

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA
BACHARELADO EM AGRONOMIA**

GUILHERME SCHIMITT

**USO DE HIDROGEL NA CULTURA DA SOJA CULTIVADA EM SOLOS
HIDROMÓRFICOS**

**Itaqui-RS
2023**

GUILHERME SCHIMITT

**USO DE HIDROGEL NA CULTURA DA SOJA CULTIVADA EM SOLOS
HIDROMÓRFICOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Bacharelado em Agronomia da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Glauber Monçon Fipke

**Itaqui-RS
2023**

Ficha catalográfica elaborada automaticamente com os dados fornecidos pelo(a) autor(a) através do Módulo de Biblioteca do Sistema GURI (Gestão Unificada de Recursos Institucionais).

S335u Schimitt, Guilherme

USO DE HIDROGEL NA CULTURA DA SOJA CULTIVADA EM SOLOS
HIDROMÓRFICOS / Guilherme Schimitt.

28 p.

Trabalho de Conclusão de Curso(Graduação)-- Universidade
Federal do Pampa, AGRONOMIA, 2023.

"Orientação: Glauber Monçon Fipke".

1. Soja. 2. Hidrogel. 3. Fronteira Oeste do RS. I. Título.

GUILHERME SCHIMITT

**USO DE HIDROGEL NA CULTURA DA SOJA CULTIVADA EM SOLOS
HIDROMÓRFICOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Bacharelado em Agronomia da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Trabalho de Conclusão de Curso defendido e aprovado em 04 de dezembro de 2023

Banca examinadora:

Prof. Dr. Glauber Monçon Fipke
Orientador
UNIPAMPA

Prof^a. Dr^a. Luciana Zago Ethur
UNIPAMPA

Prof. Dr. Cleber Maus Alberto
UNIPAMPA

AGRADECIMENTO

Primeiramente, quero agradecer ao meu orientador, Glauber Fipke, pela orientação valiosa e paciência ao longo deste processo.

Gostaria de agradecer a minha família, em especial a minha namorada Lara, por todo apoio e ajuda nesse momento tão importante e agradeço a minha filha Lorena, que foi o meu combustível para me dedicar e esforçar nessa caminhada.

Aos meus pais, Elio Schimitt e Suzete Schimitt, por todo apoio nessa trajetória acadêmica.

Agradeço também aos professores do curso de Agronomia da UNIPAMPA - Campus Itaqui que contribuíram transmitindo seus conhecimentos dentro e fora da sala de aula.

E por fim, agradeço aos amigos que direta ou indiretamente fizeram parte dessa caminhada durante esses anos de graduação.

Muito obrigado!

RESUMO

USO DE HIDROGEL NA CULTURA DA SOJA CULTIVADA EM SOLOS HIDROMÓRFICOS

Autor: Guilherme Schimitt

Orientador: Glauber Monçon Fipke

Local e data: Itaqui, 04 de dezembro de 2023.

Os polímeros hidroabsorventes ou hidrogel são grânulos que quando em contato com água ou umidade se dilatam e transforma-se em partículas de gel que podem reter água para si. Assim, motivou-se seu uso na agricultura para auxiliar no armazenamento de água para as culturas sem causar danos ao meio ambiente. Por terem essas características, vem crescendo a sua utilização na cultura da soja, no intuito de reduzir a dessecação das raízes em períodos de escassez de chuvas. O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência da utilização de hidrogel na cultura da soja cultivada em solos hidromórficos. O experimento foi semeado em 17/11/22 e realizado a colheita em 11/04/23, na área experimental da UNIPAMPA - Campus Itaqui/RS. Foi utilizado a cultivar de soja DM 66i68 IPRO, conduzindo o manejo da cultura conforme as recomendações técnicas para a região. O experimento seguiu o delineamento de blocos casualizados (DBC) com 3 blocos e 6 tratamentos. A unidade experimental foi composta por 6 m². Os tratamentos foram determinados por doses de 0, 5, 10, 20, 40 e 80 kg ha⁻¹ de hidrogel disponibilizado no sulco de semeadura. Foi utilizado o produto comercial a base de hidrogel “Hydroplan-EB/HyC®”. As avaliações realizadas foram da produtividade de grãos, massa de mil grãos, número de legumes com 1, 2 e 3 grãos, estatura de planta, número de legumes por planta e número de grãos por legumes. Para as variáveis produtividade, estatura de plantas, número de legumes por planta e grãos por legumes houve resposta linear positiva respectiva ao aumento das doses. Assim, com 40 e 80 kg ha⁻¹ de hidrogel, por exemplo, obteve-se 1.735 e 1.977 kg de grãos ha⁻¹, respectivamente. Para a variável massa de mil grãos foi possível obter a máxima eficiência técnica, sendo de 58 kg ha⁻¹ de hidrogel. Não houve significância estatística para o número de legumes com 1 e 3 grãos. Foi possível verificar comportamento linear positivo dos principais componentes de produtividade da soja, portanto, nas condições do experimento são recomendados o fornecimento de 80 kg ha⁻¹ de hidrogel.

Palavras-Chave: estresse hídrico; *Glycine max*; polímeros hidroabsorventes.

ABSTRACT

USE OF HYDROGEL IN SOYBEAN CULTIVATION IN HYDROMORPHIC SOILS

Author: Guilherme Schimitt
Advisor: Glauber Monçon Fipke
Date: Itaquí, December 04th, 2023.

Hydroabsorbent polymers or hydrogels are granules that, when in contact with water or moisture, expand and transform into gel particles that can retain water. Therefore, their use in agriculture has been motivated to assist in water storage for crops without causing harm to the environment. Due to these characteristics, their use has been growing in soybean cultivation, aiming to reduce root desiccation during periods of rainfall scarcity. The objective of this study was to evaluate the influence of hydrogel use on soybean cultivation in hydromorphic soils. The experiment was sown on 11/17/22 and harvested on 04/11/23, in the experimental area of UNIPAMPA - Campus Itaquí/RS. The soybean cultivar DM 66i68 IPRO was used, and crop management followed technical recommendations for the region. The experiment followed a randomized block design (RBD) with 3 blocks and 6 treatments. The experimental unit consisted of 6 m². Treatments were determined by doses of 0, 5, 10, 20, 40, and 80 kg ha⁻¹ of hydrogel applied in the sowing furrow. The commercial hydrogel product "Hydroplan-EB/HyC®" was used. Evaluations were carried out for yield, mass of one thousand grains, number of pods with 1, 2, and 3 grains, plant height, number of pods per plant, and number of grains per pod. For the variables of productivity, plant height, number of pods per plant, and grains per pod, there was a positive linear response to the increasing doses. Thus, with 40 and 80 kg ha⁻¹ of hydrogel, for example, grain yields of 1,735 and 1,977 kg ha⁻¹ were obtained, respectively. For the variable mass of one thousand grains, the maximum technical efficiency was achieved with 58 kg ha⁻¹ of hydrogel. There was no statistical significance for the number of pods with 1 and 3 grains. A positive linear response of the main soybean productivity components was observed; therefore, under the experimental conditions, the application of 80 kg ha⁻¹ of hydrogel is recommended.

Keywords: Western Border of RS; *Glycine max*; Water-absorbent polymers; Grainyield.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Hidrogel utilizado para realização do experimento, A) Hidrogel sem umidade; B) Hidrogel após absorver umidade.	16
Figura 2 - Dados de pluviométricos do período do experimento realizado na Unipampa-Campus Itaqui. EM: Emergência de plantas; R1: Início do florescimento; R5: Enchimento de grãos; R8: Maturidade fisiológica.....	18
Figura 3 - Produtividade de grãos (PROD) e massa de mil grãos (MMG) em plantas de soja submetidos em doses de hidrogel. Itaqui, RS. 2022/23.....	20
Figura 4 - Número de legumes com 1, 2 e 3 grãos em plantas de soja submetidos em doses de hidrogel. Itaqui, RS. 2022/23.	22
Figura 5 - Estatura de plantas (EST), número de legumes por planta (NR_LEG) e número de grãos (NR_GR) em plantas de soja submetidos em doses de hidrogel. Itaqui, RS. 2022/23.....	24

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 OBJETIVOS.....	12
2.1 Objetivo geral	12
2.2 Objetivo específico	12
3 REFERENCIAL TEÓRICO.....	13
3.1 Soja na fronteira oeste do RS	13
3.2 Escassez hídrica	14
3.4 Polímeros Hidroretentores	14
4 MATERIAL E MÉTODOS	16
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
6 CONCLUSÕES	25
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	25
REFERÊNCIAS.....	26

1 INTRODUÇÃO

A agricultura é uma área fundamental para o desenvolvimento sustentável e a garantia da segurança alimentar. Nesse contexto, a soja (*Glycine max* (L.) Merrill) desempenha um papel crucial, sendo uma das principais culturas agrícolas em todo o mundo, sua utilização é conhecida pelas diversas formas de utilização como fonte de proteína vegetal, produção de óleos, farelos e diversos produtos industrializados.

Devido a isso é extremamente importante que sua produção atinja patamares satisfatórios e maiores a cada ano, na safra 2022/23 foram produzidos 322,8 milhões de toneladas, o que corresponde a 50,1 milhões de toneladas a mais que a safra de 2021/22. A cultura da soja teve melhor desempenho nos estados do Mato Grosso do Sul, Paraná e Santa Catarina, ficando o Rio Grande do Sul com uma melhora significativa nas lavouras, mas limitada devido a variabilidade climática (CONAB, 2023). Contudo apesar dos resultados satisfatórios na safra de 2022/23, a produção eficiente da soja enfrenta desafios, como os fatores ambientais durante seu ciclo produtivo, sendo predominante a escassez hídrica.

A escassez de água durante os períodos de germinação e enchimento do grão no cultivo da soja irá influenciar diretamente a produção, uma vez que a baixa absorção de água gera redução no tamanho e peso dos grãos. Para enfrentar este desafio, pesquisadores têm buscado soluções inovadoras que vão desde a aplicação de práticas culturais conservacionistas e/ou o uso de produtos que se propõe a armazenar água.

O hidrogel ou polímeros hidroabsorventes são grânulos que ao absorver umidade se dilatam e transformam-se em pequenas partículas de gel, podendo ser utilizado na agricultura sem causar danos ao meio ambiente. O hidrogel auxilia no armazenamento hídrico, retendo para si a água proveniente da irrigação ou da chuva que será liberada de forma gradual para a planta em momentos de escassez. Este processo permite o desenvolvimento vegetal em épocas de poucas precipitações, pois reduz a dessecação das raízes.

O hidrogel tem se mostrado bastante eficaz em áreas como floricultura, hortaliças e em algumas culturas maiores, proporcionando resultados positivos. No entanto, é importante destacar que existem poucos estudos específicos sobre como o hidrogel impacta a cultura da soja. Essa lacuna de conhecimento destaca a necessidade de mais pesquisas nesse campo, especialmente considerando que os

solos hidromórficos da fronteira oeste do Rio Grande do Sul (RS) que apresentam baixa capacidade de armazenamento de água.

Com isso, o presente estudo possui como hipótese realizar a utilização do hidrogel em solos hidromórficos, para analisar se o mesmo apresenta benefícios a cultura e se pode ser recomendado a sua utilização.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar a influência da utilização de hidrogel na produção da soja cultivada em solos hidromórficos.

2.2 Objetivo específico

- Analisar o efeito do hidrogel sobre os componentes de produtividade de grãos;
- Determinar a dose de hidrogel mais eficaz;
- Analisar a eficiência do hidrogel em condições de poucas precipitações.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Soja na fronteira oeste do RS

A soja pertence à família Fabaceae, sendo conhecida popularmente como uma Leguminosa. O ancestral da espécie era chamado de soja selvagem e crescia predominantemente em terras baixas e úmidas. Considerando assim, sua produção na Fronteira Oeste tem sido abrangente, pois, o Estado do RS contém diversos ecossistemas, destacando-se as várzeas que são caracterizadas por terras baixas, planas e úmidas (TARTAGLIA et al., 2016).

A fronteira oeste do RS é composta predominantemente por solos encharcados em períodos de chuva, devido a isto ocorre a baixa transferência de oxigênio (O₂) do ar para o solo, fazendo com que não ocorra troca. Assim quando os microrganismos e plantas consomem todo O₂ já disponível, o solo não consegue fornecer mais o suprimento necessário para as plantas (LUDWIG, 2022).

Antigamente predominava-se o cultivo do arroz irrigado nestas áreas, porém atualmente se tem o sistema de rotatividade onde se realiza o cultivo da soja em locais que eram utilizados para o cultivo do arroz. Esta prática se dá devido aos desafios relacionados à sustentabilidade, incluindo questões de conservação do solo e da água. A prática auxilia na melhora das condições físicas e químicas do solo, assim como, na quebra de ciclos das pragas e doenças (CRUZ; PEREIRA FILHO; ALBUQUERQUE FILHO, 2017).

Segundo Kuplich; Capoane e Costa (2018) a soja dá origem a vários subprodutos tais como o óleo, a proteína e ao leite de soja, estes são alimentos ricos em proteínas, lipídios, fibras e micronutrientes que são essenciais para a população. Além disso, seu grão também é comumente utilizado para alimentação animal. Sendo assim, sua produção e rentabilidade são extremamente importantes para a economia do país. Uma situação preocupante nos dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2021) é a variância na produção da cultura ao longo dos anos, pois esta sofre grande interferência com as variabilidades climáticas da região, acarretando em baixa produtividade.

Além disto, quando cultivada em terras baixas a soja apresenta desafios que são classificados como de ordem técnica nos quais afetam as características físicas e químicas do solo e de gestão sendo necessário gerenciar as necessidades do solo realizando uma adequação para o plantio (GROHS, GIACOMELI E FIPKE (2022).

3.2 Escassez hídrica

A cultura da soja enfrenta problemas relacionados à escassez hídrica, isto ocorre quando a quantidade de água necessária para as plantas é maior do que a quantidade disponível no solo. Isso pode ocorrer devido à falta de chuvas adequadas, evaporação excessiva, manejo inadequado da água ou uma combinação desses fatores. (KNIERIM, 2018). A restrição de água na planta pode causar respostas fisiológicas, bioquímicas e problemas de eficiência na fotossíntese. Sendo importante nestes casos cuidar de forma adequada o manejo da cultura, pois, o estresse hídrico no ciclo de desenvolvimento da soja pode afetar significativamente sua produtividade (CAVALCANTE et al., 2020).

Quando ocorre a escassez hídrica na cultura seus principais fatores são estagnação da área foliar, sendo perceptível na lavoura plantas menores, com diâmetro do caule pequeno, folhas murchas e pequenas, taxa de crescimento reduzida e atividade fotossintética menor (NICOLETTI, 2023). Para que a planta tenha um rendimento alto é necessária uma quantidade adequada de água durante todo seu ciclo, esta varia de 450 a 800 mm, podendo mudar conforme o clima, cultivar e manejo do solo, além disto a temperatura ideal para esta cultura seria de 20 a 30°C. Nestas condições a planta tem um rápido e uniforme crescimento (GAVA et al., 2015).

A escassez hídrica pode ter um impacto significativo na produção de soja principalmente devido ao estresse que causa na planta, o principal fator na diminuição da produtividade e qualidade da cultura é o estresse hídrico, devido a isto se faz necessário estudos sobre meios que reduzam este problema, como os polímeros hidroretentores (CAVALCANTE et al., 2020).

3.4 Polímeros Hidroretentores

Os polímeros hidroretentores, também conhecidos como hidrogéis, são materiais poliméricos capazes de reter grandes quantidades de água em relação ao seu próprio peso. Eles são usados em várias aplicações, incluindo agricultura, jardinagem e indústria. Porém o seu alto custo e poucos estudos sobre o mesmo afetam diretamente o seu uso pelos agricultores (ALVES, 2019).

A utilização dos polímeros no solo auxilia na disponibilidade de água, reduz perdas por lixiviação de nutrientes e aumenta a drenagem do solo, aumentando o desenvolvimento radicular e crescimento da planta (AZEVEDO, BERTONHA E

GONÇALVES, 2002) Dessa forma, as pesquisas relacionando o uso dos polímeros com o déficit hídrico vem crescendo cada vez mais. Os hidroretentores contém monômeros em sua estrutura que segundo Pelegrin (2017) são estruturas que se ligam umas às outras formando os polímeros que quando seco permanece em sua forma granular ou em pó, mas quando entra em contato com umidade se expandem absorvendo dez vezes mais que sua massa. Devido a isto, a água é acumulada por uma fraca ligação de hidrogênio e forte força de Van Der Waals, sendo retida e liberada lentamente por longo período para a cultura (PELEGRIN et al., 2017)

Podem ser obtidos outros benefícios com o uso do hidrogel, atuando em fatores como: pH, umidade e temperatura do solo, devido ao fato do mesmo disponibilizar lentamente os nutrientes para a planta, porém estudos mostram que sua utilização tem sido mais rentável na agricultura irrigada, pois não há estudos científicos que comprovem quais as doses recomendadas que sejam eficientes quanto ao uso reduzido de água na cultura em questão. (ALVES, 2019).

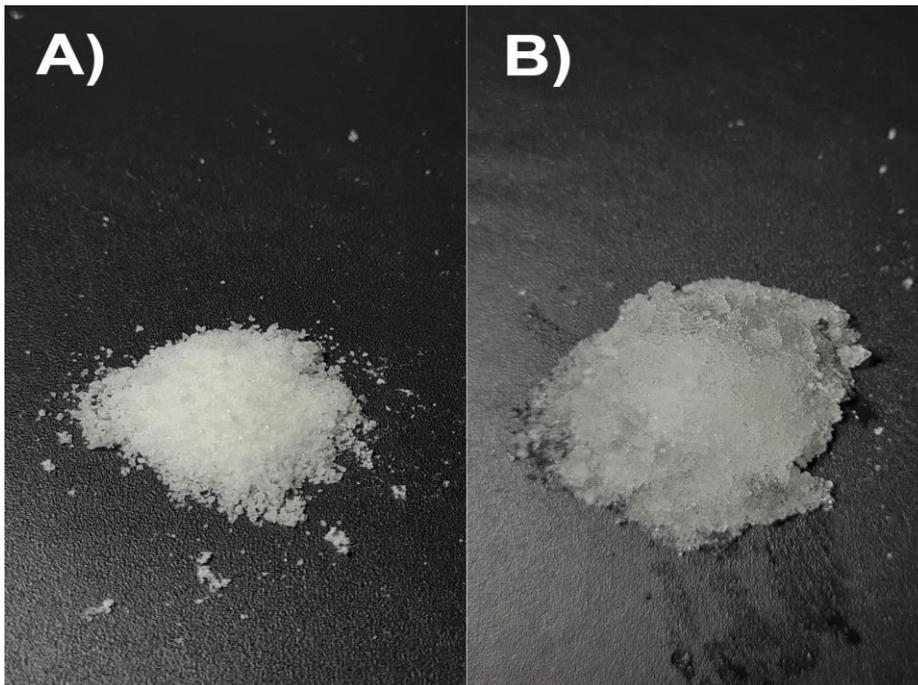
Na cultura da soja, Minosso; Sostisso; Dranski (2021) trazem que a aplicação dos hidrogéis hidratados em conjunto com a semente se torna benéfico para produtividade e massa de grãos. Para o presente estudo foi utilizado o hidrogel Hydroplan-EB/HyC[®], sendo as doses recomendadas pelos técnicos/vendedores fica entre as doses de 10 a 12 kg ha⁻¹, sendo utilizado no sulco de semeadura misturado no depósito de adubo mineral.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na safra 2022/2023, na área experimental da Universidade Federal do Pampa - Campus Itaqui/RS, sob as coordenadas 29°09'S; longitude 56°33' W; e altitude média de 74 metros acima do nível do mar. A classificação climática da região é do tipo Cfa, ou seja, subtropical úmido sem estação seca definida (ALVARES et al., 2014) e o solo da região é um Plintossolo Argilúvico Distrófico (EMBRAPA, 2018). A análise química de solo da área experimental apresenta características: pH (água, 1:1) = 5,6; Matéria orgânica (% m/v) = 1,6; Argila (% m/v) = 24; Fósforo, P-Mmehlich (mg dm^{-3}) = 3,3; Potássio (mg dm^{-3}) = 83; H + AL (cmolc dm^{-3}) = 3,8; CTC (pH 7, cmolc dm^{-3}) = 10,1 e Saturação de bases (%) = 62.

A área para a condução do experimento foi escarificada cerca de 2 meses antes da implantação, para aumentar a macroporosidade e microporosidade do solo. A adubação de N-P-K utilizada foi de 380 kg ha^{-1} na formulação de (5-20-20), na qual foi realizada de forma mecanizada no momento da semeadura, juntamente com as dosagens do gel (Figura 1) para cada tratamento, foi destinado 2 linhas de adubação para cada tratamento.

Figura 1 - Hidrogel utilizado para realização do experimento, A) Hidrogel sem umidade; B) Hidrogel após absorver umidade.



Fonte: Autor, 2023.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados (DBC), com 3 blocos e 6 tratamentos, respectivos as doses de 0, 5, 10, 20, 40 e 80 kg ha^{-1} de

hidrogel. A unidade experimental foi composta por 2 linhas com 6 m de comprimento, espaçadas a 0,50 m, totalizando uma área de 6 m². O hidrogel foi disponibilizado durante o processo de semeadura com semeadora-adubadora, no sulco de semeadura em mistura com o adubo mineral.

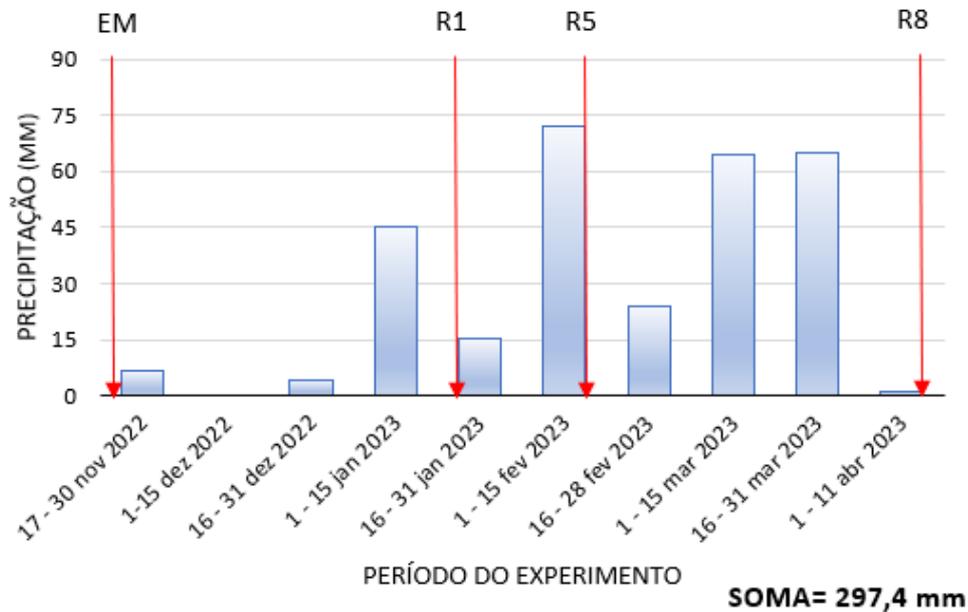
O hidrogel empregado foi o Hydroplan-EB/HyC[®], (figura 2) um polímero de textura fina e sólida, com granulometria inferior a 0,5 mm, de cor branca, sem odor, e especialmente recomendado para solos argilosos com dosagens de 10 a 12 kg ha⁻¹ (HYDROPLAN-EB, 2019).

A semeadura do experimento ocorreu dia 17 de novembro de 2022, sendo utilizado a densidade de semeadura de 280 mil plantas hectares espaçados por 0,50 m.

A cultivar de soja utilizada foi a DM 66i68 IPRO, de ciclo médio, desenvolvimento cerca de 150 dias até a maturação e sua massa de mil grãos média de 190 gramas, dependendo das condições climáticas e manejos, sendo recomendada para áreas de várzea da Fronteira Oeste do Rio Grande do Sul.

Durante o período de condução do trabalho não foi realizada a utilização de irrigação adicional, foi conduzido sob as condições climáticas naturais, contando apenas com as chuvas ocorridas nesse período. Neste período, de 17 de novembro de 2022 a 11 de abril de 2023, totalizou 145 dias, tendo um acumulado pluvial de 297,4 mm (Figura 2).

Figura 2 - Dados de pluviométricos do período do experimento realizado na Unipampa-Campus Itaqui. EM: Emergência de plantas; R1: Início do florescimento; R5: Enchimento de grãos; R8: Maturidade fisiológica.



Fonte: Grupo de Estudos em Água e Solos - GEAS, (2023).

No decorrer do ciclo da cultura foram realizados os controles de plantas daninhas, insetos pragas e doenças, conforme a necessidade da cultura durante todo seu ciclo, por meio de inseticidas, herbicidas e fungicidas. Todos os tratamentos culturais seguiram a recomendação técnica para a cultura (REUNIÃO, 2022).

Para a realização da colheita foi realizada a dessecação de toda área do experimento quando as plantas estavam no estágio 7.3 segundo a escala fenológica proposta por Fehr e Caviness (1977).

No momento da colheita foram identificados os tratamentos com o auxílio do croqui da área, e realizado a quebra da haste principal de maneira manual e separados e identificados por tratamento. Foram utilizadas apenas 2 linhas descartando-se 1 m de cada extremidade, totalizando 4 m². No qual a colheita foi dividida em duas, no primeiro momento foram colhidas 10 plantas consecutivas de cada tratamento no sentido da linha, posteriormente transportados para o Laboratório de Entomologia e Plantas Daninhas da UNIPAMPA - Campus Itaqui onde realizaram-se as análises dos componentes de produtividade de grãos: estatura de planta, que foi medida obtida da primeira ramificação até o ápice da haste principal; número de legumes por planta; número de grãos por legume, número de grãos por planta, massa de 1000 grãos (BRASIL, 2009). No restante da unidade experimental as plantas foram processadas

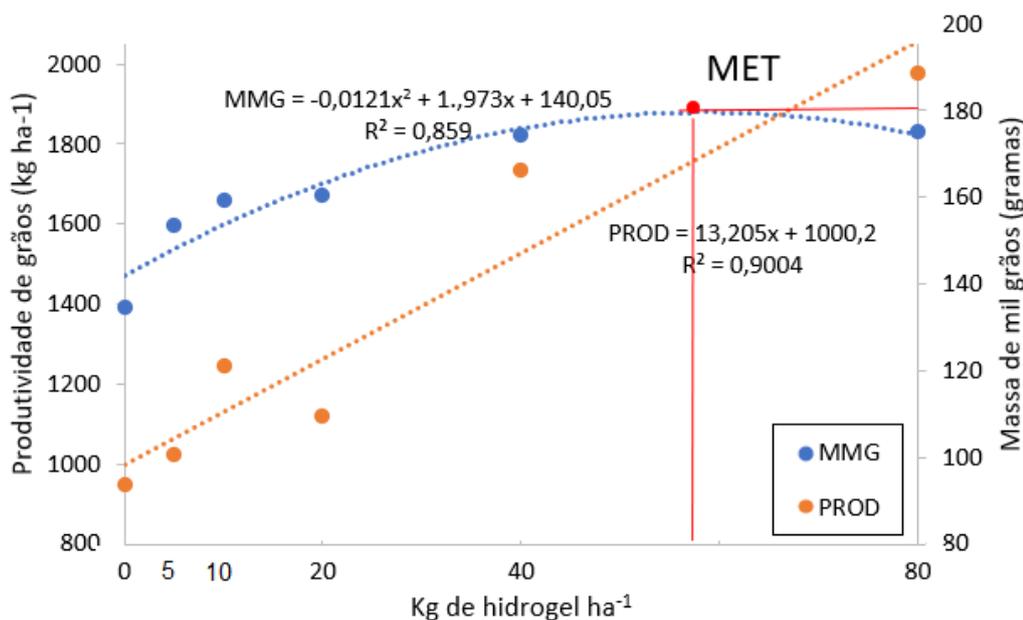
na trilhadeira, passadas por limpeza e pesagem, correção do grau de umidade e estimativa da produtividade de grãos de soja por hectare.

Os dados foram sujeitos a uma análise de variância, empregando o teste F a um nível de significância de 5% ($P \leq 0.05$). Posteriormente, realizou-se a análise de regressão utilizando o Software SISVAR® (FERREIRA, 2008).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve influência das doses de hidrogel utilizadas na produtividade e massa de mil grãos. Onde foi obtido uma regressão linear positiva em relação as doses de hidrogel, sendo obtido produtividades de 1.735 e 1.977 kg ha⁻¹ quando utilizado as doses de 40 e 80 kg ha⁻¹ de hidrogel, respectivamente (Figura 3).

Figura 3 - Produtividade de grãos (PROD) e massa de mil grãos (MMG) em plantas de soja submetidos em doses de hidrogel. Itaqui, RS. 2022/23.



Fonte: Autor, 2023.

Kraisig et al., (2018) obteve resultados semelhantes em seu estudo, onde comparou-se o rendimento com diversas doses de gel no sistema de rotatividade soja/aveia, neste caso as quantidades de hidrogel relevantes foram 60 e 120 kg ha⁻¹ obtendo-se uma produtividade de 6.500 a 8.000 kg ha⁻¹, respectivamente. Com isso, houve um relacionamento linear positivo quando consideramos a produtividade de grãos e doses de hidrogel. Houve incremento de 13,20 kg de grãos ha⁻¹ para cada kg de hidrogel fornecido.

A safra de 2022/23 no Rio Grande do Sul teve uma produtividade 2.580 kg ha⁻¹, sendo produtividades satisfatórias para a variabilidade climática que ocorreu para esta safra, com isso, a produtividade obtida durante o experimento condizente com as demais áreas agrícolas (IRGA, 2023). Podemos atribuir a manutenção da produtividade devido a utilização do hidrogel, pois, ao comparar o tratamento

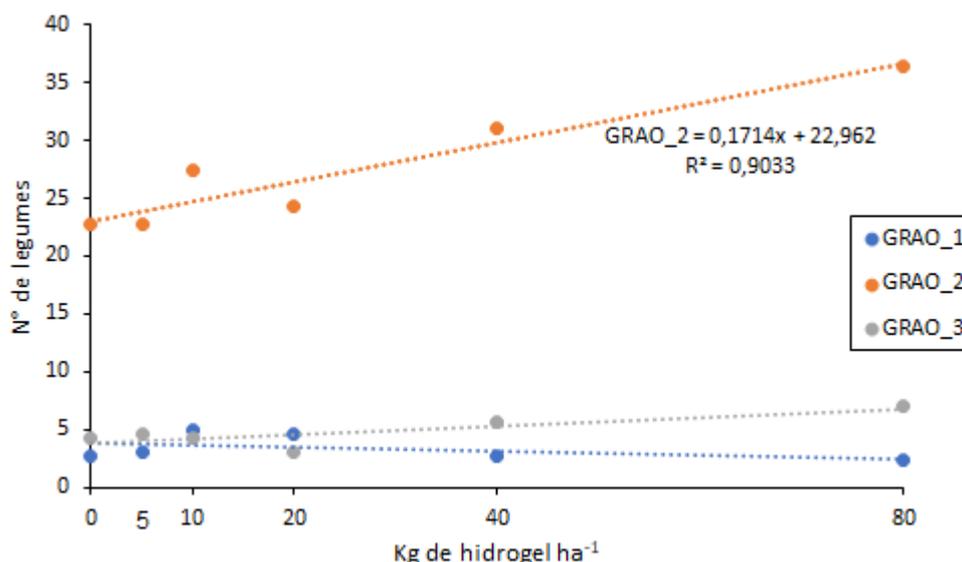
testemunha, onde não se utilizou os polímeros, este teve um valor inferior aos outros tratamentos, ficando abaixo do rendimento obtido pelas outras áreas do RS.

Para analisar-se corretamente a produtividade da planta, foi realizada a análise da massa de mil grãos, onde foi obtido uma regressão quadrática de segundo grau, nas dosagens de 40 e 80 kg ha⁻¹, obtiveram os resultados de 174,21 e 174,99 gramas (Figura 3). Além disto, a máxima eficiência técnica (MET) ficou na dosagem de 58 kg ha⁻¹ de hidrogel, ficando a massa de mil grãos em 180,39 gramas demonstrando que a dose máxima utilizada neste experimento (80 kg ha⁻¹) ultrapassa a MET, ou seja, o rendimento de planta fica menor quando comparado a dosagem de 58 kg ha⁻¹.

Minosso, Sostisso e Dranski (2021) apresentam um estudo comparando cultivares tolerantes e não tolerantes ao déficit hídrico com o uso do hidrogel, neste caso, o mesmo utilizou dosagens de 0, 20, 40 e 60 kg ha⁻¹ de hidrogel. Os pesquisadores obtiveram massa de mil grãos de 138,5 e 158,4 gramas para as cultivares tolerantes e não tolerantes respectivamente, a MET foi obtida na dosagem de 30 kg ha⁻¹ para as cultivares não tolerantes. Mesmo com a diferença nas dosagens de hidrogel e massa de mil grãos, o experimento de Minosso; Sostisso; Dranski (2021) obteve resultado semelhante ao do presente estudo, demonstrando que a utilização do hidrogel pode disponibiliza mais água para as raízes e o melhor desenvolvimento e rendimento de planta, porém em altas concentrações de gel este não apresenta resultados compensatórios, ultrapassando a máxima eficiência técnica das cultivares.

Havendo influência sobre estas duas primeiras variáveis analisadas, outros componentes de produção também foram estudados. O número de grãos por legumes é um fator crucial que afeta diretamente a produtividade, pois quanto mais grãos por planta mais rendimento, que se traduz em maior produtividade no campo. Assim, foram estratificados os legumes com 1, 2 e 3 grãos (figura 4). Foi possível observar que em todos os tratamentos houve prevalência no número de legumes com 2 grãos, obtendo os melhores resultados nas dosagens de 40 e 80 kg ha⁻¹ de hidrogel, sendo 31 e 36,33 legumes com 2 grãos respectivamente. Vários estudos onde comparou-se o número de grãos por vagem e as dosagens de hidrogel também obtiveram resultados semelhantes ao do presente trabalho apresentando maior quantidade no número de legumes com 2 grãos (ABRAÃO et al 2020; MINOSSO; SOSTISSO; DRANSKI, 2021).

Figura 4 - Número de legumes com 1, 2 e 3 grãos em plantas de soja submetidos em doses de hidrogel. Itaqui, RS. 2022/23.



Fonte: Autor, 2023.

É importante frisar que não houve significância estatística para avaliação de legumes com 1 e 3 grãos, assim, são apresentados números médios de 38% e 20%, respectivamente. Porém, foi possível notar que o maior rendimento de legumes de 3 grãos ocorreu com a dosagem de 80 kg ha⁻¹ de hidrogel, legumes com 3 grãos de soja são altamente desejáveis, pois indicam um grande potencial de produtividade para aquela planta específica. Quando a maioria dos legumes produz 3 grãos, isso sugere que as condições de crescimento foram ótimas, com polinização adequada, disponibilidade de água e nutrientes adequados no solo, com isso nota-se que durante o período do experimento as plantas sofreram alguma interferência que prejudicou o seu total desenvolvimento.

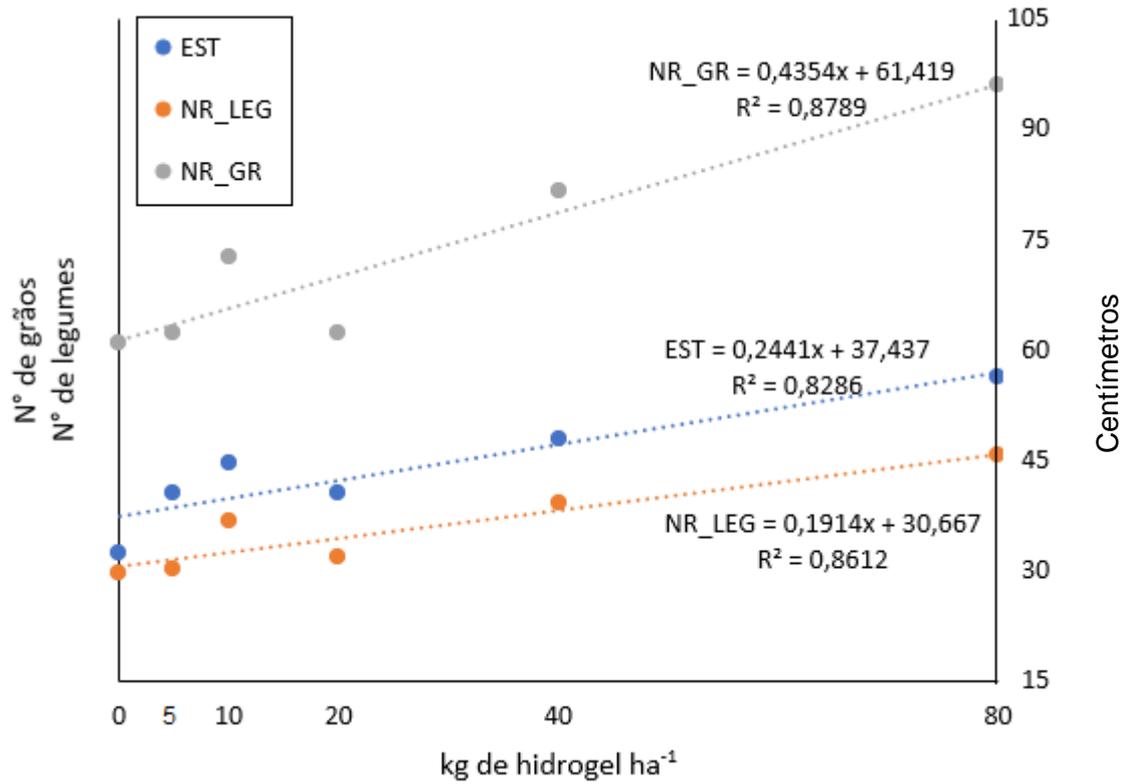
Segundo Berlato et al., (1986), a evapotranspiração diária da cultura da soja fica próxima a 8 mm/dia no estágio de desenvolvimento R1 segundo a escala fenológica de Fehr e Caviness (1977), este estágio refere-se ao início da floração da cultura, momento em que o estresse hídrico afeta diretamente o número de legumes por planta. O experimento atingiu o estágio fenológico R1 com aproximadamente 90 dias após a semeadura, que coincidiu com a data de 15 de fevereiro de 2023. Relacionando com a precipitação pluvial foi possível observar que do dia primeiro a quinze de fevereiro obteve-se um acumulado de 72,2 mm de chuva, com uma evapotranspiração da cultura de aproximadamente 4,8 mm/dia (Figura 1).

Durante este período houve um acumulado de precipitação pluvial de 297,4 mm, sendo que o necessário para a máxima produtividade da cultura fica entre 450 a 800 mm de chuva distribuído entre todo seu ciclo (FARIAS; NEUMAIER; NEPOMUCENO, 2021). Assim, os níveis de precipitação abaixo dos valores ideais para bom desenvolvimento de legumes por planta, justificando a baixa produção de legumes com 3 grãos.

A estatura, número de legumes e grãos por plantas também foi afetada por diferentes doses de hidrogel (Figura 5). De maneira geral os melhores resultados foram obtidos de maneira crescente e linear quando empregadas as maiores doses. Em relação ao número de legumes e grãos por planta Pelegrin et al., (2017) obteve resultados semelhantes ao presente estudo, encontrando em sua pesquisa que conforme o aumento da dose de hidrogel maior o rendimento no número de legumes e de grãos por planta, se diferenciando do experimento em questão apenas na dosagem do hidrogel. Em seu experimento Pelegrin et al., (2017) obteve um resultado satisfatório na dosagem de 15 kg ha⁻¹ de hidrogel. Esta diferença pode ser atribuída devido às diferentes formas de manejo do solo, condições climáticas e interação genótipo X ambiente.

Em relação a estatura de plantas pode-se este é um componente que apresenta relação com a densidade de semeadura e fatores climáticos. Ao analisarmos os resultados observou-se que conforme aumenta a dose de hidrogel aumentou-se a estatura de plantas. Deminske et al., (2022) também analisaram em seu estudo a estatura das plantas, obtendo um resultado diferente do exposto na Figura 5, o mesmo utilizou as dosagens de 0, 15, 20, 30, 40 e 45 kg ha⁻¹ de hidrogel, onde não encontrou diferença significativa em seu estudo, encontrando altura de plantas semelhantes em todas as dosagens utilizadas.

Figura 5 - Estatura de plantas (EST), número de legumes por planta (NR_LEG) e número de grãos (NR_GR) em plantas de soja submetidos em doses de hidrogel. Itaqui, RS. 2022/23.



Fonte: Autor, 2023.

6 CONCLUSÕES

Foi possível verificar comportamento linear positivo dos principais componentes de produtividade da soja, portanto, nas condições do experimento são recomendados o fornecimento de 80 kg ha⁻¹ de hidrogel. Apenas para a massa de mil grãos foi possível identificar a dose de 58 kg de hidrogel ha⁻¹ assim determinada a máxima eficiência técnica. Dentre as variáveis analisadas não houve influência apenas no número de legumes com 1 e 3 grãos.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar das médias de produtividade de grãos obtidas no experimento terem sido baixas em relação ao histórico da cultura foi possível observar vantagens do uso do hidrogel quando comparado ao tratamento testemunha (sem hidrogel). Porém é necessário a realização de mais estudos com o hidrogel, para que seja possível obter mais informações sobre seus incrementos na cultura da soja cultivada na fronteira oeste do Rio Grande do Sul.

A utilização do hidrogel é algo que deve ser levado em consideração, pois operacionalmente o seu uso junto com o adubo mineral ocorre a separação em frações maiores e menores, como o gel utilizado possui granulometria bastante fina, no momento do deslocamento da semeadora ocorreu a separação da mistura adubo/hidrogel. Outro ponto que deve ser analisado é que o hidrogel possui um alto valor agregado (R\$ 54,00 o kg) que em muitos casos pode se tornar inviável a sua utilização em larga escala. Para obter maiores informações sobre os benefícios do hidrogel, foi iniciado um experimento em condições controladas para analisar o comportamento das raízes de soja com o hidrogel, mas infelizmente por problemas operacionais e doses baixas o experimento foi descontinuado.

REFERÊNCIAS

- ABRAÃO, Patrícia Clemente et al. Influência de Hidrogel em Caracteres Fitotécnicos da Soja. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 8, p. 54287-54303, 2020.
- ALVES, Josias Jordão Andrade. **Doses de polímero hidroretentor no algodão BRS Topázio**. 2019. 49f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Bacharelado em Agronomia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Serra Talhada, 2019.
- ALVARES, Clayton Alcarde et al. **Köppen's climate classification map for Brazil**. Meteorologische Zeitschrift, Berlin, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2014.
- AZEVEDO, Tédson Luis de Freitas; BERTONHA, Altair; GONÇALVES, Antônio Carlos Andrade. Uso de hidrogel na agricultura. **Revista do Programa de Ciência Agro-Ambientais**, v.1, n.1, p.23-31, 2002.
- BERLATO, Moacir Antonio; MATZENUER, Ronaldo; BERGAMASCHI, Homero. Evapotranspiração máxima da soja e relações com a evapotranspiração calculada pela equação de Penman, evaporação do tanque classe A e radiação solar global. **Agronomia Sulriograndense**, v.22, n.2, p.243-259, 1986.
- BRANDOLT, Ricardo de Jesus. Releitura da classificação de köppen para demonstrar a variabilidade climática: proposta para formação de professores. **Revista do Programa de Pós-graduação em Geografia**, v.12, n.2, p.252-261, 2019.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DND/CLAV, 2009. 365p.
- IRGA. Soja - **Produtividades Municipais - Safra 2022/2023**. Porto Alegre: Instituto Rio Grandense do Arroz, 2023.
- CONAB. **Produção de grãos safra 222/23**. 2023. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/5157-com-novo-recorde-producao-de-graos-na-safra-2022-23-quega-a-322-8-milhoes-de-toneladas>. Acesso em: 05 out. 2023.
- CRUZ, José Carlos; PEREIRA FILHO, Israel Alexandre; ALBUQUERQUE FILHO, Manoel Ricardo de. **Rotação de Culturas**. Brasília - DF: Embrapa, 2017. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/milho/producao/rotacao-de-culturas>. Acesso em: 10 nov. 2023.
- DA SILVA CAVALCANTE, Wendson Soares et al. **Eficiência dos bioestimulantes no manejo do déficit hídrico na cultura da soja**. Irriga, v. 25, n. 4, p. 754-763, 2020.
- DEMINSKI, Leonardo Henrique. **Aplicação de hidrogel com doses de sulfato de potássio no desenvolvimento da cultura da soja**. 2022. 60 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Energia na Agricultura) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel – PR, 2022.
- OLIVEIRA, A. C. B. de. Cultivares de soja. In: EMYGDIO, B. M.; ROSA, A. P. S. A. da; OLIVEIRA, A. C. B. de (Ed.). **Cultivo de soja e milho em terras baixas do Rio Grande do Sul**. Brasília, DF: Embrapa, 336 p. il. color. p. 127-140, 2017.
- FARIAS, José Renato Bouças; NEUMAIER, Norman; NEPOMUCENO, Alexandre Lima. **Água**. Brasília/DF: Embrapa Soja, 2021.

FEHR, Walter R.; CAVINESS, Charles E. STAGES OF SOYBEAN DEVELOPMENT. Ames: **Iowa State University**, (Special Report, 80), 12p. 1977.

FERREIRA, Daniel Furtado. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, v. 6, p. 36-41, 2008.

FIDELIS, Rodrigo Ribeiro et al. Influência do uso do hidrogel no cultivo da soja sob estresse hídrico. **Bioscience Journal**, v. 34, n. 5, p. 1219-1224, 2018.

GAVA, Ricardo et al. O estresse hídrico em diferentes fases da cultura da soja. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada-RBAI**, v. 9, n. 6, p. 349-359, 2015.

GROHS, Mara; GIACOMELI, Robson; FIPKE, Glauber Monçon. Manejo da cultura da soja em terras baixas. In: MARTIN, T. N.; PIRES, J. L. F.; VEY, R. T. (Org.) **Tecnologias aplicadas para o manejo rentável e eficiente da cultura da soja**. Santa Maria/RS: Editora GR, p. 321-339, 2022.

HYDROPLAN-EB: **Folha técnica**. Disponível em: http://www.hydroplan-eb.com/i/ficha_tecnica_e_de_seguranca_HyA.pdf . Acesso em: 04 Nov. 2023.

IBGE. Sistema IBGE de Recuperação Automática. **Produção agrícola municipal**. 2021.

KNIERIM, Luana Freitas. **Diagnóstico da semeadura mecanizada de soja na fronteira oeste do Rio Grande do Sul**. Trabalho de Conclusão do Curso (Graduação em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal do Pampa, Campus Alegrete, Alegrete, p. 51, 2018.

KRAISIG, Ângela Renata et al. Análise da superfície de resposta sobre o uso do biopolímero hidrogel no sistema soja/aveia. **Proceeding Series of the Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics**, v. 6, n. 1, p. 1-7, 2018.

KUPLICH, Tatiana Mora; CAPOANE, Viviane; COSTA, Luis Fernando Flenik. O avanço da soja no bioma Pampa. **Boletim Geográfico do Rio Grande do Sul**, n. 31, p. 83-100, 2018.

LUDWIG, Marcos Paulo. Respostas morfofisiológicas da soja sob alagamento do solo. In: MARTIN, T. N.; PIRES, J. L. F.; VEY, R. T. (Org.) **Tecnologias aplicadas para o manejo rentável e eficiente da cultura da soja**. Santa Maria/RS: Editora GR, p. 25, 2022.

MINOSSO, Rafael Raul; SOSTISSO, Gabriel Luiz; DRANSKI, João Alexandre Lopes. Componentes de rendimento e produtividade da soja cultivada com hidrogel. **Revista Científica Rural**, v. 23, n. 1, p. 69-82, 2021.

NASCIMENTO, Sueni Medeiros do. **Polímero de alta densidade e adubação foliar em palma orelha de elefante mexicana**. 2019. 87f. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) - Escola Agrícola de Jundiáí, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2019.

NICOLETTI, Joana. **Efeito de diferentes níveis de déficit hídrico no estabelecimento da cultura da soja (*Glycine max*)**. 2023. 19f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Curso de Agronomia (Bacharelado), Três Passos, 2023.

PELEGRIN, Alan Junior et al. Polímeros hidroretentores na cultura da soja em condições de solo argiloso na região norte do Rio Grande do Sul. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 40, n. 1, p. 175-182, 2017.

PEEL, MC et al. **Mapa mundial atualizado da classificação climática Köppen-Geiger**. Hydrology and Earth Systems Sciences, v.11, p.1633-1644, 2007. Disponível em: <Disponível em: <https://hess.copernicus.org/articles/11/1633/2007/> >. Acesso em: 06 dez. 2023. doi: 10.5194/hess-11-1633-2007.

REUNIÃO DE PESQUISA DA SOJA DA REGIÃO SUL, 43. **Indicações técnicas para a cultura da soja no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina, safras 2022/2023 e 2023/2024**. Martin et al (Org.). Santa Maria: Editora GR, 2022. 136p.

SISTEMA BRASILEIRO DE CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS / Humberto Gonçalves dos Santos ... [et al.]. – 5. ed., rev. e ampl. – Brasília, DF : **Embrapa**, 2018. 356 p. : il. color. ; 16 cm x 23 cm. ISBN 978-85-7035-800-4

TARTAGLIA, Vanderley et al.. Desenvolvimento de Soja em Terras Baixas na Fronteira Oeste do Rio Grande do Sul. **In: VII Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão - SIEPE**, 2015, Alegrete-RS. Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão, 2015. v. 7.