

BACHARELADO EM AGRONOMIA

**DESEMPENHO VEGETATIVO DA SOJA CULTIVADA
COM HIDROGEL**

AUTOR: GUSTAVO ASSIS RODRIGUES

RIO VERDE – GO

2022

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA GOIANO - *CAMPUS* RIO VERDE
BACHARELADO EM AGRONOMIA**

**DESEMPENHO VEGETATIVO DA SOJA CULTIVADA
COM HIDROGEL**

GUSTAVO ASSIS RODRIGUES

Trabalho de Curso apresentado
ao Instituto Federal Goiano –
Campus Rio Verde, como
requisito parcial para a
obtenção do Grau de Bacharel
em Agronomia

Orientador: Dr. Marconi Batista Teixeira

Coorientador: Me. Fernando Rodrigues Cabral Filho

RIO VERDE – GO

2022

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano

RR696d RODRIGUES, GUSTAVO ASSIS
 DESEMPENHO VEGETATIVO DA SOJA CULTIVADA COM
 HIDROGEL / GUSTAVO ASSIS RODRIGUES; orientador
 MARCONI BATISTA TEIXEIRA; co-orientador FERNANDO
 RODRIGUES CABRAL FILHO. -- Rio Verde, 2022.
 32 p.

 TCC (Graduação em BACHARELADO EM AGRONOMIA) --
 Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde, 2022.

 1. HIDROGEL. 2. SOJA. I. TEIXEIRA, MARCONI
 BATISTA, orient. II. CABRAL FILHO, FERNANDO
 RODRIGUES, co-orient. III. Título.



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

Formulário 62/2022 - DPGPI-RV/CMPRV/IFGOIANO



Repositório Institucional do IF Goiano - RIIF Goiano
Sistema Integrado de Bibliotecas

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

Identificação da Produção Técnico-Científica

- | | |
|----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Tese | <input type="checkbox"/> Artigo Científico |
| <input type="checkbox"/> Dissertação | <input type="checkbox"/> Capítulo de Livro |
| <input type="checkbox"/> Monografia – Especialização | <input type="checkbox"/> Livro |
| <input checked="" type="checkbox"/> TCC - Graduação | <input type="checkbox"/> Trabalho Apresentado em Evento |
| <input type="checkbox"/> Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ | |

Nome Completo do Autor: GUSTAVO ASSIS RODRIGUES
Matrícula: 2017102200240529
Título do Trabalho: "Desempenho vegetativo da soja cultivada com hidrogel"

Restrições de Acesso ao Documento

Documento confidencial: Não Sim, justifique: Parte do trabalho será submetido para publicação em periódicos

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: 17/06/2022

O documento está sujeito a registro de patente? Sim Não
O documento pode vir a ser publicado como livro? Sim Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

- o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- obteve autorização de quaisquer materiais incluídos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e

Tecnologia Goiano.

Rio Verde, 13/05/2022.

Assinado eletronicamente
Gustavo Assis Rodrigues
Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

Ciente e de acordo:

Assinado eletronicamente
Assinatura do orientador
Marconi Batista Teixeira

Documento assinado eletronicamente por:

- Gustavo Assis Rodrigues, 2017102200240529 - Discente, em 13/05/2022 16:52:53.
- Marconi Batista Teixeira, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 13/05/2022 16:28:15.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 13/05/2022. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 389137
Código de Autenticação: aa55554142



INSTITUTO FEDERAL GOIANO
Campus Rio Verde
Rodovia Sul Goiana, Km 01, Zona Rural, None, RIO VERDE / GO, CEP 75901-970
(64) 3620-5600



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

Ata nº 42/2022 - DPGPI-RV/CMPRV/IFGOIANO

ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CURSO

Aos 10 dias do mês de maio de 2022, às 19:00 horas e 00 minutos, reuniu-se a banca examinadora composta pelos docentes: Marconi Batista Teixeira (orientador), Fernando Rodrigues Cabral Filho (coorientador), Wilker Alves Morais (membro) e Wendson Soares da Silva Cavalcante (membro), para examinar o Trabalho de Curso intitulado “Desempenho vegetativo da soja cultivada com hidrogel” do estudante GUSTAVO ASSIS RODRIGUES, Matrícula nº 2017102200240529 do Curso de Bacharelado em Agronomia do IF Goiano – Campus Rio Verde. A palavra foi concedida ao estudante para a apresentação oral do TC, houve arguição do candidato pelos membros da banca examinadora. Após tal etapa, a banca examinadora decidiu pela **APROVAÇÃO** do estudante. Ao final da sessão pública de defesa foi lavrada a presente ata que segue assinada pelos membros da Banca Examinadora.

(Assinado Eletronicamente)

Marconi Batista Teixeira

Orientador

(Assinado Eletronicamente)

Wilker Alves Morais

Membro

(Assinado Eletronicamente)

Wendson Soares da Silva Cavalcante

Membro

Observação: o orientador, neste ato, assina em nome do Eng. Agrônomo Wendson Soares da Silva Cavalcante (Membro externo).

() O(a) estudante não compareceu à defesa do TC.

Documento assinado eletronicamente por:

- Wilker Alves Morais, 2017102320140165 - Discente, em 10/05/2022 20:10:40.
- Marconi Batista Teixeira, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 10/05/2022 20:06:35.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 10/05/2022. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 387602
Código de Autenticação: 45a1f1a789



INSTITUTO FEDERAL GOIANO
Campus Rio Verde
Rodovia Sul Goiana, Km 01, Zona Rural, None, RIO VERDE / GO, CEP 75901-970
(64) 3620-5600

A minha família,
pela confiança

Dedico

Jamais considere seus estudos como uma obrigação, mas como uma oportunidade invejável para aprender a conhecer a beleza libertadora do intelecto para seu próprio prazer pessoal e para proveito da comunidade à qual seu futuro trabalho pertencer.

Albert Einstein

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me conceder saúde, força de vontade para que eu pudesse concluir minhas metas e objetivos, por ter colocado pessoas especiais no meu caminho e que me ajudaram nesta caminhada.

Aos meus pais, irmão e família pelo apoio e acima de tudo o amor incondicional.

A minha noiva pelo companheirismo nesta vida.

Ao meu orientador, pela paciência, dedicação, amizade. Muito obrigado Professor Marconi, por fazer parte da minha vida nesta caminhada.

Ao meu coorientador Fernando Cabral e o pessoal do laboratório de Hidráulica e Irrigação que me ajudaram nesse experimento.

Aos meus amigos e companheiros de trabalho, agradeço muito a todos, pois sem vocês este trabalho não poderia se tornar realidade.

Ao Instituto Federal Goiano - Campus Rio Verde que nos concedeu a oportunidade de ensino de qualidade. A todos os funcionários e servidores do Campus Rio Verde, que nos ajudaram.

Obrigado!

ÍNDICE

	Página
RESUMO.....	viii
ABSTRACT	ix
INTRODUÇÃO	1
REVISÃO DE LITERATURA.....	2
1.1 Cultura da soja	2
1.2 Produção de soja no Brasil.....	3
1.3 Necessidade fisiológica da soja	4
1.4 Desafio climático para a produção agrícola.....	4
1.5 Hidrogel como retentor de água.....	5
MATERIAL E MÉTODOS	7
Análise estatística	10
RESULTADOS E DISCUSSÃO	10
CONCLUSÃO	12
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	13

ÍNDICE DE TABELAS

	Página
Tabela 1 – Classificações dos hidrogéis.	7
Tabela 2: Quantidade de água e umidade nos vasos em função dos tratamentos: nível de água e dose de hidrogel.	8
Tabela 3: Biometria de plântulas de soja, submetidas a diferentes níveis de água e dose de hidrogel.	11

ÍNDICE DE FIGURAS

Página

Figura 1 – Hidrogéis formados por interações físicas e químicas. Fonte: Adaptado de Kawasaki (2017).	6
Figura 2: Temperaturas E Precipitações Médias // Clima Em Rio Verde.	8
Tabela 2: Quantidade de água e umidade nos vasos em função dos tratamentos: nível de água e dose de hidrogel.	8
Figura 3: Umidade do solo durante o período experimental	9
Figura 4: Quantidade de água utilizada na irrigação dos vasos conforme o nível de água do solo e 40%, 70% e dose de hidrogel 1g e 2g.....	9

LISTA DE SÍMBOLOS, SIGLAS, ABREVIACÕES E UNIDADES

AP1;	Altura de planta
AP2	Altura de planta
DBC	Delineamento em Blocos Casualizado
DH	Dose de Hidrogel
G	Gramas
L	Litros
MST1	Massa seca total da planta
MST2	Massa seca total da planta
M ³	Metro Cúbico
mL	Mililitros
Mm	Milímetros
NA	Nível de água
NT1	Número de trifólios
NT2	Número de trifólios
%	Porcentagem
SAS	Sistema de Análise Estatística

RESUMO

A disponibilidade hídrica, é um dos eventos climáticos que mais afetam o desenvolvimento e a produtividade da soja, com isso, cada vez mais tem sido adotado meios as técnicas de cultivo, principalmente em culturas de grande importância econômica como a da soja para que diminuam os efeitos climáticos adversos sobre o cultivo e a produção em campo. Uma das técnicas para diminuir as causas de déficit hídrico, é uso do hidrogel, que tem sido utilizado para melhorar a disponibilidade de água para as plantas, aumentando as propriedades de retenção de água no solo e em meios de cultivo, melhorando a eficiência de uso de água, de fertilizantes e das propriedades físicas do solo. Com isso o objetivou com esse trabalho, fazer uso do hidrogel no plantio de sementes de soja em vasos em casa de vegetação, mantendo com irrigação a capacidade de campo com o intuito de avaliar a retenção de umidade do solo, e o efeito nas características biométricas das plantas. O estudo foi realizado no IF Goiano – Campus Rio Verde, na cidade de Rio Verde no sudoeste do Estado de Goiás. O experimento foi em delineamento em blocos casualizado (DBC) com esquema fatorial 2x3. Onde avaliou níveis de Níveis de água no solo (NA): 40%, 70% e Dose de hidrogel (DH): 0, 1 e 2 gramas, respectivamente. Foram avaliadas o efeito biométrico das plantas usando o (Proc glimmix) com auxílio do software estatístico SAS. Houve diferença significativa ($p < 0,05$) para as variáveis número de trifólios 2 e massa seca da planta 2 no tratamento NA com 70% e para as doses de hidrogel. Diante do exposto, foi possível concluir que o uso de hidrogel em áreas com irrigação de até 70% da capacidade de campo, mostra resultados efetivos nas características produtivas na planta de soja.

Palavras-chave: Capacidade de Campo, Escassez Hídrica; Trifólios, Umidade do Solo

ABSTRACT

Water availability is one of the climatic events that most affect the development and productivity of soybeans, with this, cultivation techniques have been increasingly adopted, especially in crops of great economic importance such as soybeans, to reduce the adverse climatic effects on crop and field production. One of the techniques to reduce the causes of water deficit is the use of hydrogel, which has been used to improve the availability of water for plants, increasing the water retention properties in the soil and in cultivation media, improving the efficiency of use. of water, fertilizers, and the physical properties of the soil. Aimed with this work was to make use of the hydrogel in the planting of soybean seeds in pots in a greenhouse, maintaining the soil capacity with irrigation to evaluate the retention of soil moisture, and the effect on biometric characteristics. of the plants. The study was carried out at the IF Goiano – Campus Rio Verde, in the city of Rio Verde in the southwest of the State of Goiás. The experiment was in a randomized block design (DBC) with a 2x3 factorial scheme. Where evaluated levels of Soil Water Levels (NA): 40%, 70% and Hydrogel Dose (DH): 0, 1 and 2 grams, respectively. The biometric effect of the plants was evaluated using the (Proc glimmix) with the aid of the SAS statistical software. There was a significant difference ($p < 0.05$) for the variables number of trifoliolate 2 and dry mass of plant 2 in the NA treatment with 70% and for the hydrogel doses. In view of the above, it was possible to conclude that the use of hydrogel in areas with irrigation of up to 70% of the soil capacity, shows effective results in the productive characteristics of the soybean plant.

Keywords: Field Capacity, Water Scarcity; Trefoils, Soil Moisture

INTRODUÇÃO

A soja é um alimento de grande versatilidade, que contribui tanto para alimentação humana, quanto animal, e as formas do seu processamento dão origem a diversos produtos e subprodutos (Lima, 2016). No Brasil a cultura da soja, apresenta um grau de importância elevado, e se destaca no panorama econômico, como também na indústria alimentícia, de cosmético e até mesmo na indústria de combustível, o que remete a soja ser o carro-chefe da produção agropecuária brasileira e um vetor crucial do crescimento econômico brasileiro (Franceschini et al., 2017).

O cultivo da soja no Brasil, colocou o país em primeiro lugar no ranking mundial, como produtor e exportador do grão, o que denota 50% do comércio mundial de soja, e corresponde a US\$ 30 bilhões em exportação em 2020, e US\$ 346 bilhões nas duas últimas décadas (Conab, 2021).

A Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB) estima que a produção total do cereal cresça 29% na safra 2021/2022, o que corresponde 122,76 milhões de toneladas, contradizendo as expectativas iniciais, que era de 268,2 milhões de toneladas, um reflexo na produção consequência à forte estiagem que ocorreu em alguns estados do país, o que impactou expressivamente na produtividade da primeira safra, levando a uma leve perda na produção de 0,9% (Conab, 2022).

A disponibilidade hídrica, é um dos eventos climáticos que mais afetam o desenvolvimento e a produtividade da soja (Minosso et al., 2021). Que pode ser ocasionada devido a ocorrências de veranicos, que é um período de curta estiagem, com duração de até 20 dias durante o período chuvoso, e influencia categoricamente no cronograma rural, principalmente nas atividades de preparo do solo, semeadura, aplicação de defensivos, irrigação e colheita, como também no desenvolvimento vegetativo e reprodutivo, o que resulta em perdas significativas de produtividade à medida que a estiagem se intensifica (Rodrigues et al., 2018).

Considerando essas intempéries, cada vez mais tem sido adotado meios as técnicas de cultivo, principalmente em culturas de grande importância econômica como a da soja para que diminuam os efeitos climáticos adversos sobre o cultivo e a produção em campo, ainda mais que a disponibilidade hídrica é um fator preponderante no desenvolvimento da cultura, sendo ainda mais crítica nos períodos de emergência, floração e enchimento de grãos (Binsfeld et al., 2014; Silva et al., 2015).

Uma das técnicas é uso do hidrogel, que tem sido utilizado para melhorar a disponibilidade de água para as plantas, aumentando as propriedades de retenção de água no solo e em meios de cultivo, melhorando a eficiência de uso de água, de fertilizantes e das propriedades físicas do solo (Abobatta, 2018).

Dentre as vantagens dos polímeros hidrogéis podemos citar: a sua capacidade de regular a disponibilidade de água no solo; o favorecimento na absorção dos nutrientes; a redução nas perdas por percolação e lixiviação; a aceleração no desenvolvimento de sistemas radiculares, bem como a parte aérea das plantas devido à capacidade de aeração e a drenagem do solo, garantindo uma maior produtividade dos cultivos agrícolas (Pretto et al., 2016).

Diante do exposto, objetivou-se com esse trabalho, fazer uso do hidrogel no plantio de sementes de soja em vasos em casa de vegetação, mantendo com irrigação a capacidade de campo com o intuito de avaliar para avaliar a capacidade de retenção de umidade do solo, e o efeito nas características biométricas das plantas.

1. REVISÃO DE LITERATURA

1.1 Cultura da soja

A soja e seus derivados é uma das mais importantes culturas na economia mundial, seus grãos são muito usados pela agroindústria na produção de óleo vegetal e na fabricação de rações para alimentação animal, na indústria química e de alimentos e vem sendo usada atualmente como fonte alternativa de biocombustível (Costa Neto & Rossi, 2000).

A soja é uma planta dicotiledônea pertencente à família *Fabaceae*, subfamília *Papilionoideae*, gênero *Glycine*, espécie *Glycine max*, e classificada taxonomicamente como *Glycine max* (L.) Merril (Pereira et al., 2018).

Tem centro de origem no nordeste da China e foi introduzida no Brasil no fim do século XIX (Cunha & Espíndola, 2015).

Em 1882 Gustavo D'Utra realizou o primeiro cultivo de soja no Brasil, uma tarefa que fracassou já que o material genético, desenvolvido para climas frios ou temperados, não se adaptou às condições da Bahia no Brasil, a efetiva trajetória de sucesso da produção comercial de soja somente teve início no Rio Grande do Sul, no período de 1920 a 1940. (Gazzoni, 2018).

Já em 1949, o Brasil surgiu como produtor mundial com uma produção de 25.000 toneladas, em decorrência da melhor adaptabilidade da leguminosa na região Sul do país, assim, em 1969, os estados do Rio Grande do Sul, Paraná e Santa Catarina eram responsáveis por 98% de toda a produção brasileira (Conab, 2014).

Em 1970, houve a implantação de programas de melhoramento de soja no Brasil pela EMBRAPA, onde o primeiro desafio foi produzir cultivares de soja para regiões subtropicais e tropicais, essas pesquisas, possibilitou o avanço da cultura para as regiões do centro-oeste, região de bioma cerrado com característica de solos ácidos e baixa fertilidade do solo (Gazzoni, 2018).

Logo, os programas de melhoramento nesses últimos anos vêm desenvolvendo novos cultivares com alta estabilidade e adaptabilidade, os quais apresentam caracteres agrônômicos desejáveis e alta produtividade de grãos para as regiões produtoras no território brasileiro (Cunha & Espíndola, 2015).

1.2 Produção de soja no Brasil

Nas últimas décadas, a produção brasileira de soja apresentou um grande avanço, impulsionada não somente pelo aumento de área semeada, mas também pela aplicação de técnicas de manejo avançadas que permitiram o incremento na produtividade (Freitas, 2011).

Em virtude disto, os avanços científicos e a aplicação de tecnologias no manejo de solos, como técnicas de correção da acidez, o processo de inoculação das sementes para fixação biológica do nitrogênio e a adubação balanceada dos nutrientes permitiram a cultura expressar a sua potencialidade nas diversas condições edafoclimáticas do território brasileiro (Gazzoni, 2018).

Com isso a soja se consolidou como a maior cultura explorada no Brasil, e se destaca como o maior produtor de soja do mundo de acordo com a USDA -

Departamento de Agricultura Americano, sendo que na safra 2020/2021 a produção do grão foi de 139,5 milhões de toneladas, com área plantada de 39,20 milhões de hectares, com produtividade de 3.56 kg/ha (USDA, 2022).

Embora o cultivo da soja tenha sido uma cultura de grande impacto econômico para o país, é fato que a agricultura é uma atividade econômica que depende das condições climáticas, no qual podem afetar diretamente não só os processos metabólicos das plantas, relacionados à produção vegetal, como também as mais diversas atividades no campo (Moraes, 2015).

1.3 Necessidade fisiológica da soja

Uma compreensão da fisiologia das plantas é essencial para aplicar totalmente o conhecimento genético, molecular ou bioquímico para melhorar os processos fisiológicos do rendimento das culturas, portanto, pode-se dizer que o potencial de rendimento intrínseco da soja já é alto e que os fatores limitantes do crescimento, principalmente o estresse, são as principais limitações ao alto rendimento nas diversas regiões de produção de soja, sobretudo, estes limites no crescimento decorrem de fatores bióticos e abióticos, o que inclui também as práticas agronômicas. (Vogel et al., 2021).

De acordo Gajić et al., (2018), dos principais fatores de estresses, a água e a temperatura são os dois mais importantes. Haja vista, que o rendimento da soja pode ser significativamente diminuído com a exposição ao estresse de temperatura, o estresse hídrico ou a combinação de ambos (Veas et al., 2021).

Contudo, o estudo dessas interações de estresse é de alta complexidade, devido a planta sofrer interações tanto do genótipo (G) como do ambiente (E) e das práticas de manejo agrônômico (M) ($G \times E \times M$) (Vogel et al., 2021).

1.4 Desafio climático para a produção agrícola

Mudanças de temperatura, emissão de CO₂ e precipitação, representam um desafio para a produção agrícola, entender essas implicações para as culturas agrícolas é fundamental para o desenvolvimento de sistemas de cultivo resilientes aos estresses induzidos pelas mudanças climáticas (Hatfield et al., 2011).

He et al., (2020) corrobora que explorar os efeitos interativos das mudanças climáticas e práticas de manejo de culturas na fenologia das culturas pode ser usado para elaborar estratégias de adaptação para mitigar as mudanças climáticas. Além disso, devido à diminuição da precipitação resulta em uma grande ameaça ao desenvolvimento das culturas (Parent e Tardieu, 2014).

A soja é produzida em todas as regiões do país, (IBGE 2015), com isso o principal desafio esperado é a crescente ocorrência e intensidade dos veranicos, que já é a principal causa de diferença de produtividade da soja no Brasil (Sentelhas et al., 2015).

A adaptação da soja às mudanças climáticas pode ser alcançada através de programas de melhoramento direcionados que selecionam cultivares com maiores rendimentos através da tolerância à seca (Battisti et al., 2017a) E outro mecanismo de adaptação é através de opções de manejo de culturas que têm potencial para melhorar a resiliência das culturas às variações climáticas (Battisti et al., 2018).

Nesse contexto, surgem como alternativa os polímeros hidro retentores, atuando como reguladores da disponibilidade de água para as culturas, minimizando os custos de produção e aumentando a produtividade local (Mendonça et al., 2013).

1.5 Hidrogel como retentor de água

A imprevisibilidade das variações climáticas confere à ocorrência de adversidades ocasionando o principal fator de risco e de insucesso no cultivo de soja, pois, os estresses abióticos, como a seca, podem reduzir, expressivamente o rendimento das lavouras, onde culturas importantes podem ser cultivadas (Farias et al., 2001). Em consequência disso, o sucesso ou quebra de produção da cultura da soja está relacionada ao déficit e/ou excesso hídrico, como também ao aumento da temperatura (Souza et al., 2016).

Segundo Fidelis et al., (2018) a busca por medidas que amenizem os efeitos do déficit hídrico, é alvo de pesquisas, que proporciona a obtenção da maior eficiência do cultivo com o uso dos recursos hídricos, e desta forma, garantir a qualidade e a produtividade na cultura da soja

Um recurso que tem sido alvo de pesquisas para minimizar o problema de estresse hídrico é o uso de polímeros de hidrogel, que é conhecido na agricultura como uma substância que pode ser utilizada para melhorar as propriedades físicas e químicas do solo, aumentando a disponibilidade de água e produtividade da planta (Abobatta, 2018).

Na agricultura a ação desses polímeros tem contribuído para aumentar a capacidade de retenção de água, melhorar as propriedades do solo e reduzir lixiviação de nutrientes, permitindo a utilização mais efetiva dos recursos solo e água, contribuindo para melhorar o desenvolvimento e rendimento das culturas, atuando na redução do tempo de germinação, diminuição de mortalidade de plantas e melhor desenvolvimento do sistema radicular (Marques & Bastos, 2010).

Os hidrogéis são conceituados como redes poliméricas tridimensionais que tem a capacidade de reter uma quantidade significativa de água dentro de sua própria estrutura e inchar, sem a dissolução (Rui et al., 2007).

A adsorção de água pelos hidrogéis geralmente está relacionada com a hidrofobicidade das cadeias e a densidade do agente de reticulação utilizado na síntese (Krušić et al., 2011). Por sua vez, as propriedades físicas, como grau de intumescimento e resistência mecânica são dependentes do grau de reticulação, descrito também pelo grau de entrelaçamento das cadeias poliméricas, conforme Figura 1 (Kawasaki, 2017).

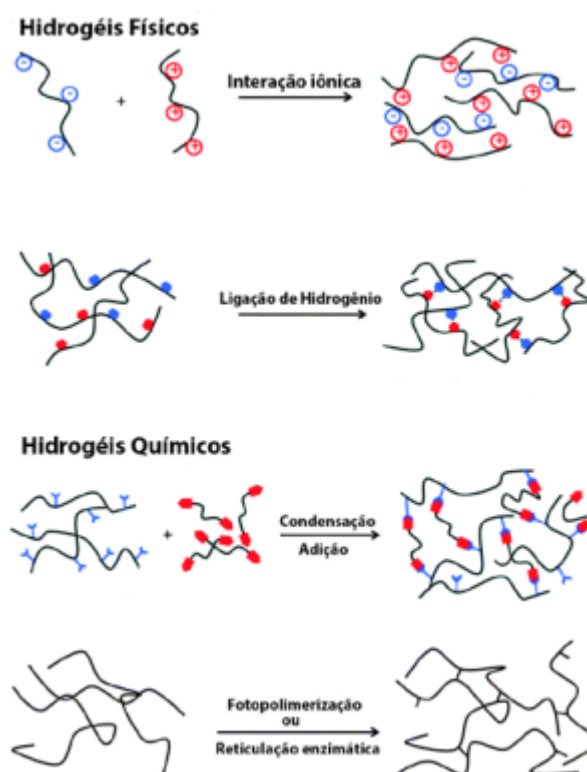


Figura 1 – Hidrogéis formados por interações físicas e químicas. Fonte: Adaptado de Kawasaki (2017).

Os hidrogéis podem ter diferentes classificações, conforme Tabela 1, (Ahmed, 2015).

Tabela 1 – Classificações dos hidrogéis.

Classificação	Tipo de Hidrogel
Fonte	Natural ou sintético
Composição Polimérica	Homopolimérico, copolimérico e rede de interpenetração polimérica
Configuração	Amorfos, semicristalinos e cristalino
Tipo de reticulação	Processos físicos ou químicos.
Cargas elétricas	Não iônicos, iônicos, anfóteros e zwitteriônico

Fonte: Adaptado de (Kawasaki, 2017).

Ainda que a agricultura tenha todo aporte tecnológico aplicado na cultura da soja e na adequação ao manejo, esta espécie ainda enfrenta desafios quanto aos fatores ambientais em seu ciclo produtivo, merecendo destaque o déficit hídrico, que provoca alterações na qualidade fisiológica e que pode comprometer a produção (SOUZA et al., 2020).

Todavia, é necessário conhecer e quantificar o método ideal de aplicação de hidrogel na cultura da soja.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada no IF Goiano – Campus Rio Verde, na cidade de Rio Verde no sudoeste do Estado de Goiás. A região é de clima tropical, com altitude de 740 m e índice pluviométrico anual médio de 1493 mm, com dois períodos distintos: chuvoso nos meses de outubro a abril e seco de maio a setembro. O período escolhido foi da entressafra nos meses de julho a agosto de 2021, com duração de 60 dias, os quais tem os menores índices pluviométricos, com média de 4 mm, como mostra na Figura 2. A região apresenta relevo pouco declivoso e latossolo vermelho, propiciando o plantio de culturas anuais.

O Experimento foi realizado em casa de vegetação, em 28 vasos, com 10 sementes de soja por vaso, as sementes foram semeadas no dia 01 de julho de 2021. Os tratamentos estabelecidos foram: Dose de água no solo: 40%, 70% e 100% respectivamente, e dose de hidrogel: 1g e 2g respectivamente (Tabela 2).

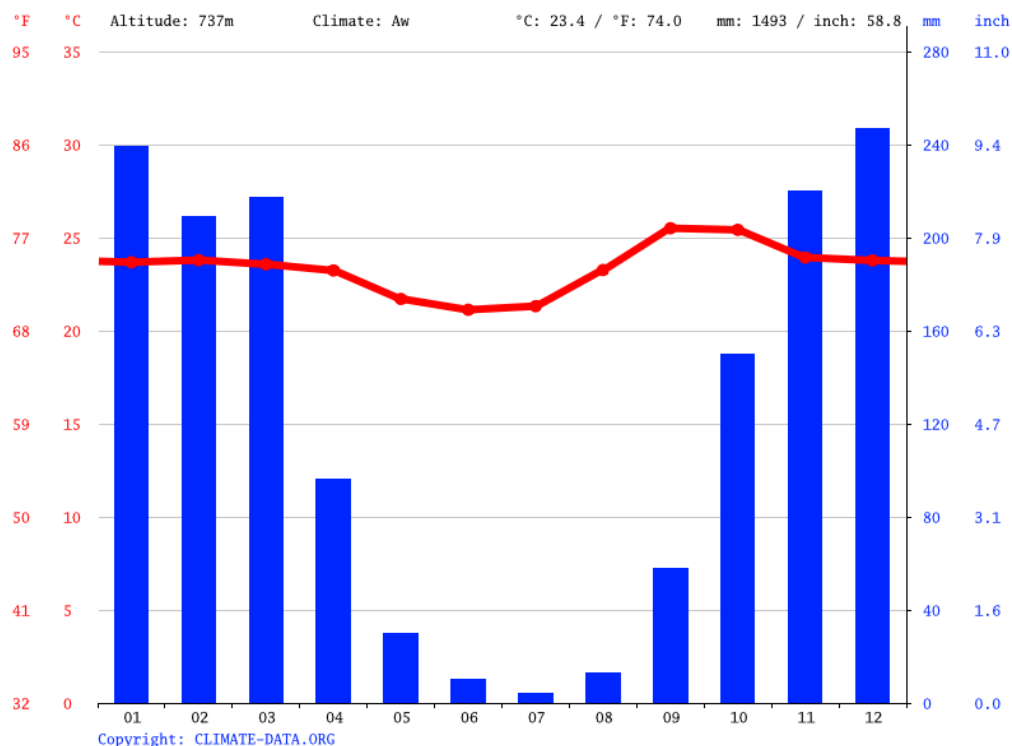


Figura 2: Temperaturas E Precipitações Médias // Clima Em Rio Verde.

Fonte: Climate-data.org

Foi utilizado sensores de Umidade Meter 10 HS Capacitivo para a irrigação dos vasos, conforme estabelecido na Tabela 2, as curvas de irrigação e umidade podem ser observadas na Figura 3 e 4 respectivamente. O volume de solo utilizado em cada vaso foi de $0,0034\text{m}^3$, a capacidade de campo $0,45\text{m}^3$; umidade 40% $0,18\text{m}^3$, umidade 70% $0,3150\text{m}^3$.

Tabela 2: Quantidade de água e umidade nos vasos em função dos tratamentos: nível de água e dose de hidrogel.

Tratamentos	ml por vaso	ml total	umidade (m^3)
40% 0g	55	3274	0,167
40% 1g	37	2157	0,181
40% 2g	38	2213	0,177
70% 0g	133	7844	0,275
70% 1g	156	9217	0,268
70% 2g	146	8631	0,271

A biometria das plantas foi avaliada em duas etapas, selecionando duas plantas por vaso, a primeira foi no dia 13 de agosto e a segunda 30 de agosto. Após a emergência das plântulas, foi feito um desbaste, sendo deixadas duas por vasos. Os

vasos foram irrigados periodicamente, de forma a manter o nível de água sempre próximo à capacidade de campo.

A altura da planta foi medida utilizando régua graduada em centímetros, desde a base da planta até o topo da parte apical. O número de trifólios foi determinado através de contagem.

Para análise de matéria seca, as plântulas selecionadas anteriormente foram pesadas e a matéria seca foi determinada em estufa de ventilação forçada à 65°C, por 72 horas. Após este período, as amostras foram retiradas da estufa, colocadas em dessecador e, em seguida, pesadas, determinando-se a massa de matéria seca total, o resultado foi expresso em gramas (g), respectivamente (AOAC, 2019).

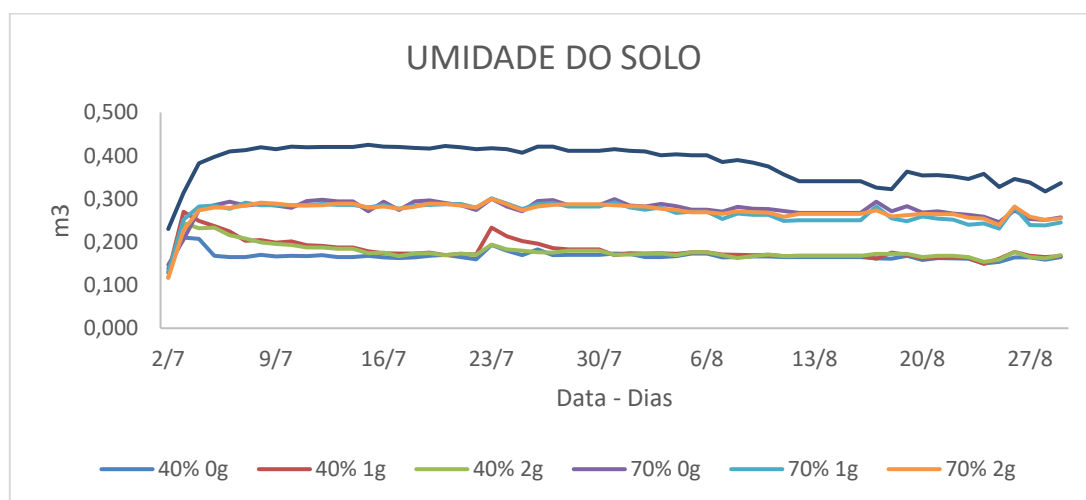


Figura 3: Umidade do solo durante o período experimental

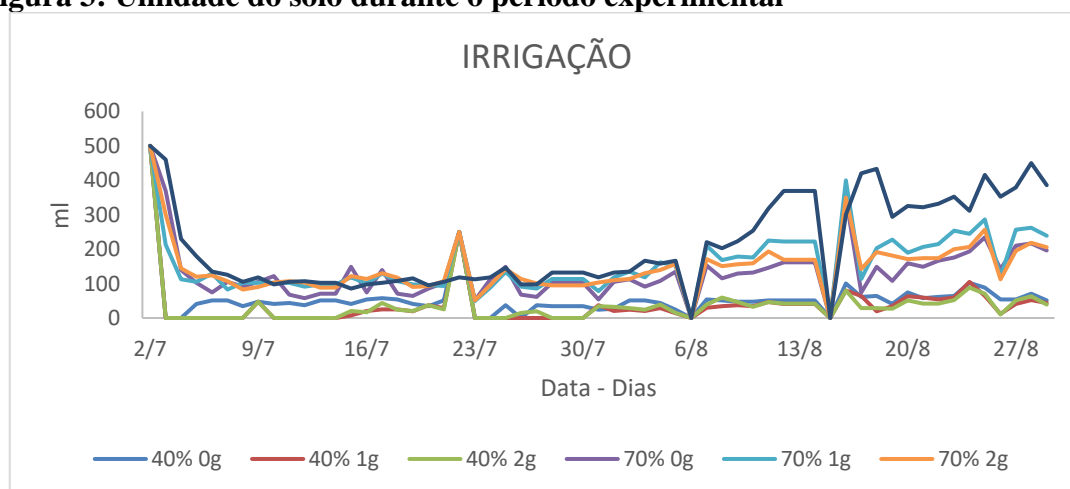


Figura 4: Quantidade de água utilizada na irrigação dos vasos conforme o nível de água do solo e 40%, 70% e dose de hidrogel 1g e 2g.

Análise estatística

Os tratamentos foram distribuídos em Delineamento em Blocos Casualizado (DBC) com esquema fatorial 2x3. Onde avaliou níveis de Níveis de água no solo (NA): 40%, 70% e Dose de hidrogel (DH): 0, 1 e 2 gramas, respectivamente.

A Altura de planta (AP1); Altura de planta (AP2); Número de trifólios (NT1); Número de trifólios (NT2); Massa seca total da planta (MST1) e Massa seca total da planta (MST2) foram analisadas usando o Proc glimmix com auxílio do software estatístico (*Statistical Analysis System*, 9.3) SAS, (2013) segundo o modelo a seguir:

$$Y_{ijkl} = \mu + N_{Ai} + D_{Hj} + N_{A} \times D_{Hij} + B_k + e_{ijk},$$

onde y_{ijk} = variáveis observadas; μ = média geral; N_{Ai} = efeito do tratamento NA; D_{Hj} = efeito do tratamento DH; $N_{A} \times D_{Hij}$ = efeito da interação entre NA e DH; B_k efeito do bloco; e e_{ijk} = o erro aleatório associado a y_{ijk} .

Quando houve interação entre os fatores NA e DH foi aplicado o teste de diferença mínima significativa de Fisher (LSD) para desdobramento da interação. Foi considerado como nível de significância de $P \leq 0,05$ e tendência de $P \leq 0,10$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resultado da biometria das plântulas de soja plantadas em diferentes condições de água no solo e submetidas a três dosagens de hidrogel, apresentaram diferença significativa ($p \leq 0,05$) para o número de trifólios NT2 e MST2 e podem ser observados na Tabela 3.

Não houve germinação no plantio de soja com 40% de água e as diferentes doses de hidrogel, esse comportamento pode ser explicado pela baixa capacidade de campo do solo nesse tratamento umidade $0,18m^3 m^3$ (Figura 3). E as não houve diferença significativa ($p \leq 0,05$) para AP1, AP2; NT1e MST1 Tabela 3.

O NT2 apresentou média crescente conforme aumentou a quantidade de hidrogel no plantio das sementes do tratamento com 70% de NA, de 9; 10,75 a 13,75 respectivamente. Os números de trifólios com o nível de 70% de água utilizando 1g e 2g de hidrogel, diferiram do tratamento sem hidrogel e do tratamento com nível de 40% de água e as respectivas doses de hidrogel.

Tabela 3: Biometria de plântulas de soja, submetidas a diferentes níveis de água e dose de hidrogel.

Itens	Nível de água 40%			Nível de água 70%			<i>p</i> - valor			
	Dose de Hidrogel			Dose de Hidrogel						
	0g	1g	2g	0g	1g	2g	EPM	NA	DH	NA*DH
AP1	0	0	0	22,05	22,82	22,89	0,60	<0,001	0,56	0,56
AP2	0	0	0	30,62	29,75	29,25	1,16	<0,001	0,83	0,83
NT1	0	0	0	3,5	3	4	0,46	<0,001	0,18	0,18
NT2	0 b	0 b	0 b	9ab	10,75a	13,75a	1,80	<0,001	0,04	0,04
MST1	0	0	0	0,58	0,89	1,13	0,27	<0,001	0,29	0,29
MST2	0 d	0 d	0 d	2,34c	3,01b	4,14 a	0,32	<0,001	0,00	0,00

Altura de planta (AP1); Altura de planta (AP2); Número de trifólios (NT1); Número de trifólios (NT2); Massa seca total da planta (MST1) e Massa seca total da planta (MST2); EPM= erro padrão da média; Letras diferentes na linha diferem ($p \leq 0,05$).

Para a MST2, o comportamento foi semelhante ao NT2, de acordo que utilizou a quantidade maior de hidrogel, a matéria seca foi maior, sendo que os resultados foram: 2,34g; 3,01g; 4,14g, respectivamente.

Considerando a média de umidade do solo 0,271 m³ (Tabela 2) abaixo da capacidade de campo do tratamento de 70% de NA, observa-se que o uso do hidrogel foi capaz de reter umidade no solo, o que permitiu o aumento do NT2 e MST2, é possível observar esse resultado através da interação ente NAXDH na Tabela 3.

Esses resultados corroboram que os polímeros retentores de água funcionam como uma alternativa para situações em que não há disponibilidade hídrica no solo, ou que estejam sob condições de estresse hídrico ou até mesmo passando por longos períodos de estiagem, quando a baixa umidade do solo afeta negativamente o crescimento e o desenvolvimento das plantas (Azevedo et al., 2002).

Fidelis et al., (2018) avaliando o cultivo da soja sobre o estresse hídrico, utilizando 1, 2, 3 e 4g de hidrogel respectivamente observaram resultados diferentes da altura da planta ao do presente trabalho. Os autores relataram que as plantas de soja obtiveram maior altura média de plantas (76,2 e 79,6 cm) na concentração de 15 kg ha⁻¹ que corresponde a 3g, obtendo um aumento de 38,8 e 45% em relação à testemunha (concentração 0) para hidrogel 1 e hidrogel 2, respectivamente. Logo, concluíram que o aumento da altura das plantas pode estar associado à ação de retenção e disponibilidade de água que os hidrogéis proporcionam às plantas em momentos de estresse hídrico.

De acordo com Felix (2018), que avaliou níveis de irrigação e doses de hidrogel, observou que não houve interação significativa entre os fatores, desse modo não interferindo nas variáveis altura da planta, número de folhas.

Uma pesquisa realizada a campo em sistema convencional utilizando seis diferentes dosagens de hidrogel na semeadura, apresentou aumento da produtividade de soja não tolerante a déficit hídrico com o uso de 30 kg ha⁻¹. Entretanto, os autores consideraram que o incremento de produtividade com a concentração de 10 kg ha⁻¹ foi em torno de 4%, o que possibilitaria a economia do polímero e mesmo assim mantendo uma produtividade elevada, o que giraria em torno de 61% sobre o cultivo sem hidrogel, com o ônus na perda de peso do grão, com ganho médio de 6% (Minosso et al. 2021).

A interação no uso de irrigação e dose de hidrogel, proporciona aumento quantitativo nas características produtivas das plantas, segundo Silva et al., (2019) estudando esta interação em alface americana relata o aumento significativo das características produtivas, como massa seca, altura da planta e a produtividade, os autores observaram incremento de 22,6% na produtividade da planta.

CONCLUSÃO

O uso de nível de água na proporção de 70% e dose de hidrogel de 2g, mostraram ser mais efetivo quanto as características biométricas das plantas de soja, proporcionando incremento de até 65% no número de trifólios e 56% na matéria seca. Sendo assim, o uso de hidrogel em áreas com irrigação de até 70% da capacidade de campo, mostra resultados efetivos nas características produtivas na planta de soja.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABOBATTA, W. Impact of hydrogel polymer in agricultural sector. **Advances in Agriculture and Environmental Science**, v. 1, n. 2, p. 59-64, 2018. <http://dx.doi.org/10.30881/aaeoa.00011>
- AHMED, E. M. Hydrogel: Preparation, characterization, and applications: A review. **Journal of Advanced Research**, 6, 105–121, 2015.
- AOAC: ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. OFFICIAL METHODS OF ANALYSIS OF AOAC INTERNATIONAL. 21th ed., AOAC International, Arlington, 2000.
- AZEVEDO, T. L. F.; BERTONHA, A.; GONÇALVES, A. C. A. Uso de hidrogel na agricultura. **Revista do Programa de Ciências Agro-Ambientais, Alta Floresta**, v. 1, n. 1, p. 23-31, out. 2002.
- BATTISTI R., SENTELHAS P.C., BOOTE K.J., CÂMARA G.M.S, FARIAS J.R.F, BASSO C.J. Assessment of soybean yield with altered water-related genetic improvement traits under climate change in Southern Brazil. **European Journal of Agronomy**. n. 83, p.1–14, (2017a). <https://doi:10.1016/j.eja.2016.11.004>
- BATTISTI, R., SENTELHAS, P.C., PARKER, P.S., NENDEL, C., GIL, M.D.S., FARIAS, J.R., & BASSO, C. J Assessment of crop-management strategies to improve soybean resilience to climate change in Southern Brazil. **Crop and Pasture Science**, v. 69, n. 2, p. 154-162, 2018.
- CONAB - Companhia Nacional De Abastecimento. 2021. **Perspectivas para à agropecuária. v. 9, safra 2020/2021.** Disponível em: <https://www.conab.gov.br/perspectivas-para-a-agropecuaria>. Acesso: 01 de abril de 2022.
- CONAB - Companhia Nacional De Abastecimento. 2021. **Perspectivas para a agropecuária.** v. 21, safra 2020/2021, Produtos de Verão. Brasília: 2021.
- CONAB - Companhia Nacional De Abastecimento. 2022. **Safra 2021/22 cresce 4% em relação ao ciclo anterior e está estimada em 265,7 milhões de toneladas.** Disponível em: <https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/4536-safra-2021-22-cresce-4-em-relacao-ao-ciclo-anterior-e-esta-estimada-em-265-7-milhoes-de-toneladas-2>. Acesso: 01 de abril de 2022.
- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Séries históricas de produção de grãos. Brasília: 2014.** Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safra/serie-historica-das-safra?start=10>. Acesso em: 09 abril de 2022.
- 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.

- CUNHA, R. C., & Espíndola, C. J. (2015). A dinâmica geoeconômica recente da cadeia produtiva da soja no Brasil e no mundo. *GeoTextos*, 11(1). <https://doi.org/10.9771/1984-5537geo.v11i1.12692>
- FARIAS, J. R. B., ASSAD, E. D., ALMEIDA, I. D., EVANGELISTA, B. A., LAZZAROTTO, C., NEUMAIER, N., & NEPOMUCENO, A. L. Caracterização de risco de déficit hídrico nas regiões produtoras de soja no Brasil. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, v. 9, n. 3, p. 415-421, 2001.
- FELIX, DANILO VIEIRA. **Diferentes níveis de irrigação e doses de hidrogel na produção da couve-chinesa (brassica pekinensis) em ambiente protegido**. 2018. 40 p. Dissertação (Mestrado em Mestrado em Irrigação no Cerrado) -- Instituto Federal Goiano, Campus Ceres, 2018.
- FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Revista Ciência e Agrotecnologia*. UFLA, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.
- FIDELIS, R.R., LOPES, M.B.S., MARTINEZ, R.A.S., MARQUES, K.R., AGUIAR, R.W. de S. and VELOSO, D.A., Influence of hydrogel use on soybean cultivation hydric stress. *Bioscience Journal [online]*, vol. 34, n. 5, p. 1219–1224, 2018. DOI 10.14393/BJ-v34n5a2018-39470.
- FRANCESCHINI, A., DE FRANCESCO, F., BARNE, G.C., FERREIRA, J. P. B., & DE MOURA ZUPELLI, N. 2017. **Setor de Agronegócio: Soja. Relatórios Cadeias Globais de Valor**, São Paulo. Disponível em: <https://ri.espm.br/wp-content/uploads/2018/08/Setor-da-soja-1.pdf>. Acesso: 01 de abril de 2022.
- FREITAS, Márcio. A cultura da soja no Brasil: o crescimento da produção brasileira e o surgimento de uma nova fronteira agrícola. *Enciclopédia Biosfera*, v. 7, n. 12, 2011.
- GAJIĆ, B., KRESOVIĆ, B., TAPANAROVA, A., ŽIVOTIĆ, L., AND TODOROVIĆ, M. Effect of irrigation regime on yield, harvest index and water productivity of soybean grown under different precipitation conditions in a temperate environment. *Agriculture Water Manager*. v. 210, p. 224–231, 2018. [https://doi: 10.1016/j.agwat.2018.08.002](https://doi.org/10.1016/j.agwat.2018.08.002)
- GAZZONI, Decio Luiz. A soja no Brasil é movida por inovações tecnológicas. *Ciência e Cultura*, v. 70, n. 3, p. 16-18, 2018.
- HATFIELD, J. L.; BOOTE, K. J.; KIMBALL, B. A.; ZISKA, L. H.; IZAURRALDE, R. C.; ORT, D. R.; THOMSON, A. M.; AND WOLFE, D. "**Climate impacts on agriculture: implications for crop production**" Publications from USDA-ARS / UNL Faculty. p. 1350, 2011.
- HE, L.; JIN, N.; YU, Q. Impacts of climate change and crop management practices on soybean phenology changes in China. *Science of the Total Environment*, v. 707, p. 135638, 2020.

- IBGE (2015) **Agricultural production**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Available at: www.sidra.ibge.gov.br/bda/pesquisas/pam/default.asp?o=18&i=P. Acesso 09 de abril, 2022.
- KAWASAKI, I. 2017. **Hidrogéis de alginato utilizados no tratamento de águas residuárias contendo corante verde malaquita**. 44f. Bachelor's thesis, Universidade Tecnológica Federal do Paraná 2017.
- LIMA, M.D.C. **Investigação do efeito da secagem (convencional e liofilização) sobre o teor proteico e a proteína isolada no resíduo de soja (Okara)**. 2016. 43f. Monografia - Universidade Federal da Paraíba. Centro de Ciências da Saúde - Departamento de Nutrição. 2016.
- MARQUES, P. A. A.; BASTOS, R. O. Uso de diferentes doses de hidrogel para produção de mudas de pimentão. **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**, Londrina, v. 3, n. 2, p. 53-57, 2010
- MENDONÇA, T. G.; URBANO, V. R.; CABRAL, F. F. P.; BACALHAU, F. B.; SOUZA, C. F. Hidrogel como alternativa no aumento da capacidade de armazenamento de água no solo. **Water Resources and Irrigation Management**, Cruz das Almas, v. 2, n. 2, p. 87-92, 2013.
- MINOSSO, R.R., SOSTISSO, G.L., & DRANSKI, J.A.L. Componentes de rendimento e produtividade da soja cultivada com hidrogel. **Revista Científica Rural**, v.23, n. 1, p69-82; 2021.
- MORAIS, G.C. **Casca de soja na alimentação de vacas leiteiras: revisão bibliográfica**. Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade De Ciências Agrárias E Veterinárias Câmpus De Jaboticabal 2020. 37f. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/213847>>. 2020.
- PARENT, B., TARDIEU, F. Can current crop models be used in the phenotyping era for predicting the genetic variability of yield of plants subjected to drought or high temperature? **Journal Experiment Botanic**. n. 65, v. 21, p. 6179–6189, 2014.
- PEREIRA, F., PEREIRA, L.S., CONTINI, R.E., STEMPKOWSKI, L.A., ZANELLA, E. J., & DOS SANTOS, K.C. Testes fisiológicos de diferentes lotes de sementes de soja. **Revista da Jornada de Pós-Graduação e Pesquisa-Congrega Urcamp**, 2018 p. 1520-1529.
- PRETTO, R., BANDEIRA, L.M., DA SILVA, D.R., ARENHARDT, L.G., DE MAMANN, Â.T.W., & DA SILVA, J.A.G. A tecnologia do hidrogel na eficiência de uso do nitrogênio sobre a produtividade de biomassa e grãos de trigo em sistema de rápida liberação de N-Residual. Anais: **Salão do Conhecimento**. 2016. p 1.
- RODRIGUES, D.S.; SCHUCH, L.O.B.; MENEGHELLO, G.E.; PESKE, S.T. Desempenho de plantas de soja em função do vigor das sementes e do estresse hídrico, **Revista Científica Rural**, v. 20, n. 2, p. 144-158, 2018. DOI: <https://doi.org/10.30945/rcr-v20i2.260>

- RUI, L.; MINGZHU, L.; LAN, W. Controlled release NPK compound fertilizer with the function of water retention. **Reactive and Functional Polymers**, v.67, p.769-779, 2007.
- SAS/STAT software: Changes and enhancements, release 9. 3. Procedure. 2013. SAS INSTITUTE.
- SENTELHAS P.C., BATTISTI R., CÂMARA G.M.S, FARIAS J.R.B., HAMPF A., NENDEL C. The soybean yield gap in Brazil—magnitude, causes and possible solution. **The Journal of Agricultural Science**. n. 153, p. 1394–1411, 2015. doi:10.1017/S0021859615000313
- SOUZA, I. J.; OLIVEIRA, Z. B.; SILVA, C. M.; GOIS, H.; RODRIGUES, L. R.; LINK, T. T.; MALFFINI, L. B. Componentes de rendimento de soja irrigada por aspersão em Cachoeira do Sul no ano agrícola de 2018/19. **Ciência e Natura**, v. 42, Special Edition, e. 3, 2020.
- SOUZA, P. J. O. P., ORTEGA-FARIAS, S., ROCHA, E. J. P., SOUSA, A. M. L., SOUZA, E. B. Consumo hídrico de soja no nordeste da Paraense. **Irriga**, n. 23 (especial), p. 218-231, 2016. <https://doi.org/10.15809/irriga.2016v1n01p218-231>
- VEAS, R.E.A., ERGO V.V., VEGA C.R.C., LASCANO R.H., RONDANINI D.P., AND CARRERA C.S. Soybean seed growth dynamics exposed to heat and water stress during the filling period under field conditions. **Journal Agronomic Crop Science**. p. 1–14. 2021. doi: 10.1111/jac.12523
- VOGEL, J. T., LIU, W., OLHOFT, P., CRAFTS-BRANDNER, S. J., PENNYCOOKE, J. C., & CHRISTIANSEN, N. Soybean yield formation physiology—a foundation for precision breeding based improvement. **Frontiers In Plant Science**, v. 12, 2021. <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.719706>