



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA

BRENDA JHULLY ALVES MOREIRA

SEMEDEADURA DE MILHO COM POLÍMERO HIDROGEL AO
FERTILIZANTE

BRASÍLIA, DF

2023

BRENDA JHULLY ALVES MOREIRA

**SEMEDEADURA DE MILHO COM POLÍMERO HIDROGEL AO
FERTILIZANTE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária - FAV da Universidade de Brasília - UnB, como parte das exigências do curso de Graduação em Agronomia, para a obtenção do título de Engenheira Agrônoma.

Orientador: Prof. Dr. Tiago Pereira da S. Correia

BRASÍLIA, DF

2023

FICHA CATALOGRÁFICA

MOREIRA, Brenda Jhully Alves

“SEMEDEADURA DE MILHO COM POLÍMERO HIDROGEL AO ADUBO”.

Orientação: Tiago Pereira da Silva Correia, Brasília 2023. 19 páginas. Monografia de Graduação (G) – Universidade de Brasília / Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 2023.

Déficit hídrico. 2. Polímero hidroretentor. 3. Semeadura. 4. Veranico

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

MOREIRA, B. J. A. **SEMEDEADURA DE MILHO COM POLÍMERO AO FERTILIZANTE.** Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 19 páginas, 2023. Trabalho de Conclusão de Curso.

CESSÃO DE DIREITOS

Nome do Autor: BRENDA JHULLY ALVES MOREIRA

Título da Monografia de Conclusão de Curso: SEMEDEADURA DE MILHO COM POLÍMERO HIDROGEL AO FERTILIZANTE

Grau: 3º **Ano:** 2023

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta monografia de graduação e para emprestar ou vender tais cópias somente para fins acadêmicos e/ou científicos. Ao autor reserva-se outros direitos de publicação e nenhuma parte desta monografia de graduação pode ser reproduzida sem autorização por escrito do autor.

BRENDA JHULLY ALVES

MOREIRA

CPF: 075.002.981-10

Brasília - DF

(61) 982389134 / e-mail: brenдахully3@gmail.com

BRENDA JHULLY ALVES MOREIRA

**SEMEDEADURA DE MILHO COM POLÍMERO HIDROGEL AO
FERTILIZANTE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária - FAV da Universidade de Brasília - UnB, como parte das exigências do curso de Graduação em Agronomia, para a obtenção do título de Engenheira Agrônoma.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Tiago Pereira da Silva Correia
Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária - FAV/UnB
e-mail: tiagocorreia@unb.br
(ORIENTADOR)

Prof. Dr. Arthur Caldas Lopes
Escola de Agronomia/Universidade Federal de Goiás
e-mail: arthurlopes@ufg.br

Eng^a Agrônoma Wênia Pereira Evangelista
PPGA/FAV/UnB

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha família e meu namorado por sempre terem me apoiado nessa jornada que está se encerrando e por me sempre terem me ensinado a importância dos estudos. Agradeço também a cada membro da equipe do Laboratório de Mecanização Agrícola da UnB (LAMAGRI) que contribuíram muito para minha evolução acadêmica e profissional, sempre ajudando no que precisava ser feito, e ao meu orientador Prof. Dr. Tiago Pereira da Silva Correia que me ensinou muito sobre a área de mecanização agrícola, contribuindo muito para meu desenvolvimento intelectual e profissional na área da pesquisa.

RESUMO

No Brasil o milho (*Zea mays L.*) é convencionalmente semeado em dois períodos distintos do ano agrícola, podendo ser na primeira safra, período compreendido de setembro a dezembro, ou na segunda safra (safrinha), compreendida de janeiro a abril. Contudo, na segunda safra é comum a ocorrência de dias de estiagem, denominados “veranicos”, que podem comprometer o desenvolvimento e produtividade da cultura. Visando a redução do impacto da estiagem no desenvolvimento do milho segunda safra, o objetivo do trabalho foi avaliar diferentes doses de polímero hidroretentor (hidrogel) incorporado ao fertilizante na semeadura mecanizada da cultura do milho. O experimento foi realizado em área experimental do Laboratório de Mecanização Agrícola da Fazenda Água Limpa (LAMAGRI/FAL), pertencentes à Universidade de Brasília. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), constituído de quatro tratamentos (T1, testemunha sem hidrogel; T2, hidrogel 10 kg ha⁻¹; T3, hidrogel 15 kg ha⁻¹ e T4, hidrogel 20 kg ha⁻¹) com quatro repetições cada. O híbrido de milho semeado foi o GNZ 9505 PRO2, foi utilizado 500 kg ha⁻¹ de fertilizante NPK 04-30-16 e polímero hidroretentor Sollus Titanium gel, composto por poliacrilato de potássio, ambos depositados via sulco de semeadura, utilizando mecanismos dosadores de fertilizantes do tipo helicoidal com transbordo transversal e mecanismos sulcadores para fertilizante do tipo haste. As variáveis avaliadas foram: altura de planta (AP), diâmetro de espiga (DE), comprimento de espiga (CE), peso de mil grãos (PMG) e produtividade de grãos (P). Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey (P≤0,05). Concluiu-se que somente a variável AP diferiu significativamente entre os tratamentos, onde T1 (testemunha) incrementou em até 18,8% a altura de plantas comparado a T4 (20 kg ha⁻¹).

ABSTRACT

In Brazil, corn (*Zea mays* L.) is conventionally sown in two different periods of the agricultural year: the first crop, from September to December, or the second crop (harvest), from January to April. However, in the second harvest, it is common to have days of drought, known as "veranicos", which can compromise the development and productivity of the crop. In order to reduce the impact of drought on the development of second crop maize, the aim of this work was to evaluate different doses of hydroretentive polymer (hydrogel) incorporated into fertilizer in the mechanized sowing of the maize crop. The experiment was carried out in the experimental area of the Agricultural Mechanization Laboratory of the Água Limpa Farm (LAMAGRI/FAL), belonging to the University of Brasilia. The experimental design used was completely randomized (DIC), consisting of four treatments (T1, control without hydrogel; T2, hydrogel 10 kg ha⁻¹; T3, hydrogel 15 kg ha⁻¹ and T4, hydrogel 20 kg ha⁻¹) with four replications each. The maize hybrid sown was GNZ 9505 PRO2, 500 kg ha⁻¹ of NPK 04-30-16 fertilizer and Sollus Titanium gel hydroretentive polymer, composed of potassium polyacrylate, were used, both deposited via the sowing furrow, using helical-type fertilizer metering mechanisms with transverse overflow and rod-type fertilizer furrowing mechanisms. The variables assessed were: plant height (PH), ear diameter (ED), ear length (EL), thousand grain weight (TGW) and productivity (P). The data obtained was subjected to analysis of variance and the means were compared using the Tukey test ($P \leq 0.05$). It was concluded that only the AP variable differed significantly between treatments, where T1 (control) increased plant height by up to 18.8% compared to T4 (20 kg ha⁻¹).

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	8
2.	OBJETIVO.....	10
3.	MATERIAIS E MÉTODOS.....	11
4.	RESULTADO E DISCUSSÃO.....	13
5.	CONCLUSÃO.....	15
6.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	16
7.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	17

1. INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays L.*) é a segunda cultura granífera mais cultivada no Brasil, ficando atrás apenas da soja e sendo semeado nas diversas regiões do país. De acordo com dados da CONAB (2023), no ano na safra 2022/2023 foram produzidos 322,8 milhões de toneladas de grãos de milho, quantidade 18,4 % superior a safra anterior. Os números consolidam a importância socioeconômica da cultura da cultura, bem como a constante necessidade de aprimoramento das técnicas e sistemas de produção.

Devido as condições edafoclimáticas do Brasil, o melhoramento genético das sementes, a evolução da mecanização e a inovação de sistemas de produção, o milho é possível de ser semeado em dois períodos distintos do ano agrícola brasileiro. O primeiro é designado de safra principal, compreendida na região centro-oeste como sendo de setembro a dezembro, e o outro é designado de segunda safra (safrinha), para a região compreendida de janeiro a março (CONTINI et al., 2019). A possibilidade da segunda safra de milho representa importante opção agrônômica para sucessão à soja (primeira safra), contudo, os autores alertam que no centro-oeste as condições climáticas no período são menos favoráveis, sendo convencional a ocorrência de dias consecutivos de estiagem em pleno verão e outono, eventos denominados “veranicos”.

Quintas (2022), descreve que a cultura do milho possui elevada demanda hídrica, de 400 a 700 mm de água durante o ciclo completo, e déficits podem limitar significativamente o desenvolvimento e produtividade da cultura, já que a relação de produção de matéria seca por unidade de água é alta, tanto da parte aérea como dos grãos. Segundo Bergamashi (2006) e Borghi et al. (2023) a ocorrência de déficit hídrico durante os estádios de desenvolvimento vegetativo do milho reduz significativamente sua área foliar, a biomassa, o número de folhas e a altura das plantas, comprometendo diretamente a produtividade. Nos estádios reprodutivo, de iniciação floral ao enchimento de grãos, os autores descrevem que o déficit hídrico compromete diretamente os componentes de produtividade da espiga, compreendidos por número de grãos, peso de mil grãos, comprimento e diâmetro da espiga.

Segundo Sah et al. (2020), a perda de rendimento durante o estágio vegetativo pode chegar a 25%, durante a floração pode chegar a mais de 50% e no período de enchimento de grãos pode superar 21%. Diante das informações torna-se evidente que o déficit hídrico pode ser sinônimo de prejuízos à cultura semeada em segunda safra.

Uma possível alternativa aos efeitos dos veranicos na cultura do milho é a utilização de polímero hidrorretentor (hidrogel) na semeadura. Segundo Wofford Jr. & Koski (1990), os hidrogéis surgiram na década de 1950 e possuem capacidade de retenção de vinte a 400 vezes a sua própria massa. Kraisig et al. (2018) descrevem que o hidrogel de textura granular é um insumo com característica hidro absorvente, em contato com líquidos ou umidade expande seu volume inicial assumindo textura e aparência de gel aquoso, estado no qual libera gradualmente a parte líquida retida, realizando a manutenção de umidade do solo por até 40 dias.

De acordo com Vlach (1991) o hidrogel possui potencial de promover o rápido desenvolvimento radicular de plantas em condições de restrição hídrica do solo, sobretudo em estágios iniciais de desenvolvimento. Descrevem também que o insumo pode contribuir para a redução de irrigação, melhoria da aeração e drenagem do solo, e redução da perda de fertilizantes por lixiviação.

Em trabalho realizado por Martinez-Santos et al. (2021), o qual submeteram a cultura do milho ao cultivo com e sem hidrogel, observaram um aumento de 5,6% na variável altura de plantas e 17,3% na produtividade de grãos. Amboni (2021) constatou que 10% de hidrogel na adubação do milho contribuiu para aumento de 5,3% a altura de plantas, 3,3% a massa de mil grãos e 14,7% a produtividade de grãos

De acordo com Nascimento (2019) o hidrogel é comumente utilizado na silvicultura, olericultura, fruticultura, cafezais e poáceas. Porém um dos gargalos para difusão do uso em culturas graníferas é a falta de sistemas adequados para distribuição do produto, conhecimento de doses operacionais e o elevado custo, sobre esses fatores são escassas as informações de pesquisas.

Diante do exposto o objetivo do trabalho foi avaliar diferentes doses de polímero hidrorretentor (hidrogel) incorporado ao fertilizante na semeadura de milho mecanizada da cultura do milho.

2. OBJETIVO

O objetivo do trabalho foi avaliar diferentes doses de polímero hidroretentor (hidrogel) incorporado ao fertilizante na semeadura de milho mecanizada da cultura do milho.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi realizado durante a segunda safra de grãos 2022/2023, em campo experimental do Laboratório de Mecanização Agrícola da Fazenda Água Limpa (LAMAGRI/FAL), pertencentes à Universidade de Brasília (UnB).

A área experimental foi situada sobre as coordenadas geográficas 15°57'02''S e 47°56'07''W, e o solo da região é classificado por Rodolfo Junior et al. (2015) como Latossolo Vermelho Amarelo. O clima da região é classificado por Köppen-Geiger como sendo do tipo "Aw", clima tropical com estação seca no inverno e chuvosa no verão.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), sendo quatro tratamentos constituídos por diferentes doses de hidrogel (T1, sem hidrogel (testemunha); T2, 10 kg ha⁻¹; T3, 15 kg ha⁻¹; T4, 20 kg ha⁻¹), com quatro repetições cada. As subparcelas experimentais foram dimensionadas com quatro metros de comprimento e dois metros de largura cada, comportando quatro fileiras de milho espaçadas em 50 cm.

O polímero hidroretentor (Hidrogel), um material polimérico que possui capacidade de absorver grande quantidade de água, utilizado foi o Sollus Titanium gel, composto por poliacrilato de potássio. As sementes de milho utilizadas foram do híbrido GNZ 9505 PRO2, tratadas industrialmente com inseticida e fungicida, e população recomendada de 50.000 plantas ha⁻¹. O fertilizante utilizado foi o NPK 04-30-16 na dosagem de 500 kg ha⁻¹, depositado via sulco de semeadura, utilizando mecanismos dosadores de fertilizantes do tipo helicoidal com transbordo transversal e mecanismos sulcadores para fertilizante do tipo haste, e adubação de cobertura a lanço com 200 kg ha⁻¹ de uréia.

Objetivando maior controle da variável disponibilidade hídrica do solo às plantas, e possibilidade de melhor expressão dos tratamentos estudados, a semeadura do experimento foi realizada em período de escassez de chuvas na região, em 19 de agosto de 2022. Sendo assim, quando foram observados severos sintomas de murcha foliar nas plantas de milho, foi realizada a irrigação controlada das parcelas, sendo aplicado durante o ciclo lâmina de 360 mm, dividida igualmente entre os estágios de desenvolvimento V1, V6 e R5.

A semeadura foi realizada utilizando uma semeadora-adubadora modelo JM3060 PD, equipada com sete linhas de semeadura espaçadas em 50 cm, mecanismos dosadores de fertilizantes do tipo helicoidal com transbordo transversal e mecanismos sulcadores para fertilizante do tipo haste, onde somente foram utilizadas 4 linhas para o plantio. A

máquina foi tracionada por um trator modelo TM7020 (4 x 2 TDA) com 109,58 kW (149cv) de potência.

Previamente a semeadura, o hidrogel foi incorporado ao fertilizante, a partir de então a semeadora-adubadora foi abastecida e a semeadura realizada em sistema plantio direto, sendo a adubação de base depositada via sulco na profundidade de 12 cm.

As variáveis avaliadas foram: altura de planta (AP), diâmetro de espiga (DE), comprimento de espiga (CE), peso de mil grãos (PMG) e produtividade de grãos (P). Os dados foram coletados em seis plantas consecutivas de cada uma das duas linhas centrais de cada parcela, totalizando 12 plantas avaliadas por parcela.

Os dados de altura de planta (AP) foram obtidos medindo a distância entre a superfície do solo e pendão da planta de milho em estágio R5. Os dados de diâmetro de espiga (DE) foram medidos com paquímetro digital de precisão de 0,01 mm, e foi considerado terço médio da espiga principal, em R6. Os dados de comprimento da espiga (CE) foram obtidos medindo a distância entre a extremidade da região distal à base da região proximal da espiga, conforme metodologia descrita por Mondo & Cicero (2005).

O peso de mil grãos (PMG) foi obtido a partir da contagem manual e pesagem em balança de precisão. A Produtividade de grãos foi determinada a partir da colheita e debulha manual das espigas quando os grãos se encontravam com 13% de teor de água, sendo pesados em balança de precisão e os valores extrapolado para kg ha^{-1} .

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro, através do software estatístico Agroestat (Barbosa & Maldonado Jr., 2015).

4. RESULTADO E DISCUSSÃO

Os resultados de altura de planta, comprimento de espiga, diâmetro de espiga, peso de mil grãos e produtividade de grãos, são apresentados na tabela 1.

Tabela 1. Altura de planta (AP), comprimento de espiga (CE), diâmetro de espiga, peso de mil grãos (PMG) e produtividade estimada de grãos (P) da cultura do milho com diferentes doses de hidrogel.

Tratamento	AP (cm)	CE (cm)	DE (mm)	PMG (g)	P (kg ha ⁻¹)
T1	171,6 a	13,2 a	31,2 a	236,5 a	11825 a
T2	154,2 ab	12,3 a	29,2 a	227 a	11350 a
T3	159,5 ab	12,3 a	28,7 a	203 a	10150 a
T4	139,2 b	12,3 a	28,4 a	198 a	9900 a
Teste F	5,12*	0,78 ^{NS}	1,76 ^{NS}	0,31 ^{NS}	0,24 ^{NS}
Média geral	156,1	12,5	29,4	90,0	10806,3
CV (%)	7,6	8,5	6,5	24,3	35,04
DMS (5%)	24,9	2,2	4,0	45,9	7949,5

T1: sem gel; T2: 10 kg ha⁻¹ de hidrogel; T3: dose 15 kg ha⁻¹ de hidrogel; T4: dose 20 kg ha⁻¹ de hidrogel. CV: coeficiente de variação. DMS: diferença mínima significativa. *significância pelo teste de Tukey (P≤0,05). ^{NS}não significativo pelo teste de Tukey (P≤0,05). Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

As doses de hidrogel não diferiram o CE, DE, PMG e P, indicando que sua aplicação incorporada à adubação de base no sulco de semeadura não incrementa os componentes de produtividade citados, não justificando sua utilização.

Apenas a variável altura de plantas (AP) diferiu, sendo T1 18,8% maior que T4. T2 e T3 não diferiram entre si para AP.

Os resultados obtidos podem ser atribuídos a observada limitação de retenção de umidade e expansão do hidrogel no sulco de semeadura, mesmo em T4. Com base nos resultados obtidos, onde as doses de hidrogel foram insuficientes para provocar efeitos significativos na cultura do milho, possivelmente, aumentando a dose de hidrogel seja possível proporcionar maior expansão e retenção de umidade no sulco, podendo surtir efeitos significativos aos componentes de produtividade do milho.

Trabalhos que utilizaram o hidrogel pré-hidratado, já expandido em estado aquoso, obtiveram um melhor desenvolvimento de parte aérea e uma maior produtividade. Corroborando com os resultados obtidos por Sousa (2022), em que o hidrogel pré-hidratado na dose de 5 g L⁻¹ em covas no plantio manual de milho proporcionou uma produção de biomassa e diâmetro do colmo de 55,5% e 9,8%

superiores, respectivamente, e um incremento de 203% na produtividade em relação a testemunha.

Em contrapartida aos resultados apresentados, avaliando a influência do polímero hidroretentor em sua forma seca, aplicado na cova antes do plantio, no café, Vale et al. (2006) constataram que nas doses de três e seis gramas por cova misturado ao substrato, não apresentaram diferença significativa para diâmetro de caule, altura de planta e número de ramos plagiotrópicos, corroborando com os resultados obtidos neste trabalho, com o hidrogel em pó.

Diferentemente do que foi observado no presente trabalho, pesquisas como as citadas anteriormente com hidrogel no plantio de mudas e preparo de covas, quando é depositada quantidade expressivamente maior e localizada do insumo já em estado aquoso, na distribuição em sulco de semeadura as doses estudadas se demonstram insuficientes quando “espalhadas” ao longo do mesmo pela semeadora, não melhorando a umidade do solo no sulco de semeadura.

Os resultados apresentados evidenciam eficiência superior do hidrogel na forma pré-hidratado e não em pó. Com base nisto uma hipótese é que seja desenvolvida e estudada forma de aplicação do hidrogel já em estado aquoso ao sulco de semeadura.

Vale et al. (2006) ainda salienta, que vários fatores podem afetar o desempenho do polímero, entre eles o modo de aplicação, a disponibilidade de água, a concentração de sais presentes no solo e na água, e a resistência que o substrato pode oferecer a expansão deste.

5. CONCLUSÃO

Dentre as variáveis avaliadas somente a variável altura de planta (AP) apresentou efeito significativo, onde o tratamento 1 (sem hidrogel), que apresentou efeito significativo, sendo T1 18,8% maior que T4 (dose de 20 kg ha⁻¹ de hidrogel). Quanto aos demais tratamentos, T1 foi maior 10,13% que T2 e 7,05% maior que T3, porém esses tratamentos não apresentaram efeito significativo.

Os resultados obtidos podem ser atribuídos a observada limitação de retenção de umidade e expansão do hidrogel no sulco de semeadura, mesmo na maior dose.

As diferentes doses do polímero hidroretentor incorporado ao adubo na semeadura mecanizada da cultura do milho não apresentaram incremento produtivo.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos possuem importância para análise econômica da adoção ou não de Hidrogel na semeadura de milho, haja vista que possui custos para aquisição e aplicação.

Recomenda-se a continuidade de estudos abrangendo mais variáveis, também a utilização do hidrogel em estado aquoso, assim, podendo ser possível compreender melhor as causas e efeitos do hidrogel para a cultura do milho.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMBONI, Fábio. **Hidrogéis como alternativa para retenção da água no solo na cultura do milho**. 2021. 48 p. Monografia (bacharelado em Engenharia Agrônômica) - Faculdade de Ensino Superior de São Miguel do Iguaçu, São Miguel de Iguaçu – MA, 2021.
- BARBOSA, J. C.; MALDONADO JÚNIOR, W. **AgroEstat - Sistema para Análises Estatísticas de Ensaio Agrônômicos**. Versão 1.1.0.711. Jaboticabal: Unesp, 2015.
- BERGAMASHI, H.; DALMAGO, G.A.; COMIRAN, F.; BERGONCI, J.I.; MÜLLER, A.G.; FRANÇA, S.; SANTOS, A.O.; RADIN, B.; BIANCHI, C.A.M.; PEREIRA, P.G. Déficit hídrico e produtividade na cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, n.2, p.243-249, fev. 2006
- BERGAMASHI, H.; DALMAGO, G.A.; BERGONCI, J.I.; BIANCHI, C.A.M.; MÜLLER, A.G.; COMIRAN, F.; HECKLER, B.M.M. Distribuição hídrica no período crítico do milho e produção de grãos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, vol. 39, no. 9, pp. 831-839. 2004.
- BORGHI, E.; MAGALHAES, P. C.; PEREIRA FILHO, I. A. Ecofisiologia do milho segunda safra para alta produtividade. Sete Lagoas: **Embrapa Milho e Sorgo**, 2023, 23 p. (Documento, 273).
- CONAB. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Boletim da safra de grãos 12º levantamento – Safra 2022/2023. Brasília: **CONAB**, 110 p. v. 10. 2023. Disponível em: < <https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/5157-com-novo-recorde-producao-de-graos-na-safra-2022-23-chega-a-322-8-milhoes-de-toneladas#:~:text=Conab%20%2D%20Com%20novo%20recorde%2C%20produ%C3%A7%C3%A3o,322%2C8%20milh%C3%B5es%20de%20toneladas>>.
- CONTINI, E.; MOTA, M.M.; MARRA, R. Milho: caracterização e desafios tecnológicos. Desafios do Agronegócio Brasileiro, Brasília, DF. **Embrapa**, 2019. 45 p.
- DA SILVA, M. R. R.; VANZELA, L. S.; VAZQUEZ, G. H.; SANCHES, A. C. Influência da irrigação e cobertura morta do solo sobre as características agrônômicas e produtividade de milho. **IRRIGA**, [S. l.], v. 1, n. 01, p. 170–180, 2012. DOI: 10.15809/irriga.2012v1n01p170. Disponível em:

<<https://revistas.fca.unesp.br/index.php/irriga/article/view/445>>. Acesso em: 12 mar. 2023.

GUIMARÃES, P. S.; ROCHA, D. S.; PATERNIANI, M. E. A. G. Z. Conteúdo de carboidrato foliar em híbridos de milho submetidos à restrição hídrica. **Evidência**, Joacaba, v. 19, n. 2, p. 93-112, 2019. DOI: 10.18593/eba.v19i1. 20201. Disponível em: <https://portalperiodicos.unoesc.edu.br/evidencia/article/view/20201>. Acesso em: 19 mar. 2023.

KRAISIG, A. R.; SCREMIN, O.B.; MANTAI, R.D.; MAROLLI, A.; MAMANN, A.T.W.; BREZOLIN, A.P.; SCREMIN, A.H.; SILVA, J.A.G. 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, 2018.

MARTINEZ-SANTOS, T.; SILVA, J.F.B.; DIAS, A.C.; CARVALHO, I.F.; MARTINEZ, R.A.S. Uso de polímero hidrotentor e azospirillum brasiliense na produção de milho safrinha em Tangará da Serra-MT. **Inovação, Gestão E Sustentabilidade Na Agroindústria**, pp. 83–97. 2021.

MONDO, V. H. V.; CICERO, S. M. “Análise de imagens na avaliação da qualidade de sementes de milho localizadas em diferentes posições na espiga”. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 27, n. 1, p. 9-18,2005.

NASCIMENTO, S. M. **Polímero de Alta Densidade e Adubação Foliar em Palma Orelha de Elefante Mexicana**. Dissertação mestrado em produção animal Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Macaíba/RN, 2019.

QUINTAS, LÁZARO JOSÉ. Necessidade hídrica para o desenvolvimento da cultura do milho em diferentes etapas do seu crescimento. **Brazilian Applied Science Review**, Curitiba, v.6, n.4, p.1395-1401,jul./aug., 2022. DOI: <https://doi.org/10.34115/basrv6n4-013>

RODOLFO JUNIOR, F.; ARAÚJO, L. G.; SOUZA, R. Q. de; BATISTA, F. P. da S.; OLIVEIRA, D. N. S. de; LACERDA, M. P. C. “Relações Solo-Paisagem Em Topossequências na Fazenda Água Limpa, Distrito Federal.” **Nativa**, vol. 3, no. 1, 26 Mar, pp. 27–35. 2015.

SAH, R. P.; CHAKRABORTY, M.; PRASAD, K., PANDIT, M., TUDU, V. K.;

CHAKRAVARTY, M. K.; NARAYAN, S. C.; RANA, M. & MOHARANA, D. Impact of water deficit stress in maize: Phenology and yield components. **Scientific Reports**, v.10, p.1-15, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1038/s41598-020-59689-7>>.

SOUSA, Rodrigo A. **Características produtivas do milho híbrido utilizando geopolímeros de Acrilato de potássio em condições de estresse hídrico**. 2022. 41 p. Monografia (bacharelado em Zootecnia) - Universidade Federal do Maranhão, Chapadinha – MA, 2022.

VALE, F. R. G.; CARVALHO, S. P.; PAIVA, L. C. Avaliação da eficiência de polímeros hidroretentores no desenvolvimento do cafeeiro em pós-plantio. **Coffee Science**, v. 1, p. 7-13, 2006.

Vlach, T.R. **Creeping Bentgrass Responses to Water Absorbing Polymers in Simulated Golf Greens**. The Campus Connection. Wisconsin, 1991. Disponível em:<<https://archive.lib.msu.edu/tic/groot/article/1990jul34.pdf>>. Acesso em: 10 mar. de 2023.