



UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO  
CENTRO DE CIÊNCIAS DE CHAPADINHA  
CURSO DE ZOOTECNIA

RODRIGO ALVES DE SOUSA

**CARACTERÍSTICAS PRODUTIVAS DO MILHO HÍBRIDO  
UTILIZANDO GEOPOLÍMEROS DE ACRILATO DE POTÁSSIO EM CONDIÇÕES  
DE ESTRESSE HÍDRICO**

CHAPADINHA – MA  
2022

RODRIGO ALVES DE SOUSA

**CARACTERÍSTICAS PRODUTIVAS DO MILHO HÍBRIDO  
UTILIZANDO GEOPOLÍMEROS DE ACRILATO DE POTÁSSIO EM CONDIÇÕES  
DE ESTRESSE HÍDRICO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Zootecnia da Universidade Federal do Maranhão, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Bacharel em Zootecnia

Orientadora: Profa. Dra. Daniele de Jesus Ferreira  
Coorientador: Anderson de Moura Zanine

CHAPADINHA - MA  
2022

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).  
Diretoria Integrada de Bibliotecas/UFMA

ALVES DE SUSAN, RODRIGO.

CARACTERÍSTICAS PRODUTIVAS DO MILHO HÍBRIDO UTILIZANDO  
GEOPOLÍMEROS DE ACRILATO DE POTÁSSIO EM CONDIÇÕES DE  
ESTRESSE HÍDRICO / RODRIGO ALVES DE SUSAN. - 2022.

41 p.

Coorientador(a): ANDERSON DE MOURA ZANINE.

Orientador(a): DANIELE DE JESUS FERREIRA.

Monografia (Graduação) - Curso de Zootecnia,  
Universidade Federal do Maranhão, CHAPADINHA, 2022.

1. Biomassa. 2. Polímero retentor. 3. Produtividade.  
4. Zea mays L. I. DE JESUS FERREIRA, DANIELE. II. DE  
MOURA ZANINE, ANDERSON. III. Título.

RODRIGO ALVES DE SOUSA

**CARACTERÍSTICAS PRODUTIVAS DO MILHO HÍBRIDO  
UTILIZANDO GEOPOLÍMEROS DE ACRILATO DE POTÁSSIO EM CONDIÇÕES  
DE ESTRESSE HÍDRICO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Zootecnia da Universidade Federal do Maranhão, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Bacharel em Zootecnia

Aprovada em: 29/07/2022

Banca Examinadora

---

Prof<sup>a</sup>. Dra. Daniele de Jesus Ferreira (Orientadora)  
Universidade Federal do Maranhão- UFMA

---

Prof<sup>o</sup> Dr. Anderson de Moura Zanine (Coorientador)  
Universidade Federal do Maranhão- UFMA

---

Dr. Francisco Naysson de Sousa Santos (Examinador)  
Bolsista PNPd/CAPES/PPGCA  
Universidade Federal do Maranhão - UFMA

---

Dr. Danillo Marte Pereira (Examinador)  
Pesquisador visitante/FAPEMA/PPGCA  
Universidade Federal do Maranhão - UFMA

CHAPADINHA – MA  
2022

*Aos meus pais Raimundo Pereira de Sousa,  
Elaneide Alves de Sousa, aos meus irmãos Diego  
Henrique Alves de Sousa e Rosana Alves de Sousa  
e a minha esposa Renata Sousa Costa, pelo apoio,  
paciência e compreensão durante a minha  
formação acadêmica.*

*O homem que faz mais do que é pago, em breve,  
será pago por mais do que faz.*

*Napoleon Hill*

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente quero agradecer a Deus, por me proteger e dar forças para nunca desistir de meus objetivos, concedendo-me saúde, resiliência, sabedoria para compreender os desafios enfrentados e por me ajudar a ultrapassar todos os obstáculos que surgiram ao longo do curso e permitir chegar até aqui. Toda honra e toda glória e louvor sejam dados a ti. Obrigada Senhor!

Aos meus pais, Raimundo Pereira de Sousa e Elaneide Alves de Sousa, que foram de grande importância, por todo apoio, compreensão, incentivo nos momentos difíceis, por sempre acreditarem em mim e foram fundamentais para esta conquista. Obrigado!

Agradeço aos meus irmãos Diego Henrique e Rosana Alves pelo apoio, por sempre estarem ao meu lado, me dando força e motivação.

A minha esposa Renata Sousa Costa que esteve sempre ao meu lado me apoiando em todos os momentos. Obrigado!

Agradeço a todos os professores da UFMA, Campus Chapadinha, por terem me proporcionado aprendizado e que fizeram parte da minha trajetória, transmitindo conhecimento, conselhos que contribuíram de forma grandiosa para minha formação profissional. Em especial a professora Daniele Jesus Ferreira por ser minha orientadora e ao professor Anderson de Moura Zanine por ser meu Coorientador.

Aos colegas de curso, pelo companheirismo, que sempre estiveram juntos, enfrentando todas as dificuldades ao longo da minha vida acadêmica.

A todos os colegas e amigos, que estiveram sempre comigo, me incentivando, ajudando, e colaborando para que eu conseguisse chegar até o final deste percurso.

E a todas as pessoas que de alguma forma me ajudaram e colaboraram para elaboração deste trabalho.

A FAPEMA e UFMA, pelo apoio financeiro neste período.

A todos, meu muito obrigado!

## RESUMO

Objetivou-se avaliar as características agronômicas, morfológicas, produtivas e de sanidades da cultura do milho utilizando polímeros retentores de umidade no solo na entressafra agrícola. A cultivar utilizada foi o híbrido M274 (MORUMBI) com espaçamento entre covas de 0,6m e 0,5m entre plantas. Foi utilizado o delineamento em blocos inteiramente casualizados, com quatro tratamentos e quatro repetições, os tratamentos consistiram em controle: adubação padrão de plantio de plantio; H0: adubação padrão de plantio + retentor de umidade hidratado no dia do plantio; H5: adubação padrão de plantio + retentor de umidade hidratado a cada 5 dias e H10: adubação padrão de plantio + retentor de umidade hidratado a cada 10 dias. Foram avaliadas as seguintes variáveis: altura de planta, altura de inserção de espiga, diâmetro do colmo, diâmetro de espiga, comprimento de espiga, número de folhas por planta, produtividade de grãos, biomassa verde, sanidade do colmo e das folhas, número de grãos ardidos, cor e dureza do grão. Em relação as características agronômicas a utilização do polímero retentor apresentou efeito significativo ( $P < 0,05$ ) para diâmetro da espiga com palha, comprimento da espiga com palha, diâmetro da espiga sem palha, altura da planta até inserção da espiga e altura da planta, para a variável diâmetro da espiga com palha, o tratamento controle mostrou-se inferior aos demais em que foram utilizados o polímero retentor. Houve efeito significativo do polímero retentor no aumento da produção de folhas vivas, com melhores médias encontradas no H5. A presença do polímero retentor também proporcionou efeito significativo ( $P < 0,05$ ) para produção de biomassa total. As variáveis produção de espiga com grãos, peso da espiga e produtividade de grãos apresentaram significância ( $P < 0,05$ ), onde todos os tratamentos estudados foram superiores à testemunha. Para as características relacionadas a sanidade foi observado que todas as variáveis apresentaram-se satisfatórias. A utilização do polímero retentor de umidade proporcionou melhor desenvolvimento das características agronômicas, morfológicas e produtivas, afetando o rendimento de grãos e produção de biomassa na cultura do milho durante a entressafra agrícola, dessa forma recomendando-se sua utilização com um intervalo de hidratação a cada 5 dias.

**Palavra chaves:** biomassa; polímero retentor; produtividade; *Zea mays* L.

## ABSTRACT

The objective was to evaluate the agronomic, morphological, productive and sanitary characteristics of the corn crop using polymers that retain moisture in the soil during the agricultural off-season. The cultivar used was the hybrid M274 (MORUMBI) with spacing between holes of 0.6m and 0.5m between plants. A completely randomized block design was used, with four treatments and four replications, the treatments consisted of control: standard fertilization of planting; H0: standard planting fertilization + hydrated moisture retainer on the day of planting; H5: standard planting fertilization + hydrated moisture retainer every 5 days and H10: standard planting fertilization + hydrated moisture retainer every 10 days. The following variables were evaluated: plant height, ear insertion height, stalk diameter, ear diameter, ear length, number of leaves per plant, grain yield, green biomass, health of the stalk and leaves, number of burnt grains, color and grain hardness. Regarding agronomic characteristics, the use of the retaining polymer had a significant effect ( $P < 0.05$ ) for ear diameter with straw, ear length with straw, ear diameter without straw, plant height until ear insertion and plant height, for the variable ear diameter with straw, the control treatment was inferior to the others in which the retaining polymer was used. There was a significant effect of the retaining polymer in increasing the production of live leaves, with better averages found in H5. The presence of the retaining polymer also provided a significant effect ( $P < 0.05$ ) for the production of total biomass. The variables ear yield with grain, ear weight and grain yield showed significance ( $P < 0.05$ ), where all treatments studied were superior to the control. For the characteristics related to sanitary, it was observed that all variables were satisfactory. The use of moisture-retaining polymer provided better development of agronomic, morphological and productive characteristics, affecting grain yield and biomass production in corn during the agricultural off-season, thus recommending its use with an interval of hydration every 5 days.

**Keywords:** biomass.; productivity; retaining polymer; Zea mays L.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Dados de precipitação semanal e mensal (mm) durante o período experimental....	20
Figura 2 - Dados de temperaturas (°C) durante o período experimental .....	21
Figura 3 - Dados de umidade relativa do ar, insolação e nebulosidade durante o.....	21
Figura 4 - Croqui da área experimental .....	22

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Avaliações agronômicas e morfológicas do milho híbrido com uso de retentores de umidades no solo .....	26
Tabela 2 - Avaliação da produção de biomassa do milho híbrido com uso de retentores de umidades no solo. ....	27
Tabela 3 - Avaliação agronômica dos grãos de milho com uso de retentores de umidades no solo. ....	30
Tabela 4 - Características dos grãos de milho com uso de retentores de umidades no solo. ...	32
Tabela 5 - Sanidade do colmo e das folhas do milho com uso de retentores de umidades no solo. ....	33

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>15</b>
2.1	Geral .....	15
2.2	Específico .....	15
<b>3</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>16</b>
3.1	A Cultura do Milho .....	16
3.2	Características agronômicas e produtivas do milho .....	16
3.3	Estresse hídrico na cultura do milho .....	17
3.4	Polímero retentor de umidade .....	18
<b>4</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>20</b>
4.1	Localização.....	20
4.2	Área experimental .....	21
4.3	Delineamento experimental e tratamentos .....	22
4.4	Adubações da área experimental .....	23
4.5	Variáveis analisadas .....	23
4.6	Estatística.....	25
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>26</b>
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>35</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>36</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é um cereal originário das Américas, economicamente é representado pelas diversas formas de utilização, que vai desde alimentação humana e animal, se estendendo até a indústria de alta tecnologia, fazendo com que seja uma das mais importantes commodities do setor agrícola no Brasil, com grande participação nas exportações (ALVES et al., 2012; PEREIRA, 2012). De acordo com a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), a safra brasileira de milho 2021/2022, foram plantados cerca de 21,66 milhões de hectares, com estimativa de produtividade média de 5.319 kg/ha<sup>-1</sup> e de produção de 115.2 milhões toneladas, concentrando a maior parte da produção na segunda safra, denominada de safrinha (CONAB, 2022).

No entanto, a produtividade desta cultura pode ser severamente afetada por estresses. Uma das principais fontes causadora de estresse é o déficit hídrico, o mesmo ocorre principalmente durante a estação de seca, quando a água do solo não está disponível para a planta, causando um decréscimo nas atividades fisiológicas, afetando, em especial a produtividade e persistência das mesmas (CAVALCANTE et al., 2009).

Na cultura do milho o estresse hídrico tem provocado alterações morfológicas sendo o florescimento o estágio mais vulnerável, reduzindo a fertilidade da planta, que interfere diretamente no processo de geração de energia, causa a abscisão das flores, impede a antese, afeta a massa de grãos e conseqüentemente reduzindo a produção (PEREIRA, 2012; AMARAL et al., 2016; JÚNIOR et al., 2018; SILVA et al., 2021).

Diante disso, destaca-se entre as tecnologias que visam o fornecimento de água para as culturas, o uso de condicionadores do solo, conhecidos como polímero retentor de umidade, que são definidos como redes poliméricas tridimensionais formada por macromoléculas que permite a absorção de quantidade significativa de água e à mantém retida dentro de sua estrutura para posterior liberação, e tem sido bastante utilizado na agricultura, permitindo, assim que as plantas não apresentem sintomas de estresse hídrico, com um maior tempo na reposição de água no solo (LIANG; LIU; WU, 2007; OVIEDO et al., 2008; FERREIRA et al., 2014; SABADINI, 2015).

A utilização de polímeros retentores pode otimizar o uso da água tanto em sistemas irrigados como em lavouras de sequeiro, pela absorção na hora da irrigação ou da chuva e liberação para as plantas em condições de déficit hídrico (SOUZA, 2014). Consegue, ainda, ser um meio eficiente para diminuir os gastos de água com irrigação, através da redução na frequência de irrigação em áreas secas. O uso do polímero retentor pode trazer grande benefício

à agricultura, principalmente em regiões com maior problema de déficit de chuva (NAVROSKI et al., 2014).

Neste contexto, é importante quantificar e compreender os processos que envolvem relações solo-clima-planta, em particular as relações hídricas, a fim de implementar medidas capazes de reduzir os impactos das estiagens sobre a produção da cultura do milho.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Geral**

Avaliar as características agronômicas, morfológicas, produtivas e de sanidades da cultura do milho utilizando polímeros retentores de umidade no solo na entressafra agrícola.

### **2.2 Específico**

Mensurar o comprimento de espiga, diâmetro da espiga com palha e sem palha, diâmetro do colmo, altura da planta, altura da primeira espiga, número de folhas vivas e mortas por planta;

Quantificar a produção de folhas vivas e mortas e biomassa total;

Avaliar a produção de espiga com grãos, peso de espiga e produção de grão;

Avaliar dureza do grão, cor do grão e número de grãos ardidos, juntamente com a sanidade do colmo e folhas.

### **3 REVISÃO DE LITERATURA**

#### **3.1 A Cultura do Milho**

Considerado um dos principais cereais do mundo, o milho (*Zea mays L.*) é uma planta herbácea e monoica que pertence à família Gramineae/*Poaceae*. O seu ciclo é bastante variado, mas nas condições brasileiras, as cultivares completam o seu ciclo em 110 a 180 dias, da emergência a colheita pode ser descrito como: superprecoce, precoce e normal. Os aspectos vegetativos e reprodutivos podem ser modificados através da interação com os fatores ambientais que afetam o controle da ontogenia do desenvolvimento. (MAGALHÃES, 2002; FANCELLI; DOURADO NETO, 2004).

O milho é um dos vegetais mais eficientes no armazenamento de energia existentes, sendo uma das plantas cultivadas de maior interesse. As pesquisas têm desenvolvido vários tipos de milhos, podendo ser cultivo em várias partes do planeta, desde o nível do mar até altitudes superiores a 3.600m sob diferentes climas e manejos (MAGALHÃES, 2002; ALMEIDA et al., 2017).

Nos últimos anos, o milho alcançou o patamar de maior cultura agrícola do mundo, ultrapassado a marca de 1 bilhão de toneladas produzidas anualmente, deixando para trás antigos concorrentes, como o trigo e o arroz. Além da enorme quantidade produzida, o milho também se destaca pela quantidade de usos. Suposições indicam para mais de 3.500 aplicações deste cereal. Além da tradicional função de alimentar pessoas e animais, o milho ainda é utilizado para produzir uma infinidade de produtos, tais como combustíveis, polímeros, bebidas e mais diversos outros (ALVES et al., 2015; MIRANDA, 2018).

A cultura do milho é produzida no Brasil em duas safras no mesmo ano agrícola, sendo a primeira safra (safra do verão) e a segunda safra (safra de inverno). Recentemente, tem aumentado a produção do milho 2ª safra e observa-se também decréscimo na área semeada no período do milho 1ª safra, por causa da concorrência com a soja, o que tem parcialmente compensado pelo aumento da semeadura na 2ª safra (CONAB, 2019). O milho safrinha recebeu esta designação devido às condições menos favoráveis, principalmente quanto à disponibilidade hídrica, na época de cultivo após a colheita da safra de verão, que normalmente é explorada com a cultura da soja (CRUZ et al., 2013).

#### **3.2 Características agronômicas e produtivas do milho**

A produção de milho é o resultado do produto entre número de espigas, número de grãos em cada espiga e peso médio dos grãos. Na maioria dos casos, contanto, a produção está

mais associada ao número de grãos do que com seu peso médio, ou com o número de espigas por planta (OTEGUI; ANDRADE, 2000).

Na cultura do milho, a produtividade de grãos é afetada por quase todos os caracteres da planta. Desse modo, uma série de caracteres pode ser intitulada de componentes da produção de grãos, como é o caso do número de espigas por planta, peso médio do grão, número de fileiras por espiga e número de grãos por fileira, comprimento e diâmetro da espiga, diâmetro do colmo e altura de planta e de espiga, entre outros (BENTO, 2006; RIBEIRO, 2012).

De acordo com Fancelli e Dourado Neto (2000), a produtividade de milho depende do número de grãos por unidade de área e da quantidade de fotoassimilados disponíveis para esses grãos. A mesma pode ser variável entre os híbridos ou cultivares sendo influenciado por fatores ambientais que predominam nos períodos mais críticos da produção.

Segundo Fancelli e Dourado Neto (2000) dentre as estratégias básicas relacionadas para a obtenção da alta produtividade na cultura do milho, destacam-se o uso de genótipos adequados para as condições do ambiente de produção, a escolha da época correta de semeadura, o conhecimento pleno das etapas críticas da cultura, o emprego das recomendações e ações de intervenção fundamentadas em estádios fenológicos e a garantia do fornecimento equilibrado de nutrientes.

### **3.3 Estresse hídrico na cultura do milho**

A água é um dos principais agentes que contribui para o eficiente desenvolvimento e crescimento dos vegetais, logo a quantidade disponível é indispensável para resultados produtivos (MELO et al., 2013; DUSI, 2005). Na vida das plantas, a água exerce importante papel, no qual um pequeno desequilíbrio no seu fluxo pode causar déficits hídricos e mau funcionamento em diversos processos celulares dos vegetais (TAIZ; ZEIGER, 2004).

As restrições causadas pela baixa disponibilidade hídrica do solo ou pela alta demanda evaporativa ligam certos mecanismos fisiológicos que permitem aos vegetais tolerar essas limitações climáticas, alterando seu crescimento e desenvolvimento, e até mesmo reduzindo a produção final (MAGALHÃES, 2002). Conforme Sant'Anna (2009), o estresse por déficit hídrico pode ser produzido, tanto pela perda de água na transpiração em relação à absorção que é feita pelas raízes, quanto pela deficiência de água no solo, sendo esses processos influenciados por fatores ambientais e por características da própria planta.

As plantas quando sujeitas ao déficit hídrico, manifestam diversas respostas morfofisiológicas, uma vez que não existe apenas uma variável indicativa de tolerância à seca, variando ainda de cultivar, período de exposição, fatores edáficos, entre outros. Essas reações

da planta resultam, de forma indireta, na conservação da água no solo (NASCIMENTO et al., 2011). Além do déficit hídrico afetar as relações hídricas nas plantas, o mesmo é um fenômeno presente em diversas e grandes extensões de áreas cultivadas do território brasileiro, sendo um grande limitador da expansão agrícola (NOGUEIRA et al., 2001).

Na cultura do milho a ocorrência de estresse hídrico causa muitos danos, como a redução da produtividade, altura das plantas e diâmetro dos colmos, além da redução na fotossíntese causada pela diminuição na expansão celular e danos causados no aparato fotossintético (GUIMARÃES; ROCHA; PATERNIAN, 2019). Koupai, Eslamian e Kazemi (2008) concordam que qualquer tentativa para melhorar a capacidade de retenção de água do solo pode auxiliar na criação de condições ideais para o crescimento das plantas, uma vez que plantas sob estresse hídrico reduzem a sua transpiração e fotossíntese, inclusive por meio do fechamento dos estômatos.

### **3.4 Polímero retentor de umidade**

Polímeros retentores, podem apresentar sua origem natural quando os mesmos são derivados do amido ou sintéticos, quando são derivados do petróleo, sendo o sintético o que possui maior potencial de absorção, valorizados por sua capacidade de absorver e armazenar água (DUSI, 2005; MELO et al., 2005; LANDIS; HAASE, 2012).

Os mais usados são os polímeros sintéticos propenamidas (denominados de poliacrilamida ou PAM), e os copolímeros propenamida-propenoato (conhecidos como poliacrilamida-acrilato ou PAA), (GERVÁSIO, 2003; VALE; CARVALHO; PAIVA, 2006; LANDIS; HAASE, 2012). Os produtos finais da dissociação do hidrogel agrícola de poliacrilamida são dióxido de carbono, a água e o amoníaco, não existindo, nenhum problema relacionado à contaminação ambiental (AZEVEDO et al., 2002; AZEVEDO et al., 2006).

Quando secos os polímeros apresentam forma granular e quebradiça, entretanto quando entram em contato com água, cada grânulo incha como uma partícula gelatinosa, elástica e macia, absorvendo e armazenando em água muitas vezes o superior ao seu próprio peso (BALENA, 1998; MELO et al., 2005).

Uma vez presente no solo, irão reter a água, que lentamente vai ser ofertada para o sistema radicular da planta durante um maior período de tempo, diminuindo em períodos de seca o processo de ressecamento das raízes, permitindo assim, o contínuo desenvolvimento e crescimento das plantas mesmo em condições de estresse hídrico. Durante o período das chuvas, os polímeros retentores irão se reidratar, devido sua característica de absorção, e vão voltar a fornecer água para as plantas por um período (MORAES; BOTREL; DIAS, 2001).

Devido à suas vantagens tecnológicas e versatilidade sobre outros materiais poliméricos, os hidrogéis têm sido aplicados em diferentes campos industriais, do biomaterial até o agronegócio, especialmente no agronegócio, devido as suas principais propriedades tais como: atoxicidade, alta hidratação em um curto intervalo de tempo, biodegradabilidade, capacidade de liberação prolongada e controlada de água e insumos agrícolas. A rápida absorção de água em um curto intervalo de tempo é muito importante para o mesmo, pois são aplicados como condicionantes de solo e no controle de erosões, especialmente quando adicionados em solos de regiões com chuvas fortes e rápidas. (AOUADA, 2009).

A necessidade em utilizar esses polímeros hidroabsorventes como condicionadores do solo é elevar a umidade do solo em regiões com situações de estiagem ou déficit hídrico, pois o produto tem a capacidade de reter e disponibilizar água para os cultivos agrícolas, reduzindo a frequência de irrigação e permitindo a utilização mais efetiva dos recursos solo e água, contribuindo para melhorar o rendimento das culturas. Além disso, os polímeros redutores reduzem a perda por lixiviação e percolação de nutrientes, resultando em uma melhor drenagem do solo, acelerando o desenvolvimento do sistema radicular e a parte aérea da planta, favorecendo a eficiência de absorção de nutrientes e, por consequência, o aumento da produtividade (AOUADA, 2009; VENTUROLI; VENTUROLI, 2011; MENDONÇA et al., 2013).

Segundo Azevedo et al. (2002), os polímeros retentores funcionam como uma alternativa para situações em que não haja disponibilidade de água no solo, circunstâncias de estresse hídrico ou em longos períodos de estiagem, ocasiões em que a baixa umidade do solo afeta, de forma negativa, o crescimento e o desenvolvimento dos vegetais. Quanto à utilização, foram bastante utilizados na agricultura como alternativa de produção para regiões de clima mais seco, com o objetivo de prolongar a disponibilidade de água para as plantas. Sua aplicação se tornou conhecida nas diferentes partes do mundo, diversificando-se em hortaliças e culturas anuais (ALBUQUERQUE FILHO et al., 2009). No Brasil, os polímeros têm sido utilizados na produção de frutas, hortaliças e mudas de diferentes espécies, como na formação de gramados em campos de futebol, de golfe e jardins (OLIVEIRA et al., 2004).

As plantas têm grande facilidade em extrair do polímero quantidade de água necessária para sua sobrevivência, o que foi comprovado no trabalho de Azevedo (2000), que ressaltou crescimento das raízes das plantas por dentro dos grânulos do polímero hidratado, proporcionando maior contato entre as raízes, água e nutrientes.

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 Localização

O experimento foi realizado em área pertencente ao Centro de Ciências de Chapadinha da Universidade Federal do Maranhão, Região do Baixo Parnaíba, situada a 03°44'33" S de latitude, 43o21'21" W de longitude. Segundo a classificação Köppen, a região apresenta clima predominante do tipo Aw-tropical úmido, com duas estações bem definidas: uma estação chuvosa que se estende entre novembro e junho, e uma estação seca, com déficit hídrico de julho a novembro. A temperatura média anual é de 27°C com temperatura máxima de 39°C e mínima de 23°C e precipitação anual média de 1740 mm (NOVAIS, 2016). Segue abaixo os dados referentes a pluviosidade, temperaturas (mínima, média e máxima), umidade relativa do ar, insolação e nebulosidade do período experimental (Figura 1, Figura 2 e Figura 3).

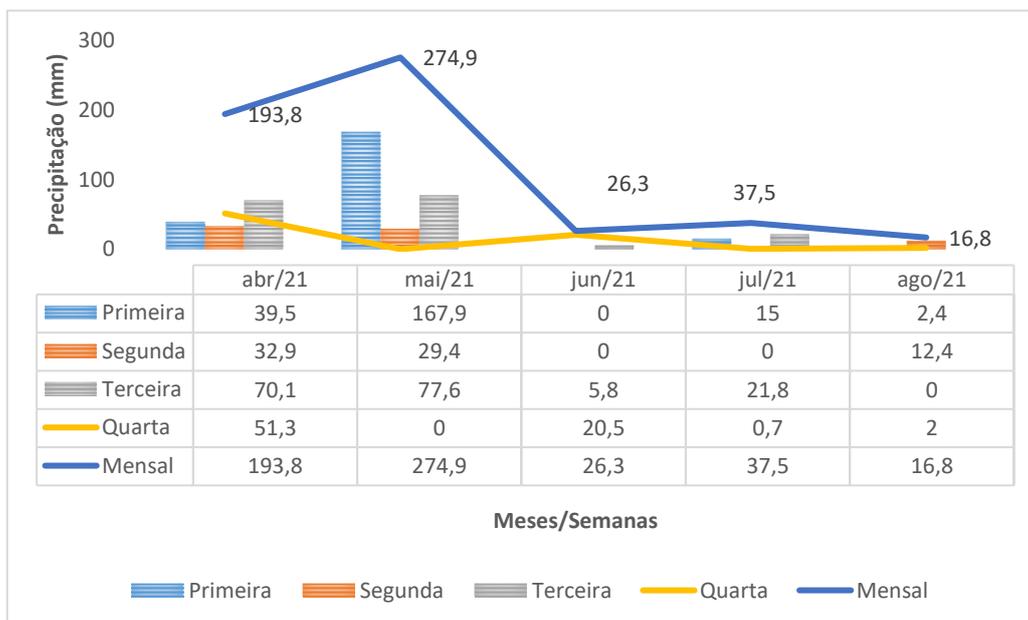


Figura 1 - Dados de precipitação semanal e mensal (mm) durante o período experimental

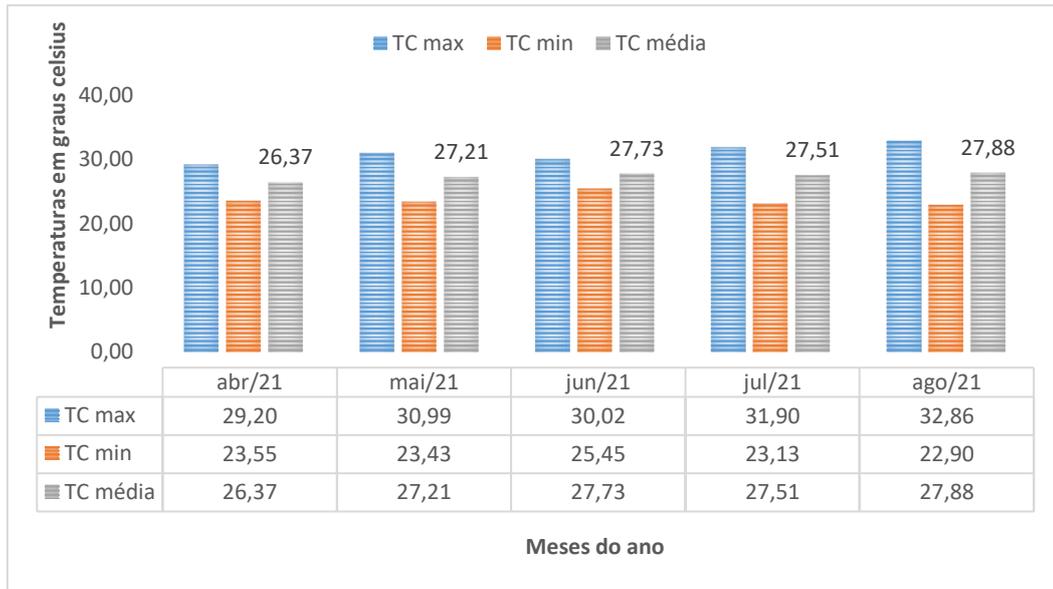


Figura 2 - Dados de temperaturas (°C) durante o período experimental

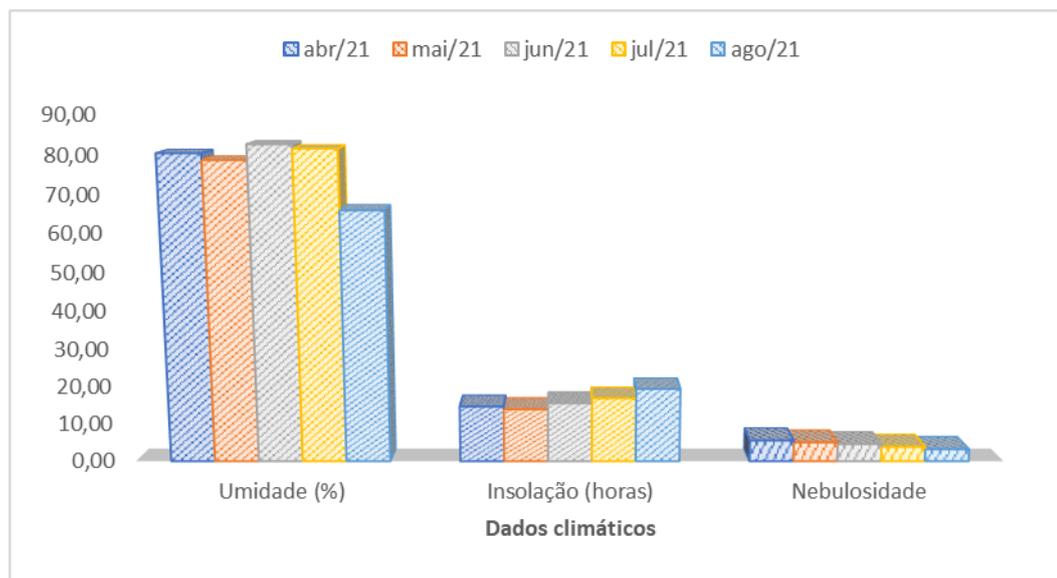


Figura 3 - Dados de umidade relativa do ar, insolação e nebulosidade durante o período experimental.

#### 4.2 Área experimental

A área total utilizada no experimento foi de 313,5m<sup>2</sup>, as parcelas tiveram dimensão de 3 x 4 m de comprimento, totalizando 12m<sup>2</sup>, obedecendo um espaçamento entre covas de 0,6m e 0,5m entre plantas (Figura 4). Foi abordado um espaçamento entre parcelas de 1m e entre blocos 1,5m. A semeadura foi realizada manualmente em maio de 2021, após o solo ter sido arado, gradeado e aplicado o calcário, a mesma foi realizada em cova. A cultivar de milho utilizada foi o híbrido M274 (MORUMBI), considerado de alto potencial produtivo, sendo três

a quatro sementes por cova, colocadas após a adubação e adição do polímero retentor de umidade de acordo com os tratamentos. Aos 20 dias após a emergência foi realizado o desbaste deixando apenas uma planta por cova. O milho foi colhido aos 93 dias após sua implantação, utilizando-se como critério para sua colheita o estágio fisiológico dos grãos.

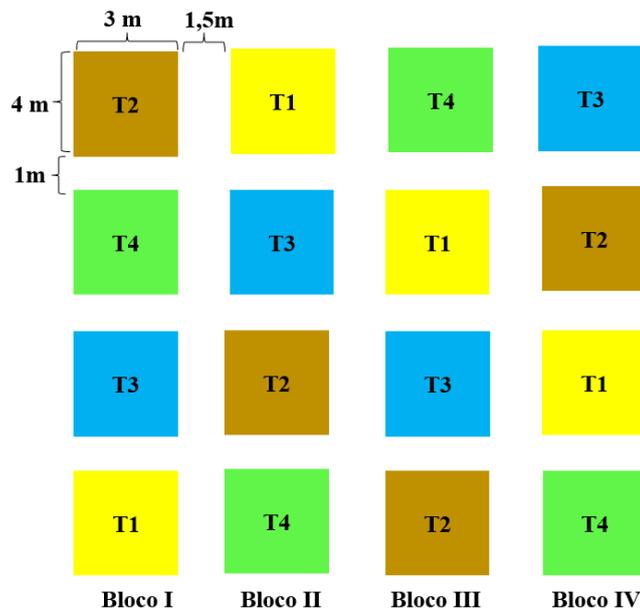


Figura 4 - Croqui da área experimental

#### 4.3 Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento utilizado foi em blocos inteiramente casualizados, com quatro tratamentos e quatro repetições, totalizando 16 unidades experimentais, sendo o controle: adubação padrão de plantio de plantio; H0: adubação padrão de plantio + retentor de umidade hidratado no dia do plantio; H5: adubação padrão de plantio + retentor de umidade hidratado a cada 5 dias e H10: adubação padrão de plantio + retentor de umidade hidratado a cada 10 dias. Para o H0 foi utilizado 5g do polímero retentor por cova, do qual foi colocado desidratado na cova e hidratado logo após a semeadura enquanto nos tratamentos H5 e H10 foram utilizados 5g/l litro de água por cova, a fim de testar o produto hidratado, a hidratação foi realizada primeiro, para isso foi utilizada uma caixa d'água de 1000 L para dissolver e armazenar o retentor de umidade. As doses do polímero foram pesadas em balança de precisão em laboratório e aplicadas junto com as sementes no momento do plantio.

#### 4.4 Adubações da área experimental

O solo da área experimental é classificado como Argissolo vermelho-amarelo, com textura franco-argilosa. Foram coletadas amostras de solo na profundidade de 0-20 cm, após a coleta, a amostra foi enviada para um laboratório de análise de solo credenciado para realização de análises químicas e físicas do solo e obtiveram-se os seguintes resultados: as características químicas verificadas no solo foram: pH em H<sub>2</sub>O= 5; P e K= 0,08 e 16,59 mg/dm<sup>3</sup>, Ca, Mg, Al, H+Al, SB e CTC= 0,74; 0,25; 0,25; 4,03; 1,06 e 5,09 cmolc/dm, respectivamente; saturação de alumínio e saturação por bases de 20 e 28,94%, respectivamente e matéria orgânica foi 0,63 g/kg. As características físicas granulométricas registradas foram de 70% de areia; 21% de argila e 9% de silte

A correção do solo foi realizada com o calcário dolomítico, com o PRNT de 115,10%, sendo recomendado 2,3 t/ha<sup>-1</sup>, quantidade recomendada para elevar a saturação de base para 60 %, que é recomendada para a cultura do milho. A adubação de plantio de macronutrientes NPK foram calculadas baseado na análise de solo, nas recomendações e quantidades de 150 kg de N ha<sup>-1</sup>, 70 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> e 60 kg de K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>. A adubação de plantio foi realizada na cova, feita manualmente com uma quantidade de 70 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>. Colocando uma pequena quantidade de solo para cobrir o adubo, depois foi adicionado o polímero retentor nos os tratamentos H0, H5e H10 para posteriormente ser realizado semeadura.

Durante o tempo de experimento foram realizadas duas adubações de cobertura, com as doses recomendadas de 75 kg de N ha<sup>-1</sup> e 60 kg de K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>. Sendo que a recomendação de N foi dividida em duas fases vegetativa do milho, metade da dosagem no estágio fenológico V3 (três folhas totalmente desenvolvidas) junto com o K<sub>2</sub>O e a outra metade aplicada no estágio fenológico V6 (seis folhas totalmente desenvolvidas). O controle de plantas daninhas foi realizado por meio de capinas manuais com auxílio de enxadas sempre que preciso, para que não ocorresse competição das plantas invasoras com a cultura.

#### 4.5 Variáveis analisadas

**Altura de planta:** foi determinada com fita milimetrada, tomando-se a medida da superfície do solo até a inserção da folha bandeira em centímetro. Mediu-se, ao acaso, 2 plantas por parcela;

**Altura de planta até inserção de espiga:** foi determinada com uma fita milimetrada, tomando-se a medida do solo até a base da espiga, os dados em centímetro. Mediu-se, 2 plantas por parcela;

**Altura de planta até a folha bandeira:** foi determinada com uma fita milimetrada, tomando-se a medida do solo até a folha bandeira, os dados em centímetro. Mediu-se, 2 plantas por parcela;

**Diâmetro do colmo:** medido com um paquímetro em milímetros, no terceiro nó da planta a partir do solo, os dados em milímetro. Mediu-se, 2 plantas por parcela;

**Comprimento de espiga:** foi determinado com régua graduada em milímetros, mensurada da base até o ápice da espiga, os dados em centímetro. A avaliação foi feita em 2 espigas sem palha escolhidas ao acaso em cada parcela;

**Diâmetro de espiga:** medido com um paquímetro em milímetros, tomando-se a medida na parte central da espiga, os dados em milímetro. A avaliação foi feita em 2 espigas com palha e sem palha escolhidas ao acaso em cada parcela;

**Número de folhas por planta:** para a quantificação das folhas vivas foram contabilizadas as folhas que se apresentarem limbos totalmente expandidos e fotossinteticamente ativas, já as folhas mortas eram quantificadas a partir de 50% de senescência em unidade;

**Número de espiga por planta (Prolificidade):** obtida através da relação entre o número de plantas e o número de espigas totais da parcela;

**Número de grãos por espiga:** obtido por meio da contagem de todos os grãos e dividido pelo total de espigas avaliadas em unidade;

**Massa de espiga:** laborada a massa de cada espiga com ausência de palha, valores obtidos com auxílio de balança digital (g);

**Produtividade de grãos:** foi obtida após a separação dos grãos das espigas colhidas dentro da área útil, a mesma foi realizada de forma manual, pesaram-se os grãos em balança de precisão de duas casas decimais e posteriormente convertida em  $\text{kg ha}^{-1}$ , onde os dados foram corrigidos para 13% de umidade;

**Biomassa verde:** As plantas utilizadas nas avaliações anteriores eram cortadas ao solo, a fim de observar-se a quantidade da biomassa verde total (BV). As plantas foram pesadas em balança de precisão de duas casas decimais e posteriormente convertida em  $\text{kg ha}^{-1}$ ;

**Avaliação da sanidade do colmo:** foi feita visualmente, na fase de maturação fisiológica do grão, adotando-se as seguintes notas, de acordo com o aspecto do colmo: 1: excelente; 2: bom; 3: médio; 4: pobre, e 5: ruim;

**Avaliação da sanidade de ataque da planta:** foi feita visualmente, na fase de maturação fisiológica do grão, adotando-se as seguintes notas, de acordo com o aspecto das folhas: 1: altamente resistente (0%); 2: resistente (1%); 3: resistente (10%); 4: medianamente (20%); 5:

medianamente susceptível (30%); 6: medianamente susceptível (40%); 7: susceptível (60%); 8: susceptível (80%); 9: altamente susceptível (>80%);

**Avaliação o número de grãos ardidos:** foi feita por meio de uma escala de notas: 1: excelente, sem grãos ardidos; 2: 1 a 25% de grãos ardidos; 3: 25 a 50% de grãos ardidos; 4: 51 a 75% de grãos ardidos; 5: 76 a 100% de grãos ardidos;

**Avaliação da cor do grão na colheita:** foram atribuídas aos grãos quatro tipo de cor: alaranjado, amarelo, avermelhado, amarelo alaranjando;

**Avaliação da dureza do grão:** foram atribuídas aos grãos três tipo de dureza: duro, semiduro e leitoso.

#### **4.6 Estatística**

As médias foram submetidas a análise de variância e comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade utilizando procedimento do PROC MIXED do software estatístico SAS (2004).

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi observado diferença significativa ( $P>0,05$ ) somente para o, diâmetro da espiga com palha (Tabela 1). O menor valor foi observado para o tratamento controle com média (35,56) quando comparado ao demais tratamentos, que foram semelhantes entre si. Valores superiores observados nos tratamentos com o polímero retentor favoreceu o maior diâmetro de espiga. Os resultados obtidos são importantes, pois segundo Homayoun, (2011) o diâmetro de espiga causa um incremento do número de fileiras por espiga e conseqüentemente um incremento do número de grãos por espiga, resultando em maior rendimento de grãos.

Tabela 1 – Avaliações agrônômicas e morfológicas do milho híbrido com uso de retentores de umidades no solo

Variáveis	Controle	H0	H5	H10
Comprimento da espiga com palha (cm)	28,87	29,87	27,18	27,50
Diâmetro da espiga com palha (mm)	49,12	50,96	43,27	49,24
Diâmetro da espiga sem palha (mm)	35,56b	40,98a	40,45a	43,36a
Número de folhas vivas/planta	7,37	7,62	8,12	7,87
Número de folhas mortas/planta	1,75	1,65	1,12	1,50
Diâmetro do colmo da planta (mm)	16,52	14,93	18,33	15,62
Altura da planta até folha bandeira (cm)	122,56	129,37	124,25	140,87
Altura da planta até inserção da espiga (cm)	47,56	53,75	48,50	50,01
Altura da planta (cm)	165	171	163	172

Médias seguidas de letras iguais nas linhas não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de significância.

Controle: adubação padrão de plantio

H0: adubação padrão de plantio + retentor de umidade hidratado no dia do plantio

H5: adubação padrão de plantio + retentor de umidade hidratado a cada 5 dias;

H10: adubação padrão de plantio + retentor de umidade hidratado a cada 10 dias.

A altura da planta, ainda que não seja um componente ligado precisamente a produção das plantas, influencia indiretamente algumas características produtivas, em especial, quanto à perspectiva de maior número de folhas e maior comprimento dessas, potencializando a produção de fotoassimilados nas plantas, possibilitando assim maior produção (BERGAMASCHI et al., 2004). Para este trabalho observou-se maiores produtividades, mas

não foi diretamente proporcional, havendo tratamentos produtivos com alturas semelhantes (Tabela 1).

As variáveis número de folhas vivas, número de folhas mortas, diâmetro do colmo e altura da planta até folha bandeira não foram significativas ( $P > 0,05$ ) (Tabela 1).

Tabela 2 - Avaliação da produção de biomassa do milho híbrido com uso de retentores de umidades no solo.

Variáveis	Controle	H0	H5	H10
Produção de folhas vivas/planta ( $\text{kg/ha}^{-1}$ )	1590,07c	1735,76b	2872,12a	1848,81b
Produção de folhas mortas/planta ( $\text{kg/ha}^{-1}$ )	274,72ab	233,12a	291,37b	212,28a
Produção de biomassa total ( $\text{kg/ha}^{-1}$ )	8.158,51c	14.235,75b	18.356,62a	16.025,62b
Relação folha viva/folhas senescentes	5,78c	7,44b	9,85a	8,71b

Médias seguidas de letras iguais nas linhas não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de significância

Controle: adubação padrão de plantio

H0: adubação padrão de plantio + retentor de umidade hidratado no dia do plantio

H5: adubação padrão de plantio + retentor de umidade hidratado a cada 5 dias;

H10: adubação padrão de plantio + retentor de umidade hidratado a cada 10 dias.

Houve efeito significativo do retentor de umidade no aumento da produção de folhas vivas ( $\text{kg/ha}^{-1}$ ), onde o tratamento em que o retentor foi hidratado a cada 5 dias teve maior produção ( $2872,12 \text{ kg/ha}^{-1}$ ) (Tabela 2). Estes resultados corroboram com Dorraji et al. (2010) os quais concluíram que as plantas de milho obtiveram maior quantidade de biomassa aérea e radicular quando tratadas com polímero retentor utilizando um intervalo de irrigação de 5 dias. Os autores constataram que o excesso de água armazenada nos solos permitiu que as plantas crescessem sem sofrer estresse hídrico por 5 dias até a próxima irrigação. Azevedo et al. (2002) também observaram que a incorporação de polímero retentor ao solo melhora a disponibilidade de água, diminui as perdas por lixiviação e percolação de nutrientes e vem melhorar a aeração e drenagem do solo, aumentando o desenvolvimento aéreo das plantas.

Fernandes et al. (2015) observaram na produção de mudas de maracujá, que o aumento da dosagem do polímero retentor no solo, promoveu um maior número de folhas na muda, quando comparado ao tratamento sem polímero retentor. Os autores, atribuíram esse feito, a maior umidade do solo proporcionada pelo hidrogel, fornecendo assim, uma maior disponibilidade de água para a planta.

Oliveira et al. (2014), concluíram da eficiência do uso do polímero retentor sobre a retenção de água no solo, à medida que se aumentou a concentração do polímero retentor no solo, ocorreu maior retenção de água, funcionando o polímero retentor como um reservatório do excedente de água que as partículas do solo não conseguem reter, sendo disponibilizadas posteriormente para as plantas.

Esses resultados explicam o fato do maior número de folhas vivas da cultura, apresentarem-se maior no tratamento com menor intervalo de hidratação, já que no mesmo é onde se encontra uma maior disponibilidade hídrica, sendo que as doses do polímero retentor por tratamentos foram iguais, diferenciando apenas no intervalo de hidratação entre o H5 e H10, destacando que o tratamento foi usado polímero, mas sem hidratação.

A variável produção de folhas mortas ( $\text{kg/ha}^{-1}$ ) apresentou significância ( $P < 0,05$ ), no qual o H5 obteve maior produção de folhas mortas ( $291,37 \text{ kg/ha}^{-1}$ ) se igualando a testemunha com produção ( $274,72 \text{ kg/ha}^{-1}$ ), a maior produção de folhas mortas do H5 pode estar relacionada com a maior produção de folhas vivas, conseqüentemente no melhor desenvolvimento da parte aérea e maior produção de biomassa do mesmo. Este resultado pode ser melhor explicado na variável relação folha viva/folhas senescentes onde o H5 se diferiu dos demais com uma maior relação, ou seja, mais folhas vivas do que folhas senescentes e o tratamento controle obteve menor relação comparada aos demais tratamentos que foram usados o polímero retentor

Neste contexto, plantas com maior superfície específica de folha/planta, têm conseqüentemente maior capacidade em produzir e armazenar fotoassimilados em seus órgãos dreno Taiz e Zeiger (2009). Os mesmos autores citaram que a resposta mais significativa das plantas ao déficit hídrico consiste no fechamento dos estômatos, da aceleração da senescência das folhas e decréscimo do crescimento da área foliar. Isto tem relação direta com os resultados apresentados, pois o APP teve maior senescência e um menor desenvolvimento da área foliar, desta maneira, pode ser confirmado que o mesmo passou por déficit hídrico em relação ao demais tratamentos, ressaltando que entre os tratamentos que foram usados o polímero, o H5 foi superior aos demais, porém o H0 e H10 obtiveram resultados iguais em todas as variáveis avaliadas (Tabela 2).

A disponibilidade de fotoassimilados para assegurar o enchimento de grãos após o processo de floração vai depender da duração da área foliar. A senescência foliar é capaz de ser acelerada tanto pelo excesso, quanto pela falta de carboidratos para atender às demandas da planta. Há uma faixa considerada ótima de equilíbrio entre fonte e dreno para a inspeção da atividade fotossintética das folhas (MADDONI et al., 2002).

A presença do retentor de umidade também proporcionou efeito significativo ( $P < 0,05$ ) para produção de biomassa total ( $\text{kg/ha}^{-1}$ ), em que o tratamento H5 apresentou maior produção de biomassa com média ( $18.356,62 \text{ kg/ha}^{-1}$ ) seguido dos tratamentos H0 e H10 que apresentam médias ( $14.235,75 \text{ kg/ha}^{-1}$ ) e ( $16.025,62 \text{ kg/ha}^{-1}$ ) respectivamente. Já o tratamento controle apresentou-se inferior aos demais com média ( $8.158,51 \text{ kg/ha}^{-1}$ ), isso pode ser explicado pelo fato de que o mesmo não foi submetido a utilização do polímero retentor

Os resultados do presente trabalho se assemelham ao estudo conduzido por Marques et al. (2013), ao testarem o uso do polímero retentor como substituto na irrigação em mudas de café, onde observaram a eficiência do polímero na manutenção da umidade do solo, obtendo valores de massa seca da planta igual ou superior aos tratamentos com irrigação regular. Os mesmos constataram que o tratamento sem polímero retentor e sem irrigação apresentaram menores valores de parte aérea, em comparação com as mudas dos demais tratamentos utilizando o produto.

Trabalho realizado por Dorraji et al. (2010) para testar os efeitos de diferentes níveis de salinidade do solo e polímero retentor no crescimento e eficiência do uso da água pela planta de milho em solos franco-argilosos e arenosos-argilosos. Os resultados demonstraram um aumento na eficiência do uso da água pelas plantas de milho cultivadas em solos tratados com polímero retentor. Esse aumento na eficiência do uso da água, foi devido ao aumento da produção de biomassa pelas plantas.

Tohidi-Moghadam et al. (2009), estudando a resposta de diferentes genótipos de canola ao estresse hídrico e a aplicação de polímero retentor, concluíram que a deficiência de água reduziu a biomassa total, os componentes de produção de grãos, o índice de colheita e que sob condições de campo, o uso de polímero, aumentou o desempenho dos parâmetros agronômicos e fisiológicos, sendo que, a deficiência de água e a ausência do retentor de umidade levaram a um decréscimo em todos os caracteres agronômicos.

Azevedo et al. (2002), trabalharam com a eficiência do polímero retentor no fornecimento de água para o cafeeiro, apresentaram efeito significativo do polímero retentor nas características estudadas, observando que o uso de polímero tem permitido a reposição de água ao solo, de forma mais espaçada, sem que as plantas apresentem sintomas de estresse hídrico, tanto no crescimento como no acúmulo de matéria seca.

Tabela 3 - Avaliação agrônômica dos grãos de milho com uso de retentores de umidades no solo.

Variáveis (kg/ha <sup>-1</sup> )	Controle	H0	H5	H10
Peso da espiga	353,979c	512,154b	653,679ab	811,854ab
Produção de espiga com grãos	1548,45c	2135,42b	4273,72a	2589,07b
Produção de grãos	1194,47c	1623,37b	3620,04a	1777,22b

Médias seguidas de letras iguais nas linhas não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de significância

Controle: adubação padrão de plantio

H0: adubação padrão de plantio + retentor de umidade hidratado no dia do plantio

H5: adubação padrão de plantio + retentor de umidade hidratado a cada 5 dias;

H10: adubação padrão de plantio + retentor de umidade hidratado a cada 10 dias.

As variáveis produção de espiga com grãos e peso da espiga (kg/ha<sup>-1</sup>) apresentaram significância ( $P < 0,05$ ). Todos os tratamentos foram superiores à testemunha (Tabela 3), para o tratamento H0 houve um aumento na produção de espiga com grãos (kg/ha<sup>-1</sup>) de 38% em relação a testemunha. Já o tratamento H5 obteve um aumento de 176% em comparação a testemunha, vale ressaltar que o mesmo obteve resultado superior ao demais com produção (4273,72 Kg/ha<sup>-1</sup>). E por fim o tratamento H10 resultou-se em um aumento de 67,20% em confrontação à testemunha.

Foi observado diferença significativa ( $P < 0,05$ ) para a produtividade de grãos (kg/ha<sup>-1</sup>). entre os tratamentos. Verificou-se incrementos na produtividade em relação ao tratamento controle na ordem de, 36%, 203% e 49%, para os tratamentos H0, H5, H10 respectivamente, sendo o H5 apresentou maior produtividade (3620,04 kg/ha<sup>-1</sup>) (Tabela 3). Este resultado corrobora com o trabalho de Pelegrin et al. (2017), que em estudo realizado com a cultura da soja, observaram uma maior produção de grãos na cultura, quando a mesma foi conduzida com o uso de polímero retentor no solo, atribuindo essa resposta em função do polímero retentor aumentar a disponibilidade hídrica, melhorando o desenvolvimento do sistema radicular e um incremento da parte aérea da planta.

A menor produtividade de grão obtido no controle, pode ter ocorrido devido ao estresse hídrico, pois segundo Durães et al. (2004), com dois dias de estresse hídrico durante o período de polinização pode vir a diminuir o rendimento em mais de 20%, e de quatro a oito dias pode provocar cerca de 50% de perdas, pois nessa época que vem a ocorrer a definição do rendimento de grãos. Para Adebayo et al. (2014), o estágio de enchimento de grãos é considerado uma fase crítica da cultura do milho e nessa fase o estresse hídrico pode reduzir o rendimento de grãos, podendo chegar a ter 80% de perdas.

Segundo Bergonci e Bergamaschi, (2002), grande parte do consumo de água pela cultura de milho é dado por ocasião do florescimento, visto que, nessa fase, o índice de área foliar das plantas é maximizado, após a emissão da folha bandeira. Assim, a sensibilidade dos processos fisiológicos ligados à formação do zigoto e início do enchimento de grãos e, por outro lado, a elevada transpiração que ocorre no mesmo período, confirmam a consideração do período entre a emissão da inflorescência masculina e o início da formação dos grãos sendo bastante crítico em relação ao suprimento de água.

Bergonci e Bergamaschi, (2002) cita também que a necessidade hídrica durante este período é mais elevada, visto que é necessário que haja máxima fotossíntese através da sincronia entre a máxima disponibilidade de radiação solar e a ocorrência de temperaturas entre 25°C e 30°C, para a obtenção de maiores produtividades.

Considerando o exposto, destaca-se que a fase de maior exigência de água pela cultura coincidiu com o período de menor precipitação, mesmo a temperatura média permanecendo dentro do intervalo ideal (Figura 2), isto explica o motivo do tratamento com ausência de retentor de umidade obter menores resultados para todas as variáveis de produtividade e o tratamento que foi utilizado o retentor com um menor intervalo de hidratação ter maior produtividade. Com base nos resultados obtidos, é possível inferir que o uso retentor melhora na absorção e disponibilidade de água às plantas, desse modo, deixado as plantas tratadas mais produtivas.

Soares et al. (2012) consideram que os componentes de produção do milho estão diretamente relacionados com o nível de água disponível no solo. Narjary et al. (2012) avaliando em laboratório a aplicação de polímero retentor em diferentes tipos de solo, verificaram que a sua aplicação, em solos arenosos, aumentou em até 4 vezes a retenção de água.

O solo da área onde foi realizado este estudo, foi classificado texturalmente como franco argilo-arenoso, sendo mais favorável a melhorias da utilização do polímero retentor, pois quando se considera que durante o período de execução do experimento, mais de 80% das precipitações ocorreram no primeiro mês de condução experimental, desta maneira pode ser verificado o efeito do polímero retentor no sistema, favorecendo desse modo, uma boa aeração e proporcionou uma maior retenção de água dentro do perfil do solo.

Tabela 4 - Características dos grãos de milho com uso de retentores de umidades no solo.

Variáveis	Dureza do grão	Cor do grão	Nº de grão ardidos*
Controle	Semiduro	Amarelo-alaranjado	1
H0	Duro	Alaranjado	1
H5	Semiduro	Amarelo	1
H10	Duro	Amarelo	1

Controle: adubação padrão de plantio

H0: adubação padrão de plantio + retentor de umidade hidratado no dia do plantio

H5: adubação padrão de plantio + retentor de umidade hidratado a cada 5 dias;

H10: adubação padrão de plantio + retentor de umidade hidratado a cada 10 dias.

\*Nota 1 = sem grão ardidos

\*Nota 2 = grãos ardidos 1 a 25%

\*Nota 3 = grãos ardidos 25 a 50%

\*Nota 4 = grãos ardidos 51 a 75%

\*Nota 5 = grãos ardidos 76 a 100%

Com relação as características dos grãos de milho foi observado que a variável dureza do grão apresentou característica semiduro, duro, semiduro e duro, para os tratamentos controle, H0, H5 e H10 respectivamente (Tabela 4), em relação aos grãos duros eles são vantajosos por apresentarem uma boa condição de armazenagem e grande qualidade de germinação. Com relação ao mercado, constata-se a predominância de grãos semiduros (58%), duros (16%) e dentado (7%) (CRUZ et al., 2015). Segundo Silva et al. (2018) no Brasil é mais utilizado o grão de milho do tipo duro, podendo ser utilizado o termo “flint”, que se refere a principal característica do endosperma deste grão.

Em relação a variável cor do grão foi observado as cores amarelo-alaranjado, alaranjado, amarelo e amarelo para os tratamentos controle, H0, H5 e H10 respectivamente (Tabela 4).

A variável número de grãos ardidos apresentou-se semelhante para todos os tratamentos com nota de avaliação 1 (excelente), mostrando-se sem a presença de grãos ardidos, colaborando assim com a melhor qualidade dos grãos e conseqüentemente uma maior valorização dos mesmos (Tabela 4). Atualmente, os grãos ardidos, constituem-se, um dos principais problemas de qualidade do milho, devido à possibilidade da presença de micotoxinas (JULIATTI, 2007). De acordo com (Pinto, 2001) a perda qualitativa por grãos ardidos resulta na desvalorização do milho e dos produtos gerados a partir dele, além de tornar-se uma ameaça à saúde dos rebanhos e humana. Os grãos ardidos em milho são o reflexo das podridões de espigas, causadas principalmente pelos fungos presentes no campo (JULIATTI et al., 2007).

Tabela 5 - Sanidade do colmo e das folhas do milho com uso de retentores de umidades no solo.

Variáveis	Sanidade de ataque do colmo*	Sanidade de ataque nas folhas**
Controle	1	1
H0	1	1
H5	1	1
H10	1	1

Controle: adubação padrão de plantio

H0: adubação padrão de plantio + retentor de umidade hidratado no dia do plantio

H5: adubação padrão de plantio + retentor de umidade hidratado a cada 5 dias;

H10: adubação padrão de plantio + retentor de umidade hidratado a cada 10 dias.

\*Nota 1 = excelente; \*Nota 2 = bom; \*Nota 3 = médio; \*Nota 4 = pobre; \*Nota 5 = ruim; \*\*Nota 1 = altamente resistente (0%); \*\*Nota 2 = resistente (1%); \*\*Nota 3 = resistente (10%); \*\*Nota 4 = medianamente (20%); \*\*Nota 5 = medianamente susceptível (30%); \*\*Nota 6 = medianamente susceptível (40%); \*\*Nota 7 = susceptível (60%); \*\*Nota 8 = susceptível (80%); \*\*Nota 9 = altamente susceptível (>80%)

A variável sanidade de ataque do colmo em todos os tratamentos apresentou-se nota de avaliação 1, caracterizado como excelente (Tabela 5), com isso foi possível observar que não houve ataque da sanidade do colmo em nenhum dos tratamentos, esse resultado é considerado satisfatório pois o colmo, além de suportar as folhas e partes florais, serve também como órgão de reserva de fotoassimilados, que serão utilizados posteriormente para o enchimento dos grãos na espiga, com isso sanidade do colmo pode vim afetar diretamente na qualidade e enchimento dos grãos (FANCELLI; DOURADO NETO, 2004; STANGARLIN et al., 2006).

As podridões de colmo provocam danos diretos à cultura devido a alteração na consistência do feixe vascular das plantas infectadas assim havendo um comprometimento da translocação de água e nutrientes do solo para a parte aérea da planta, com conseqüente redução no rendimento potencial e qualidade dos grãos o que favorece a morte prematura de plantas. Isto fragiliza o colmo, favorecendo o tombamento e dificultando a colheita mecânica (CASA et al., 2007)

Para a variável sanidade de ataque das folhas obteve-se nota de avaliação 1 para todos os tratamentos avaliados (Tabela 5), com isso foi possível observar que em todos os tratamentos as folhas foram altamente resistentes, com incidência de nenhum ataque (0%). Esse resultado apresentou-se de grande importância pois a sanidade das folhas é importante para a produção de fotoassimilados que serão realocados para o enchimento de grãos (LIMA et al., 2010).

Segundo resultados de Alvim (2010), a grande parte da produtividade da cultura do milho depende diretamente das folhas, perda de folhas por períodos de estresse hídrico, deficiências nutricionais ou por pragas e doenças, determina a perda no peso de grãos e a falha

no enchimento da ponta da espiga, a desfolha total da planta de milho afeta a produtividade, a qualidade e o peso da massa de grãos.

A utilização do polímero retentor certamente permitiu que a água absorvida pela planta durante seu ciclo pode ter sido mais bem distribuída o que admitiu, por sua vez, melhorar a absorção de nutrientes e, como consequência, o aumento da produtividade (MENDONÇA et al., 2013). Entende-se que a cultura do milho necessita de alta demanda por água, entretanto é uma das mais eficientes no seu uso, ou seja, produz uma grande quantidade de matéria seca por unidade de água absorvida (CAVALCANTE JUNIOR et al., 2018).

Diante do exposto, é importante ressaltar que durante o experimento a precipitação pluvial do ciclo de produção do milho somou 339 mm, sendo que 80% (275 mm) dessa precipitação ocorreu durante o mês de maio (01/05/2021 a 31/05/2021), caracterizando a distribuição irregular da precipitação pluvial durante o período de cultivo (Figura 1). Este período do ano corresponde ao fim da estação chuvosa da região, consequentemente, essa disponibilidade hídrica é insuficiente para atender a demanda de água da cultura

De acordo, com Fancelli e Dourado Neto (2004) e Machado (2016), para uma boa produção a cultura do milho exige um mínimo de 400 a 600 mm de água durante o ciclo, porém este volume é variável, principalmente em função da região de cultivo e das condições edafoclimáticas, portanto, o consumo de água geralmente oscila entre 4 a 6 mm dia<sup>-1</sup>.

Entretanto, segundo Galon (2010) o volume de precipitação não pode ser considerado como bom indicativo de disponibilidade hídrica para a cultura, visto que esta depende do padrão de distribuição das chuvas, tipo de solo, umidade relativa do ar, entre outros fatores que interferem na retenção de água no solo e evapotranspiração da cultura.

Com base nas variáveis de produção de biomassa e avaliação agrônômica dos grãos, analisadas no decorrer de todo o trabalho, foi possível observar que a utilização do polímero retentor na cultura do milho, veio a melhorar essas variáveis, com isso foi possível observar a eficácia da utilização do polímero.

## **6 CONCLUSÃO**

A utilização do polímero retentor de umidade proporcionou melhor desenvolvimento das características agronômicas, morfológicas e produtivas, afetando o rendimento de grãos e produção de biomassa na cultura do milho durante a entressafra agrícola, dessa forma, recomenda-se sua utilização com um intervalo de hidratação a cada 5 dias, demonstrando assim que o uso do produto pode ser uma alternativa viável para os produtores de milho da região.

## REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE FILHO, J. A. C. et al. Características vegetativas do coentro submetido a doses do polímero hidroabsorvente e lâminas de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, Campina Grande, v.3, n.6, p.671-679, 2009.
- ALMEIDA, A. C. et al. Produtividade e eficiência de uso da água em milho cultivado com diferentes estratégias de manejo hídrico. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v.11, n.3, p.1148-1457, 2017.
- ALVES, B. M. et al. Divergência genética de milho transgênico em relação à produtividade de grãos e da qualidade nutricional. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 45, n. 5, p. 884-891, 2015
- ALVES, J. O. et al. Síntese de nanomateriais de carbono a partir do resíduo de milho (DDGS). **Química Nova**, v. 35, p. 1534-1537, 2012.
- ALVIM, K. R. T. et al. Quantificação da área foliar e efeito da desfolha em componentes de produção de milho. **Ciência Rural**, v. 40, n. 5, p. 1017-1022, 2010.
- AMARAL, T. A. et al. Resposta de cultivares de milho ao estresse hídrico. **Embrapa Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, Documentos (INFOTECA-E), 2016.
- AOUADA, F. A. **Síntese e caracterização de hidrogéis de poliacrilamida e metilcelulose para liberação controlada de pesticidas**. 2009. 141f Tese (Doutorado). Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP, 2009.
- ARAÚJO, P.M.; NASS, L.L. Caracterização e avaliação de populações de milho crioulo. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.59, n.3, p.589-593, 2002.
- AZEVEDO, T. L. F. **Avaliação da eficiência do polímero agrícola de poliacrilamida no fornecimento de água para o cafeeiro (*Coffea arabica* L.). Cv. Tupi**. 2000. 38 p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2000.
- AZEVEDO, T. L. F. et al. **Influência da Presença de polímeros Hidroabsorventes na Capacidade de Retenção de Água de um Substrato**. Escrito para apresentação no XXXV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 2006, João Pessoa, PB.
- AZEVEDO, T. L. F. et al. Níveis de polímero superabsorvente, frequências de irrigação e crescimento de mudas de café. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 24, n. 5, p. 1239-1243, 2002.
- BALENA, S. P. **Efeito de polímeros hidroretentores nas propriedades físicas e hidráulicas de dois meios porosos**. 1998. 57f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1998.
- BENTO, D. A. V. **Mapeamento de QTLs para produção de grãos e seus componentes em uma população de milho tropical**. 2006. 134 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz/Universidade de São Paulo, Piraciaba, 2006.
- BERGAMASCHI, H. et al. Distribuição hídrica no período crítico do milho e produção de grãos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, n.9, p.831-839, 2004
- BERGONCI, J. I.; BERGAMASCHI, H. Ecofisiologia do milho. In: **CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO**, Florianópolis, 2002. Anais. Florianópolis: ABMS, 2002.

CASA, R.T. et al. Incidência de podridões de colmo, grãos ardidos e rendimento de grãos em híbridos de milho submetidos ao aumento na densidade de plantas. **Summa Phytopathológica**, v.33, p.353-357, 2007.

CAVALCANTE JUNIOR, E. G. et al. Necessidade hídrica da cultura do milho influenciada pelas mudanças climáticas no semiárido nordestino. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 17, n. 2, p. 251-262, 2018.

CAVALCANTE, A. C. R.; CAVALLINI, M. C.; LIMA, N. R. C. B. Estresse por déficit hídrico em plantas forrageiras. **Embrapa Caprinos e Ovinos**, Sobral, Documentos (INFOTECA-E), 2009.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Acompanhamento da Safra brasileira de grãos**, v. 6 - Safra 2018/19, n 6 - Sexto levantamento, março de 2019. Disponível em: < <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos> > Acesso em: 29 março 2022.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Acompanhamento da Safra brasileira de grãos**, v. 9 - Safra 2021/22, n 1 – Nono levantamento, p. 1-98, junho 2022. Disponível em: < <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos> > Acesso em: 25 junho 2022.

CRUZ, J. C. et al. Embrapa milho e sorgo. Sistemas de produção 1. **Versão Eletrônica**, v. 5, 2015.

CRUZ, J. C. et al. Safrinha deve superar a safra de verão. **Revista Campo & Negócio**. n. 127, p. 24-29, 2013.

DORRAJI, S. S.; GOLCHIN, A.; AHMADI, S. The effects of hydrophilic polymer and soil salinity on corn growth in sandy and loamy soils. **Clean-Soil, Air, Water**, v. 38, n. 7, p. 584-591, 2010.

DURÃES, F. O. M. et al. Fatores ecofisiológicos que afetam o comportamento do milho em semeadura tardia (safrinha) no Brasil central. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.52, n.3, p.491-501, 1995.

DUSI, D.M. **Efeito da adição do polímero hidrorretentor na eficiência da adubação nitrogenada no crescimento de Brachiaria decumbens cv. Basilisk, em dois diferentes substratos**. 2005. 83 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, 2005.

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho**. Porto Alegre: Agropecuária, 2000. 360 p.

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho**. 2.ed. Guaíba: Agropecuária v. 1. 360p., 2004.

FERNANDES, D. A.; ARAUJO, M. M. V. ; CAMILI, E. C. . Formação de plântulas de maracujazeiro-amarelo sob diferentes lâminas de irrigação e uso de hidrogel. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v. 90, p. 229-236, 2015.

FERREIRA, E. A. et al. Eficiência do hidrogel e respostas fisiológicas de mudas de cultivares apirênicas de citros sob déficit hídrico. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 44, n. 2, p. 158-165, abr./jun. 2014.

GALON, L. et al. Influência dos fatores abióticos na produtividade da cultura do milho. **Revista Tropicá-Ciências Agrárias e Biológicas**, v. 4, n. 3, p. 18, 2010.

GERVÁSIO, E. S. **efeitos de laminas de irrigação e doses de condicionador, associadas a diferentes tamanhos de tubetes, na formação de mudas de cafeeiro**. 2003. 105 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2003.

GUIMARÃES, P. S.; ROCHA, D. S.; PATERNIANI, M. E. A. G. Z. Conteúdo de carboidrato foliar em híbridos de milho submetidos à restrição hídrica. **Evidencia**, Joacaba, v. 19, n. 2, p. 93-112, 2019.

HANISCH, A. L. FONSECA, J.A.; VOGT, G.A. Adubação do milho em um sistema de produção de base agroecológica: desempenho da cultura e fertilidade do solo. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Porto Alegre, v.7, n.1, p.176-186, 2012.

HOMAYOUN, H. et al. Study of some morphological traits of corn hybrids. **American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences**, v. 10, n. 5, p. 810-813, 2011.

JULIATTI, F. C. et al. Efeito do genótipo de milho e da aplicação foliar de fungicidas na incidência de grãos ardidos. **Bioscience Journal**, v.23, n.2, p.34-41, 2007.

JÚNIOR, G. N. A. et al. Estresse hídrico em plantas forrageiras: Uma revisão. **Pubvet**, v. 13, p. 148, 2018.

KOUPAI, J. A.; ESLAMIAN, S. S.; KAZEMI, J. A. Enhancing the available water content in unsaturated soil zone using hydrogel, to improve plant growth indices. **Ecohydrology & Hydrobiology**, Lodz, v. 8, n. 1, p. 67-75, 2008.

LANDIS, T. D.; HAASE, D. L. Applications of Hydrogels in the Nursery and During Outplanting. 2012. In: HAASE, D. L.; PINTO, J. R.; RILEY, L. E. (Org.). **National Proceedings: Forest and Conservation Nursery Associations**. Fort Collins: USDA Forest Service, Rocky Mountain Research Station. Proceedings RMRS. v. 68, p. 53-58, 2012.

LIANG, R.; LIU, W.; WU, L. Controlled release NPK compound fertilizer with the function of water retention. **Reactive and Functional Polymers**, Amsterdam, v. 67, n. 9, p. 769-779, 2007.

LIMA, T. G. et al. Consequências da remoção do limbo foliar em diferentes estádios reprodutivos da cultura do milho em duas épocas de semeadura. **Bragantia**, v. 69, p. 563-570, 2010.

MACHADO, J. R. A. O excesso de chuvas e a cultura do milho. 2016. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2016.

MADDONNI, G. A. et al. Maize leaves turn away from neighbors. **Plant physiology**, v. 130, n. 3, p. 1181-1189, 2002.

MAGALHÃES, P.C. et al. **Fisiologia do Milho**. EMBRAPA Milho e Sorgo, Sete Lagoas, 2002. 22p. (Circular Técnica, 22).

MARQUES, P. A. A.; CRIPA, M. A. M.; MARTINEZ, E. H. Hidrogel como substituto da irrigação complementar em viveiro telado de mudas de cafeeiro. **Ciência. Rural**, Santa Maria, v. 43, n. 1, p. 1-7, jan. 2013.

MELO, B. et al. Uso do polímero hidroabsorvente terracottem e da frequência de irrigação na produção de mudas de cafeeiros em tubetes. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 52, n. 299, p. 13-22, 2005.

MELO, R. F. de et al. **Teores de nutrientes e desenvolvimento de plantas de alface crespa submetida a diferentes doses de hidroretentor e esterco de caprino**. Apresentado ao XXXIV Congresso Brasileiro de Ciência dos Solos. 28 de julho a 2 de agosto de 2013 – Florianópolis SC.

MENDONÇA, T.G. et al. Hidrogel como alternativa no aumento da capacidade de armazenamento de água no solo. **Water Resources and Irrigation Management-WRIM**. Cruz das Almas, PB v.2, n.2, p.87-92, 2013.

MIRANDA, R. A. Uma história de sucesso da civilização. **A Granja**, v. 74, n. 829, p. 24-27, jan. 2018.

MORAES, O; BOTREL, T. A.; DIAS, C. T. S. Efeito do uso de polímero hidroretentor no solo sobre o intervalo de irrigação na cultura da alface (*Lactuca sativa* L.). **Engenharia Rural**, Piracicaba, v. 12, único, 2001.

NARJARY, B. et al., Water availability in different soils in relation to hydrogel application. **Geoderma**, n.187 e 188, p.94–101, 2012.

NASCIMENTO, S. P. et al. Tolerância ao déficit hídrico em genótipos de feijão-caupi. **Rev. Bras. Eng. Agríc. Ambient.**, Campina Grande, v. 15, n. 8, p. 853-860, 2011.

NAVROSKI, M. C. et al. Influência do polímero hidroretentor na sobrevivência de mudas de *Eucalyptus dunnii* sob diferentes manejos hídricos. **Nativa**, v. 2, n. 2, p. 108-113, 2014.

NOGUEIRA, R. J. M. C. et al. Alterações na resistência à difusão de vapor das folhas e relações hídricas em aceroleiras submetidas a déficit de água. **R. Bras. Fisiol. Veg.**, Campinas, v.13, n. 1, p.75-87, 2001.

OLIVEIRA, G. Q. et al. Fertirrigação nitrogenada e níveis de hidrogel para a cultura da alface irrigada por gotejamento. **Revista Engenharia na Agricultura**, v. 22, n. 5, p. 456, 2014.

OLIVEIRA, R. A. et al. Influência de um polímero hidroabsorvente sobre a retenção de água no solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 8, n. 1, p. 160-163, 2004.

OTEGUI, M. E.; ANDRADE, F. H. New relationships between light interception, ear growth, and kernel set in maize. **Physiology and modeling kernel set in maize**. Madison, CSSA. v. 29, p. 89-102, 2000.

OVIDO, I. R. et al. Design of a physical and nontoxic crosslinked poly (vinyl alcohol) hydrogel. **International Journal of Polymeric Materials**, v. 57, n. 12, p. 1095-1103, 2008.

- PELEGRIN, A. J. D. 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.
- PEREIRA, M. J. R. et al. Características morfoagronômicas do milho submetido a diferentes níveis de desfolha manual. **Revista Ceres**, v. 59, n. 2, p. 200-205, mar/abr, 2012.
- PINTO, N. F. J. A. **Qualidade sanitária de grãos de milho**. EMBRAPA Milho e Sorgo, Sete Lagoas, 2001.4p. (Comunicado técnico, 30).
- RODRIGUES, T. R. D. et al. Desenvolvimento da cultura do milho submetida a fertilizantes orgânicos e minerais. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.28, n.4, p.509-514, 2012.
- SABADINI, R. C. **Redes poliméricas de macromoléculas naturais como hidrogéis superabsorventes**. 2015. 150 f. Tese (Doutorado em Físico-química). Instituto de química de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 2015
- SANT'ANNA, H. L. S. **Aspectos fisiológicos de variedades de citros submetidas à deficiência hídrica progressiva**. 2009. 84 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Cruz das Almas, 2009.
- SILVA, M. S. J. et al. Production technology and quality of corn silage for feeding dairy cattle in Southern Brazil., **Rev. Bras. de Zootec.**, v.44, p.303-313, 2015.
- SILVA, N. C. et al. Fermentation and aerobic stability of rehydrated corn grain silage treated with different doses of *Lactobacillus buchneri* or a combination of *Lactobacillus plantarum* and *Pediococcus acidilactici*. **Journal of dairy science**, v. 101, n. 5, p. 4158-4167, 2018.
- SILVA, T. R. G. et al. Fatores abióticos no crescimento e florescimento das plantas. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 4, 2021.
- SOARES, F.C. Análise de viabilidade da irrigação de precisão na cultura do milho (*Zea mays* L.). 2010, 114p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2010.
- SOUZA, A. J. J. **Polímero hidro retentor no crescimento inicial de cafeeiros irrigados**. 2014. 106 p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2014.
- STANGARLIN, J. R. et al. Influência da população de plantas na incidência de doenças de colmo em híbridos de milho na safrinha. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 28, n. 4, p. 545-551, 2006.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4.ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 819p.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3 ed Porto Alegre: Artmed, 2004. 719p.
- TOHIDI-MOGHADAM, H. R. et al. Response of six oilseed rape genotypes to water stress and hydrogel application. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 39, n. 3, p. 243-250, jul./set. 2009.
- VALE, G. F. R.; CARVALHO, S. P.; PAIVA, L. C. Avaliação da eficiência de polímeros hidroretentores no desenvolvimento do cafeeiro em pós-plantio. **Coffee Science**, Lavras, v. 1, n. 1, p. 7-13, 2006.

VENTUROLI, F.; VENTUROLI, S. Recuperação florestal em uma área degradada pela exploração de areia no Distrito Federal. **Ateliê Geográfico**. v.5, p.183-195, 201