALAVRAS-CHAVE: *Glycine max*, Estratégias de manejo, Sustentabilidade.

INFLUENCE OF ADDITIONAL IRRIGATION ON PRODUCTIVITY AND SEED QUALITY OF SOYBEAN CULTIVARS

ABSTRACT: Soy is the main spring-summer crop in RS and studies that contribute to increasing its productivity and reducing production costs are important. This study aims to evaluate the influence of

supplementary irrigation on the productivity and quality of seeds for four soybean cultivars, in the 2021/22 harvest, in Cachoeira do Sul-RS. The experimental design was randomized blocks with subdivided plots, in a factorial scheme (4x2), with 4 cultivars: BMX Raio, BMX Zeus, BMX Garra and NEO 610 and two water regimes: irrigated and non-irrigated (rainfed). The variables analyzed were: productivity (kg ha⁻¹), mass of one thousand seeds (MMS, g); germination (%) and vigor (%) of seeds. The BMX Zeus and BMX Garra cultivars were the most productive in both water regimes with average values of 5,231.5 kg ha⁻¹ (irrigated) and 3,223.7 kg ha⁻¹ (dryland). The irrigated BMX Garra and NEO 610 cultivars produced seeds with germination and vigor percentages greater than 80%, indicating their potential use as seeds. While, under rainfed production conditions, only the BMX Garra cultivar reached a germination percentage greater than 80%.

KEYWORDS: *Glycine max*, Management strategies, Sustainability.

INTRODUÇÃO

A soja é o grão mais cultivado no mundo, segundo o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos, a produção global de soja será um pouco mais elevada para a temporada 2022/23 com 375,1 milhões de toneladas em 127,842 milhões de hectares de área plantada. O Rio Grande do Sul, é o terceiro estado maior produtor de soja no Brasil e, em Cachoeira do Sul – RS, são cultivados 105,8 mil hectares com soja, demonstrando a importância da cultura em termos globais, regionais e locais. Para Mello et. al (2020), a soja possui uma cadeia produtiva ampla, a qual é de suma importância para a economia, não só do Rio Grande do Sul, como do Brasil, pelo fato de a oleaginosa e seus derivados servirem de matéria-prima para uma grande diversidade de produtos

A produção agrícola é muito dependente das condições climáticas, sobretudo, à restrição hídrica. Segundo Zanon et al. (2018), durante o ciclo da cultura da soja, a necessidade total de água para obtenção de um ótimo rendimento (em torno de 5.000 kg ha⁻¹), varia entre 450 a 800 mm por ciclo, dependendo das condições climáticas, do manejo da cultura e da duração do seu ciclo. Está condição de suprimento hídrico em muitos anos agrícolas não é atendida, especialmente, em anos sob a influência da Lã Niña. Conforme Fontana; Berlatto (1996) o estado do Rio Grande do Sul sofre influência dos fenômenos climáticos El Niño e La Niña. De forma que o El Niño gera uma irregularidade que favorece a precipitação pluviométrica, enquanto a La Niña provoca redução das chuvas abaixo da normal climatológica, prolongando as estiagens, especialmente na primavera e no início de verão.

De acordo com Pereira et al. (2012), as plantas quando expostas ao déficit hídrico por períodos extensos reduzem a atividade fotossintética e aumentam a respiração, impactando em menor produção de fotoassimilados. Outros fatores ambientais, além das chuvas, devem ser considerados para um bom desempenho da cultura. Segundo Farias et al. (2007), a soja se adapta melhor as regiões onde as temperaturas oscilam entre

20°C e 30°C, sendo que a temperatura ideal para seu desenvolvimento está em torno de 30°C. Porém, esta questão térmica não há como ser controlada em uma produção extensiva, diferentemente, o déficit hídrico pode ser controlado com o uso da irrigação. Conforme Sentelhas et al. (2015), a irrigação suplementar é uma prática fundamental para o estabelecimento da cultura da soja no estado do RS, visando atingir altos índices produtivos. Oliveira; Knies; Gomes (2020) observaram um incremento de 13 sacas ha⁻¹ a mais de soja com o uso da irrigação suplementar em Cachoeira do Sul.

Dentro do manejo da cultura da soja, a escolha correta da cultivar é uma das etapas importantes para maximizar a produtividade sem elevar o custo de produção, diante das inúmeras cultivares existentes e grupos de maturidade relativa (GMR) disponíveis, é importante a avaliação do posicionamento destas cultivares no local de produção. Segundo Marchesan (2015) e Bexaira et al. (2018) o GMR é a duração do ciclo de desenvolvimento da soja, ou seja, o número de dias que a cultura leva para chegar a maturidade, do período da semeadura até a sua maturidade fisiológica. O mesmo é determinado pela resposta ao fotoperíodo, temperatura sendo que a sensibilidade para ambas, depende da genética do cultivar. Oliveira et al. (2021) destacam que, cultivares de ciclo mais precoce (GMR 5.0 e 4.8), apresentaram produtividades mais elevadas sob irrigação em dois anos agrícolas 2018-19 e 2019-20 na região de Cachoeira do Sul -RS.

Portanto, um conjunto de práticas de manejo assertivas pode incrementar significativamente a produtividade da cultura da soja e contribuir para uma maior eficiência na utilização dos recursos. Neste contexto, além de incrementos produtivos, a melhoria da qualidade fisiológica das sementes produzidas, contribui para a redução dos custos deste insumo. Segundo Artuzo et al. (2018) alguns elementos que compõem os custos de produção da soja são: as sementes, os defensivos e os fertilizantes, que devem estar associados ao investimento e devem ser justificados por sua produtividade. Conforme Strucker et al (2010), a semente representa cerca de 11,6 % do total do custo de produção.

Segundo Costa et al. (1994), para a produção de sementes de soja com qualidades fisiológicas e sanitárias adequadas, são indicadas regiões com temperaturas do ar mais amenas (inferiores a 22°C) durante a fase de maturação da cultura. A disponibilidade de água é importante, principalmente em dois períodos de desenvolvimento da soja: germinação-emergência e floração-enchimento de grãos. Durante o primeiro período, tanto o excesso como a falta de água são prejudiciais ao estabelecimento da cultura e à obtenção de uma boa uniformidade na população de plantas, sendo o excesso hídrico mais limitante do que o déficit. A semente de soja necessita absorver, no mínimo, 50% de seu peso em água para assegurar uma boa germinação. Nessa fase, o conteúdo de água no solo não deve exceder a 85% do total máximo disponível e nem ser inferior a 50%.

A semente de soja, para ser considerada de alta qualidade, deve ter altas taxas de vigor, germinação de no mínimo 80%, com boa sanidade, bem como garantias de purezas física e varietal (genética) e não conter sementes de plantas daninhas. Esses fatores

respondem pelo desempenho da semente no campo, culminando com o estabelecimento da população de plantas requerida pela cultivar, aspecto fundamental, que contribui para que sejam alcançados altos níveis de produtividade (KRZYZANOWSKI, 2004).

Dessa forma, o presente estudo tem como objetivo avaliar a influência da irrigação suplementar na produtividade e qualidade de sementes para quatro cultivares de soja, na safra 2021/22, em Cachoeira do Sul-RS..

METODOLOGIA

O experimento foi realizado a campo, no ano agrícola 2021/22, 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 RS. 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 (4x2), com quatro repetições. O fator A é constituído pelas cultivares, sendo estas: i) Brasmax (BMX) Raio IPRO, ii) BMX Zeus IPRO, iii) BMX Garra IPRO e iiiii) NEOGEN (NEO) 610 IPRO, e o fator B é constituído por dois regimes hídricos: i) com irrigação suplementar e ii) sem irrigação (sequeiro). Os GMR das cultivares são de 5.0, 5.5, 6.3 e 6.1 respectivamente, para as cultivares BMX Raio, BMX Zeus, BMX Garra e NEO 610.

A semeadura foi realizada no dia 29 de novembro utilizando um conjunto trator (Massey Ferguson MF4275) – plantadeira (Massey Ferguson MF 407, 7 linhas), com o sistema de plantio direto sobre a resteva da cultura do trigo. O espaçamento entre linhas foi de 0,45 cm, contendo 14 plantas por metro linear, perfazendo uma densidade de semeadura de 310.000 plantas por hectare. O manejo da cultura e os tratamentos culturais necessários seguiram as recomendações agronômicas para a cultura da soja.

O sistema de irrigação utilizado foi de aspersão convencional (aspersores modelos Agropolo NY 25), instalados com espaçamento de 12x12 m, operando com uma taxa de aplicação de 12 mm h⁻¹. A estrutura de irrigação conta de uma moto bomba de 7 cv, movida a gasolina, com 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. As chuvas foram obtidas de um pluviômetro instalado na área experimental. A evapotranspiração da cultura (ETc), foi estimada pela metodologia proposta por Allen et al. (1998). Sendo a evapotranspiração de referência (ETo), obtida de uma estação meteorológica automática posicionada próxima ao local do experimento (UFSCM Campus Cachoeira do Sul). Desta mesma estação, foram obtidos os dados de temperatura e radiação solar apresentados neste estudo posteriormente. Ainda, o valor de Kc (simples), foi ajustado a partir da fração

de cobertura do dossel (Fc). Para a obtenção do Fc foi utilizado o aplicativo (Canopeo), desenvolvido pela Universidade de Oklahoma, USA. As irrigações foram efetuadas para manter a capacidade de água disponível (CAD), com a fração de esgotamento próximo de 40%, sendo está de aproximadamente 40 mm, pois a umidade volumétrica na capacidade de campo (CC) é de $0,3184 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$ e no ponto de murcha permanente (PMP) é de $0,15 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$, na camada de exploração do sistema radicular de 0 a 60 cm do perfil de solo.

Para a aferição do balanço hídrico, o monitoramento da CAD, denominada CAD atual (umidade volumétrica observada - umidade volumétrica no PMP), foi feito por meio da umidade volumétrica do solo obtida utilizando um conjunto FDR (Reflectometria no domínio de frequência, Campbell Scientific). Foram instalados um par de sensor na área irrigada e um na área de sequeiro, em duas profundidades: de 0 -30 cm e de 30 - 60 cm. Estas determinações de umidade foram pontuais, em momentos antes da irrigação, pois o sistema não realiza a coleta e envio das informações de forma automatizada.

A colheita das plantas foi realizada de forma manual na região central de cada parcela experimental (4 m²), após realizou-se 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 a massa de mil sementes (MMS) partir de 4 repetições de 100 sementes. As cultivares BMX Raio (irrigada e sequeiro) e BMX Zeus (irrigada) foram colhidas no dia 14/04/2022 as cultivares BMX Zeus (sequeiro), BMX Garra (irrigada e sequeiro) e NEO 610 (irrigada e sequeiro) no dia 27/04/2022.

Posteriormente as amostras de soja (limpas) foram acondicionadas em caixas adequadas e enviadas para laboratório especializado, que realizou os testes de germinação e vigor da soja para a caracterização da qualidade fisiológica dos grãos visando possível utilização como sementes. Devido aos custos para a realização das análises foi realizada duas para cada cultivar em cada regime hídrico e após realizou-se a média do resultado destas duas análises. As variáveis repostas (produtividade e MMS) foram submetidas à análise do software Sisvar. Estes dados foram submetidos à análise da variância pelo teste F e análise complementar do teste “Tukey” em nível de 5% de probabilidade de erro.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Pode-se observar que a distribuição das chuvas durante quase todo o ciclo da cultura (de 1/12/2021 a 1/3/2022) foi irregular e em baixa quantidade (Figura 1). Assim, as irrigações foram necessárias desde a fase inicial do ciclo, para garantir um bom estande de plantas na área e foram realizadas com maior frequência na fase reprodutiva. No período de floração e formação de legume (aproximadamente de 11 de janeiro a 8 fevereiro), a demanda evapotranspiratória da cultura foi elevada, em média de $5,5 \text{ mm dia}^{-1}$. Neste momento do ciclo, a cultura é bastante sensível ao déficit hídrico, que provoca redução direta nos

componentes de produtividade (vagem planta⁻¹ e grãos vagem⁻¹). Segundo Thomas; Costa (2010), o déficit hídrico pode diminuir o tamanho de planta, ocasionar o aborto de flores, óculos e legumes, bem como o tamanho de grãos presentes nas vagens. Mais para o final do ciclo, quando a cultura se encontrava em enchimento de grãos, as chuvas retornaram em boa quantidade e frequência, a partir de 1 de março (Figura 1). Assim, totalizou-se 14 irrigações que somadas foram 190 mm, necessários para suplementar os 394 mm de chuvas acumuladas ao longo do ciclo (Figura 1).

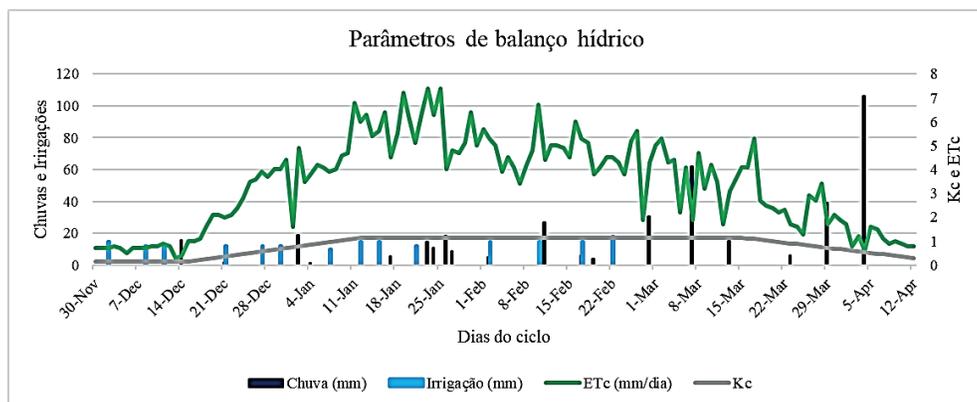


Figura 1 - Parâmetros do balanço hídrico da cultura da soja.

Nota-se que a temperatura do ar foi bastante elevada ao longo do ciclo da cultura (Figura 2), o que explica também a elevada demanda evapotranspiratória da cultura (Figura 1). Os valores de temperatura acima de 30°C, são prejudiciais a produção de sementes de alta qualidade de acordo com Costa et al. (1994). Segundo estes autores, temperaturas amenas em torno de 22 °C, associadas com condições climáticas secas, são fundamentais na fase de maturação e de colheita. Tais condições, não são facilmente encontradas em regiões tropicais, sendo as regiões com latitudes acima de 24° Sul, as mais propícias. Segundo França Neto; Henning (1984), a exposição de semente de soja a ciclos alternados de elevada e baixa umidades antes da colheita, devido à ocorrência de chuvas frequentes ou às flutuações diárias de umidade relativa do ar, resultará na sua deterioração por umidade. Essa deterioração será ainda mais intensa se tais condições estiverem associadas com condições de elevadas temperaturas.

A radiação solar tem um padrão de redução linear, com maior decréscimo a partir janeiro (Figura 2), característica do clima do local (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 (29/11) contribuiu para a maximização desta variável ambiental, o que não seria possível em uma semeadura mais

tardia.

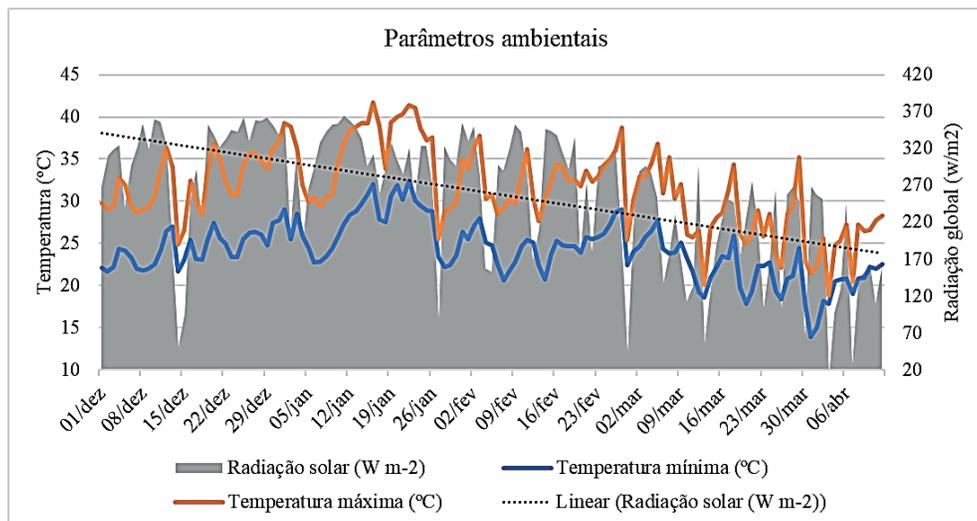


Figura 2 - Temperatura do ar e radiação global observados ao longo do ciclo de desenvolvimento da soja.

Os impactos dos tratamentos avaliados neste estudo e a interação com os fatores ambientais (Figuras 1 e 2) na produtividade e MMS da soja podem ser observados na Tabela 1.

	Irrigado		Sequeiro	
Produtividade (kg ha⁻¹)				
NEO 610	4628,5	bA*	2403,3	bB
BMX Raio	4798,0	bA	2396,9	bB
BMX Garra	4996,1	abA	3427,9	aB
BMX Zeus	5467,0	aA	3019,5	aB
MMS (g)				
NEO 610	202,8	cB	221,3	cA
BMX Raio	237,2	bB	250,6	abA
BMX Garra	265,0	aA	242,7	bcB
BMX Zeus	244,0	abB	261,7	aA

*Em que: números seguidos de letras minúsculas iguais nas linhas (cultivares) e de letras maiúscula iguais nas colunas (regime hídrico) não diferem entre si em nível de 5% de probabilidade de erro conforme teste de "Tukey".

Tabela 1. Resultados da massa de mil sementes (g) e da produtividade de grãos (kg ha⁻¹) para as quatro cultivares de soja em regimes hídricos irrigado e não irrigado.

As cultivares BMX Zeus e BMX Garra foram as mais produtivas em ambos os

regimes hídricos, com valores médios de 5.231,5 e 3.223,7 kg ha⁻¹, respectivamente, para os regimes hídricos irrigado e sequeiro. A cultivar BMX Zeus foi a única que apresentou produtividade >5000 kg ha⁻¹, demonstrando alto potencial produtivo para áreas irrigadas, além disso o seu GMR curto, pode contribuir para a otimização da utilização da área (mais de uma safra em uma mesma estação). Os ganhos em produtividade em função da irrigação foram em média de 2160,5 kg ha⁻¹, ou seja, um acréscimo de produtividade de 76% (Tabela 1). Assim, demonstra-se que a irrigação suplementar é de suma importância principalmente em anos de La Niña, como este em que o experimento foi conduzido. Segundo Grimm; Sant'Anna (2000), em anos de La Niña, ocorre diminuição na precipitação pluvial, notadamente nos períodos de primavera e verão. Além da quantidade Fontana; Almeida (2002) verificaram uma alteração também na distribuição da precipitação pluvial, sendo o número de dias de chuva inferior em anos de La Niña.

Em relação a MMS, nota-se valores elevados deste componente de produtividade (Tabela 1), que pode estar associado a melhor distribuição de quantidade de chuvas no período final do ciclo de cultivo, quando se define este componente (Figura 1). A MMS maior no regime hídrico de sequeiro não era esperada e deve-se, possivelmente, ao fato que nas plantas de sequeiro apresentaram elevada retenção foliar no final de ciclo e associado ao retorno das chuvas (Figura 1), este distúrbio fisiológico pode ter contribuído para a produção de fotoassimilados, aumentando a MMS na área de sequeiro. Entretanto, sementes menores com menor MMS podem trazer economia no momento da semeadura, pois resultam em uma maior quantidade do número de sementes presentes nesta MMS (ANDRADE et al., 1997).

As cultivares BMX Garra e NEO 610 irrigadas produziram sementes com percentuais de germinação e vigor superior a 80%, indicando seu potencial uso como sementes (Figura 3). Enquanto, nas condições de produção de sequeiro, apenas a cultivar BMX Garra atingiu o percentual de germinação superior a 80%. Tanto para sementes de soja certificadas (C1 e C2) e não certificadas (S1 e S2), a porcentagem de germinação e pureza mínima requeridas para sua comercialização é de 80% e 99%, respectivamente (BRASIL, 2013). A cultivar BMX Raio apresentou índices muito baixos tanto de germinação quanto de vigor (Figura 3), possivelmente por ser uma cultivar mais precoce. Pois, as cultivares de ciclo mais longo, a BMX Garra e a NEO 610, podem ter um maior acúmulo de reservas, importante para a maior qualidade fisiológica das sementes. Além disso, o maior comprimento do ciclo, também favorece a maior tempo para a recuperação aos estresses. Segundo Tekrony et al. (1991) as condições ambientais, em muitos casos, são mais importantes do que outras características da planta na determinação da qualidade de sementes de soja.

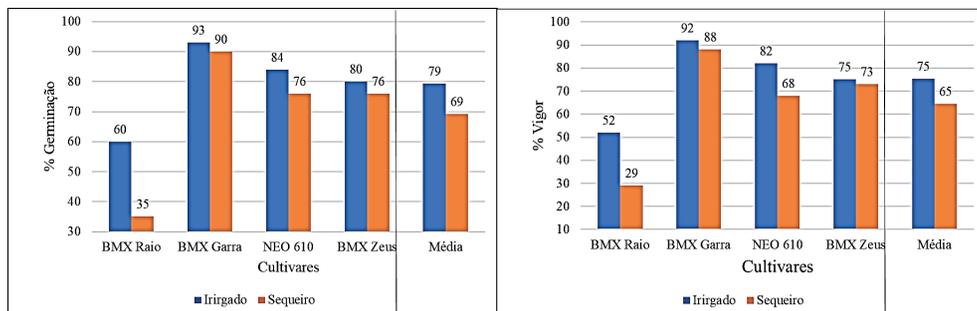


Figura 3 - Resultado de germinação (%) e vigor (%) de sementes de quatro cultivares de soja no regime de sequeiro e irrigado.

As cultivares de soja irrigadas apresentaram sementes com maior vigor (Figura 3), sobretudo, a cultivar BMX Garra (vigor > 90%). Sementes com alto vigor apresentam maior velocidade nos processos metabólicos, propiciando emissão mais rápida e uniforme da raiz primária no processo de germinação e maior taxa de crescimento, produzindo plântulas com maior tamanho inicial (SCHUCH *et al.*, 1999; MUNIZZI *et al.*, 2010). Segundo Tekrony; Egli (1991), o uso de sementes de alto vigor é justificado em todas as culturas, para assegurar adequada população de plantas sobre uma ampla variação de condições ambientais de campo encontradas durante a emergência, e possibilitar aumento na produção.

CONCLUSÕES

As cultivares BMX Zeus e BMX Garra foram as mais produtivas em ambos os regimes hídricos com valores médios de 5231,5 kg ha⁻¹ (irrigado) e 3223,7 kg ha⁻¹ (sequeiro). As cultivares BMX Garra e NEO 610 irrigadas produziram sementes com percentuais de germinação e vigor superior a 80%, indicando seu potencial uso como sementes. Enquanto, nas condições de produção de sequeiro, apenas a cultivar BMX Garra atingiu o percentual de germinação superior a 80%.

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.
- ANDRADE, R.V. *et al.* Efeito da forma e do tamanho da semente no desempenho no campo de dois genótipos de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.19, n.1, p.62-65, 1997. Disponível em: <https://doi.org/10.17801/01013122/rbs.v19n1p62-65>.
- ARTUZO, F. *et al.* Costs management in maize and soybean production. **Review Of Business Management**, [S.L.], v. 20, n. 2, p. 273-294, mar. 2018. FECAP Fundacao Escola de Comercio Alvaros.

- BEXEIRA, KP. *et al.* Grupo de maturidade relativa: Variação no ciclo de desenvolvimento da soja em função da época de semeadura. **Anais do VIII Congresso Brasileiro de Soja**. Goiânia – GO, Brasil. 2018.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa**, N° 45, de 17 de setembro de 2013. Diário Oficial da União, DF, 20 set. 2013. p. 25, Seção 1.
- COSTA, N.P. *et al.* Zoneamento ecológico do Estado do Paraná para a produção de sementes de cultivares precoces de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.16, n.1, p.12-19. 1994.
- EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. Brasília, DF: Editora Embrapa, 2013.
- FARIAS, J. R. B. *et al.* **Ecofisiologia da Soja**. Londrina: Embrapa CNPSO, 2007. 9p. (Circular Técnica, No 48).
- FONTANA, D.C.; BERLATO, M. A. Influence of El Niño Os (ENSO) on the determination of the South of the State of Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.5, p.127-132, 1997.
- FRANÇA NETO, J.B.; HENNING, A.A. **Qualidades fisiológica e sanitária de sementes de soja**. Londrina: EMBRAPA-CNPSo, 1984. 39p. (EMBRAPA-CNPSo. Circular Técnica, 9).
- KRZYZANOWSKI, F.C. *et al.* Qualidade fisiológica, física e sanitária de sementes de soja produzidas no Brasil. **Revista Brasileira de Sementes**, 25(1), 128-132, 2003.
- MARCHESAN, E, *et al.* Desenvolvimento de cultivares de soja em função do grupo de colheita e tipo de crescimento em terras altas e terras baixas. **Bragança**, 74, 400-411, 2015.
- MELLO, E.S.; BRUM, A.L. A cadeia produtiva da soja e alguns reflexos no desenvolvimento regional do Rio Grande Do Sul. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, p .74734-74750, 2020
- MUNIZZI, A *et al.* Qualidade de sementes de quatro cultivares de soja, colhidas em dois locais no estado de Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Sementes**: v.32, n.1, p.176-185, 2010.
- OLIVEIRA, Z. B., KNIES, A.E; TEXEIRA GOMES, J. I. Produtividade de cultivares de soja com e sem irrigação suplementar para a safra e safrinha de 2019/20 na região central do RS. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 6 n. 10, p.81268–81284, 2020.
- OLIVEIRA, Z. B. *et al.* Influência da irrigação suplementar na produtividade de cultivares de soja para a safra e safrinha 2018-19 e 2019-20 na região central do RS. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v.7, n.2, p. 15580-15595 feb. 2021.
- PEREIRA, J. W. L. *et al.* Mudanças bioquímicas em genótipos de amendoim submetidos a déficit hídrico moderado. **Revista Ciência Agronômica**, v. 43, n. 4, p. 766-773, out-dez, 2012.
- SCHUCH, L.O.B.; NEDEL, J.L.; ASSIS, F.N. Crescimento em laboratório de plântulas de aveia-preta (*Avena strigosa Schreb.*) em função do vigor das sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, v.21, n.1, p.229-234, 1999.

SENTELHAS, P. C. *et al.* The Soybean Yield Gap in Brazil - Magnitude, Causes and Possible Solutions for a Sustainable Production. **Journal of Agriculture Science**, Cambridge, v. 153, p. 1394-1411, 2015.

STRUCKER, C.M.; *et al.* Estudo sobre o custo de produção da safra de soja, em sistema de plantio direto na região Noroeste do estado do Rio Grande do Sul, safra 2010/2011. **Anais...25° Jornada Acadêmica Integrada UFSM**, 2010.

TEKRONY, D.M.; EGLI, D.B. Relationship of seed vigor to crop yield: A review. **Crop Science**, v.31, p.816-822, 1991.

THOMAS, A.L.; COSTA, J.A. **Desenvolvimento da planta de soja e o potencial de rendimento de grãos**. In: THOMAS, A.L.; COSTA, J.A. (Ed.). Soja: manejo para alta produtividade de grãos. Porto Alegre: Evangraf, 2010. p.13-33.

ZANON, A. J. *et al.* **Ecofisiologia da soja- Visando altas produtividades**. 1° ed. Santa Maria: [n.s.], 2018. ISBN: 978-85-54856-14-4. 136p.