

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA

MARIA LEONOR AUZANI BISCAINO

**DIFERENTES CONDIÇÕES DE DÉFICIT HÍDRICO NA QUALIDADE FÍSICA E
FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE SOJA (*Glycine max*)**

**Alegrete
2023**

MARIA LEONOR AUZANI BISCAINO

**DIFERENTES CONDIÇÕES DE DÉFICIT HÍDRICO NA QUALIDADE FÍSICA E
FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE SOJA (*Glycine max*)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharela em Engenharia Agrícola.

Orientadora: Lanes Beatriz Acosta Jaques

Co-Orientadora: Chaiane Guerra da Conceição

**Alegrete
2023**

MARIA LEONOR AUZANI BISCAINO

**DIFERENTES CONDIÇÕES DE DÉFICIT HÍDRICO NA QUALIDADE FÍSICA E FISIOLÓGICA
DE SEMENTES DE SOJA (*Glycine max*)**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Engenharia
Agrícola da Universidade Federal do
Pampa, como requisito parcial para
obtenção do Título de Bacharela em
Engenharia Agrícola.

Trabalho de Conclusão de Curso defendido e aprovado em: 11 de dezembro de 2023.

Banca examinadora:

Prof.^a Dra. Lanes Beatriz Acosta Jaques

Orientadora

(UNIPAMPA)

Prof.^a. Dra. Eracilda Fontanela

(UNIPAMPA)

Eng. Agrícola Giulian Rubira Gautério

(UNIPAMPA)



Assinado eletronicamente por **LANES BEATRIZ ACOSTA JAQUES, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 13/12/2023, às 10:43, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.



Assinado eletronicamente por **ERACILDA FONTANELA, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 13/12/2023, às 13:26, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.



Assinado eletronicamente por **GIULIAN RUBIRA GAUTERIO, ENGENHEIRO-AREA**, em 13/12/2023, às 17:30, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.unipampa.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **1327607** e o código CRC **61059AFD**.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por tornar tudo isso possível.

Agradeço à orientadora Lanes Beatriz Acosta por todo o apoio, paciência, incentivo, aprendizado e dedicação para que tudo desse certo durante esse processo.

Agradeço a meu grupo de pesquisa GPPAgri sem o apoio e companheirismo de meus colegas do grupo nada seria possível, também agradeço aos professores que estiveram na linha de frente do projeto Vinicius Cunha, Chaiane Guerra, Eracilda Fontanela e Fatima Cibele vocês foram importantíssimos nessa etapa.

Agradeço à minha mãe, Gilsani Mosseline Auzani, ao meu pai Milton de Souza Biscaino Sobrinho e minha avó Maria de Lourdes Auzani pelo apoio, por acreditarem em mim e por nunca me deixarem desistir, por terem sido os meus maiores incentivadores e apoiadores durante todo o período da graduação.

Aos meus familiares que aqui não foram citadas, porém, que também contribuíram para a execução do presente trabalho.

À assistência do servidor Giulian Gautério que esteve durante todo o período do trabalho me auxiliando, sem medir esforços.

Aos meus amigos de graduação que estiveram durante o curso ao meu lado, e que levarei para o resto da vida.

Agradeço também a todos os professores que passaram por mim durante esse período, carregou um pouco de cada um de vocês comigo, foram muitos aprendizados e experiências jamais esquecidas, obrigada a cada um.

“Ninguém é digno do oásis se não aprender a
atravessar seus desertos”.

Augusto Cury

RESUMO

O presente trabalho de conclusão de curso tem como objetivo geral avaliar a influência de diferentes lâminas de água nos parâmetros de qualidade física e fisiológica de sementes de soja após a colheita. O experimento foi conduzido durante a safra 2022/2023, na área experimental do curso de Engenharia Agrícola, na Universidade Federal do Pampa, Campus Alegrete. A cultura da soja foi submetida à um regime de irrigação deficitária, através de um sistema de irrigação por aspersão convencional, variando os níveis de água nas fases vegetativa e reprodutiva. Os tratamentos foram efetuados com base na percentagem da Evapotranspiração da cultura (ETc), sendo: T1: 40% da ETc na fase vegetativa e 20% reprodutiva, T2: 60% da ETc na fase vegetativa e 30% reprodutiva, T3: 80% da ETc na fase vegetativa e 40% reprodutiva e T4: 100% da ETc na fase vegetativa e 50% reprodutiva. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, contendo quatro repetições para cada tratamento. Após a colheita, as sementes foram encaminhadas ao Laboratório didático de Pós-colheita da universidade, onde foram realizadas as análises de qualidade, por meio das variáveis de condutividade elétrica, emergência a campo, peso volumétrico, peso de mil grãos, comprimento de raiz e parte aérea da emergência, massa seca de raiz e parte aérea, e desempenho inicial de plântulas por meio das variáveis de comprimento de plântulas aos 7, 11 e 14 dias após a semeadura. Os resultados indicam que o manejo da cultura sob diferentes lâminas de irrigação deficitária exerceu influência significativa nas respostas das variáveis analisadas. O déficit hídrico causa limitação na produção, o que foi observado ao usar lâminas de irrigação inferiores a 298 mm, resultando em redução no vigor da semente, especialmente nas variáveis de emergência e desempenho inicial de plântulas. Apesar dessa constatação, a quantidade de água destacada permanece aquém da evapotranspiração total necessária para a cultura, indicando a viabilidade de desenvolver estratégias de irrigação sustentáveis. Tais estratégias não apenas visariam a maximização da qualidade, mas também a adoção de práticas economicamente eficientes.

Palavras-Chave: Pós-colheita. Sustentabilidade. Qualidade. Sementes. lâminas de irrigação.

ABSTRACT

The general objective of this course completion work is to evaluate the influence of different water depths on the physical quality parameters and physiology of soybean seeds after harvest. The experiment was conducted during the 2022/2023 harvest, in the experimental area of the Agricultural Engineering course, at the Federal University of Pampa, Campus Alegrete. The soybean crop was subjected to a deficient supervision regime, through a conventional sprinkler irrigation system, varying water levels in the vegetative and reproductive phases. The treatments were carried out based on the percentage of crop Evapotranspiration (ET_c), being: T1: 40% of ET_c in the vegetative phase and 20% reproductive, T2: 60% of ET_c in the vegetative phase and 30% reproductive, T3: 80% of ET_c in the vegetative phase and 40% reproductive and T4: 100% of ET_c in the vegetative phase and 50% reproductive. The experimental design was randomized blocks, containing four replications for each treatment. After harvest, the seeds were sent to the university's Post-Harvest Didactic Laboratory, where quality analyzes were carried out, using the variables of electrical conductivity, emergence in the field, volumetric weight, mil weight, root length and aerial part of emergence, dry mass of roots and shoots, and initial seedling performance through seedling length variables after 7, 11 and 14 days after sowing. The results indicate that crop management under different levels of deficient supervision had a significant influence on the responses to the variations observed. Water deficit causes limitations in production, which has resulted in the use of supervision depths of less than 298 mm, resulting in a reduction in seed vigor, especially in the variables of emergence and initial plant performance. Despite this finding, the amount of water released remains beyond the total evapotranspiration required for the crop, determining predictions for the development of sustainable supervision strategies. Such strategies were not only aimed at maximizing quality, but also at adopting economically efficient practices.

Keywords: Post-harvest. Sustainability. Quality. Seeds. irrigation blades.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
1.1	Objetivo geral.....	13
1.2	Objetivos específicos.....	13
2	REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1	Aspectos gerais da cultura da soja.....	14
2.2	Influência das lâminas de água na qualidade de sementes.....	16
2.3	Operações aplicadas na pós-colheita de sementes.....	18
2.4	Armazenagem.....	21
3	MATERIAL E MÉTODOS	23
3.1	Local do experimento.....	25
3.2	Delineamento experimental.....	25
3.3	Análise de qualidade	25
3.3.1	Condutividade elétrica.....	26
3.3.2	Emergência a campo.....	26
3.3.3	Peso volumétrico.....	26
3.3.4	Peso de 1000 sementes.....	26
3.3.5	Comprimento de parte aérea e raiz de plântulas.....	26
3.3.6	Massa seca parte aérea e raiz de plântulas da emergência.....	27
3.3.7	Desempenho inicial de plântulas.....	27
3.4	Análise Estatística	27
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	28
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	35
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	36

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Tratamentos de irrigação aplicados à cultura da soja.....	25
Tabela 2 - Resumo da análise de variância para às variáveis referentes a qualidade fisiológica e física da soja, produzidas sob diferentes lâminas de irrigação, na safra agrícola 2023.....	28

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** - Comparação da evolução da área plantada/ produção nacional de soja a partir da safra de 1975/2023..... 14
- Figura 2** - Capacidade útil total de armazenagem e respectiva variação por tipo BRASIL - 1º sem 2020 e 2º sem 2020..... 22
- Figura 3** - Localização de Alegrete- Rio Grande do Sul (A). Localização da área experimental onde serão conduzidos os trabalhos a campo, e do Laboratório de Pós Colheita para análise das sementes (B)..... 23
- Figura 4** - Figura 4 – Gráfico A – Temperatura mínima do ar (—), temperatura máxima do ar (····), temperatura mínima do ar (—); Gráfico B – radiação solar incidente PL (····); Gráfico C– umidade relativa mínima do ar(—), umidade relativa máxima do ar (····); Gráfico D– precipitação pluviométrica (····)..... 24
- Figura 5** - Representação gráfica da relação entre emergência a campo e lâminas de irrigação..... 29
- Figura 6** - Representação gráfica da relação entre emergência a campo e lâminas de irrigação..... 30
- Figura 7** - Representação gráfica da relação entre emergência a campo e lâminas de irrigação..... 31
- Figura 8** - Representação gráfica da relação entre emergência a campo e lâminas de irrigação..... 32
- Figura 5** - Representação gráfica da relação entre emergência a campo e lâminas de irrigação..... 34

1 INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* L.) vem tornando-se uma das *commodities* mais importantes no comércio global, devido ao seu alto teor proteico, composição ideal de aminoácidos e à fácil adaptação em diferentes condições ambientais (SHARDA et al., 2020; KARGES et al., 2022). O Brasil é o maior produtor mundial dessa cultura, com uma produção de 134,9 milhões de toneladas, seguido dos Estados Unidos e Argentina com produções médias de 120,7 e 46,2 milhões de toneladas (FAOSTAT, 2021).

Essa liderança no *ranking* se dá em virtude de diversos fatores, incluindo o potencial produtivo das cultivares, tecnologias de precisão e principalmente os manejos desde a obtenção do genótipo até a expedição do produto na pós-colheita. Contudo, esses resultados podem ser influenciados pelas condições edafoclimáticas do ambiente de cultivo, que afetam significativamente a produtividade e qualidade fisiologia, química e física das sementes.

Entre as características edafoclimáticas, destaca-se a precipitação pluviométrica como um elemento de grande relevância, nos aspectos agrônômicos. Apesar da quantidade média das chuvas no RS ser bem distribuída nas quatro estações do ano, em geral, são insuficientes para suprir às necessidades hídricas das culturas no verão. Isso ocorre em razão da maior demanda evaporativa da atmosfera nesse período, determinada especialmente pela maior densidade de fluxo energético e maior temperatura do ar (BERLATO, 1992). Estima-se que cerca de 93% das perdas na safra de soja ocorram em razão das estiagens (BERLATO & FONTANA, 2003).

A irrigação surge como uma ferramenta pela qual os produtores encontram uma forma de assegurar suas produções frente a fenômenos e variações climáticas como aquecimento global, El niño, La niña entre outras. Dentre os diversos benefícios da irrigação, destaca-se a diminuição dos custos de produção, o aumento da produtividade e a melhoria da qualidade e padronização dos produtos agrícolas. Contudo, torna-se uma ferramenta onerosa quando mal dimensionada e manejada, que pode reduzir a rentabilidade da empresa, assim como inviabilizar seu uso em certos casos (ALVES JÚNIOR et al., 2015).

Uma estratégia muito adotada com o objetivo de otimizar o uso da água, reduzir os custos de produção e também enfrentar condições de escassez hídrica é a irrigação deficitária. Conforme descrito por Mitchell et al. (1984), essa abordagem se

baseia na redução do fornecimento de água durante as fases fenológicas da cultura quando o déficit hídrico não afeta de forma marcante a produção e qualidade, e supre plenamente as necessidades de água durante os períodos do ciclo mais sensíveis da cultura. Para François (2012) a irrigação deficitária é utilizada para produzir mais do que em situação de sequeiro, de forma sustentável e com menor volume de água do que a irrigação convencional.

No entanto, é importante considerar e conhecer cuidadosamente a quantidade de água necessária durante o ciclo de cultivo, nos quais a irrigação deficitária pode ser aplicada, bem como seus potenciais impactos na qualidade. Visto que, a qualidade da semente é um conjunto de atributos que determinam o desempenho a campo, é um fator de extrema relevância. Lotes contendo sementes de alta qualidade contribuem para o desenvolvimento de plantas com características de porte, ciclo e potencial produtivos uniformes.

Nesse sentido, práticas de manejos que permitam agregar qualidade ao genótipo são imperativas para alcançar resultados satisfatórios ao final da safra. Assim, o presente trabalho tem como objetivo avaliar a influência de diferentes lâminas de água nos parâmetros de qualidade física e fisiologia de sementes de soja na pós-colheita. Determinando a melhor lâmina de água, que viabilize a qualidade da semente com alta percentagem de vigor.

1.1 Objetivo Geral

Avaliar a influência de diferentes lâminas de água nos parâmetros de qualidade física e fisiologia de sementes de soja na pós-colheita.

1.2 Objetivos Específicos

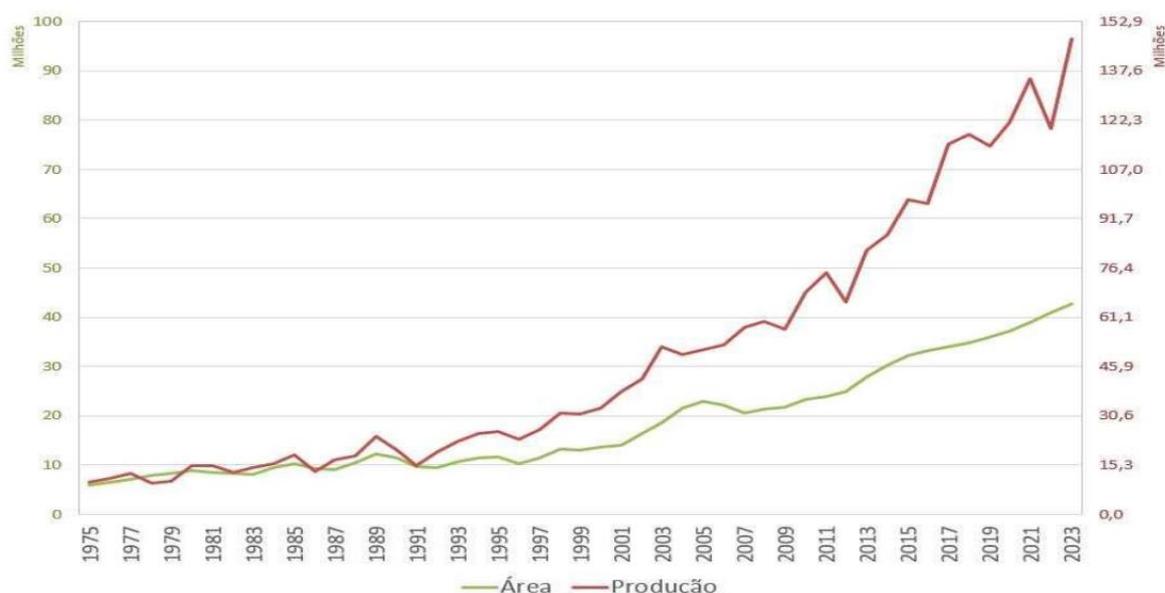
- Estabelecer a melhor lâmina de água, que viabilize a qualidade da semente com alta percentagem de vigor.
- Gerar informações aos produtores para que possam subsidiar a melhoria da utilização de recursos hídricos.
- Compreender a dinâmica do crescimento e desenvolvimento das plantas de soja ao longo da safra, para estabelecer as melhores lâminas de irrigação, e mais eficientes;

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Aspectos gerais da cultura da Soja

Em termos de volume de produção, uso da terra e comércio internacional, a soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é uma das culturas mais importantes do mundo, com uma multiplicidade de usos, com altos teores de óleo e proteína (BORRAS et al., 2014; PRATAP et al., 2016). O Brasil lidera o *ranking* de produção com cerca de 134,9,1 milhões de toneladas, seguido dos Estados Unidos com uma produção anual de 120,7 milhões de toneladas (USDA, 2020). Na agricultura brasileira esse grão tem alcançado alta produtividade, sendo reconhecida pela sua importante contribuição na cadeia produtiva de alimentos (COSTA et al., 2019). Na Figura 1 é possível analisar a representatividade e o crescimento exponencial da soja desde a década de 70.

Figura 1- Comparação da evolução da área plantada/ produção nacional de soja a partir da safra de 1975/2023.



Fonte: IBGE, 2023.

A presença desta commodity entre os principais itens agrícolas resulta da consolidação e organização de um mercado internacional robusto, associado ao comércio de produtos provenientes do complexo agroindustrial da soja (HIRAKURI & LAZZAROTTO, 2014). Do total da produção mundial dos grãos de soja, 6% são consumidos da forma *in natura*, tofu ou outros alimentos integrais e fermentados. Os

94% restantes são triturados para produzir farinha e óleo de soja para ser processado posteriormente (OLIVEIRA & SCHNEIDER, 2016).

O óleo vegetal biodegradável que lidera o mercado global tem origem na soja, sendo utilizado tanto na indústria alimentícia quanto como matéria-prima para a fabricação de lubrificantes e biodiesel. (TING & CHEN, 2011; MACIEL et al., 2016; WOYANN et al., 2019). Enfatizando a importância da soja no mercado mundial, Liu et al. (2008), ressalta que cerca de 60% dos produtos industrializados possuem algum constituinte de soja, principalmente em carne, macarrão, sopas, entre outros, porém esse percentual pode ser até maior dependendo da localização pelo mundo. A qualidade do grão é um parâmetro importante não apenas para os produtores, mas também para a indústria (SANTOS et al., 2018).

Atualmente, as transações de grãos de soja no Brasil seguem as diretrizes estabelecidas pela Portaria do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA), especificamente a Instrução Normativa nº 37, datada de 27 de julho de 2007. Esta normativa modifica a IN MAPA Nº 11/2007, conforme anexo - Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade da Soja.

O mercado de genótipos de soja é amplo, de acordo com o Registro Nacional de Cultivares (RNC), que é um sistema utilizado para catalogar e registrar as cultivares de plantas no Brasil, existem 2431 registros. O principal objetivo do RNC é garantir a identificação, a qualidade e a segurança das cultivares disponíveis no país, além de promover a inovação e a modernização do setor agrícola. O que contribui para o desenvolvimento sustentável da agricultura, incentivando a adoção de variedades mais produtivas e adaptadas às diferentes regiões do país. O gerenciamento do RNC é incumbência do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), através da Secretaria de Defesa Agropecuária (SDA).

Segundo as definições do MAPA, qualidade é um conjunto de parâmetros ou características extrínsecas ou intrínsecas de um produto ou um processo, que permitem determinar as suas especificações qualitativas e quantitativas, mediante aspectos relativos à tolerância de defeitos, medida ou teor de fatores essenciais de composição, características organolépticas, fatores higiênico-sanitários ou tecnológicos.

As condições de qualidade do produto influenciam diretamente no retorno monetário ao produtor, e são influenciados por diversos fatores dentro do setor produtivo, desde a aquisição do genótipo até o momento da expedição na unidade

armazenadora. Conhecer todo o processo que envolve a produção a campo e os processos pós-colheita da soja contribui para resultados satisfatórios de produtividade e qualidade.

2.2 Influência de lâminas de água deficitárias na qualidade de sementes

A água é o principal fator limitante dos potenciais de produtividade e qualidade das sementes de soja. Em análise as projeções dos cenários climáticos são possíveis visualizar que a dependência da precipitação natural continuará a ameaçar a variabilidade da produção da soja ao longo dos anos e das áreas de cultivo (FERNANDES et al., 2021). O fornecimento oportuno de irrigação suplementar é necessário para aumentar os percentuais de rendimento e atender a demanda de água da cultura (CASSMANN et al., 2010). Inúmeros estudos mostram que a soja é sensível ao estresse hídrico em todas as fases de crescimento e a produtividade de grãos geralmente está linearmente relacionada ao uso de água desde a fase de enchimento de grão até o ponto de produtividade máxima (LAMM et al., 2007; SHARDA et al., 2019; LOPEZ et al., 2017).

Montoya et al., 2017 em seus trabalhos observou que o uso de irrigação suplementar na cultura da soja proporcionou aumento na massa seca total e na produtividade de grãos, possibilitando a estabilidade da produtividade da cultura durante os principais estádios fenológicos (R1–R6). Além disso, os autores mostram que os tratamentos em condições de sequeiro reduziram o rendimento de grãos e a biomassa final em até 35%. He et al., 2020 constatou que as variáveis de rendimento, biomassa, número de flores e vagens foram afetadas significativamente com o estresse hídrico, com expressiva redução de 38% no número de vagens.

A irrigação deficitária consiste na aplicação de lâminas inferiores às necessárias para satisfazer às necessidades hídricas da cultura, afetando assim, a evapotranspiração e a produtividade, entretanto, a redução da produtividade deve ser mínima ao ponto de manter o retorno econômico da cultura irrigada (Kang et al., 2000). No entanto, os impactos da irrigação deficitária sobre a produtividade e suas relações com os resultados econômicos podem ou não ser negativos, dependendo do manejo

da irrigação adotado, o desempenho do sistema e os custos de produção (LORITE et al., 2007).

A técnica da irrigação deficitária consiste em aplicar deliberadamente lâminas de irrigação inferiores às necessidades hídricas reais da cultura, afetando conseqüentemente a sua produção. Os seus impactos ao nível da produtividade da cultura e dos respectivos resultados econômicos podem ou não ser negativos, dependendo estes do calendário de irrigação adotado (MARTIN, et al., 2012)

A falta de água nos campos de produção de sementes correlacionada às altas temperaturas causa a supressão da absorção de nutrientes pelas plantas de soja, afetando seu desenvolvimento e/ou causando a morte antes da maturidade da fisiológica, resultando em alto índice de sementes esverdeadas (GRAHL et al., 2022). Essa coloração esverdeada se dá em virtude das atividades enzimáticas como a clorofilase serem reduzidas antes da clorofila ser inteiramente degradada, indicando que a maturação não terminou de forma eficiente (MONTEIRO et al., 2021). Em grande parte dos trabalhos que são reportados os efeitos significados da soja esverdeada mostram a qualidade fisiológica da semente é afetada com redução da germinação, vigor e longevidade (ZAROTO et al., 2007; CICERO et al., 2009; BORDIGNOM et al., 2017)

Situação oposta a falta de água foram estudadas por Pinheiro et al., 2021, que constatou que o aumento da intensidade das chuvas simuladas leva a maiores danos de intemperismo nas sementes, conforme evidenciado pelos testes de raios-X e tetrazólio. Os autores observaram que as alterações anatômicas causadas pelos danos causados pelo intemperismo nas sementes levam à compactação e ruptura das células principalmente das camadas celulares da ampulheta e do parênquima, formando espaços intracelulares.

Vários autores relatam que não é só o manejo da irrigação que tem impacto na produtividade da soja, mas também diferentes estratégias de irrigação. Em trabalhos realizados por Kuss et al. (2008), ao utilizar a irrigação por aspersão na cultura da soja em todo o ciclo, verificou-se um acréscimo no rendimento de sementes de 18% comparado ao tratamento sem irrigação. Trabalhos demonstram que a deficiência hídrica no desenvolvimento das sementes pode afetar além do rendimento, também a qualidade de sementes (CRUSCIOL et al. 2012).

Estes trabalhos mostrando que as condições de uso da irrigação afetam positivamente ou negativamente a cultura da soja, por isso a importância de

determinar quantidades ideais de irrigação, para evitar perdas quantitativas e qualitativas na cultura, também o mal uso de recursos hídricos.

2.3 Operações aplicadas na pós-colheita de sementes

A semente é um dos principais insumos com maior valor agregado na agricultura, pois carrega toda constituição genética e permite a propagação da cultura (CARVEZAN et al., 2018). Em seu processo de produção a obtenção de sementes com elevada qualidade é um requisito primordial adotado pelo produtor (LORINI et al., 2019). A qualidade traz reflexos diretamente no desenvolvimento da cultura, com plantas de alto vigor e adequado estabelecimento do estande (SVAGE & BASSEL, 2016).

Para manter a qualidade fisiológica e aprimorar as características de um lote de sementes é feito a adoção de técnicas, entre estas está o beneficiamento que traz consigo um conjunto de operações (AMARAL et al., 2018). Esta técnica é necessária para realizar a retirada de contaminantes tais como matérias estranhas, sementes de outras culturas e ervas daninhas (HENNING et al., 2016; MELO et al., 2018). Além disso, ao beneficiar as sementes é possível classificar a semente por tamanho, e eliminar as sementes danificadas ou deterioradas (MELO et al., 2018).

No beneficiamento as sementes passam por uma série de etapas, desde a recepção na Unidade de beneficiamento de sementes- UBS, até a embalagem e a expedição (MORENO et al., 2018). Nem todo o material que chega na UBS segue o mesmo processo, estes são realizados de acordo com a espécie, cultivar e das características físicas e impurezas presentes no lote (TELES et al., 2013; MORENO et al., 2018). Normalmente, para o beneficiamento de sementes de soja, são utilizados equipamentos como: máquina de pré-limpeza, secador, máquina de ar e peneiras, separador espiral, padronizadora por largura e mesa de gravidade (NEVES et al., 2016).

O início do processo de beneficiamento é realizado a partir da moega, para sementes é importante a utilização de moegas vibratórias, que são rasas, auto limpantes e reduzem os riscos de exposição dos trabalhadores a gases tóxicos (KRZYZANOWSKI et al., 2015). A partir da moega as sementes são direcionadas para uma máquina de pré-limpeza, visando a retirada de impurezas maiores e menores. Na pré-limpeza e limpeza se busca o máximo da retirada de impurezas e a

homogeneização do lote, assegurando que apenas a semente siga na linha de beneficiamento (KOLLING et al., 2015). O adequado funcionamento dessas operações, faz com que as máquinas tenham maior e melhor capacidade de classificação, além de diminuir tempo e custo de secagem (PESKE et al., 2012).

Considerando que as sementes após passarem pela pré-limpeza, nem sempre apresentam teores de águas compatíveis com os recomendados para o armazenamento, assim devem ser enviadas para um secador (MOREANO et al., 2018). O processo de secagem é considerado uma etapa complexa que envolve transferência simultânea de calor e massa, provocando mudanças intrínsecas nas sementes (ARAÚJO et al., 2014).

A secagem faz com que ocorra decréscimo no teor de água das sementes, assim proporciona uma redução do metabolismo, agindo como um coadjuvante para minimizar a taxa de deterioração, possibilitando armazenar por longos períodos (KRZYZANOWSKI et al., 2016; FARIA et al., 2020). A realização da secagem em sementes de soja pode ser realizada empregando sistemas contínuos, estáticos e intermitentes, para cada sistema deve-se ter precauções da temperatura da massa de sementes para não ultrapassar 40°C. (KRZYZANOWSKI et al., 2016)

Após a secagem, as sementes seguem para a limpeza, a limpeza da massa de sementes é realizada pela máquina de ar e peneiras (MAP), na qual tem o objetivo elevar a pureza física, realiza a separação de acordo com as diferenças de tamanho e a massa específica específico (MORAIS et al., 2016; PAUN, 2017). Em uma unidade de beneficiamento a máquina de ar e peneiras é considerada um componente básico e indispensável (MELO et al., 2016). Conforme o número de peneiras e do sistema de ventilação presentes nas máquinas, estas podem ser utilizadas para pré-limpeza, limpeza e classificação das sementes (HESSEL et al., 2012).

A máquina de ar e peneiras deve ter uma adequada e contínua alimentação, estando a semente uniformemente distribuída sobre a largura total da primeira peneira (PESKE, 2012). O emprego de peneiras planas facilita limitar o tamanho superior de classificação da semente de soja (MORENO et al., 2013). O sistema superior de ar deve ter um adequado ajuste, para fazer a retirada do material leve, como palha e poeira, uma sucção muito forte causa o arraste e descarte de sementes com boa qualidade. O mau ajuste causa também acúmulo de palha no centro dos espirais, o

que pode vir a prejudicar o funcionamento do equipamento (KRZYZANOWSKI et al., 2016).

As sementes depois de terem passado pela máquina de ar e peneira, seguem para a passagem no espiral, este equipamento opera por gravidade e faz a separação de sementes que diferem quanto à forma, densidade e grau de esfericidade (TELES et al., 2013). As sementes esféricas com boa qualidade alcançam velocidade maior, e pela gravidade são lançadas para as espirais externa, sementes irregulares e/ou atacadas por insetos, rolam com velocidades menores, permanecendo na espiral interna, logo é descarregada por uma bica de saída (MORENO et al., 2018; CONRAD, 2017).

Após saírem das espirais, as sementes seguem para a padronizadora por largura, máquina esta que classifica por tamanho, sendo recomendada a classificação em intervalos de 0,5 mm para soja (CUNHA, 2015). A adoção desta operação contribui para melhor a precisão da semeadura, e a adequada obtenção de plantas na lavoura, evitando a ocorrência de falhas e duplas (MORENO et al., 2018; KRZYZANOWSKI et al., 2016).

A semente depois de padronizada por tamanho, passará pela mesa de gravidade, a fim de eliminar toda e qualquer partícula presente no lote e juntamente a retirada de sementes deterioradas (PESKE, 2012). A separação através da mesa de gravidade é realizada através do peso específico, as sementes mais leves, são levantadas através do fluxo de ar e as mais pesadas permanecem em contato direto com a superfície da mesa, as sementes leves são descarregadas na parte baixa da zona de descarga da mesa densimétrica (GADOTTI, 2011).

Para a obtenção de sementes com alta qualidade, o beneficiamento é imprescindível, é a parte essencial da tecnologia envolvida para a produção de sementes (DRUMOND et al., 2019). O conjunto das diferentes etapas envolvidas no beneficiamento, buscam o melhoramento das características físicas de um lote de sementes, visto que a qualidade fisiológica é mantida, este atributo está relacionado diretamente com as condições de manejo recebido no campo (MELO, et al., 2018).

A semente tem dupla função em culturas de expressão econômica, é o material utilizado para a multiplicação das plantas e a estrutura colhida para a comercialização (MARCOS FILHO, 2015). Sua qualidade é definida como o somatório de atributos genéticos, fisiológicos, físicos e sanitários que afetam a capacidade de originar plantas de alta produtividade (ROLLWAGEN, 2011). Estes atributos podem trazer reflexos na

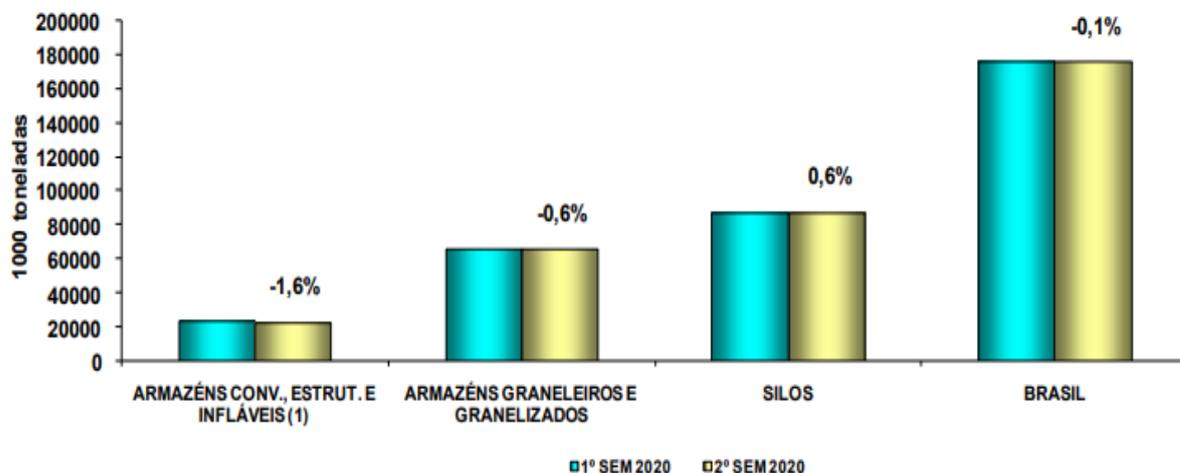
qualidade durante o processo de produção no campo, na operação de colheita, secagem, beneficiamento e armazenamento (KRZYZANOWSKI, 2004).

2.4 Armazenagem

O armazenamento caracteriza-se como uma etapa para conservar e controlar a velocidade de deterioração, com a finalidade de redistribuição posterior (OLIVEIRA et al., 2018). Isso é muito importante para o agronegócio, especialmente no que se refere ao fluxo de grãos e políticas de abastecimento, como as importações e as exportações de produtos, além de ser um fator decisivo para a qualidade do produto (PATINO et al., 2013).

O total de capacidade útil disponível no Brasil para armazenamento, registrado no segundo semestre de 2020, em estabelecimentos ativos na pesquisa, foi de 176,3 milhões de toneladas, 0,1% inferior ao semestre anterior. Em termos de capacidade útil armazenável, os silos predominam no País, tendo alcançado 87,3 milhões de toneladas no segundo semestre de 2020, o que representa 49,5% da capacidade útil total. Em relação ao primeiro semestre de 2020 os silos apresentaram um acréscimo de 0,6% na capacidade. Na sequência, assinalam-se os armazéns graneleiros e granelizados, que atingiram 66,1 milhões de toneladas de capacidade útil armazenável, 0,6% inferior à capacidade verificada no período anterior. Este tipo de armazenagem é responsável por 37,5% da armazenagem nacional. Com relação aos armazéns convencionais, estruturais e infláveis, somaram 22,9 milhões de toneladas, o que representou uma queda de 1,6% em relação ao primeiro semestre de 2020. Esses armazéns contribuem com 13,0% da capacidade total de armazenagem (IBGE, 2020).

Figura 2 - Capacidade útil total de armazenagem e respectiva variação por tipo BRASIL - 1º sem 2020 e 2º sem 2020.



Fonte - IBGE, 2020.

Os armazéns convencionais, estruturais e inflamáveis, somam 24,3 milhões de toneladas, representando um aumento de 0,3% em relação ao segundo semestre de 2018 (IBGE, 2019). O armazenamento, por ser a última etapa de controle de qualidade antes da expedição, permite que o produtor comercialize seu produto em momentos favoráveis do mercado, quando seu preço é maior e o custo com infraestrutura de transportes é menor (REIS et al., 2016).

As sementes são produtos biológicos que interagem com seu ambiente e devem ser armazenados independentemente do sistema empregado para armazenamento, sendo que o gerenciamento adequado ao longo dos processos de colheita, limpeza, secagem, transporte e armazenamento mantém os grãos em estado adequado para uso (BUCKLIN et al., 2019).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Local do experimento

O presente trabalho foi realizado na safra agrícola 2022/23, na área experimental do curso de Engenharia Agrícola, na Universidade Federal do Pampa, Campus Alegrete, nas coordenadas geográficas com latitude 29°71'16" Sul e longitude 55°52'61" Oeste, e altitude de 121 metros.

Figura 3 - Localização de Alegrete- Rio Grande do Sul (A). Localização da área experimental onde serão conduzidos os trabalhos a campo, e do Laboratório de Pós-colheita para análise das sementes (B).



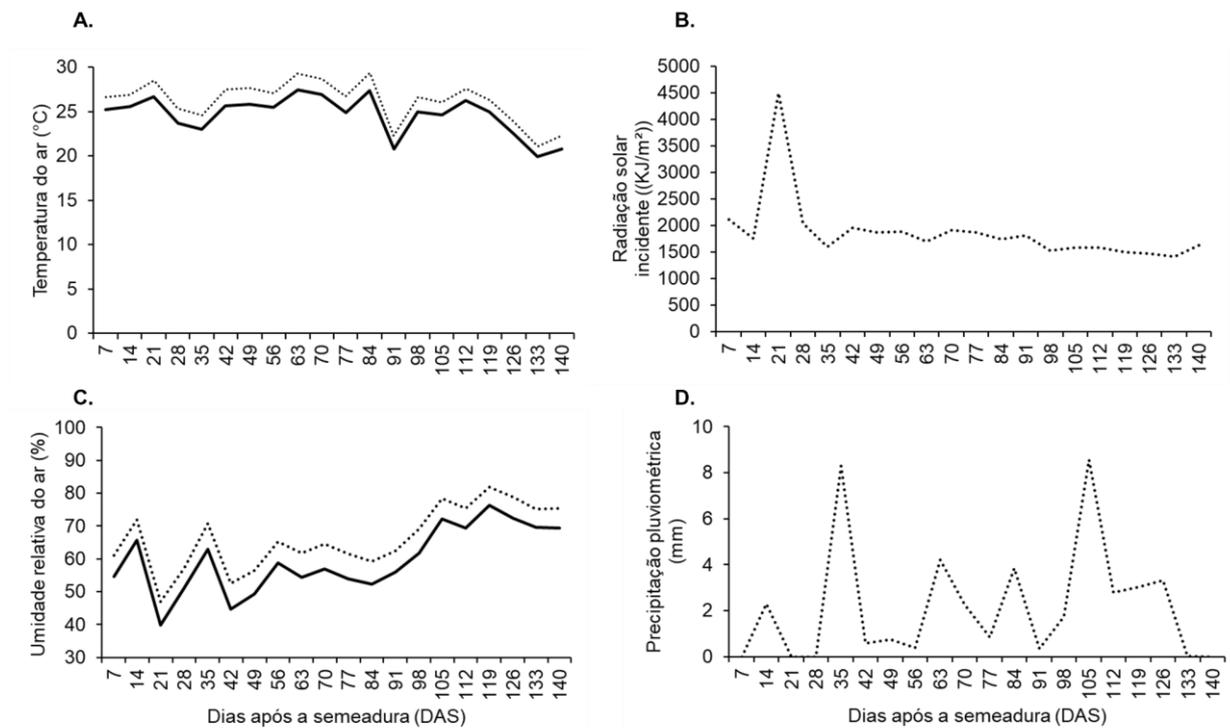
(A)

(B)

O clima da região de Alegrete-RS, segundo a classificação Köppen-Geiger, é Subtropical Temperado quente do tipo Cfa, com precipitação pluviométrica de 1500 milímetros anuais (MORENO, 1961). O solo é classificado como Argissolo Vermelho Distrófico Arênico (EMBRAPA, 2005).

Os dados meteorológicos relativos à temperatura máxima e mínima do ar (°C), à umidade relativa do ar (%), à radiação solar incidente (KJ/m²) e à acumulação de precipitação pluviométrica (mm) durante o curso do experimento são destacados na Figura 4.

Figura 4 – Gráfico A – Temperatura mínima do ar (—), temperatura máxima do ar (····), temperatura mínima do ar (—); Gráfico B – radiação solar incidente PL (····); Gráfico C– umidade relativa mínima do ar(—), umidade relativa máxima do ar (····); Gráfico D– precipitação pluviométrica (····).



Antes da instalação do experimento foram coletadas amostras de solo da área experimental na profundidade de 0-20 (cm) para caracterização (Raij & Quaggio, 1983). Os dados climáticos de temperatura do ar, radiação solar incidente, umidade relativa do ar e precipitação pluviométrica foram obtidos em estação meteorológica, localizada no Campus do Instituto Federal Farroupilha, que é integrante da rede de estações do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

A semeadura foi realizada na segunda quinzena de novembro, empregando o sistema de semeadura convencional, com adubação de N-P-K, conforme a recomendação da cultura. Foi utilizada a cultivar DonMario 5958. A densidade populacional empregada serão de 300 mil plantas por hectare (ha^{-1}), com espaçamento entre linhas de 0,45 cm. Cada unidade experimental foi composta de 5 linhas, com 24 metros de comprimento e total. O controle de insetos-pragas e doenças foi realizado de maneira preventiva.

Foi utilizado um sistema de irrigação por aspersão convencional, composto por uma linha principal, medindo 60m, e cinco linhas laterais, medindo 40m. Os aspersores utilizados são de giro completo, com dois bocais, os quais possuem diferentes diâmetros para cada linha lateral, com objetivo de distribuir diferentes lâminas de irrigação para cada tratamento.

Para a realização da colheita, foram consideradas as linhas centrais, desprezando cada extremidade, com o intuito de diminuir a influência da bordadura. Quando atingido o ponto de maturidade fisiológica e umidade de 14%, foi procedido a colheita das unidades experimentais. Após, as sementes foram encaminhadas ao Laboratório Didático de Pós-colheita da Universidade Federal do Pampa, Campus Alegrete - RS.

3.2 Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso, composto por quatro tratamentos de irrigação. As lâminas de água aplicadas no experimento, foram na fase vegetativa e na fase reprodutiva. Na tabela Tabela 1 é apresentado a porcentagem de reposição da evapotranspiração da cultura (ETc) para cada fase e o volume total da lâmina de irrigação durante o ciclo de cultivo.

Tabela 1– Tratamentos de irrigação aplicados à cultura da soja.

Tratamentos	% ETc - fase vegetativa	% ETc - fase reprodutiva	Lâminas de irrigação (mm)
1	40	20	214
2	60	30	256
3	80	40	298
4	100	50	380

3.3 Análise de qualidade

Para avaliar a influência da irrigação sobre a qualidade fisiológica da soja, foram realizadas as seguintes análises: Condutividade elétrica (CE), emergência a campo (EM), peso volumétrico (PV), peso de mil (PM), comprimento de raiz da emergência (CR-EM), comprimento de parte aérea da emergência (CPA-EM), massa

seca de raiz (MSR), massa seca de parte aérea (MSP), e desempenho inicial de plântulas por meio das variáveis de comprimento de parte aérea aos 7 (CPA7), 11 (CPA11) e 14 (CPA 14) após a semeadura e comprimento de raiz aos 7 (CR7), 11 (CR 11) e 14 (CR14) dias de semeadura.

3.3.1 Condutividade elétrica

A avaliação da condutividade elétrica foi conduzida a partir de quatro unidades experimentais de 50 sementes, pesadas em balança de precisão e dispostas em recipiente de polipropileno com 75 mL de água destilada, mantida em temperatura ambiente para embebição. A lixiviação de eletrólitos, foi aferida por meio de um condutímetro, vinte e quatro horas após a imersão das sementes. Os resultados foram expressos em $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\text{ g}^{-1}$ de sementes (VIEIRA & KRZYZANOWSKI, 1999).

3.3.2 Emergência a campo (EM)

A emergência a campo foi avaliada a partir da semeadura de quatro unidades experimentais por tratamento, semeadas em vasos com solo, sem controle ambiental. A contagem das plântulas normais emergidas foi realizada aos 21 dias após a semeadura, sendo os resultados expressos em percentagem (NAKAGAWA, 1994).

3.3.3 Peso volumétrico

O peso volumétrico das sementes foi obtido mediante a pesagem de uma massa de produto inserida em um volume previamente conhecido. Os resultados foram expressos Kg de grãos.m³ (MOHSENIN 1986).

3.3.4 Peso de 1000 sementes

A análise do peso de 1000 sementes foi realizada por meio da contagem de 8 repetições de 100 sementes e pesadas em uma balança analítica (Brasil, 2009). Os resultados foram expressos em gramas.

3.3.5 Comprimento de parte aérea e raiz de plântulas (CPA, CR)

Este teste foi conduzido concomitante com a emergência a campo. Após 21 dias da semeadura, procedeu-se à avaliação do comprimento de 10 plântulas

normais, selecionadas de forma aleatória. Os resultados foram quantificados em centímetros (NAKAGAWA, 1999).

3.3.6 Massa seca parte aérea e raiz de plântulas da emergência (WPA, WR)

Foram coletadas 10 plântulas por tratamento, separando a parte aérea da raiz. Cada componente foi acondicionado em envelopes de papel e submetido à secagem em estufa com circulação de ar forçado, mantendo uma temperatura de $70 \pm 2^{\circ}\text{C}$, até a massa constante. Os resultados foram expressos em gramas de plântula (g plântula^{-1}) conforme de Nakagawa (1994).

3.3.7 Desempenho inicial de plântulas

O desempenho inicial de plântulas foi determinado por meio da mensuração do comprimento da parte aérea e raiz de 10 plântulas normais, escolhidas aleatoriamente aos 7, 11 e 14 dias após a semeadura. As medições foram realizadas com auxílio de uma régua graduada. A semeadura foi efetuada com profundidade de 3cm, em bandejas metálicas. Os resultados foram expressos em centímetros (NAKAGAWA, 1999).

3.4 Análise Estatística

Os resultados foram analisados com o software SISVAR. A análise de variância foi realizada a 5% de probabilidade. Posteriormente, foram realizada uma análise conjunta para identificar a presença de interação entre os tratamentos. Os tratamentos que apresentaram interações significativas foram analisados pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise da variância evidenciou significância para as várias de qualidade fisiológica referente a emergência de campo (EM), comprimento de raiz da emergência (CR-EM), massa seca da parte aérea (MSP), comprimento de raiz aos 7 e 11 dias (CR7; CR11), comprimento de parte aérea aos 7 e as 14 dias (CPA7; CPA14). Para as variáveis, condutividade elétrica (CE), peso volumétrico (PV), peso de mil sementes (PM), comprimento de parte aérea da emergência (PA-EM), massa seca de raiz (MSP), comprimento de raiz aos 14 dias (CR – 14) e comprimento da parte aérea aos 11 dias (CPA 11), não foi evidenciado diferença significativa entre as lâminas de irrigação testadas (Tabela 2).

Tabela 2 – Resumo da análise de variância para às variáveis referentes a qualidade fisiológica e física da soja, produzidas sob diferentes lâminas de irrigação, na safra agrícola 2023.

F.V.	GL	ANOVA			
		CE	EM	PV	PM
Lâmina de irrigação	3	22,54 ^{ns}	13,68*	12,23 ^{ns}	0,78 ^{ns}
CV (%)		9,99	4,38	1,66	6,47

F.V.	GL	CR (EM)	PA (EM)	MSR	MSP
Lâmina de irrigação	3	52,323*	1,425 ^{ns}	0,017 ^{ns}	0,03*
CV (%)		11,43	8,66	41,08	7,36

F.V.	GL	CR7	CR11	CR14
Lâmina de irrigação	3	71,59*	24,53*	14,44 ^{ns}
CV (%)		19,50	15,33	15,77

F.V.	GL	CPA7	CPA11	CPA14
Lâmina de irrigação	3	20,07*	5,24 ^{ns}	11,13*
CV (%)		20,97	15,67	10,72

* e ^{ns}, significativo a 5% de probabilidade e não significativo, respectivamente.

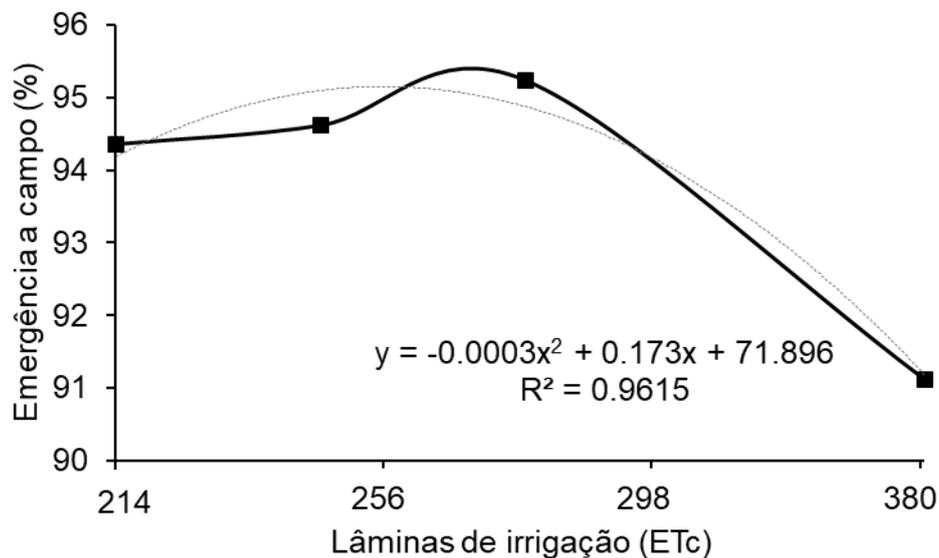
FV – Fator de Variação; **GL** – Graus de Liberdade; **CE** – Condutividade elétrica; **EM** – Emergência a campo; **PV** - Peso volumétrico; **PM** – Peso de mil; **CR (EM)** – Comprimento de raiz da emergência; **PA (EM)** – Comprimento de Parte aérea da emergência; **MSR** – Massa seca de raiz; **MSP** – Massa seca de parte aérea; **CPA** – Comprimento de parte aérea aos 7 (CPA7), 11 (CPA11) e 12 (CPA 14) dias de avaliação; **CR** – Comprimento de raiz aos 7 (CR7), 11 (CR 11) e 14 (CR14) dias de semeadura.

Com a análise dos resultados observou-se que o manejo da cultura sob diferentes lâminas de irrigação deficitária, modificam as respostas das variáveis estudadas. De acordo com Khafagy et al., (2022), o déficit hídrico é a principal

limitação da produção, compreender a resposta desse fator pode levar a melhor utilização da água de irrigação e conseqüentemente um melhor rendimento e qualidade, mesmo em condições de estresse hídrico. Trabalhos realizados por Cotrim et al., (2020), evidenciaram que plantas sob estresse hídrico reduzem a condutância estomática e a transpiração e aumentam a eficiência do uso da água como mecanismo de defesa em condições estressantes abaixo da umidade ideal do solo.

A variável emergência a campo apresentou superioridade para o tratamento que empregou uma taxa de irrigação de 80% da ETC na fase vegetativa e 40% ETC na fase reprodutiva. Está ajustou-se a um modelo quadrático, com coeficiente de determinação de $R^2 \geq 0,80$, e ponto de máxima eficiência com a lâmina de irrigação de 289 mm. Desse modo, a expressão do vigor em sementes de soja foi influenciada positivamente pelo incremento da irrigação deficitária, apresentando valor de 95% de germinação (Figura 5). Ao conduzir a emergência no campo, almeja-se avaliar as características fisiológicas das sementes em diferentes condições, independentemente de serem propícias ou desfavoráveis (ABRANTES et al.,2010).

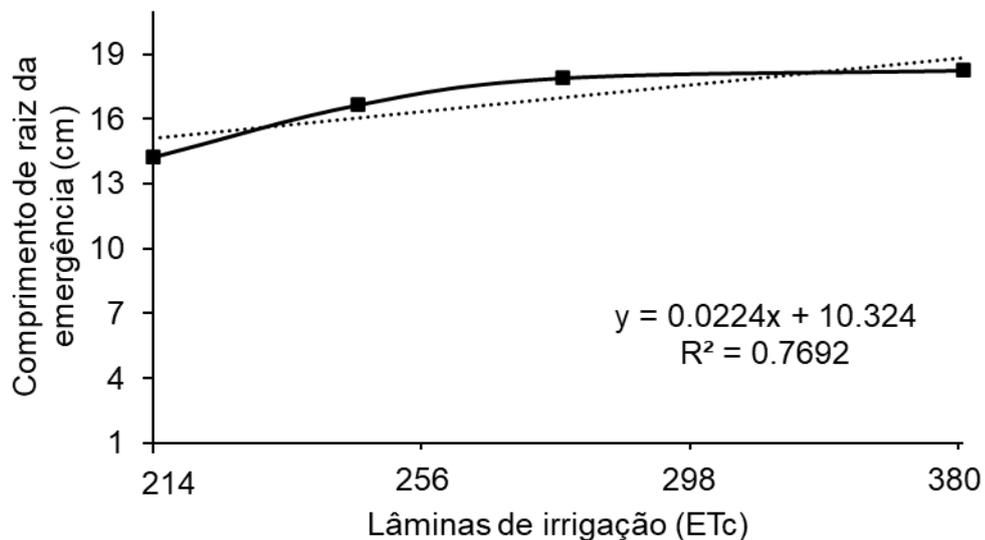
Figura 5 - Representação gráfica da relação entre emergência a campo e lâminas de irrigação.



Para o comprimento de raiz de plântulas provenientes da emergência a campo, a resposta foi linear com o aumento das lâminas de irrigação (Figura 6). Os dados sobre o comprimento das plântulas explicam a integridade do embrião e a usabilidade dos tecidos de reserva (TEIXEIRA et al., 2020). Existe uma diferença de 4 cm entre o tratamento que recebeu 100% da ETC e o tratamento que recebeu 40%, que teve o

menor comprimento do sistema radicular. O crescimento da raiz, durante a fase inicial de germinação, torna-se predominante em relação à parte aérea, pois nas primeiras etapas da germinação, a radícula, que é a primeira estrutura embrionária da raiz, emerge da semente e sua função principal é ancorar a planta no solo e começar a absorver água e nutrientes (CARVALHO & NAKAGAWA, 2012). De acordo com Kurnert et al., (2016), ter um sistema radicular mais longo pode ser um mecanismo adaptativo à seca para aumentar a absorção de água e nutrientes em condições de estresse.

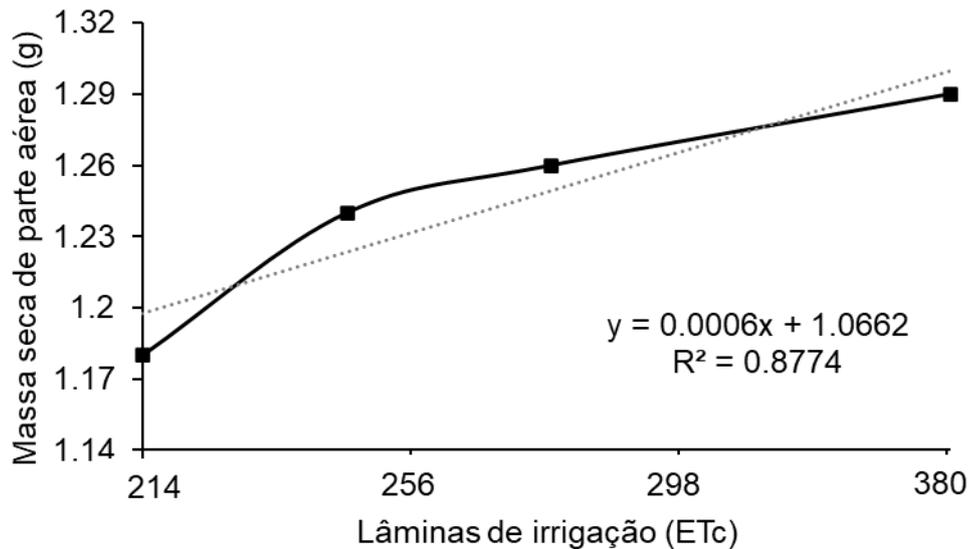
Figura 6 - Representação gráfica da relação entre comprimento de raiz de plântulas e lâminas de irrigação.



Em relação a massa seca de parte aérea a resposta foi similar com o que ocorreu com o comprimento do sistema radicular, mostrando-se uma tendência linear com o aumento da irrigação (Figura 7). No tratamento com 100% da ETC foi verificado uma massa seca de 1,29 gramas, observou-se um incremento na massa seca de 8,5% em relação ao tratamento que recebeu 40% da evapotranspiração na fase vegetativa. Resultados similares foram encontrados por Vazques & Assis (2011), que verificaram que quanto maior a disponibilidade hídrica, maior é a massa de matéria seca. É importante destacar que a qualidade das sementes de soja está intrinsecamente ligada à sua qualidade fisiológica, que por sua vez afeta a capacidade das plantas de produzir massa seca (WIJEWARDANAA et al., 2019). O manejo da irrigação desempenha um papel crucial no desenvolvimento das plantas de soja, afetando tanto

o crescimento da parte aérea quanto o sistema radicular, e, por consequência, influenciando a qualidade fisiológica das sementes e a produção de massa seca. Isso ressalta a importância de estratégias de irrigação adequadas para otimizar o desempenho da cultura.

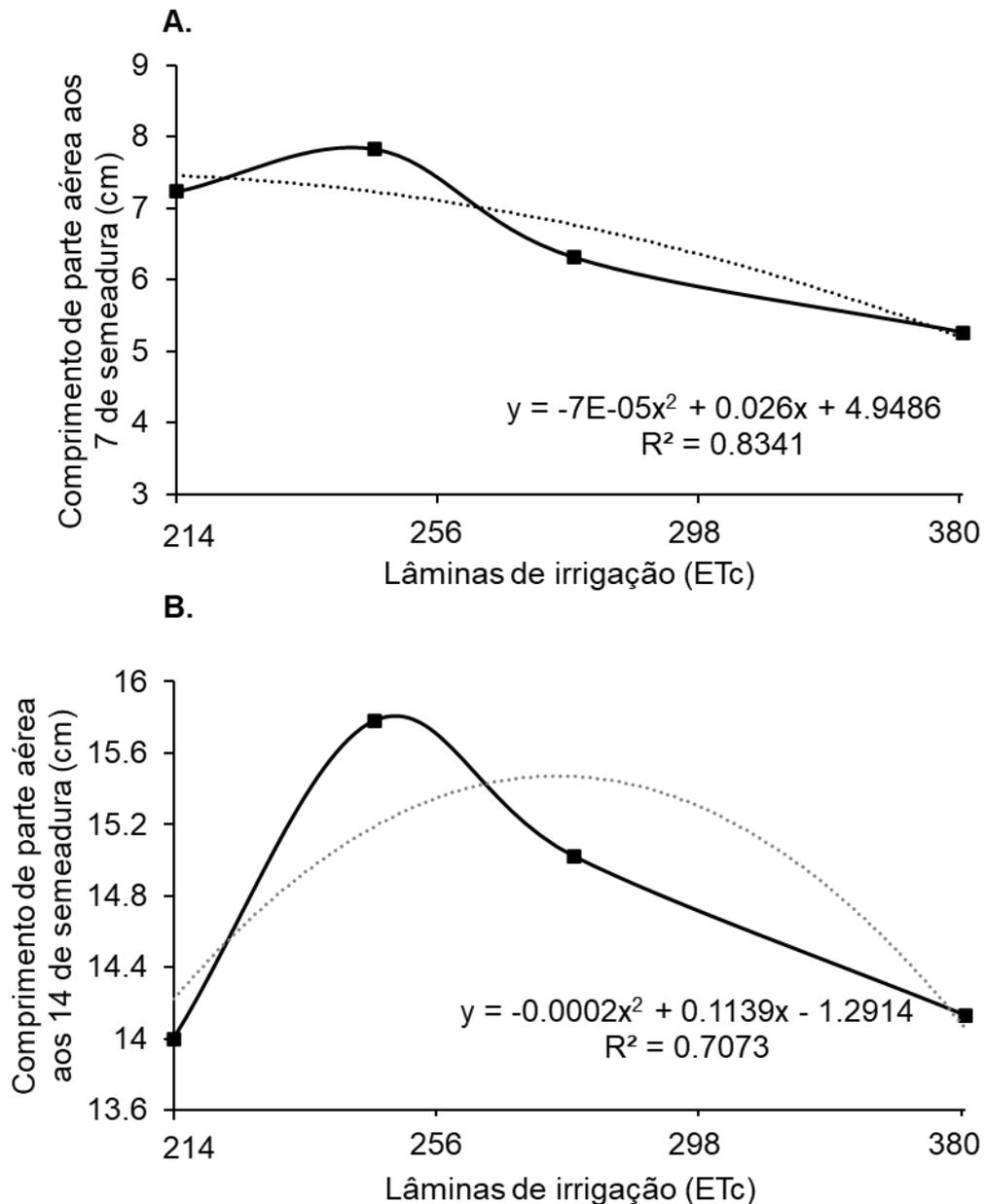
Figura 7 - Representação gráfica da relação entre massa seca de parte aérea e lâminas de irrigação.



Analisando o comprimento da parte aérea de plântulas aos 7 e 14 dias, verificou-se uma tendência quadrática, com ponto de máxima eficiência de 260 mm e 284 mm, o que resulta em comprimentos de 13,1 e 15,7 (Figura 8a). Quando as plântulas recebem quantidades menores de água, podem desenvolver estratégias de adaptação, como o aumento do comprimento da parte aérea para otimizar a absorção de água disponível no solo. Em condições de estresse hídrico moderado, as plantas frequentemente respondem estendendo suas partes aéreas na busca por recursos hídricos. Por outro lado, no tratamento com irrigação mais abundante, as plantas podem não ter a mesma necessidade de buscar água, levando a um crescimento proporcionalmente menor da parte aérea. Nesse caso, as plantas podem investir em

outros processos fisiológicos, como o desenvolvimento de raízes mais extensas para explorar o solo em busca de nutrientes.

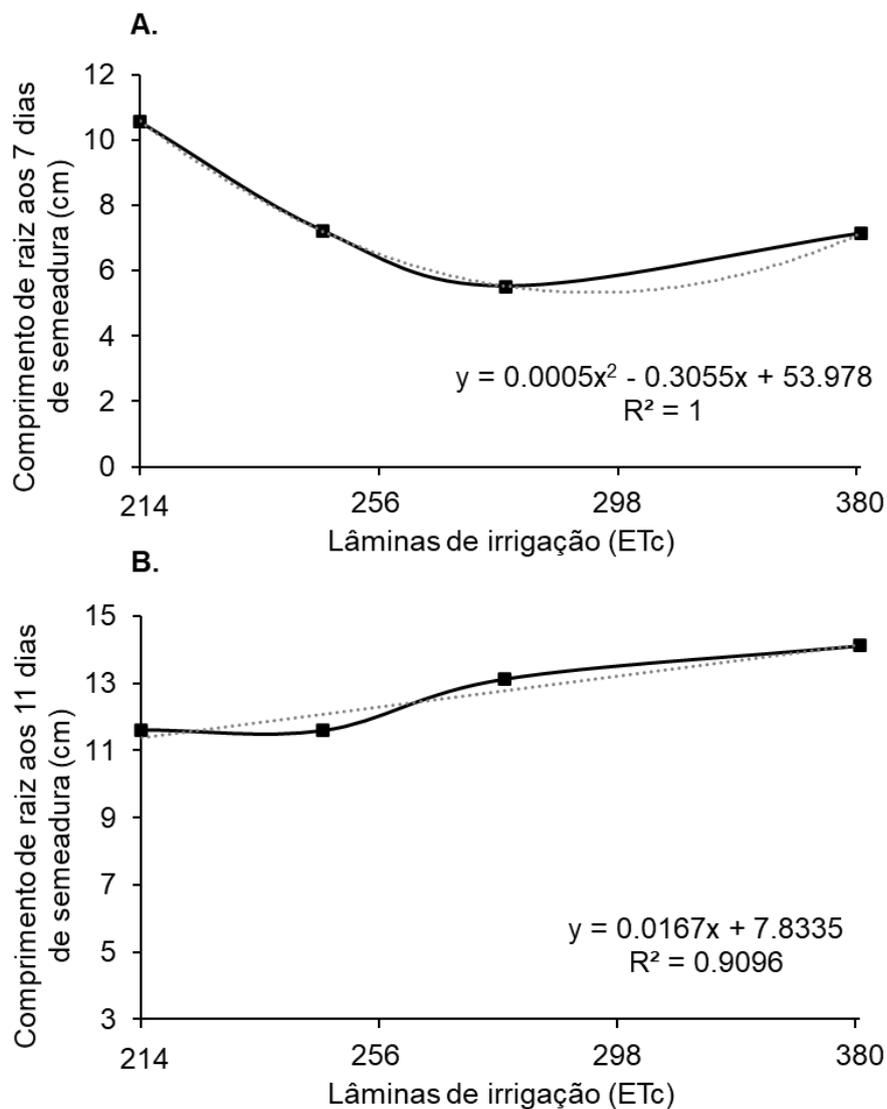
Figura 8 - Representação gráfica da relação entre comprimento da parte aérea de plântulas aos 7 e 14 dias e lâminas de irrigação.



O comprimento de raiz aos 7 e 11 dias sofreu influência da lâmina de água. Aos 7 dias os maiores comprimentos de plântulas foram no tratamento que recebeu 40% da ETC, ajustando-se a um modelo quadrático (Figura 9). No entanto, ao mediar as raízes das plântulas aos 11 dias, verificou-se uma tendência linear com o aumento da porcentagem da irrigação deficitária. Uma diferença de 17% no comprimento entre

o tratamento que recebeu a dose máxima de 100% da ETC e do que recebeu 40% da ETC. Avaliando o comprimento de plântulas é possível distinguir, lotes de diferente vigor. Segundo Meneguzzo et al., (2021), sementes vigorosas dão origem a mudas com maior taxa de crescimento, devido à maior capacidade de transformação e fornecimento de reservas dos tecidos de armazenamento e à maior incorporação destes pelo eixo embrionário. Ter um sistema radicular mais longo pode ser um mecanismo adaptativo à seca para aumentar a absorção de água e nutrientes em condições de estresse (WIJEWARDANA et al., 2019).

Figura 9 - Representação gráfica da relação entre comprimento de parte aérea de plântulas aos 7 e 14 dias e lâminas de irrigação.



De maneira geral, a influência do déficit hídrico na qualidade da semente foi evidenciada, destacando a importância do manejo da irrigação na otimização do

desempenho da cultura. O estudo mostrou que é possível trabalhar com 80% da ETC de referência, resultado este comprovado com a variável de emergência a campo. No entanto, valores inferiores a este, reduzem o vigor das sementes.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

É possível inferir que o manejo da cultura sob diferentes lâminas de irrigação deficitária exerceu uma influência significativa nas respostas das variáveis estudadas. O déficit hídrico é uma limitação preponderante na produção, onde o uso de lâminas de irrigação inferior a 298 mm durante o ciclo, reduz o vigor da semente, notavelmente visto por meio das variáveis de emergência e desempenho inicial de plântulas.

No entanto, essa quantidade de água destacada é inferior a evapotranspiração total requerida pela cultura, isso mostra, que é possível desenvolver estratégias de irrigação sustentáveis, visando não apenas a maximização da qualidade, mas também práticas economicamente eficientes.

Este trabalho foi realizado durante o projeto de pesquisa do grupo de processos agrícolas da UNIPAMPA, será realizado por mais dois anos para que se encontre uma lâmina ideal de irrigação.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRANTES, F. L.; KULCZYNSKI, S. M.; SORATTO, R. P.; BARBOSA, M. M. Nitrogênio em cobertura e qualidade fisiológica e sanitária de sementes de painço (*Panicum miliaceum* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, v.32, n.3, p.106-115, 2010.
- ALVES JÚNIOR, J.; SALES, D. L. A.; PEREIRA, R. M.; RODRIGUEZ, W. D. M.; CASAROLI, D.; EVANGELISTA, A. W. P. Viabilidade econômica da irrigação por pivô central nas culturas de soja, milho e tomate, em diferentes demandas hídricas. In: Inovagri International Meeting, 3., 2015. **Anais...** Fortaleza, 2015. p. 2970-2980.
- AZEVEDO, M. R. de Q. A.; GOUVEIA, J. P. G. de; TROVÃO, D. M. M.; QUEIROGA, V. de P. Influência das embalagens e condições de armazenamento no vigor de sementes de gergelim. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.7, p.519- 524, 2003.
- BERLATO, M. A.; FONTANA, D. C.; GONÇALVES, H. M. Relação entre o rendimento de grãos de soja e variáveis meteorológicas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 27, n. 5, p. 695-702, 1992.
- 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.
- BERNARDO, Salassier. SOARES, Antônio Alves. MANTOVANI, Everardo Chartuni. **Manual de Irrigação**. 8 ed. Viçosa: UFV, 2009. ASSEFA, Y.; BAJJALIEH, N.; ARCHONTOULIS, S.; CASTEEL, S.;
- BOLETIM DA SAFRA DE GRÃOS. In: **BOLETIM DA SAFRA DE GRÃOS: safra 2022/23**. Conab, 2022. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>. Acesso em: 27 dez. 2022.
- BORDIGNOM, B, C, S.; VEIGA, V, V.; BIANCHINI, F.; SHIMOIA, E, P. Percentual de sementes esverdeadas e sua influência na qualidade fisiológica de doze cultivares de soja. **Perspectiva**, v.41, n.155, p.25-33, 2017.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: Ciência, Tecnologia e Produção**. 5ª ed. Jaboticabal: FUNEP, p. 590, 2012.
- CARVEZAN, A.; GIACOMIN, R.; MULLER, M.; BIAZUS, C.; LANGARO, N, C.; CHAVARRIA, G. How Does Seed Vigor Affect Soybean Yield Components? *Agronomy Journal*, v.110, n.4, p. 1318-1327, 2018.
- CICERO, S, M.; SCHOOR, V, D.; JALINK, H. Use of chlorophyll fluorescence sorting to improve soybean seed quality. **Revista Brasileira de Sementes**, v.31, n.4, p.145-151, 2009.

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>>. Acesso em: 03 de janeiro de 2023.

CONRAD, V, A, D.; RADKE, A, K.; VILLELA, F, A. Atributos físicos e fisiológicos em sementes de soja no beneficiamento. **Magistra**. v.29, n.2, p. 56-63, 2017.

COSTA NETO, P. R. & ROSSI, L. F. S. Produção de biocombustível alternativo ao óleo diesel através da transesterificação de óleo de soja usado em fritura. **Química Nova**, v.23, p. 4, 2000.

COTRIM, M, F.; GAVA, R.; CAMPOS, C, N.; DAVID, C, H, O.; REIS, I, A.; TEODORO, L, P, R.; TEODORO, P, E. Physiological performance of soybean genotypes grown under irrigated and rainfed conditions. **Journal of Agronomy and Crop Science**, v. 207, p.34-43, 2020.

CRUSCIOL CAC. et al. 2012. Fornecimento de água por meio de irrigação por aspersão para produção de sementes de arroz de terras altas. **Bioscience Journal** **28**: 34-42.

CUNHA, A, P.; HARBS, R. Análise da viabilidade econômica de uma Unidade de Beneficiamento de Sementes. **Revista Ipecege**, v.1, n.4, p. 36-57, 2015.

DAVIDSON, D.; KOVÁCS, P.; NAEVE, S.; CIAMPITTI, I.A. Spatial characterization of soybean yield and quality (amino acids, oil, and protein) for United States. **Scientific Reports**, v.8, n.14653, p.1-11, 2018

DRUMOND, A, A, L.; SALES, J, D.; ZUCHI, J.; CAMELO, G, N.; SOUZA, M, M, V. Physiological quality of castor seeds (*Ricinus communis* L.) after processing. **Journal of Seed Science**, 41, n.2, p.224-232, 2019.

FAOSTAT. **Food And Agriculture Organization of The United Nations Statistics Division**. Production of Soybean. Disponível em: <https://www.fao.org/faostat/en/#rankings/countries_by_commodity>. Acesso em: 03 de janeiro de 2023.

FARIA, R. Q.; DOS SANTOS, A. R. P.; GARIEPY, Y.; DA SILVA, E. A. A.; SARTORI, M. M. P.; RAGHAVAN, V. Optimization of the Process of Drying of Corn Seeds with the Use of Microwaves. **Drying Technology**. v.38, p.676–684, 2020.

FRANÇA NETO, J, B.; KRZYZANOWSKI, F, C. **O controle de qualidade inserido no sistema de produção de sementes**. Abrasem, p.34-38, 2004.

FRANÇA-NETO, J.B.; KRZYZANOWSKI, F.C.; HENNING, A.A.; PÁDUA, G.P.; LORINI, I.; HENNING, F.A. **Tecnologia da produção de semente de soja de alta qualidade**. Londrina: Embrapa Soja, p.82 (Documentos 380), 2016.

FRANÇOIS, T. **Relações hídricas e trocas gasosas em plantas de feijão submetidas em irrigação deficitária**. Orientador: Reimar Carlesso. 2012. 113 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria - RS, 2012.

GADOTTI, G. I.; VILLELA, F. A. BAUDET, L. Influência da mesa densimétrica na qualidade de sementes de cultivares de tabaco. **Revista Brasileira de Sementes**. v.33, n.2, p.372-378, 2011. Engenharia Agrícola, v.31, n.6, p.1136-1149, 2011.

GRAHL, T. D.; ROCKENBACH, A. P.; CASASSOLA, A. Outcomes of water deficit stress on the physiological quality of soybean seeds. **Journal of Seed Science**, v.44, p.1-12, 2022.

HE, J.; JIN, Y.; TURNER, N. C.; LI, F. M. Irrigation during Flowering Improves Subsoil Water Uptake and Grain Yield in Rainfed Soybean. **Agronomy**, v.19, n.1, p.1-15, 2020.

HESSEL, C. L. E.; VILLELA, F. A.; AUMONDE, T. Z.; PEDÓ, T. Mesa densimétrica e qualidade fisiológica de sementes de brachiaria. **Informativo ABRATES**, v. 22, n. 3, p. 73-76, 2012.

KANG, S.; SHI, W.; ZHANG, J. An improved water-use efficiency for maize grown under regulated deficit irrigation. *Field Crops Research*, v.67, p.207–214, 2000.

KARGES, K.; KIMURA, S. D. B.; WATSON, C.; STODDARD, F. L.; HALWANI, M.; RECLING, M. Agro-economic prospects for expanding soybean production beyond its current northerly limit in Europe. **European Journal of Agronomy**, v.133, p. 1- 9, 2022.

KHAFAGY, A. E.; MAZROU, Y. S.; MORSY, A. R.; MANSOURY, M. A. E.; TOKHY, A. I. E.; HAFEZ, Y.; ABDELAAL, K.; KHEDR, R. Impact of Irrigation Levels and Weed Control Treatments on Annual Weeds, Physiological Traits and Productivity of Soybean under Clay Soil Conditions. **Agronomy**, v. 12, p. 1-23, 2022.

KIRNAK, H.; DOGAN, E.; TURKOGLU, H. Effect of drip irrigation intensity on soybean seed yield and quality in the semi arid Harran plain, Turkey. **Spanish Journal of Agricultural Research**, v.8, n.4, p.1208-1217, 2010.

KOLLING, E. M.; TROGELLO, E.; MODOLO, A. J. Avaliação técnica e operacional de sistema de beneficiamento de trigo na região norte do Paraná. **Revista agroambiente**. v.9, n.2, p.214-218, 2015.

KRZYZANOWSK, F. C.; LORINI, I.; HENNING, A. A.FRANÇA NETO, B. Physiological and sanitary performance of soybean seeds during storage after phosphine fumigation. **Journal of Seed Science**, v.41, n.3, p.280-285, 2019.

KUNET, K.; VORSTER, B.; FENTA, B. A.; KIBIDO, T.; DIONÍSIO, G.; FOYER, C. H. Drought Stress Responses in Soybean Roots and Nodules. **Frontiers in Plant Science**, v.7, p.1-7, 2016.

LAMM, F. R.; STONE, L. R.; BRIEN, D. M. O. Crop Production and Economics in Northwest Kansas as Related to Irrigation Capacity. **Applied Engineering in Agricultural**, v. 23, n.6, p.737-745, 2007.

LAZZARATTO, Evolução e perspectiva de desempenho econômico associados com a produção de soja nos contextos mundial e brasileiro [recurso eletrônico] : / Joelsio

José Lazzarotto, Marcelo Hiroshi Hirakuri. – Londrina: Embrapa Soja, 2009. – (Documentos / Embrapa Soja; n. 319)

LOPEZ, J, R.; WINTER, J, M.; ELLIOTT, J.; RUANE, A, C.; PORTER, C.; HOOGENBOOM, G. Integrating growth stage deficit irrigation into a process based crop model. **Agricultural and Forest Meteorology**, v.243, n.15, p.84- 92, 2017.

LORINI, I.; HENNING, F, A. **Tecnologia da produção de sementes de soja de alta qualidade**. Embrapa Soja. Circular Técnica 380. p.82, 2016.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. 2.ed., Londrina: ABRATES, p.660, 2015.

MARCOS-FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Londrina: ABRATES, p.660, 2015

MARTIN, D.L.; BROCKLIN, J.V.; WILMES, G. **Operating rules for deficit irrigation management**. Trans. ASAE, v. 32, p.1207–1215, 1989.

MARTINS, J. D.; CARLESSO, R.; AIRES, N. P.; GATTO, J. C.; V. DUBOU.; FRIES, H. M.; SCHEIBLER, R. B. Irrigação deficitária para aumentar a produtividade na produção de silagem de milho. **Revista Irriga Botucatu**, v.1, n.1, p.192 - 205, 2012.

MELO, L, F.; MARTINS, C, C.; DA SILVA, G, Z.; BONETI, J, E.; VIEIRA, R, D. Beneficiamento na qualidade física e fisiológica de sementes de capim mombaça. **Revista Ciência Agrônômica**, v.47, n.4, p. 667-674, 2016.

MELO, L, F.; MARTINS, C, C.; DA SILVA, G, Z.; PEREIRA, F, E, C, B.; JEROMINI, T, S. Effects of processing phases on the quality of massai grass seeds, **Revista agrônômica**, v.49, n.2, p. 259-266, 2018.

MELO, L, F.; MARTINS, C, C.; DA SILVA, G, Z.; PEREIRA, F, E, C, B.; JEROMINI, T, S. Effects of processing phases on the quality of massai grass seeds, **Revista agrônômica**, v.49, n.2, p. 259-266, 2018.

MENEGUZZO, M, R, R.; MENEGHELLO, G, E.; NADAL, A, P.; XAVIER, F, M.; DELLAGOSTIN, S, M.; CARVALHO, I, R.; GONÇALVES, V, P.; LAUTENCHLEGER, F.; LÂNGARO, N, C. Seedling length and soybean seed vigor. **Ciência Rural**, v. 51, p, 1-8, 2021.

MITCHELL, P. D.; JERIE, P. H.; CHALMERS, D. J. Effects of regulated water deficits on pear tree growth, flowering, fruit growth and yield. *J. Amer. Soc. Horticultural Science*, v. 109, 1984, p. 604-606.

MOSHENIN, N. N. Physical properties of plant and animal materials, New York: Gordon and Breach Publishers, p. 841, 1986.

MONTEIRO, R, C, M.; GADOTTI, G, I.; MALDANER, V.; CURI, A, B.; NETO, M, B. Image processing to identify damage to soybean seeds. **Ciência Rural**, v.51, n. 2, p. 1-8, 2021.

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

MOREANO, T. B., MARQUES, O. J., BRACCINI, A. L., SCAPIM, C. A., FRANÇA NETO, J. D. B., KRZYZANOWSKI, F. C. Evolution of the physical and physiological quality of soybean seeds during processing. **Journal of Seed Science**, v. 40, n. 3, p. 313-322, 2018.

MORENO, T, B.; MARQUES, O, J.; BRACCINI, A, L.; SCAPIM, C, A.; FRANÇA NETO, J, B. Evolution of the physical and physiological quality of soybean seeds during processing. **Journal of Seed Science**, v. 49, n.3, p.313-322, 2018.

MORENO, T, B.; MARQUES, O, J.; BRACCINI, A, L.; SCAPIM, C, A.; FRANÇA NETO, J, B. Evolution of the physical and physiological quality of soybean seeds during processing. **Journal of Seed Science**, v. 49, n.3, p.313-322, 2018.

NEVES, J, M, G.; OLIVEIRA, J, A.; SILVA, H, P.; REIS, R, G, E.; ZUCHI, J.; VIEIRA, A. Quality of soybean seeds with high mechanical damage index after processing and storage. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e ambiental**. v.20, n.11, p.1025-1030, 2016.

OLIVEIRA, Z.; Yield of soybean cultivars with and without supplementary irrigation for the 2019/20 harvest and off-season in the central region of RS. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v.6, n. 10, p. 81268-81284, oct. 2020.

PATIL, G.; MIAN, R.; VUONG, T.; PANTALONE, V.; SONG, Q.; CHEN, P.; SHANNON, G.J.; CARTER, T.C.; NGUYEN, H.T. Molecular mapping and genomics of soybean seed protein: a review and perspective for the future. **Theoretical and Applied Genetics**, v.130, p.1975-1991, 2017

PESKE, S, T.; VILLELA, F, A.; MENEGUELLO, G, E. **Sementes: Fundamentos 2452 Científicos e tecnológicos**. Pelotas. ed.3, p.573, 2012. Pesquisa de Estoques: número 2 julho/dezembro de 2020.

IBGE, 2020. Disponível em:

https://ftp.ibge.gov.br/Estoque/Pesquisa_de_Estoques_%5Bsemestral%5D/2020_2_semestre/BR_2_semestre2020.pdf. Acesso em: 29 dez. 2022.

PESKE, S, T.; VILLELA, F, A.; MENEGUELLO, G, E. **Sementes: Fundamentos Científicos e Tecnológicos**. Pelotas. ed.3, p.573, 2012.

PINHEIRO, D, T.; DIAS, D, C, F, S.; MEDEIROS, A, D.; RIBEIRO, J, P, O.; SILVA, F, L.; SILVA, L, J. Weathering deterioration in pre-harvest of soybean seeds: physiological, physical, and morpho-anatomical changes. **Crop Science**, v.78, n.1, p. 1-10, 2021.

ROLLWAGEN, D.G.; CARVALHO, R.I.N. Qualidade fisiológica de sementes de camomila [*Chamomilla recutita* (L.) Rauschert] após envelhecimento acelerado e estresse salino. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v.13, n.2, p.139-145, 2011.

- SHARDA, V.; GOWDA, P, H.; MAREK, G.; KISEKKA, I.; RAY, C.; ADHIKARI, P. Simulating the Impacts of Irrigation Levels on Soybean Production in Texas High Plains to Manage Diminishing Groundwater Level. **Journal of the American Water Resources Association**, v. 55, n.1, p. 56-59, 2019.
- SVAGE, W, E, F.; BASSEL, G, W. Seed vigour and crop establishment: extending performance beyond adaptation. **Journal of Experimental Botany**, v. 67, n.3, p. 567-591, 2016.
- TAVARES L., RUFINO C., BRUNES A., TUNES L., BARROS A., PESKE S. Desempenho de sementes de soja sob deficiência hídrica: rendimento e qualidade fisiológica da geração F1. **Ciência Rural** 43: 1357-1363. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.43, n.8, p.1357-1363, ago, 2013.
- TEIXEIRA, S, B.; DA SILVA, J, G.; MENEGUZZO, M, R, R.; MARTINS, A, B.; MENEGHELLO, G, E.; TUNES, V, M. Green soybean seeds: effect on physiological quality. **Ciência Rural**, v.50, p. 1-6, 2020.
- TELES, H, F.; PIRES, L, L.; CUNHA, M, G.; SANTOS, F, P.; AMELOTI NETO. Incidence of *Sclerotinia sclerotiorum* and the physical and physiological quality of soybean seeds based on processing stages. **Journal of Seed Science**, v.35, n.4, p.409-418, 2013.
- VAZQUEZ, G, H.; ASSIS, A, V. Physiological potential of seed and water availability on germination and early growth of soybean. *Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas*, v. 5, p. 75-88, 2011.
- WIJEWARDANA, C.; REDDY, K, R.; BELLALLOUI, N. Soybean seed physiology, quality, and chemical composition under soil moisture stress. **Food Chemistry**, v. 278, p. 92-100, 2019.
- WILCOX, J, R.; SHIBLES, R, M. Interrelationships among seed quality attributes in soybean. **Crop Science**, v. 41, n.1, p.11–14, 2001.
- ZORATO, M, F.; PESKE, S, T.; TAKEDA, C.; FRANÇA NETO, J, B. Presença de sementes esverdeadas em soja e seus efeitos sobre seu potencial fisiológico. **Revista Brasileira de Sementes**, v.29, n.1, p.11-19, 2007.