

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA  
E TECNOLOGIA DO RIO GRANDE DO SUL  
CAMPUS IBIRUBÁ**

**QUALIDADE DE SEMENTES DA CULTURA DA SOJA COM  
SUPLEMENTAÇÃO HÍDRICA NO PERÍODO VEGETATIVO**

**CRISTIAN RAFAEL KIRCH DOMINGO**

**Ibirubá, 2025**

**CRISTIAN RAFAEL KIRCH DOMINGO**

**QUALIDADE DE SEMENTES DA CULTURA DA SOJA COM  
SUPLEMENTAÇÃO HÍDRICA NO PERÍODO VEGETATIVO**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado junto ao curso de Agronomia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul – Campus Ibirubá, como requisito parcial da obtenção do grau de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Marcos Paulo Ludwig

**Ibirubá, 2025**

**CRISTIAN RAFAEL KIRCH DOMINGO**

**QUALIDADE DE SEMENTES DA CULTURA DA SOJA COM  
SUPLEMENTAÇÃO HÍDRICA NO PERÍODO VEGETATIVO**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado junto ao curso de Agronomia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul – Campus Ibirubá, como requisito parcial da obtenção do grau de Engenheiro Agrônomo.

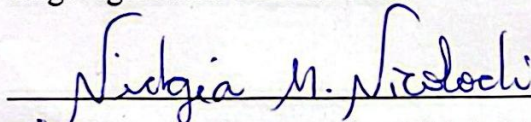
Aprovado em 03 de dezembro, 2025.



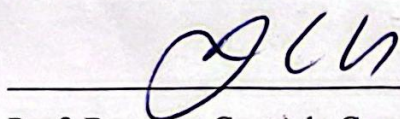
Prof. Dr. Marcos Paulo Ludwig – Orientador



Eng. Agrônomo Mateus Pino



Prof<sup>a</sup>. Eng. Agrônomo, M.a. Nidgia Maria Nicolodi



Prof. Ben-Hur Costa de Campos – Coordenador

do Curso de Agronomia do IFRS – Campus Ibirubá

## RESUMO

A produção de sementes de soja com qualidade é uma necessidade e técnicas que possibilitem esta produção são fundamentais. A irrigação é uma técnica que necessita de aprofundamento quanto às estratégias de aplicação da mesma, podendo ser influenciada pela disponibilidade e manejo da água, resultando em sementes de melhor qualidade. Estudos com a aplicação de lâminas distintos de irrigação necessitam ser realizados, pois estes podem afetar a qualidade de sementes de soja. Assim o objetivo do presente trabalho foi avaliar a qualidade das sementes produzidas sobre diferentes estratégias de suplementação hídrica no período vegetativo e início do reprodutivo da cultura da soja. As avaliações de qualidade de sementes foram realizadas no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul - Campus Ibirubá, no Laboratório Didático e de Pesquisa de Sementes e Grãos, utilizando sementes produzidas no Departamento de Engenharia Rural da Universidade Federal de Santa Maria, localizada no município de Santa Maria, nos anos agrícolas de 2022/23. Os tratamentos utilizados foram os seguintes: 1) Sem Irrigação; 2) Irrigação durante todo ciclo; 3) Irrigação no período inicial (V1 a V12); 4) Irrigação no período inicial e início do período reprodutivo (V1 a R2); 5) Irrigação de salvação (plantas com sintoma de deficiência hídrica). As avaliações realizadas foram: germinação, vigor (comprimento total de plântulas, massa seca de plântulas, primeira contagem da germinação e emergência em campo), peso de 1000 sementes e inspeção visual de sementes esverdeadas e com sintomas de mancha púrpura (*Cercospora kikuchii*). Os dados obtidos foram tabulados e submetidos à análise de variância, e quando significativo, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro, isto com o auxílio do software Sisvar. O uso de irrigação durante todo o ciclo da cultura da soja resultou na produção de sementes de maior qualidade com base nos testes de vigor primeira contagem da germinação e emergência em campo. Os diferentes manejos de irrigação empregados não afetaram a germinação das sementes, o comprimento total de plântulas, a massa seca de plântulas e a porcentagem de sementes esverdeadas. Quando a soja foi irrigada somente nos estádios vegetativos, o seu peso de mil sementes foi inferior com 187,6 gramas. A irrigação de salvação não se mostrou suficiente para que as sementes tenham boa qualidade. A deficiência hídrica deixou as plantas 8% mais sensíveis ao dano do fungo *Cercospora kikuchii*.

**Palavras-chave:** Irrigação. *Glycine max*. Qualidade de sementes. Vigor. Germinação.

## ABSTRACT

The production of quality soybean seeds is a necessity and techniques that enable this production are fundamental. Irrigation is a technique that requires in-depth study regarding its application strategies, and can be influenced by water availability and management, resulting in better quality seeds. Studies with the application of different irrigation managements need to be carried out, as these can affect the quality of soybean seeds. Thus, the objective of the present study was to evaluate the quality of seeds produced under different water supplementation strategies in the vegetative period and early reproductive period of soybean crops. Seed quality assessments were carried out at the Federal Institute of Education, Science and Technology of Rio Grande do Sul - Ibirubá Campus, in the Seed and Grain Didactic and Research Laboratory, using seeds produced in the Department of Rural Engineering of the Federal University of Santa Maria, located in the municipality of Santa Maria, in the agricultural years of 2022/23. The treatments used were the following: 1) Without Irrigation; 2) Irrigation throughout the cycle; 3) Irrigation in the initial period (V1 to V12); 4) Irrigation in the initial period and beginning of the reproductive period (V1 to R2); 5) Salvage irrigation (plants with symptoms of water deficiency). The evaluations performed were: germination, vigor (total seedling length, seedling dry mass, first germination count and emergence in the field), weight of 1000 seeds and visual inspection of greenish seeds and with symptoms of purple spot (*Cercospora kikuchii*). The data obtained were tabulated and subjected to analysis of variance, and when significant, the means were compared by Tukey's test at 5% probability of error, this with the aid of the Sisvar software. The use of irrigation throughout the soybean crop cycle resulted in the production of higher quality seeds based on the vigor, first germination count and emergence tests in the field. The different irrigation managements employed did not affect seed germination, total seedling length, seedling dry mass, or the percentage of green seeds. When soybeans were irrigated only in the vegetative stages, their thousand-seed weight was lower. Salvage irrigation was not sufficient to ensure good seed quality. Water deficiency made the plants more sensitive to damage from the fungus *Cercospora kikuchii*.

**Keywords:** Irrigation. *Glycine max*. Quality. Vigor. Germination.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	6
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	8
2.1 OBJETIVO GERAL.....	8
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	8
<b>3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	9
3.1 ÁGUA NA PLANTA E SUPLEMENTAÇÃO HÍDRICA .....	9
3.2 QUALIDADE DE SEMENTES.....	11
<b>4 MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	14
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	20
<b>6 CONCLUSÃO</b> .....	25
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	26

## 1 INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max*), da família Fabaceae, possui grande importância para o Brasil, sendo a principal cultura cultivada. Na última safra, ano agrícola 2024/25, estima-se que a área semeada de soja tenha sido de 47,6 milhões de hectares, alcançando uma produção de 171,4 milhões de toneladas (CONAB, 2025). No Rio Grande Do Sul (RS), a área semeada foi de 7,4 milhões de hectares, com produtividade média de 2.342 kg.ha<sup>-1</sup>, totalizando 16,6 milhões de toneladas produzidas (CONAB, 2025).

Uma lavoura tecnicamente bem instalada, que garanta altas produtividades, depende diretamente dos atributos genéticos, físicos, fisiológicos e sanitários das sementes. Em outras palavras, é importante as sementes terem altos índices de vigor e germinação, além de não conter sementes de ervas daninhas e estarem contaminadas com patógenos, assim garantindo um bom desempenho agrônômico. Esses aspectos contribuem para o bom estabelecimento e desenvolvimento da cultura a campo (KRZYZANOWSKI et al., 1999). Afirmamos que a semente é um dos componentes essenciais para a produção agrícola e a qualidade genética da semente, associada às suas características físicas, sanitárias e fisiológicas, influenciam diretamente no desempenho da planta (JULIATTI, 2010).

O crescimento e desenvolvimento da cultura são definidos pelos estádios fenológicos (FEHR; CAVINESS, 1977), considerando dois períodos ou fases: vegetativo e reprodutivo. A fase vegetativa inicia-se na germinação e persiste até o início do florescimento, e a fase reprodutiva inicia com a floração e se estende até a maturação fisiológica dos grãos. O tempo de duração de cada fase da cultura irá variar conforme o grupo de maturação relativa (GMR) da cultivar (ALLIPRANDINI et al., 2009), fotoperíodo e temperatura (KANTOLIC, 2008), época de semeadura, tipos de crescimento da soja, genótipo e práticas de manejo (SETIYONO et al., 2007). O período vegetativo pode variar de 61 a 98 dias, enquanto a fase reprodutiva, pode durar de 80 a 101 dias (ZANON et al., 2018).

Um fator que dificulta a produção de sementes de qualidade é a distribuição inconstante das precipitações pluviais, fazendo com que diferentes estratégias de manejo e o uso da irrigação suplementar, sobretudo nos períodos mais críticos, seja muitas vezes requerida (MONTROYA et al., 2017), para contornar ou evitar os riscos inerentes à atividade produtiva. No estado do Rio Grande do Sul, eventos como as secas severas de 2004/2005, 2011/12 (NOBRE et al., 2016), 2019/20, 2021/22 e 2022/23 foram as causas da redução da produção de grãos e de sementes de qualidade em muitas regiões no estado.

Apesar de todo o progresso já alcançado em pesquisas genéticas e manejo para obtenção de maior potencial de rendimento, estresses causados pelo déficit hídrico durante estádios críticos têm limitado a obtenção de rendimentos mais próximos ao potencial produtivo da espécie (MAEHLER et al., 2003). Fenta et al. (2014) atestam que até mesmo cultivares tolerantes ao déficit hídrico sofrem redução no rendimento de grãos, se estabelecidas em condições de restrição de água. Ainda, estudos realizados com base em dados meteorológicos e de produção dos Estados Unidos mostraram que condições de restrição hídrica estão associadas a uma variabilidade de cerca de 13% no rendimento de soja no país (ZIPPER et al., 2016).

Neste contexto os estudos da qualidade de sementes com distintos manejos de suplementação hídrica são relevantes, pois, os principais fatores determinantes para uma adequada instalação de lavoura de soja são os relacionados à distribuição hídrica.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a qualidade das sementes produzidas sobre diferentes estratégias de suplementação hídrica no período vegetativo e início do reprodutivo da cultura da soja.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Determinar a germinação e vigor de sementes colhidas sobre distintos manejos de irrigação.

Avaliar o peso de 1000 sementes sobre distintos manejos de irrigação.

Avaliar o efeito de distintos manejos de irrigação na presença de sementes esverdeadas e com sintomas da mancha púrpura (*Cercospora kikuchii*).

### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 ÁGUA NA PLANTA E SUPLEMENTAÇÃO HÍDRICA

A água é fundamental para o pleno funcionamento das plantas. Cerca de 80 a 90% do peso fresco de uma planta herbácea é representado pela água (PIMENTEL, 2004). A água é o solvente que permite que gases, minerais e outras substâncias possam penetrar nas células e fluir entre as mesmas e entre os órgãos do vegetal; é o reagente em muitos processos fisiológicos, como a fotossíntese e a hidrólise do amido em açúcar; e é fundamental para a turgescência das células e conseqüente crescimento do vegetal (DIAS, 2008).

As plantas precisam de água para a realização de diferentes processos metabólicos, sendo que a absorvem do solo pelas raízes e apenas uma pequena parte é incorporada na matéria vegetal, na forma de água constituinte ao passo que grande parte é perdida pelas folhas através dos estômatos, para a atmosfera, na forma de vapor de água (PIRES et al., 2008).

Dada a importância da água para o desenvolvimento das plantas, períodos de escassez hídrica causados pela irregularidade de chuvas podem ser muito prejudiciais aos cultivos agrícolas, especialmente para a cultura da soja. Conforme Pereira et al. (2012), as plantas, quando expostas à déficits hídricos severos, reduzem a atividade fotossintética e aumentam a respiração, gerando menor produção de fotoassimilados. A falta de água afeta o crescimento das plantas, reduzindo a floração e frutificação, diminuindo o número e tamanho das sementes, e conseqüentemente reduzindo a produtividade (CORRÊA, 2013).

A deficiência hídrica altera o metabolismo vegetal, prejudicando a formação de área foliar, reduzindo a taxa fotossintética, modificando a composição química e o desenvolvimento de sementes, podendo resultar na redução de produtividade e no aumento do número de sementes mal formadas (ALBRECHT et al., 2009). Além disso, pode promover a elevação dos níveis de espécies reativas de oxigênio e desencadear o estresse oxidativo (SHAO et al., 2008), o que resulta na alteração da expressão e atividade enzimática e reduzindo a qualidade fisiológica das sementes (ZIMMER, 2012).

Segundo Zanon et al. (2018), durante o ciclo da soja, a necessidade de água para atingir alto rendimento (em torno de 5.000 kg ha<sup>-1</sup>) varia entre 450 a 800 mm por ciclo, dependendo das condições climáticas, do manejo da cultura e da duração do seu ciclo. Todavia, mais importante que estes volumes brutos de água é a sua distribuição uniforme ao longo do ciclo da cultura, a fim de não haver fases com deficiência.

Corrêa (2013) confirma isso, dizendo que a precipitação pluvial é um dos fatores mais importantes para o

desenvolvimento e rendimento da soja, seja pela sua variação anual total, seja pela sua distribuição irregular ao longo do ciclo da cultura.

Apesar de todo o progresso já alcançado em pesquisas genéticas e manejo para obtenção de maior potencial de rendimento, estresses causados pelo déficit hídrico durante estádios críticos têm limitado a obtenção de rendimentos mais próximos ao potencial produtivo da espécie (MAEHLER et al., 2003). Fenta et al. (2014) atestam que até mesmo cultivares tolerantes ao déficit hídrico sofrem redução no rendimento de grãos, se estabelecidas em condições de restrição de água. Ainda, estudos realizados com base em dados meteorológicos e de produção dos Estados Unidos mostraram que condições de restrição hídrica estão associadas a uma variabilidade de cerca de 13% no rendimento de soja no país (ZIPPER et al., 2016).

Rio Grande do Sul sofre influência dos fenômenos climáticos El Niño e La Niña, os quais alteram consideravelmente o regime pluviométrico do estado. Fontana; Berlato (1997) destacam que o El Niño gera uma irregularidade que favorece a precipitação pluviométrica, enquanto a La Niña provoca redução das chuvas abaixo da normal, prolongando as estiagens, especialmente na primavera e no início de verão. Assim, em anos de La Niña, a probabilidade de ocorrerem períodos de déficit hídrico é grande.

No estado do Rio Grande do Sul, eventos como as secas severas de 2004/2005, 2011/12 (NOBRE et al., 2016), 2019/20, 2021/22 e 2022/23 foram as causas da redução da produção de grãos e possivelmente na qualidade das sementes em muitas regiões no estado. Neste sentido, práticas de manejo que visam reduzir os problemas causados por déficits hídricos são fundamentais para o nosso estado.

A irrigação é uma estratégia que busca reduzir os problemas causados por períodos de deficiência hídrica nos cultivos agrícolas, fornecendo água às plantas quando necessário. Segundo Corrêa (2013), o suprimento das necessidades hídricas é o principal objetivo da irrigação, que durante o crescimento e desenvolvimento das culturas repõe no solo a quantidade de água consumida através do processo de evapotranspiração.

Para a cultura da soja, vários autores (KUSS et al., 2008; RAMBO et al., 2003; MAHELER et al., 2003), verificaram aumento de produtividade com a utilização da irrigação durante todo ciclo em comparação ao tratamento sem irrigação. Em resumo, a irrigação trás maior segurança produtiva aos agricultores.

Todavia, o manejo da irrigação é um ponto muito importante, a fim de aplicar a água no momento e quantidade ideais conforme a necessidade hídrica da cultura. O manejo apropriado da irrigação não pode ser considerado uma etapa independente dentro do processo de produção

agrícola, sendo que por um lado deve usar de maneira eficiente a água, promovendo a conservação do meio ambiente, e por outro lado, deve possibilitar a produtividade da cultura explorada (CAMARGO, 2016).

### 3.2 QUALIDADE DE SEMENTES

Semente de qualidade é o primeiro passo para uma lavoura produtiva. Para se alcançar um estande de plantas uniforme, que garanta altas produtividades, é fundamental o uso de sementes com bons atributos genéticos, físicos, fisiológicos e sanitários. Em outras palavras, é importante as sementes terem altos índices de vigor e germinação, além de não conter sementes de ervas daninhas em mistura e não estarem contaminadas com patógenos, assim garantindo um bom desempenho agrônômico.

É de conhecimento que a semente é um dos componentes essenciais para a produção agrícola e a qualidade genética da semente, associada às suas características físicas, sanitárias e fisiológicas, influencia diretamente no desempenho da planta (JULIATTI, 2010).

Devido à grande importância que a soja assumiu para a economia brasileira, procura-se historicamente elevar a produção, através do aumento do rendimento por área ou então da expansão das áreas de cultivo. Em razão disto, a utilização de sementes de alto valor agregado, com qualidade física, fisiológica e sanitária assume papel fundamental para obtenção de todo o potencial produtivo desta espécie.

Para que um lote de sementes de soja possa ser comercializado, é necessário que este possua uma germinação mínima de 80%. Rotineiramente, a qualidade fisiológica de lotes de sementes é avaliada somente pelo teste de germinação, cujos resultados correlacionam-se com a emergência de plântulas em condições favoráveis no campo (MINUZZI et al., 2010). Entretanto, se as condições de campo, na época de semeadura forem desfavoráveis, o teste de germinação tenderá à imprecisão e, nesses casos, segundo Marcos Filho, Cicero Silva (1987), os testes de vigor são mais úteis para prever o desempenho das sementes no campo.

Dentre os atributos da qualidade fisiológica das sementes, o vigor é um dos fatores principais, pois demonstra a capacidade da semente em formar um estande de plantas uniforme sobre uma ampla variação de condições ambientais, além de afetar a velocidade de emergência a campo (SCHEEREN et al., 2010), o crescimento inicial das plântulas, o índice de área foliar (KOLCHINSKI; SCHUCH; PESKE, 2005) e o potencial de rendimento da cultura (SCHUCH; KOLCHINSKI; FINATO, 2009).

A respeito da qualidade física das sementes, é importante que os lotes tenham uma pureza física, ou seja, estejam livres de sementes silvestres, outras sementes e material inerte (ANDRADE; BORBA, 1993). Isto evita a disseminação de espécies indesejadas, especialmente daninhas, nas áreas de produção. Segundo Andrade Borba (1993), após a colheita, um lote com baixa pureza física pode dificultar a pré-limpeza, secagem e classificação, além de servir como fonte de umidade e de microrganismos indesejáveis à massa de sementes. Para comercialização de sementes de soja, é necessária uma pureza mínima de 99% (MAPA, 2013).

Quanto ao atributo sanitário, ressalta-se que sementes infectadas por doenças podem ter uma redução da qualidade fisiológica, pois diversos fungos como *Phomopsis spp.*, *Colletotrichum truncatum*, *Fusarium spp.* (fitopatógenos) e *Aspergillus spp.* (fungos de armazenamento), ao infectarem a mesma, contribuem para a redução do vigor e da germinação (KRZYZANOWSKI; FRANÇA-NETO; HENNING, 2018). Além disso, as sementes contaminadas podem servir de inóculo inicial para o desenvolvimento de doenças nas lavouras, o que não é desejado.

Sobre a qualidade genética, é importante escolher cultivares com bons tetos produtivos e adequados às áreas onde serão semeados. As cultivares mais novas possuem, geralmente, qualidades genéticas mais interessantes para o cultivo, como folhas lanceoladas, resistência às pragas e doenças, resistência ao acamamento, tolerância a herbicidas, precocidade, entre outros atributos. Todavia, para que as cultivares possam expressar em sua plenitude todos os seus atributos de qualidade agrônômica, faz-se necessária a pureza genética (KRZYZANOWSKI; FRANÇA-NETO; HENNING, 2018). Nesse sentido, são indesejadas misturas de cultivares no lote de semente, as quais podem causar áreas desuniformes.

A produção de sementes é uma atividade que requer muitos cuidados, sendo que vários fatores podem afetar a qualidade das mesmas. Basicamente, as técnicas de cultivo podem ser divididas em duas etapas: a produção a campo e os processos pós-colheita (beneficiamento) (LUDWIG, 2016). O mesmo autor cita que durante a produção a campo, fatores importantes, que podem ser manejados, são a escolha da região e da área, isolamento, escolha da cultivar e aquisição de sementes com procedência, preparo da área, semeadura, manejo da cultura, inspeção de campos, descontaminação e colheita. França Neto et al. (2007) relatam a influência da cultivar, das condições de campo, de armazenagem, dos patógenos e da época de colheita na qualidade da semente de soja produzida.

A ocorrência de deficiência ou excesso hídrico na fase vegetativa das culturas pode comprometer o rendimento de grãos devido ao menor desenvolvimento vegetativo das plantas (MUNDSTOCK; THOMAS, 2005). Tendo um menor desenvolvimento vegetativo, as plantas possuem menor área foliar, a qual é responsável por capturar a luz solar e produzir os fotoassimilados. No trabalho desenvolvido por Ludwig (2010), a qualidade fisiológica de sementes de soja foi afetada negativamente pelo alagamento do solo, tanto no período vegetativo quanto no reprodutivo, impedindo a produção de sementes com qualidade.

Já em outro experimento, Tavares et al. (2013) observaram que o período em que se estabeleceu a deficiência hídrica (1 a 10 dias após emergência) não provocou redução significativa no número e rendimento de sementes por planta de soja, nem na qualidade fisiológica das sementes, a qual foi avaliada pelos testes de germinação e primeira contagem. Os mesmos autores salientam que períodos de estresse hídrico durante o estabelecimento inicial da soja reduzem o crescimento das plantas, entretanto, desde que as condições de irrigação sejam normalizadas, o rendimento de sementes pode não ser afetado.

## 4 MATERIAIS E MÉTODOS

As análises das sementes foram realizadas no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul - Campus Ibirubá, Ibirubá - RS, localizado na região fisiografia do Planalto Médio (latitude 28°37'39", longitude 53°05'23"). As sementes foram obtidas junto no cultivo desenvolvido no Departamento de Engenharia Rural (UFSM), localizada no município de Santa Maria, região da Depressão Central do estado do Rio Grande do Sul, no ano agrícola de 2022/23.

De acordo com a classificação climática de Köppen; Geiger (1936), o clima caracteriza-se como Cfa subtropical úmido, com precipitações abundantes bem distribuídas ao longo do ano e estações bem definidas. A precipitação média anual da região de Santa Maria varia entre 1300 a 1800 mm e as temperaturas médias nos meses mais frios e quentes são 13,9 e 24,2° C, respectivamente. O solo no local de realização do experimento é classificado como Argissolo Vermelho Distrófico típico, pertencente à unidade de mapeamento São Pedro, com textura média, conforme descrito por Streck et al. (2008). A cultivar de soja utilizada foi Brasmax Zeus IPRO. O manejo de pragas, doenças e plantas daninhas foi seguido as recomendações técnicas da cultura da soja.

As estratégias de irrigação foram estabelecidas visando atender o requerimento hídrico total da cultura (irrigação plena) ou parcial (irrigação deficitária) durante as fases de desenvolvimento da cultura (fase vegetativa e início da reprodutiva).

Neste sentido, os tratamentos utilizados, usando diferentes estratégias de irrigação, foram os seguintes: 1) Sem Irrigação; 2) Irrigação durante todo ciclo; 3) Irrigação no período inicial (V1 – quando as folhas unifoliadas se abrem completamente a V12 – décima primeira folha trifoliolada completamente expandida); 4) Irrigação no período inicial e início do período reprodutivo (V1 a R2 – pleno florescimento); 5) Irrigação de salvação (plantas com sintoma de deficiência hídrica), (FEHR; CAVINESS, 1977).

Para a realização dos manejos de irrigação, foi utilizado um sistema de irrigação por aspersão convencional portátil, com espaçamento entre aspersores e linhas laterais de 12 m. Foram utilizados tubos de PVC com acoplamento do tipo engate rápido com rosca (diâmetro de 50mm). O aspersor utilizado foi o setorial pingo, bocal de 3,0 mm, com pressão de serviço de 30 mca, vazão de 0,62 m<sup>3</sup>/h, instalado a dois metros da superfície do solo, com uma taxa de aplicação de 4,30 mm/h. Esses aspersores foram regulados para operar em um ângulo de 90°, a fim de irrigar somente o tratamento desejado.

As irrigações foram determinadas pela equação  $ET_c = (K_c \times ET_o)$ ; sendo  $ET_c$  a evapotranspiração da cultura,  $K_c$  o coeficiente de cultivo e  $ET_o$  a evapotranspiração de referência. As irrigações foram aplicadas quando a evapotranspiração acumulada da cultura ( $ET_c$  ac) atingia 20 mm, sendo a  $ET_c$  ac calculada pela fórmula  $ET_c$  ac =  $ET_c$  diária. As lâminas aplicadas foram variáveis de acordo com o desenvolvimento da cultura.

Após a colheita da soja, 500g de cada unidade experimental foram encaminhados para o IFRS - Campus Ibirubá para a avaliação da qualidade das sementes. As avaliações realizadas foram: germinação, vigor (comprimento total de plântulas, massa seca de plântulas, primeira contagem da germinação e emergência em campo), peso de 1000 sementes e inspeção visual de sementes esverdeadas e com sintomas de mancha púrpura (*Cercospora kikuchii*).

Segundo Pereira Goulart (2018), a irrigação exerce impacto direto e significativo no aumento da incidência de cercosporiose na cultura da soja, uma vez que favorece condições de elevada umidade e prolongado molhamento foliar, ambiente ideal para o desenvolvimento e a disseminação do fungo.

O teste de germinação, foi realizado com quatro subamostras de 50 sementes, totalizando 200 sementes por repetição. As sementes foram distribuídas sobre papel Germitest umedecido com água destilada na proporção de 3,0 vezes a massa do substrato de papel seco (Figura 1). Os rolos de papel foram acondicionados em um germinador à temperatura de 25° C. As avaliações foram realizadas oito dias após a semeadura, de acordo com as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009 a), e os resultados expressos em porcentagem de plântulas normais.



**Figura 1 – Sementes dispostas para o teste de germinação.**

FONTE : Kirch, 2024



**Figura 2 – Plântulas após o teste de germinação.**

FONTE : Kirch, 2024

O teste de primeira contagem de germinação foi realizado conjuntamente ao teste de germinação, sendo a contagem das plântulas normais executada ao quinto dia após o início do teste e os resultados expressos em porcentagem de plântulas normais (BRASIL, 2009 a).

A emergência em campo foi realizada em canteiro com quatro subamostras de 50 sementes, totalizando 200 sementes por repetição (Figura 3).

A avaliação da porcentagem de emergência das plântulas foi efetuada aos 28 dias após a semeadura, sendo consideradas as plântulas com cotilédones acima de 0,02 m do nível do solo.



**Figura 3 – Canteiros com plântulas emergindo no campo.**

FONTE : Kirch, 2024

O comprimento total de plântulas foi obtido a partir da avaliação de 10 plântulas ao final do teste de emergência (28 dias após a semeadura). Com o auxílio de uma régua, mediu-se a distância entre o ápice da parte aérea e a parte basal da raiz primária. Os resultados foram expressos em cm (Figura 4).



**Figura 4 – Determinação do comprimento de plântula.**  
FONTE : Kirch, 2024

A massa seca de plântulas foi obtida a partir de 10 plântulas ao final do teste de emergência. As plântulas foram acondicionadas em cápsulas de alumínio e submetidas à secagem em estufa de ventilação forçada a uma temperatura de 65 °C durante 72 horas (Figura 5). Os resultados foram expressos em g por plântula.



**Figura 5 – Estufa para secagem de plântulas**  
FONTE : Kirch, 2024

O peso de 1000 sementes foi determinado pela separação de oito repetições de 100 sementes, pesadas em balança de precisão (0,001g) (Figura 6 e 7), conforme recomendado pelas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009 a). Após a pesagem, os valores foram convertidos para peso de 1000 sementes.



**Figura 6 – Contador e repetições para contagem**

FONTE : Kirch, 2024



**Figura 7 – Balança de precisão para pesagem das sementes**

FONTE : Kirch, 2024

A inspeção visual de sementes teve como intuito avaliar as sementes que estavam esverdeadas e as com sintomas da mancha púrpura (*Cercospora kikuchii*), doença que deixa o tegumento com a coloração roxa (Figura 8). Para esta avaliação foram utilizadas 4 repetições de 100 sementes por unidade experimental, e a quantidade de sementes esverdeadas e com a mancha púrpura foi expressa em porcentagem (BRASIL, 2009 b).



**Figura 8 – Sementes com sintomas de Cercospora**  
FONTE : Kirch, 2024

Os dados obtidos foram tabulados e posteriormente submetidos à análise de variância, e quando significativo, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro, isto com o auxílio do software Sisvar (FERREIRA, 2019).

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A germinação das sementes (85%), o comprimento total das plântulas (20,8 cm) e a massa seca de plântulas (0,60 g por plântula) não apresentaram diferença estatística entre os diferentes manejos de irrigação. Em condições ideais de germinação, como é o caso do ambiente dentro de um germinador e a forma que são acondicionadas as sementes nos rolos de papel, muitas vezes as diferenças entre tratamentos podem não ser vistas. O teste de germinação é o referencial para aprovação de lotes de sementes, sendo necessário um valor mínimo de 80% para comercialização (BRASIL, 2009 a). Em todos os tratamentos, a média de germinação encontrada foi superior a 80%, o que é um resultado positivo.

Resultados distintos foram encontrados por Koch et al. (2014), quando as sementes de soja na produção sob sistema de irrigação por aspersão ao longo de todo o ciclo apresentaram maior porcentagem de germinação (98%) comparativamente às sementes produzidas sem irrigação (74%). Da mesma forma, Bredow (2023) observou um incremento na germinação das sementes de soja de diferentes cultivares quando houve irrigação durante todo ciclo, em comparação a quando não houve. Para a cultivar BMX Zeus IPRO, a mesma utilizada no presente experimento, a germinação passou de 76% para 80%. Enquanto isso, Corrêa (2013) verificou que houve um aumento no percentual de germinação das sementes em apenas três das oito cultivares testadas no tratamento com irrigação em relação ao sem irrigação.

Os testes de vigor, primeira contagem e emergência em campo (Tabela 1) apresentaram diferença significativa. Koch et al. (2014) não observaram diferença no comprimento da raiz primária em plântulas oriundas de parcelas com e sem irrigação, todavia, houve diferença no comprimento da parte aérea, sendo que em plântulas originadas de sementes produzidas com irrigação, esta medida foi superior. No mesmo trabalho, os autores também encontraram que a massa de matéria seca de raiz não apresentou diferença estatística sem e com irrigação ao longo de todo o ciclo, ao passo que a matéria seca de parte aérea foi maior em plântulas originadas de sementes produzidas com irrigação.

**Tabela 1.** Primeira contagem da germinação (PC, %) e emergência em campo (EM, %) de sementes de soja da cultivar BMX Zeus Ipro produzida sob diferentes manejos de irrigação (sem, salvação, de V1 a V12, de V1 a R2 e irrigado todo ciclo), safra 2022/2023 em Santa Maria, RS. Ibirubá, RS.

<b>Manejos de irrigação</b>	<b>PC (%)</b>	<b>EM (%)</b>
Sem irrigação	73,2 ab	61,3 bc
Irrigação de Salvação	70,7 b	51,6 c
Irigada de V1 a V12	73,3 ab	53,0 bc
Irigada de V1 a R2	77,4 ab	62,7 b
Irigado todo ciclo	81,3 a	75,2 a
<b>Média</b>	75,2	60,8
<b>C. V.</b>	5,29	7,14

\* Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferiram pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Os maiores valores de primeira contagem (81,3%) e emergência em campo (75,2%) foram observados quando foi realizada a irrigação durante todo ciclo da cultura. Estes resultados demonstram a importância da irrigação na soja durante todo o seu ciclo para a obtenção de sementes de elevada qualidade fisiológica.

Segundo Zimmer (2012), a menor porcentagem de germinação na primeira contagem de sementes produzidas sem irrigação pode ser relacionada à necessidade de maior tempo para reparo de estruturas celulares, a lenta retomada da atividade enzimática e a menor capacidade de remobilização de assimilados. De acordo com os resultados obtidos no teste de primeira contagem da germinação, Corrêa (2013) encontrou que as sementes de cinco cultivares apresentaram maior vigor no tratamento com irrigação, enquanto que nas outras três cultivares não houve diferença estatística para o manejo com e sem irrigação.

A respeito da emergência em campo, de maneira semelhante, Corrêa observou que as sementes de cinco cultivares produzidas com irrigação apresentaram maior número de plântulas emergidas em comparação ao tratamento sem irrigação.

Koch et al. (2014) verificaram que a primeira contagem de germinação foi superior em sementes produzidas sob irrigação (98%) em comparação àquelas produzidas sem irrigação (75%). No mesmo trabalho, os autores encontraram que a emergência de plântulas não apresentou diferença entre as sementes produzidas com e sem irrigação.

Para a primeira contagem, o manejo irrigação de salvação foi quem apresentou o menor valor médio (70,7%). Para a emergência em campo, o mesmo se repetiu, sendo que a irrigação

de salvação apresentou a menor média (51,6%). Estes dados demonstram que a metodologia irrigação de salvação pode não ser suficiente para que as sementes de soja tenham boas características fisiológicas.

A menor porcentagem de primeira contagem e de emergência em campo observada no manejo de irrigação de salvação indica que esse tipo de suplementação hídrica pode não ser suficiente para garantir elevada qualidade fisiológica das sementes de soja. Esse resultado pode ser explicado pelo fato de que a irrigação de salvação é realizada apenas após o início dos sintomas de estresse hídrico, momento em que a planta já sofreu alterações fisiológicas e metabólicas, como redução da atividade fotossintética, comprometimento da remobilização de assimilados e possíveis danos celulares. Embora o fornecimento posterior de água permita a recuperação parcial da planta, os efeitos do estresse hídrico prévio não são completamente revertidos, especialmente durante fases críticas de formação, enchimento e maturação das sementes. Dessa forma, a ocorrência de ciclos de estresse e reidratação tende a resultar em sementes com menor vigor, refletindo-se nos menores valores de primeira contagem e emergência em campo observados neste manejo.

Para a emergência a campo, os manejos sem irrigação, irrigação de salvação e irrigação de V1 a V12 apresentaram as menores médias, não diferindo estatisticamente entre si. Isto demonstra que a falta de água, o seu fornecimento deficitário e somente nos estádios vegetativos não são suficientes para a produção de sementes de qualidade.

O peso de 1000 sementes diferiu estatisticamente entre os manejos de irrigação (Tabela 2). Quanto às avaliações visuais de sementes esverdeadas e sintomas de mancha púrpura, o resultado foi distinto em relação ao manejo de irrigação. Não foi constatada diferença estatística para as sementes esverdeadas (2,93%) entre os manejos; enquanto que para as sementes com sintoma de mancha púrpura foram observadas médias estatisticamente diferentes (Tabela 2).

**Tabela 2.** Peso de 1000 sementes (PMS, g) e sintomas de mancha púrpura (%) em sementes de soja da cultivar BMX Zeus Ipro produzida sob diferentes manejos de irrigação (sem, salvação, de V1 a V12, de V1 a R2 e irrigado todo ciclo), safra 2022/2023 em Santa Maria, RS. Ibirubá, RS.

<b>Manejos</b>	<b>PMS (g)</b>	<b>Mancha púrpura (%)</b>
Sem irrigação	199,8 a	8,00 a
Irrigação de Salvação	201,6 a	5,50 ab
Irigada de V1 a V12	187,6 b	3,25 b
Irigada de V1 a R2	202,2 a	4,00 b
Irigado todo ciclo	202,0 a	3,00 b
<b>Média</b>	198,7	4,75
<b>C. V.</b>	1,19	32,16

\* Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferiram pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

O PMS é um componente de rendimento muito importante, pois mostra como foi o enchimento de grãos da cultura. Além de estar atrelado a uma maior produtividade de grãos, um PMS mais elevado resulta em maior quantidade de reservas de uma semente, fato que aumenta a probabilidade de sucesso na formação e estabelecimento da plântula (HAIG; WESTOBY, 1991).

As sementes de soja do manejo Irrigada de V1 a V12 apresentaram uma média de PMS inferior aos demais tratamentos. Uma possibilidade é que, por terem recebido água desde o início do ciclo, as plantas não foram estimuladas a emitir um sistema radicular muito profundo e, quando cessaram as irrigações, a partir do estágio reprodutivo, estas tiveram acesso limitado à água e nutrientes, estes últimos essenciais para o pleno enchimento de grãos.

Nos demais manejos de irrigação, o PMS teve médias semelhantes estatisticamente. Isto pode se explicar pelo fato desta variável ser bastante atrelada às características genéticas das cultivares. Além disso, durante a colheita, boa parte das sementes de menor peso e qualidade é descartada, havendo uma padronização das mesmas.

No experimento conduzido por Bredow (2023), o peso de mil sementes da soja foi superior no manejo com irrigação em apenas uma das cultivares testadas comparativamente ao cultivo sem irrigação. Nas demais cultivares, não houve diferença estatística de médias entre os manejos com e sem irrigação, inclusive para a cultivar BMX Zeus IPRO, a usada no presente trabalho.

Corrêa (2013) encontrou diferença estatística no peso de mil sementes entre o cultivo com e sem irrigação, sendo que houve um aumento significativo para a maioria das cultivares testadas no tratamento com irrigação. Neste estudo, a irrigação por aspersão durante todo o ciclo promoveu um aumento médio no peso de mil sementes de 20 g.

Quanto às sementes com sintoma de mancha púrpura, o manejo sem irrigação apresentou a maior média (8,00%), diferindo de forma estatística do manejo irrigado de V1 a V12 (3,25%), irrigado de V1 a R2 (4,00%) e irrigado durante todo ciclo (3,00%). Estes resultados mostram que a deficiência hídrica deixou as plantas mais sensíveis aos danos do fungo *Cercospora kikuchii*, o que não é interessante.

A maior incidência de sementes com sintomas de mancha púrpura nos tratamentos sem irrigação pode estar relacionada ao estresse hídrico sofrido pelas plantas ao longo do ciclo da cultura. O déficit de água compromete o metabolismo vegetal, reduzindo a atividade fotossintética e a capacidade de síntese de compostos de defesa, além de promover o aumento do estresse oxidativo, o que torna as plantas mais suscetíveis à ação de patógenos (SHAO et al., 2008; DIAS, 2008). Adicionalmente, a ocorrência de restrição hídrica durante o período reprodutivo pode afetar o enchimento e a maturação das sementes, favorecendo a colonização do tegumento por *Cercospora kikuchii* e a maior expressão visual dos sintomas da mancha púrpura. Nesse sentido, Henning et al. (2019) destacam que a manifestação da doença está fortemente associada às condições fisiológicas da planta e da semente, sendo que plantas submetidas a estresses tendem a expressar mais intensamente os sintomas. Assim, mesmo que a irrigação possa aumentar a umidade do ambiente, plantas bem supridas de água apresentam maior equilíbrio fisiológico, resultando em menor expressão da mancha púrpura nas sementes de soja.

A qualidade sanitária da semente de soja é de fundamental importância, pois a presença de patógenos afeta negativamente a qualidade fisiológica das sementes, bem como a sanidade da lavoura (KRZYZANOWSKI; FRANÇA-NETO; HENNING, 2018). Os mesmos autores comentam ainda que a semente pode ser o veículo de disseminação e introdução de patógenos nas áreas, caso esteja contaminada.

Henning et al. (2019) comentam que o fungo *Cercospora kikuchii*, por si só, não causa redução na qualidade fisiológica da semente. Caso a semente apresente boa qualidade fisiológica, vigor e viabilidade, os autores relatam que o fungo é facilmente controlado pelos fungicidas comumente utilizados no tratamento de sementes. Todavia, Sousa; Martins (2023) encontraram que as sementes de soja com incidência de mancha púrpura apresentaram menor potencial fisiológico quando não foi realizado o tratamento de sementes.

## 6 CONCLUSÃO

Os diferentes manejos de irrigação não influenciaram a germinação, o comprimento total de plântulas e a massa seca de plântulas de sementes de soja da cultivar BMX Zeus IPRO, cujos valores médios foram de 85% de germinação, 20,8 cm de comprimento de plântulas e 0,60 g de massa seca por plântula, respectivamente. Da mesma forma, o peso de mil sementes não apresentou diferença estatística entre os tratamentos, indicando que, para a cultivar avaliada, esses parâmetros não foram sensíveis às variações no suprimento hídrico durante a produção das sementes.

Por outro lado, o vigor das sementes e a emergência em campo foram influenciados pelos manejos de irrigação, destacando-se o tratamento com irrigação durante todo o ciclo, que apresentou os maiores valores de primeira contagem (81,3%) e emergência em campo (75,2%), evidenciando a importância do suprimento hídrico contínuo para a obtenção de sementes de elevada qualidade fisiológica. Em contrapartida, a irrigação de salvação resultou nos menores valores de primeira contagem (70,7%) e emergência em campo (51,6%), demonstrando que a aplicação tardia de água não é suficiente para reverter os efeitos do estresse hídrico. Além disso, observou-se maior expressão de sementes com sintomas de mancha púrpura nos tratamentos sem irrigação, reforçando que o déficit hídrico contribui para o aumento da suscetibilidade das plantas à doença.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBRECHT, L.P. et al. Sementes de soja produzidas em época de safrinha na região oeste do estado do Paraná. **Acta Scientiarum Agronomy**, v.31, n.1, p.121-127, 2009.

ALLIPRADINI, L.F. et al. Understanding soybean maturity groups in Brazil: environment, cultivar classification and stability. **Crop Science**, v.49, p.801-808, 2009.

ANDRADE, R.V.; BORBA, C.S. **Fatores que afetam a qualidade das sementes**. In: EMBRAPA - Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo; Tecnologia para produção de sementes de milho. Sete Lagoas, 1993 p. 7-10. (Circular Técnica, 19).

ATLAS DA IRRIGAÇÃO. **Tipologias da irrigação**. Site, 2024. Disponível em: <<https://portal1.snirh.gov.br/ana/apps/dashboards/911d339de2944eb79e4f0b8a96e65b8b>>. Acesso: 15/07/2024.

BATTISTI, R.; SENTELHAS, P. C. Improvement of soybean resilience to drought through deep root system in Brazil. **Agronomy Journal**, Madison, v.109, p.1612-1622, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.2134/agronj2017.01.0023>>. Acesso: 15/07/2024.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF: MAPA/ACS, 2009. 395 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Manual de Análise Sanitária de Sementes**. Brasília DF: MAPA/ACS, 2009. 200 p. (b)

BREDOW, J.A. **Influência da irrigação suplementar na produção e qualidade de sementes salvas de soja na safra 2021/22**. Trabalho de Conclusão de Curso, Curso de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS) – Campus Cachoeira do Sul. 2023. 28p.

CAMARGO, D.C. **Manejo da Irrigação: como, quando e quanto irrigar?** Fortaleza: INOVAGRI/IFCE, 2016. Disponível em: <[https://capacitacao.ead.unesp.br/conhecerh/bitstream/ana/250/1/Apresenta%C3%A7%C3%A3o\\_ANA\\_MANEJO\\_IRRIGA%C3%87%C3%82O\\_2015\\_VDEB.pdf](https://capacitacao.ead.unesp.br/conhecerh/bitstream/ana/250/1/Apresenta%C3%A7%C3%A3o_ANA_MANEJO_IRRIGA%C3%87%C3%82O_2015_VDEB.pdf)>. Acesso: 24/07/2024.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira – Grãos**. v. 11 - Safra 2023/24 - Décimo levantamento, Brasília, julho de 2024. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safra/graos>>. Acesso: 15/07/2024.

CORRÊA, M.F. **Irrigação por aspersão e produção de sementes de soja em solo de várzea**. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 2013. 40f.

DIAS, L.B. **Água nas plantas**. Universidade Federal de Lavras. 2008. 53p.

ENGELMAN, R. et al. **People in the balance**: population and natural resources at the turn of the millennium. Washington, DC: Population Action International, 2000.

FEHR, W.R.; CAVINESS, C.E. **Stages of soybean development**. Ames: Iowa State University of Science and Technology, p. 11, 1977. (Special Report, 80)

FENTA, B.A. et al. **Field phenotyping of soybean roots for drought stress tolerance**. *Agronomy*, v.4, p.418-435, 2014. Disponível em: <<http://www.mdpi.com/2073-4395/4/3/418/htm>>. Acesso: 17/07/2024.

FERREIRA, D.F. **SISVAR: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs**. *Revista Brasileira de Biometria*, [S.l.], v. 37, n. 4, p. 529-535, dec. 2019. ISSN 1983-0823.

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. et al. **Tecnologia para produção de sementes de soja de alta qualidade**. Série Sementes. Londrina: EMBRAPA SOJA. 2007. 12p. (Circular Técnica, 40).

HAIG, D.; WESTOBY, M. Tamanho da semente, custos de polinização e sucesso das angiospermas. **Ecologia Evolutiva**, vol. 5, p. 231-247 (1991). Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/BF02214230>>. Acesso: 23/07/2024.

HENNING, A.A. et al. **Ocorrência de mancha púrpura (*Cercospora kikuchii*) em sementes de soja no Brasil e seu efeito na qualidade fisiológica: mito ou verdade?** Resumos expandidos da 37ª Reunião de Pesquisa de Soja. Londrina, PR. p. 227-229. 2019.

JULIATTI, F. C. Avanços no tratamento químico de sementes. **Informativo ABRATES**. vol. 20, nº.3, 2010.

KANTOLIC, A. G. Control ambiental y genético de la fenología del cultivo de soja: impactos sobre el rendimiento y la adaptación de genótipos. **Revista da Facultad de Agronomía UBA**, 28, 63-88. 2008.

KARAM, F. et al. Evapotranspiration and seed yield of field grown soybean under deficit irrigation conditions. **Agriculture Water Management**, Auckland, v. 75, n. 3, p. 226-244, 2005.

KOCH, F. et al. Efeito da irrigação no desempenho fisiológico e na atividade respiratória de sementes de soja. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.10, n.19; p. 2935. 2014

KOLCHINSKI, E.M.; SCHUCH, L.O.B.; PESKE, S.T. Vigor de sementes e competição intra-específica em soja. **Ciência Rural**, v.35, n.6, p.1248-1256, 2005. Disponível em: <<file:///G:/artigo%20plastocrono/a04v35n6.pdf>>. Acesso: 13/07/2024.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. **Das geographische System der Klimate**. Gebr, Borntraeger, 1936. p.1-44.

KRZYŻANOWSKI, F.C. et al. **Vigor de sementes: Conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. 218p.

KRZYŻANOWSKI, F.C.; FRANÇA-NETO, J.B.; HENNING, A.A. **A alta qualidade da semente de soja: fator importante para a produção da cultura.** Circular Técnica 136. Londrina, PR, 2018. 24p.

KUSS, R.C.R et al. Populações de plantas e estratégias de manejo de irrigação na cultura da soja. **Ciência Rural**, v.38, n.4, p.1133-1137, 2008.

LUDWIG, M.P. **Desempenho agrônômico e qualidade de sementes de soja produzida em solo de várzea alagada.** 2010. 115f. Tese (Doutorado em Ciência e 32 Tecnologia de Sementes) – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2010.

LUDWIG, M.P. **Fundamentos da produção de sementes em culturas produtoras de grãos.** Ibirubá: IFRS Câmpus Ibirubá. 2016. 123p.

MAEHLER, A.R. et al. Potencial de rendimento da soja durante a ontogenia em razão da irrigação e arranjo de plantas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, p.225-231, 2003.

MARCOS FILHO, J.; CICERO, S.M.; SILVA, W.R. **Avaliação da qualidade das sementes.** Piracicaba: FEALQ, 1987. 230 p.

MATZENAUER, R. et al. Rendimento de grãos de soja e de milho, no Rio Grande do Sul, não difere entre eventos El Niño Oscilação Sul. **Agrometeoros**, Passo Fundo, v.26, n.1, p.123-129, 2018.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO – MAPA. **Instrução Normativa MAPA 45/2013.** Disponível em: <[https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/sementes-e-mudas/publicacoes-sementes-e-mudas/copy\\_of\\_INN45de17desetembrode2013.pdf](https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/sementes-e-mudas/publicacoes-sementes-e-mudas/copy_of_INN45de17desetembrode2013.pdf)>. Acesso: 22/11/2024.

MINUZZI, A. et al. **Qualidade de sementes de quatro cultivares de soja, colhidas em dois locais no estado do Mato Grosso do Sul.** Revista Brasileira de Sementes, vol. 32, nº 1 p.176-185, 2010. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rbs/a/yFMRvxvbtNG8jRq7v3dnrJK/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso: 22/07/2024.

MONTOYA, F. et al. Effects of irrigation regime on the growth and yield of irrigated soybean in temperate humid climatic conditions. **Agricultural Water Management**, Amsterdam, v.193, p.30-45, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.agwat.2017.08.001>>. Acesso: 19/07/2024.

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.

NOBRE, C. et al. Some Characteristics and Impacts of the Drought and Water Crisis in Southeastern Brazil during 2014 and 2015. **Journal of Water Resource and Protection**, Washington, v.8, p.252-262, 2016. Disponível em: <10.4236/jwarp.2016.82023>. Acesso: 19/07/2024.

PARDO, F.F. et al. Qualidade fisiológica de sementes de soja esverdeadas em diferentes tamanhos. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia-MS, v. 2, n. 3, p. 39-43, jul./set. 2015.

PAZ, V.P.S.; TEODORO, R.E.F.; MENDONÇA, F.C. Recursos hídricos, agricultura irrigada e meio ambiente. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, v.4, n.3, p.465-473, 2000.

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.

PIMENTEL, C. **A relação da planta com a água**. Seropédica, RJ: Edur, 2004. 191p.

PIRES, R.C.M. et al. Agricultura Irrigada. **Revista Tecnologia e Inovação Agropecuária**, v.1, n.1, p.98-111, 2008.

RAMBO, L. et al. Rendimento de grãos da soja em função do arranjo de plantas. **Ciência Rural**, v.33, n.3, 2003.

RANGEL, M.A.S. et al. Presença e qualidade de sementes esverdeadas de soja na região sul do Estado de Mato Grosso do Sul. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá-PR, v. 33, n. 1, p. 127-132, 2011.

SCHEEREN, B.R. et al. Qualidade fisiológica e produtividade de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 32, nº 3, p. 035-041, 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbs/v32n3/v32n3a04.pdf>>. Acesso: 13/07/2024.

SETIYONO, T.D. et al. **Understanding and modeling the effect of temperature and daylength on soybean phenology under high-yield conditions**. *Field Crops Research*, 100, 257-271. 2007. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.fcr.2006.07.011>>. Acesso: 13/07/2024.

SCHUCH, L.O.; KOLCHINSKI, E.M.; FINATO, J.A. Qualidade fisiológica da semente e desempenho de plantas isoladas em soja. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 31, nº1, p. 144-149. 2009.

SHAO, H.B. et al. Water-deficit stress-induced anatomical changes in higher plants. **Comptes Rendus Biologies**, v.331, p.215- 225, 2008.

SOUSA, N.T.; MARTINS, K.V. Qualidade fisiológica de sementes de soja com e sem incidência de *Cercospora kikuchii*. **Revista Cerrado Agrociências**, v. 14: p. 27-34, 2023.

STRECK, E. V. et al. **Solos do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: EMATER. 2008. 126 p.

TAVARES, L.C. et al. Desempenho de sementes de soja sob deficiência hídrica: rendimento e qualidade fisiológica da geração F1. *Fitotecnia*. **Ciência Rural** 43 (8). Agosto de 2013. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/cr/a/Gv6Zdb6hxH4YRsRm8kmFGdf/>>. Acesso: 23/11/2024.

ZANON, A.J. et al. **Ecofisiologia da soja: visando altas produtividades**. 1ª ed., Santa Maria, 136 p., 2018.

ZIMMER, P.D. **Fundamentos da qualidade de sementes**. In: PESKE, S.T.; VILLELA, F.A.; MENEGHELLO, G.E. (Eds.). 3 ed. Sementes: Fundamentos Científicos e Tecnológicos. Pelotas, UFPel, p.106-160. 2012.

ZIPPER, S.C. et al. **Drought effects on US maize and soybean production: spatiotemporal patterns and historical changes**. Environmental Research Letters, v.2, n.2, 2016.

ZORATO, M.F. et al. Presença de sementes esverdeadas de soja e seus efeitos sobre seu potencial fisiológico. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas-PR, v. 29, n. 1, p. 11-19, 2007.