



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMIÁRIDO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS
TECNOLOGICAS E HUMANAS
BACHARELADO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA

JOÃO BATISTA DOS SANTOS

**VIABILIDADE DO USO DE HIDROGÉIS HIDRORETENTORES NO CULTIVO DA
ALFACE ELISABETH**

ANGICOS/RN

2018

JOÃO BATISTA DOS SANTOS

**VIABILIDADE DO USO DE HIDROGÉIS HIDRORETENTORES NO CULTIVO DA
ALFACE ELISABETH**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Centro Multidisciplinar de Angicos - CMA da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, como requisito para graduação e Título de Bacharel em Ciência e Tecnologia.

Prof. Dr. Joselito Medeiros de Freitas Cavalcante –
UFERSA.

ANGICOS-RN

2018

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

S237v Santos, João Batista dos.
Viabilidade do uso de hidrogéis
hidroretentores no cultivo da alface elisabeth /
João Batista dos Santos. - 2018.
40 f. : il.

Orientador: Joselito Medeiros de Freitas
Cavalcante.

Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Ciência e
Tecnologia, 2018.

1. Hidrogel. 2. Retenção. 3. Umidade. 4.
Alface. I. Cavalcante, Joselito Medeiros de
Freitas, orient. II. Título.

JOÃO BATISTA DOS SANTOS

VIABILIDADE DO USO DE HIDROGÉIS HIDRORETENTORES NO CULTIVO DA ALFACE
ELISABETH

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Centro Multidisciplinar de Angicos - CMA da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, como requisito para graduação e Título de Bacharel em Ciência e Tecnologia.

DATA DA APROVAÇÃO: 13/09/2018

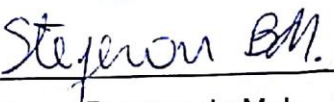
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Joselito Medeiros de Freitas Cavalcante - UFERSA
Orientador



Prof. Dr. Rafael da Costa Ferreira - UFERSA
Primeiro membro



Prof. Dr. Stefeson Bezerra de Melo - UFERSA
Segundo membro

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por me conceder a vida e me proporcionar essa alegria imensa em poder estar concluindo essa fase tão esperada em minha vida.

Agradeço ao ex-presidente LULA, por dar oportunidades à jovens, assim como eu, que se dependesse de condições socioeconômicas não poderiam alcançar seu sonho em ingressar numa universidade.

Agradeço também a todo corpo docente da UFERSA, que contribuiu de forma significativa no meu aprendizado.

Sou grato ao professor Dr. Joselito Cavalcante por aceitar a missão de me orientar e repassar o conhecimento de forma prática para que eu pudesse entender da melhor forma a proposta do projeto.

Agradeço também a Hugo e a Adna, técnicos dos laboratórios de química e de engenharia civil, respectivamente, que estavam sempre atentos e disponíveis para tirar algumas dúvidas.

Agradeço aos meus familiares pelos conselhos e palavras motivadoras quando pensei muitas vezes em desistir. Agradeço em especial aos meus pais, Debora e José, que mesmo não tendo educação escolar, sempre me orientaram a seguir na vida acadêmica, pois essa será a única herança que deixarão para mim. A Maria Nunes, minha tia, por me presentear com um notebook, esse que contribuiu no desenvolvimento das atividades acadêmicas. A Marcilio Batista por ter me ajudado a desenvolver projetos mecânicos, quando as vezes era necessário conciliar a teoria com a prática. Agradeço também, de forma especial ao meu tio Erisberto, por me conceder a honra de atuar na sua empresa durante um ano, período o qual me ajudou bastante financeiramente.

Agradeço a todos os meus amigos e a minha namorada por me ajudar de forma direta e indireta na realização deste sonho.

Agradeço a minha banca examinadora, por aceitar o convite e avaliar o meu trabalho.

RESUMO

Frente a grande problemática de escassez de água que assola a região semiárida, devido as irregularidades pluviométricas e o uso inadequado desse bem, se faz necessário procurar medidas mitigadoras para solucionar problemas no sistema de produção, que requer grande demanda hídrica. A falta de umidade no solo dificulta o desenvolvimento de diversas plantas, principalmente as hortaliças. Com este estudo objetivou-se avaliar a eficiência do hidrogel hidro plus como condicionador do solo, na produção da Alface Elisabeth. O polímero foi incorporado ao solo na forma de grão seco e hidratado, com concentração de 0,8g para 0,8 kg de solo, foi observado que essa dosagem não apresenta diferença significativa no desenvolvimento da muda e no tempo de irrigação (após 25 dias), sendo que a testemunha obteve melhores resultados quando cultivadas no sistema tradicional. Foram determinadas as curvas de retenção para as seguintes concentrações de hidrogel: 1g, 2g, 3g, 4g, e 5g para 1kg de solo. A curva da concentração de 5g foi a que apresentou maior retenção de água e o maior tempo de umidade do solo. Determinou-se também a curva de retenção para a concentração de 1g de hidrogel seco e hidratado para 1kg de solo usando a estufa com temperatura média de 52°C. Observou-se que a curva do hidrogel não hidratado, apresentou o mesmo comportamento da testemunha e a curva de hidrogel hidratado foi inferior as outras duas curvas. A medida da parte aérea das plantas, quantidade de folhas e diâmetro do caule, também foram objeto de estudo deste trabalho.

Palavras-chaves: Hidrogel. Retenção. Umidade. Alface.

Lista de Figuras

Figura 1 – Hidrogel seco e hidratado.....	15
Figura 2 – Comparação entre liberação controlada e aplicações pontuais.....	18
Figura 3 – Hidrogel utilizado.....	23
Figura 4 – A Alface utilizada.....	24
Figura 5 – Substrato utilizado.....	25
Figura 6 – Solo sem hidrogel, com hidrogel hidratado e com hidrogel não hidratado sob efeitos da estufa em temperatura média de 52°C.....	26
Figura 7 – Mensuração dos parâmetros morfológicos: a) medição do DC; b) medição CPA; c) uso da estufa para determinar a MSR e MSPA; d) Lavagem das raízes; e) pesagem da MSPA e f) pesagem da MSR.....	28
Figura 8 – Germinação da alface na sementeira: a) compartimentos sem hidrogel. b) compartimentos com hidrogel não hidratado. c) compartimentos com hidrogel hidratado.....	32
Figura 9 – Desenvolvimento das mudas após 30 dias de cultivo. a) Todas as mudas. b) Testemunhas. c) Mudas com hidrogel não hidratado e d) mudas com hidrogel hidratado.....	33

Lista de Tabelas

Tabela 1 – Análise da perda de umidade ao longo de uma semana.....	30
Tabela 2 – Parâmetros morfológicos avaliados: Número de Folhas (NF), Diâmetro Médio do Caule (DMC), Comprimento Médio da Raiz (CMR), Comprimento Médio da parte aérea (CMPA), Massa seca da parte aérea (MSPA) e Massa seca da raiz (MSR).....	34

Lista de Gráficos

Gráfico 1 – Curva de umidade do solo com auxílio de estufa.....	30
Gráfico 2 – Umidade no solo submetido a diferentes doses de hidrogéis.....	31

Lista de Siglas

UFERSA – Universidade Federal Rural Do Semi-Árido

RN – Rio Grande Do Norte

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. REFERENCIAL TEÓRICO	15
2.1 Hidrogel.....	15
2.2 Aplicação do hidrogel no sistema solo-planta	18
2.3 Hortaliça	21
2.3.1 Alface.....	21
2.4 Solo	22
3. METODOLOGIA.....	24
3.1 Caracterização de área de estudo	24
3.2 Materiais utilizados.....	24
3.2.1 O hidrogel	24
3.2.2 Alface Elisabeth.....	25
3.2.3 O substrato	25
3.3 Retenção de água pelo hidrogel	26
3.4 Umidade do solo sob efeito da estufa com temperatura média de 52°C.....	26
3.5 Umidade do solo com diferentes doses de hidrogel.....	27
3.6 Germinação da Alface	27
3.7 Cultivo da Alface	28
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	30
4.1 Estudo da absorção de água pelo hidrogel.....	30
4.2 Estudo da umidade no solo com o uso de 1g de hidrogel usando estufa.....	30
4.3 Estudo da umidade no solo com o uso de diferentes doses de hidrogel.....	31
4.4 Estudo da germinação da alface	32
4.5 Cultivo da alface.....	34

5. CONCLUSÃO.....	37
REFERÊNCIAS	38

1. INTRODUÇÃO

Os problemas ambientais estão cada vez mais críticos, principalmente quando se refere à utilização dos recursos hídricos. Embora 70% da superfície da terra seja coberta por água, apenas 1% desse total é aproveitada. Por isso, torna-se um recurso limitado no que diz respeito a sua quantidade disponível e a sua qualidade, principalmente em regiões onde os índices pluviométricos são baixos, como no semiárido.

Os volumes de água disponíveis no semiárido são insuficientes para demandar as necessidades da população. Portanto, a utilização inadequada da água, é considerado o principal fator contribuinte para a incapacidade de armazenamento de água e a desertificação do solo no semiárido, pois não se tem um gerenciamento controlado para o uso do solo e das terras (BARROS & PORDEUS, 2017).

A água é um dos principais fatores contribuintes para o desenvolvimento e crescimento eficiente das plantas, portanto a quantidade disponível é relevante para resultados produtivos (MELO *et al*, 2013; DUSI, 2005). Dentre as olerícolas, a alface se destaca por possuir uma grande exigência das condições ambientais, principalmente a temperatura, por isso necessita de uma grande demanda hídrica em lugares onde a temperatura é mais elevada. A alface é considerada uma hortaliça de clima ameno, típica de outono-inverno (LÉDO; SOUZA; SILVA, 2000).

A busca por tecnologias capazes de suprir as necessidades da escassez de água na região semiárida do país é constante, pois, as atividades agrícolas (principalmente na área da horticultura e vegetais) tornam-se improdutivas em muitos períodos ao longo do ano, devido às altas temperaturas, forte insolação e irregularidades pluviais, causando estresse hídrico e a redução de nutrientes no solo, por falta de umidade.

Dentre as tecnologias capazes de otimizar o consumo hídrico durante a implantação agrícola e florestal, destaca-se o uso do hidrogel, também conhecido como hidroretentor, que tem como característica regular a quantidade de água disponível para as culturas e reduzir a quantidade de irrigação (PINTO JUNIOR, 2016).

O hidrogel foi desenvolvido na década de 50 nos Estados Unidos. Inicialmente sua capacidade de absorção de água não ultrapassava 20 vezes a sua massa, tornando-o inviável (em termos econômicos) nas atividades agrícolas. Por meio de

estudos mais elaborados, nos anos 70, os britânicos melhoraram a capacidade de absorção, conseguindo, portanto, a façanha de aumentar de 20 para 40 vezes e um pouco mais tarde de 40 para 400 vezes sua massa. (WOFFORD JR. & KOSKI, 1990).

O hidrogel é considerado um polímero hidroretentor, por ter a capacidade de armazenar água dentro de sua estrutura. Após a absorção da água, o hidrogel devolve-a ao ambiente de forma lenta e natural, diminuindo em períodos de seca o processo de ressecamento das raízes, garantindo o desenvolvimento e o crescimento das culturas, mesmo em condições de estresse hídrico. O tempo de liberação da água varia com o tamanho do grânulo e de acordo com o meio, ou seja, o clima, o solo, o tipo de planta e a qualidade da água. Além de elevar a umidade do solo, esses polímeros hidroretentores reduz as perdas por percolação e lixiviação de nutrientes, melhorando a drenagem e a ereção do solo, acelerando o desenvolvimento do sistema radicular e a parte aérea da planta. (AOUADA, 2009).

Dessa forma, objetivou-se com esse trabalho avaliar a germinação e os 30 primeiros dias de cultivo da alface, quando plantadas em substratos contendo dose de hidrogel seco e hidratado, observando principalmente a quantidade disponível no solo e o número de irrigações.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Hidrogel

Azevedo *et al*, (2006) conceituam hidrogéis como compostos sintéticos com diferentes finalidades, recomendados para a utilização agrícola como condicionadores de solo devido à sua capacidade de melhorar as propriedades físico-químicas do mesmo.

Por sua vez, Sabadini (2015), conceitua o hidrogel como sendo uma estrutura tridimensional formada por macromoléculas ou polímeros hidrofílicos entrecruzados que permite a absorção de grandes quantidades de água e à mantém retida dentro de sua estrutura.

Os hidrogéis podem ser encontrados de duas formas: natural, derivado do amido ou sintético derivado do petróleo. Os hidroabsorventes mais comumente usados são os polímeros poliacrilamida. Esses polímeros são divididos em três grupos, os quais diferenciam entre si quanto a retenção e liberação de água. Os tipos de polímero mais recomendado para fins agrícolas são aqueles que tem como principais características estrutural grande capacidade de retenção e liberação de água por um longo período de tempo (DUSI, 2015).

Os hidrogéis quando seco, tem aparência granular e branco, após a hidratação apresenta uma forma de gel transparente (Figura 1). Nos dias atuais existem inúmeras aplicações dessa tecnologia que vai desde a prótese humana até o uso em plantações. Embora pareçam iguais visualmente, esses polímeros possuem estruturas físicas e químicas diferentes e isto está diretamente ligado à sua maneira de absorver, reter e liberar água e nutrientes.

Figura 1 – Hidrogel seco e hidratado.



Fonte: Autor (2018)

A necessidade em utilizar esses polímeros como condicionadores do solo, surgiu em virtude do déficit de abastecimento hídrico em algumas regiões onde é necessário elevar a umidade do solo. Além disso, os hidrogéis reduzem a perda por percolação e lixiviação de nutrientes, resultando em uma melhora na drenagem do solo, acelerando o desenvolvimento do sistema radicular e a parte aérea da planta (AQUADA, 2009).

Embora não seja uma tecnologia nova, os estudos com hidrogéis são recentes. Muitos setores agrônômicos e florestais buscam essa tecnologia a fim de reduzir custos e otimizar os recursos hídricos durante o cultivo. Segundo Pinto Junior (2016), os estudos envolvendo o uso dessa tecnologia é escasso, pois não se sabe ao certo a sua legitimidade para diferentes culturas, necessitando, portanto, um estudo específico para cada caso. A utilização e aplicação da dosagem incorreta pode prejudicar o crescimento das plantas, com isso, gerando prejuízos econômicos. (BUZETTO; BIZON; SEIXAS, 2002).

Dentre os estudos envolvendo o uso de hidrogéis como condicionadores do solo na agricultura, os quais comprovaram a eficiência do mesmo quanto a disponibilidade de água no solo, podemos destacar os seguintes autores:

Mikkelsen; Behel Jr; Willians (1993) por meio de experimentos constataram que o uso de polímeros hidrofílicos reduz a perda de substâncias nutritivas, responsáveis pelo crescimento das plantas, bem como a diminuição da lixiviação (recorrente da

mistura de polímeros com nitrato de amônia e ureia), pois os polímeros retêm água para dentro de sua estrutura, armazenando-a, e devolvendo-a lentamente para o solo.

Balena (1998), estudou o efeito de polímeros hidroretentores nas propriedades físicas e hidráulicas de dois meios porosos. Em seu estudo a autora concluiu que o uso de hidrogéis aumentou a umidade do solo chegando a duplicar a capacidade de armazenamento de água para a concentração de 32kg/m^3 , o que comprova a capacidade de retenção e conservação de água por longos períodos de tempo, ou seja, é uma forma eficaz de reduzir a evaporação de água do solo e melhorar o regime hídrico. Dentre os dois tipos de meios porosos avaliados (solo argiloso e areia marinha) no mesmo período de tempo, observou-se que o armazenamento de água, concentração de polímeros e a taxa de evaporação, ficou mais evidente no solo arenoso, pois todas essas variáveis aumentaram de forma significativa. O que facilita o armazenamento de água, é o tamanho médio dos poros das plantas. A autora concluiu que concentrações de polímeros hidroabsorventes inferiores a 8kg/m^3 não houve variações significativas no diâmetro médio dos poros.

Dusi (2005), estudou o efeito da adição do polímero hidrorretentor na eficiência da adubação nitrogenada no crescimento de *brachiaria decumbens* cv. Basilisk, em dois diferentes substratos. O autor concluiu que a adição de hidrogel torna-se eficiente nos dois solos estudados, mas de acordo com as respostas obtidas no experimento, os substratos de terra preta apresentaram valores mais elevados. Com o uso de hidrogéis até as doses de 4g/kg , para garantir a proteção e conservação do solo, ou seja, a rápida produção vegetal, faz-se necessário reduzir as doses de adubo nitrogenado aplicado. Portando a interação entre o adubo nitrogenado e a aplicação de hidrogel foi positiva.

Aouada (2009), estudou a síntese e caracterização de hidrogéis de poliacrilamida e metilcelulose para liberação controlada de pesticidas. Concluiu que o polímero além de apresentar rápida absorção de água, pode ser um forte aliado dos produtores rurais, pois pode ser aplicado em diversos campos na agricultura, com destaque para a liberação de insumos agrícolas.

Mendonça *et al* (2013) estudaram diferentes doses do hidrogel (copolímero de poliacrilato de potássio) e analisaram a capacidade de armazenamento de água e a condutividade elétrica no solo, devido a presença do polímero. Concluíram que a dosagem 4g de hidrogel para 8kg de solo (Latosolo Vermelho, distrófico, de textura

argilosa), tornou-se mais viável por apresentar maior retenção, menor condutividade e baixo custo na aquisição do produto.

2.2 Aplicação do hidrogel no sistema solo-planta

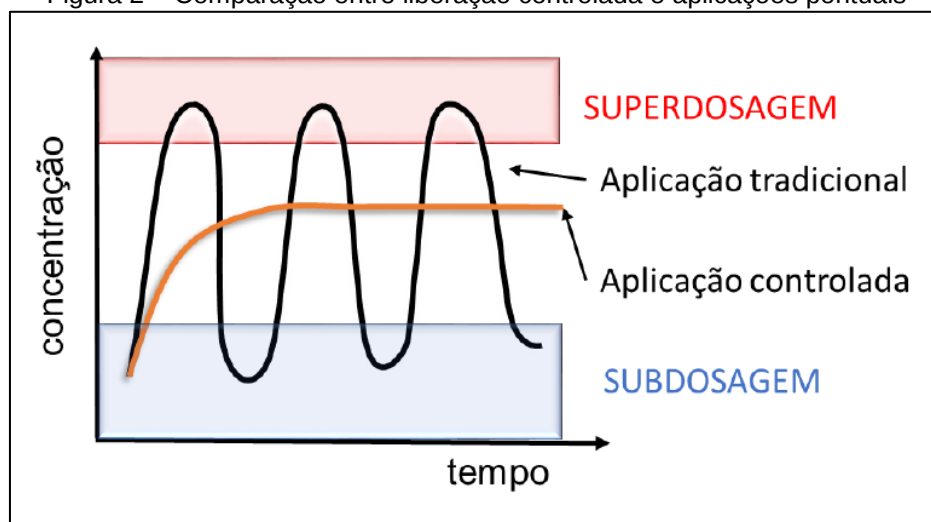
Dusi (2005) afirma que a quantidade de água disponível no solo é um fator muito importante que devesse levar em consideração, quando necessita de uma boa qualidade e eficiência no crescimento da cultura plantada, pois a água é responsável por diversas reações tanto no solo como nos vegetais. O autor afirma ainda que grandes quantidades de águas fornecidas pelas chuvas e irrigações são perdidas por evaporação e infiltração, contribuindo com a percolação e lixiviação de nutrientes.

Diante do exposto, faz-se necessário estudos para evitar ou tentar diminuir a perda de nutrientes e controlar a quantidade de água disponível no solo, para o crescimento das plantas. O uso de polímeros hidroabsorventes junto ao substrato proporciona característica semelhantes as descritas anteriormente, “Com a função do polímero em evitar a perda de umidade e nutrientes, incorporados ao solo, pode-se melhorar ainda mais o meio em que as plantas irão se desenvolver” (DUSI, 2005 p. 2).

Em um dos seus estudos, Mikkelsen (1994) diz que a eficácia de um sistema polimérico específico de liberação controlada é determinada, em parte, por suas propriedades físicas, sua taxa de biodegradação e a fonte de fertilizantes utilizada. Adição de alguns polímeros com nutrientes demonstrou reduzir a lixiviação de N e K de solos bem drenados e aumentar a recuperação de N, P, Fe e Mn em algumas circunstâncias.

Segundo, Sabadini (2015) o principal objetivo do sistema de liberação controlada é permitir a liberação progressiva de substâncias químicas ativas, com isso mantendo a concentração ideal e diminuindo consideravelmente o desperdício, a sub e a superdosagem, garantindo por tanto a concentração por um longo período de tempo. Diferente das aplicações pontuais que apresentam altas concentrações por um curto período de tempo, como mostra a Figura 2.

Figura 2 – Comparação entre liberação controlada e aplicações pontuais



Fonte: Sabadini (2015)

Muitos são os estudos envolvendo o uso dessa tecnologia incorporadas ao solo para avaliar o seu comportamento em diferentes culturas.

Adams e Lockaby (1987) estudaram a eficiência do polímero terra-sorb (a base de amido) na plantação de mudas de tomate. Eles comprovaram a eficiência do superabsorvente observando o tempo de murcha das mudas com diferentes doses de hidrogel tendo como base uma testemunha. Perceberam que as testemunhas morreram rapidamente sem a irrigação, porém as mudas com doses do polímero permaneceram vivas por um longo período de tempo, o que variou com a concentração do superabsorvente no meio. Os autores alertam que o uso desse material só se torna eficiente se houver um controle de irrigação, caso contrário torna-se economicamente inviável.

Melo *et al* (2013), avaliaram em seus estudos, o desenvolvimento de plantas de alface crespas submetidas a diferentes doses de hidrogel e esterco caprino. Concluíram que a quantidade de hidrogênio total na parte aérea foi influenciada de forma significativa pelo aumento de doses de hidrogel e esterco. Além disso, foi observado incrementos significativos nos teores de potássio e fósforo.

Azevedo (2014), em seu estudo avaliou o comportamento de três clones de eucalipto (AEC0144, GG100 e VM01) sob o uso de hidrogéis incorporados ao substrato. Foi observado que a dosagem de 2g/L de substrato, proporcionou maior qualidade para os clones AEC0144 e GG100 e uma dosagem de 1g/L para o clone

VM01, quando conjugados todos os parâmetros. Além disso, permitiu uma redução de 25% da lâmina diária de irrigação, para ambos os clones.

Navroski *et al* (2015), estudaram o crescimento e o teor de nutrientes das mudas de *Eucalyptus Dunni*, quando plantadas com hidrogel. Observaram que a dosagem que eleva o crescimento e a qualidade da muda é de 4,5g/L. Afirmaram ainda que os macronutrientes na parte aérea das mudas aumentaram com a adição do hidrogel, enquanto o teor de micronutrientes diminuiu.

Santos *et al* (2015), usaram um sistema automatizado para irrigação controlada e avaliar a eficiência do hidrogel quanto a disponibilidade de água nos solos argiloso e arenoso no cultivo da alface lisa cv. Regina. Os autores recomendam uma dosagem de 16g/planta em solo arenoso. Concluíram ainda que no solo argiloso para a melhor produção, quando comparada ao solo arenoso, a dosagem de hidrogel é mais baixa.

Vieira Pinto; Santana; Godinho (2015), objetivaram avaliar a eficiência das diferentes doses de hidrogéis na plantação de mudas de pimenta jalapeño. Concluíram que o aumento da dose de polímero proporcionou um maior crescimento nas raízes das mudas e dose mais baixa não refletiu positivamente no desenvolvimento. Os autores, de acordo com os resultados obtido, recomendam usar 8 gramas de hidrogel por litro de substrato para o melhor desenvolvimento das mudas de pimenta jalapeño.

Vieira Pinto *et al* (2017), usaram o hidrogel na produção de mudas de tomate cereja com diferentes regimes de reposição hídrica. Concluíram que a melhor dosagem de hidrogel foi de 2g por litro de substrato, quando submetidas a períodos curtos de estresse hídrico, proporcionando melhor desenvolvimento na parte aérea das mudas.

Pelegrin *et al* (2017), estudaram as culturas de soja quando submetidas à diferentes doses de hidrogéis em solos argilosos no Rio Grande do Sul. As mudas foram avaliadas durante dois períodos de safras 2011/2012 e 2012/2013. Puderam concluir que a dose máxima de hidrogel que proporciona maior eficiência para as mudas quanto o aumento no rendimento de grãos, massa de mil grãos e números médio de grãos por legume, foi de 15 $kg. ha^{-1}$.

Vale; Carvalho; Paiva (2005), diferentemente dos autores acima, obtiveram resultados negativos do uso de polímeros hidroretentor no desenvolvimento das mudas de café. Os autores usaram o hidrogel na forma granular misturado ao solo e

puderam concluir com os resultados obtidos, que o substrato limita a sua expansão. E alertam para um estudo no uso do polímero hidratado na forma de gel.

Os trabalhos supracitados nem sempre relatam o nome, marca ou características física e química do produto usado, bem como o tipo de solo e o modo de preparo.

2.3 Hortaliça

“As hortaliças são importantes fontes de vitaminas e sais minerais que, aliadas às propriedades medicinais que muitas possuem, ajudam a regular e a manter o bom funcionamento do organismo. ” (MAKISHIMA, p.6, 2010). De modo geral, o melhor desenvolvimento das hortaliças está diretamente ligado ao clima, por isso recomenda-se cultivá-las em climas amenos, onde as chuvas são poucas e não muito frequentes. Cada hortaliça possui suas exigências climáticas, geralmente as folhosas se desenvolve melhor sob uma temperatura que varia de 15 a 23°C, já as hortaliças frutíferas, produzem melhor sob uma temperatura variando de 18 a 25°C (MAKISHIMA, 2004).

2.3.1 Alface

A alface é uma olerícola pertencente à família *Lactuca sativa* L. É considerada a hortaliça mais consumida do mundo, que possui diversas cultivares que variam desde a cor e a textura das folhas até o comprimento e grossura do caule. Inicialmente é feita a plantação das sementes em bandejas e colocadas em estufa até a germinação e o aparecimento das 4 ou 6 primeiras folhas; após esse processo, as mudas são transplantadas para o campo. Dependendo da cultivar plantada e das condições climáticas a colheita pode ser feita entre 55 a 130 dias, depois da semeadura. A temperatura considerada ideal para o cultivo, segundo o autor, varia de 10 a 24 graus célsius, sendo que dentre as inúmeras cultivares existentes, algumas suportam temperaturas um pouco mais elevadas idem mais baixas. Boa luminosidade, irrigação controlada, solo bem drenado e rico em nutrientes, contribui fortemente para o desenvolvimento das culturas, (HORTA, sem data).

Os tipos de alfaces mais conhecidas e consumidas segundo Mastroso (2017), são as crespas que apresentam folhas compridas, soltas e arredondadas nas pontas, apresentam coloração diferentes, sendo roxa ou verde; a alface crespa de cor roxa

apresenta uma textura ligeiramente mais macia que a verde. As alfaces mimosas, possuem variação na coloração (verde ou roxa), folhas compridas, onduladas e mais finas que os demais tipos. As frisée possui folhas finas e rígidas com coloração variando do verde ao amarelado e possui um gosto amargo comparada as demais. As romanas, possuem folhas compridas e firmes com sabor intenso, textura rugosa e agradável, sua coloração permite atingir um verde mais escuro. As lisas, possuem folhas soltas no maço, meio onduladas, grandes e arredondadas. As americanas, possuem folhas grandes, arredondadas (que faz lembrar um repolho) e bem firmes, é rica em água, crocante e suave.

2.4 Solo

O solo é um dos principais pilares da sustentabilidade de todo sistema de produção, por isso faz-se necessário um estudo para avaliar a sua qualidade antes de usá-lo na plantação (VALARINI; OLIVEIRA; SCHILICKMANN, 2011). Existe uma variação na composição do solo que depende diretamente das propriedades físicas, químicas e biológicas.

A classificação do solo é obtida por meio de dados morfológicos, físicos, químicos e mineralógicos. Os aspectos ambientais como clima, relevo, vegetação, material originário, condições hídricas, características externas ao solo e relação solo-paisagem, também influenciam na caracterização e classificação do solo. Só é definida a classificação do solo após o recebimento de análise da textura, estrutura, cerosidade, consistência, entre outras características consideradas indispensáveis para definir os horizontes diagnósticos no Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos (SiBCS), (EMBRAPA, sem data).

Segundo Marques (2014), os solos mais comumente encontrados em terras brasileiras são: argilosos, cambissolos, chernossolos, espodossolos, gleissolos, latossolos, luvisolos, neossolos, nitossolos, organossolos, planossolos, plintossolos e vertissolos. Os solos predominantes da região nordeste são os latossolos, neossolos e argilosos. Esses solos são usados na maioria das vezes como substratos para uso principalmente da agricultura irrigada.

Os latossolos são caracterizados por apresentar coloração avermelhada, vermelho-amarela, amarela, cinzenta ou brunada. Possui uma boa capacidade de armazenamento de água, bom potencial para a mecanização agrícola e agricultura

irrigada; fertilidade baixa; utilizado em grande escala como substrato para produção agrícola intensiva, pastagem e silvicultura.

Os neossolos devido a sua diversidade e suas características, são divididas em quatro subordem: litólico são pedregosos formados a partir de qualquer tipo de rocha; possui fertilidade natural alta quando derivados de rochas básicas e/ou calcário; não usado em grande escala na produção agrícola pois apresenta algumas limitações como, baixa capacidade de armazenamento de água e susceptível a erosão; utilizado como substrato para pastagem natural, porém devido a suas limitações é indicado principalmente para a preservação ambiental. Regolítico, solo típico do semiárido do nordeste brasileiro, possui textura arenosa, uma boa reserva de nutrientes vegetais, apresenta potencial baixo a médio para agricultura irrigada; apresenta baixa fertilidade e baixa capacidade de armazenamento de água; utilizado como substrato para cultivos agrícolas. Flúvico, solo derivado de sedimentos fluviais; fertilidade média a alta; bom potencial para a agricultura; apresenta risco de inundação e salinização; utilizado como substrato para agricultura irrigada, pecuária extensiva e culturas agrícolas anuais. Quartzarênico, solos derivados de rochas ou sedimento quartzosa; possui potencial de baixo a alto para a agricultura; baixa capacidade de retenção de água, fertilidade muito baixa e elevado risco de contaminação pelas águas subterrâneas; utilizado como substrato para a agricultura irrigada (fruticultura), pecuária extensiva, pastagem etc.

Os argilossos, são solos minerais bem desenvolvidos e drenados; apresenta uma boa capacidade de armazenamento de água; possui baixa fertilidade natural é susceptível a erosão; utilizado para agricultura extensiva, pastagem e silvicultura.

Segundo Alcântara e Madeira (2008), o solo é considerado um recurso-chave na agricultura orgânica. A eficiência nutricional é responsável pelo desenvolvimento das culturas e está diretamente ligada ao tipo de tratamento (manejo) do solo. O manejo do solo são todas as práticas realizadas desde o preparo até a adubação. Além disso, o autor frisa a importância do manejo adequado, esse que contribui para o aumento da qualidade da cultura, na medida que prioriza o seu uso sustentável.

3. METODOLOGIA

3.1 Caracterização de área de estudo

Uma parte da pesquisa foi realizada no laboratório de química e a outra no laboratório de engenharia civil, ambos situados na UFERSA – campus Angicos/RN.

3.2 Materiais utilizados

3.2.1 O hidrogel

O polímero usado no projeto foi o Biogel Hidro Plus (Hidrogel ou Hidroretentor), produto fabricado pela Biosementes, adquirido no site da própria empresa (Figura 3). Possui como característica: grande capacidade de absorção de água, é um produto inóculo ao meio ambiente e inodoro, possui aspectos de micro cristais brancos, é composto por silício, magnésio, aminoácidos e dióxido de carbono e é um produto atóxico (BIOSEMENTES, 2011).

Figura 3 – Hidrogel utilizado.



Fonte: Autor (2018)

O fabricante alerta a importância de conhecer bem o tipo de solo que será utilizado na plantação, “Por princípio deve-se levar em consideração a textura e composição dos solos para a recomendação de doses considerando que solos mais arenosos, com menor retenção de água merecem doses mais elevadas que os solos argilosos. ” (BIOSEMENTES, 2011). O fabricante recomenda ainda, que quando o

polímero for aplicado a seco são necessárias duas irrigações para a hidratação completa do gel. Quando aplicado junto a substratos é indicado usar 1g/litro de substrato. E para o uso de hidrogel hidratado utilizar de 2 a 3g por litro de água. A vida útil do gel no solo, é de 2,5 anos, segundo o fabricante.

3.2.2 Alface Elisabeth

A alface usada no experimento foi a Alface Elisabeth (Figura 4), segundo a descrição de sua embalagem é uma alface lisa e possui como características: coloração verde claro ou verde médio, cabeças compactas, alta resistência ao pendoamento e boa tolerância ao vírus do mosaico da alface – LMV. A germinação ocorre de 4 a 7 dias e colheita aos 70 dias.

Figura 4 – A Alface utilizada



Fonte: Autor (2018)

3.2.3 O substrato

O substrato usado na plantação como fonte principal de nutrientes é o da linha BASAPLANT (Figura 5), desenvolvido especialmente para a produção de muda levando em consideração as exigências físicas e químicas. É composto de Turfa, Corretivos, Vermiculita, carvão vegetal e casca de Pinus. A areia utilizada neste

experimento foi coletada próxima à área experimental, utilizada para a confecção do solo junto ao substrato.

Figura 5 – Substrato utilizado



Fonte: Autor, 2018

3.3 Retenção de água pelo hidrogel

Para o teste de retenção de água dissolveu-se 0,5g de hidrogel em 200ml de água, que foi homogeneizado e hidratado por 1 hora para atingir a sua capacidade máxima de absorção de água. Posteriormente o hidrogel foi filtrado por uma peneira, capaz de filtrar as partículas de hidrogel hidratado. A capacidade de absorção do hidrogel foi determinada pela diferença da quantidade de água adicionada inicialmente e a quantidade de água não retida pelo polímero.

3.4 Umidade do solo sob efeito da estufa com temperatura média de 52°C

No laboratório de química com a ajuda da estufa (Figura 6), analisamos o tempo de umidade no solo sem o hidrogel (S+A), com o hidrogel hidratado (S + A+ HH) e com hidrogel não hidratado (S + A+ HÑH), o experimento teve duração de 11 horas. O processo consiste na pesagem da mistura seca (50% de areia e 50% de substrato), e em seguida uma nova pesagem da mistura hidratada. Nesta fase, foram utilizadas duas testemunhas sem o polímero e as demais com o polímero hidratado e não

hidratado, ambas com 1% de hidrogel. Usamos a estufa com uma temperatura média de 52°C para acelerar o processo.

Figura 6 – Solo sem hidrogel, com hidrogel hidratado e com hidrogel não hidratado sob efeitos da estufa em temperatura média de 52°C



Fonte: Autor (2018)

3.5 Umidade do solo com diferentes doses de hidrogel

Foi realizado um estudo de observação do uso de diferentes dosagens de hidrogel aplicado ao solo (composto por 50% de substrato e 50% de areia) sob uma temperatura média de 30°C. Usaram-se 1%, 3% e 5% de hidrogel para 1kg de solo, objetivou-se avaliar o tempo de umidade do solo (até a sua massa inicial antes da irrigação) por uma semana. Inicialmente, fez-se a mistura do solo com as respectivas dosagens, em seguida separamos em recipientes e pesamos a massa seca. Fez-se a hidratação da mistura, com duração de 24 horas para garantir a total saturação do hidrogel; depois disto escoamos para retirar o excesso de água e em seguida pesamos. Para determinar o tempo de umidade, foi necessário a pesagem diária de cada recipiente, para avaliar o seu comportamento quanto a massa de água disponível no solo.

3.6 Germinação da Alface

O estudo foi iniciado na fase de germinação até que as primeiras folhas aparecessem. Em primeiro momento avaliamos o tempo de sobrevivência das mudas com apenas uma irrigação na sementeira durante uma semana. Foram distribuídas

na sementeira 2 sementes de alface para cada compartimento. Os tratamentos utilizados foram: 10 repetições com substrato, 10 repetições com substrato e hidrogel não hidratado e 10 repetições com substrato e hidrogel hidratado.

3.7 Cultivo da Alface

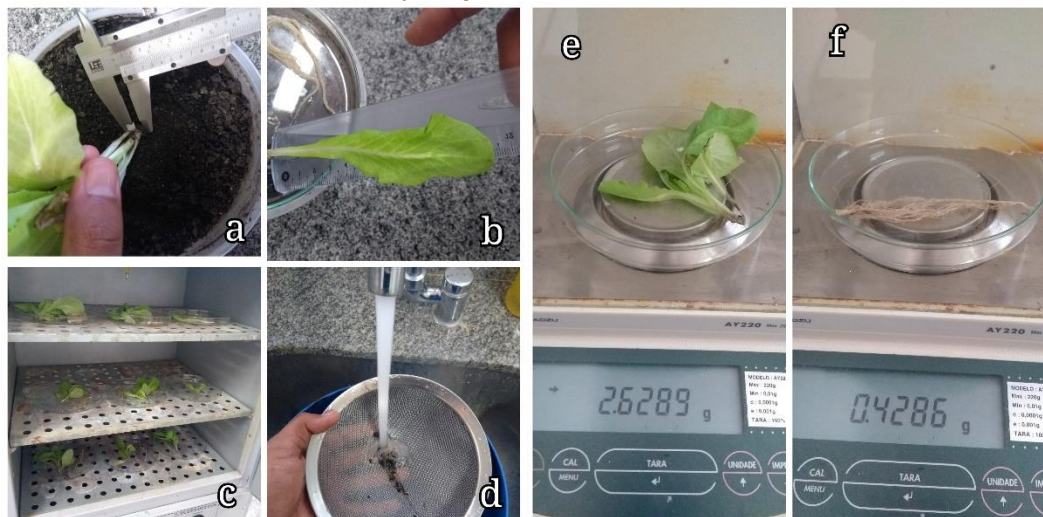
No laboratório de engenharia civil fizemos a pesagem dos recipientes plásticos com capacidade de 1 litro, contendo o solo previamente misturado. Objetivando manter a mesma uniformidade do peso para todos os recipientes para garantir condições semelhantes de armazenamento água foi colocado em cada recipiente 800g de solo. O estudo foi dividido em três métodos: 3 repetições com hidrogel não hidratado (HÑH); 3 repetições com hidrogel hidratado (HH) e 3 testemunhas. A concentração do polímero foi igual tanto para HÑH quanto para o HH, ou seja, 0,8g, porém a forma de aplicação foi divergente. Para o HÑH o polímero foi misturado junto ao solo, ou seja, os grãos ficaram espalhados dentro do recipiente. Para o HH, inicialmente fizemos o preparo do solo e a hidratação do hidrogel separadamente; em seguida aplicamos uma camada de solo, uma camada do polímero em forma de gel e posteriormente outra camada de solo, toda a massa de hidrogel aplicada ficou concentrado em uma única camada.

Depois de separar os recipientes e etiqueta-los, fez-se duas regas (independente do tratamento), ambas com 1 litro de água para garantir a hidratação solo-polímero e a uniformização no desenvolvimento inicial das plantas. Em seguida fez-se uma nova pesagem para determinar a capacidade de campo, que foi a “guia” para as novas regas. Neste experimento adotou-se a irrigação até 70% da capacidade de campo, calculada por meio da pesagem da massa seca e da massa hidratada. Ao atingir os 70% da capacidade de campo era feita uma nova irrigação, a quantificação de água foi calculada por meio da pesagem. A aplicação da água foi feita com o auxílio de uma proveta graduada para garantir a quantidade aproximadamente exata de água. As sementes foram plantadas diretamente nos recipientes.

Afim de avaliar a eficiência do polímero no desenvolvimento das mudas de alface, foram mensurados os seguintes parâmetros morfológicos (Figura 8): Número de folhas (NF), foram obtidos a partir da contagem direta das folhas maiores do que 1 cm; Diâmetro médio do caule (DMC), medido ao nível do solo com o auxílio de um paquímetro graduado, com precisão de 0,02mm; Comprimento médio das raízes

(CMR), medido do caule rente ao solo à raiz mais profunda e Comprimento da parte aérea (CPA), medido do caule ao nível do solo à ponta da folha. Essas medidas foram obtidas com o auxílio de uma régua graduada; para obter a massa seca das raízes (MSR), as mudas foram cortadas por meio de uma tesoura, afim de separar parte aérea e radicular. As raízes foram lavadas em água corrente para retirar o excesso de substrato que ficaram impregnado nelas, para evitar a desestruturação das raízes e evitar perda o material utilizamos uma peneira. Tanto as raízes quanto a parte aérea foram secas em estufa com temperatura de 70°C até atingir a massa constante. Depois com o auxílio de uma balança com precisão de 0,0001g realizamos a pesagem.

Figura 7 – Mensuração dos parâmetros morfológicos: a) medição do DC; b) medição CPA; c) uso da estufa para determinar a MSR e MSPA; d) Lavagem das raízes; e) pesagem da MSPA e f) pesagem da MSR.



Fonte: Autor (2018)

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Estudo da absorção de água pelo hidrogel

Observou-se que a retenção de água pelo polímero quando o mesmo é hidratado individualmente, está entre o limite adotado pelo fabricante (2 a 3g/litro de água). Observou-se ainda, que 0,5 g de hidrogel reteu 180ml de água, o que torna o hidrogel um bom retentor de água, apto a ser aplicado no solo como condicionador. Foi observado ainda que a capacidade de retenção aumenta quando aumentamos a dose do polímero.

4.2 Estudo da umidade no solo com o uso de 1g de hidrogel usando estufa

No gráfico 1, estão apresentadas as curvas de secagem, após hidratação, das seguintes configurações: substrato, areia e hidrogel não hidratado (S + A + HÑH); substrato, areia e hidrogel hidratado (S + A + HH) e substrato e areia (S + A).

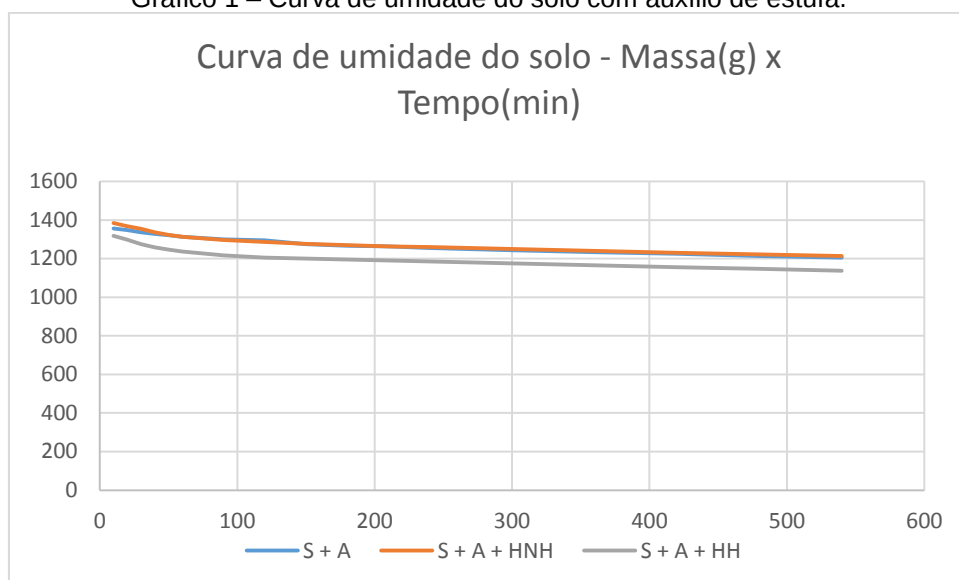
Verifica-se através do Gráfico 1, que a composição (S + A) apresenta a menor perda de água, quando compramos a massa inicial média (1356,05g) com a massa final média (1204,45g), ou seja, a perda total média durante todo tempo de observação foi de 11,2%, a curva apresenta uma forma linear decrescente. As composições com hidrogel apresentam o seguinte comportamento: a curva (S + A + HÑH) inicialmente apresenta uma defasagem, onde a perda de água é maior, porém se estabilizou após esse tempo, passando a acompanhar a curva (S + A). A água total média evaporada durante o tempo de observação para essa composição foi de 12,4%, sendo a massa inicial média igual a 1385g e a massa final média de 1213,25g; a curva (S + A + HH), apresentou-se durante todo tempo inferior as outras duas curvas, ou seja, sua perda média de água foi mais significativa, de 13,77%, sendo a massa média inicial igual a 1318,7g e a massa final média igual a 1137,1g. A possível explicação para o ocorrido, deve-se ao fato da mistura do hidrogel hidratado com o solo, onde a perda de água é significativa quando está realizando a mistura, pois as ligações da estrutura tridimensional existente dentro do polímero rompem e a água é liberada.

É possível observar ainda, que os primeiros 50 minutos apresentam diferenças expressivas entre as curvas. A perda de umidade da curva (S + A + HH) apresenta um percentual de 5,4% quando comparada a massa inicial com a massa nesse instante. Já as curvas (S + A) e (S + A + HÑH) apresentam percentuais iguais a 2,6%

e 4,5%, respectivamente. Depois dos 50 minutos iniciais todas as curvas mantêm uma trajetória retilínea, com perda de umidade mais ou menos proporcionais.

Um fator que tenha corroborado para a estabilidade da perda de umidade para ambas as curvas é a evapotranspiração da camada mais interna do substrato, pois há uma certa dificuldade para a evaporação da água, visto que a mesma precisa superar uma camada espessa de substrato para deixar a composição.

Gráfico 1 – Curva de umidade do solo com auxílio de estufa.



Fonte: Autor (2018)

4.3 Estudo da umidade no solo com o uso de diferentes doses de hidrogel

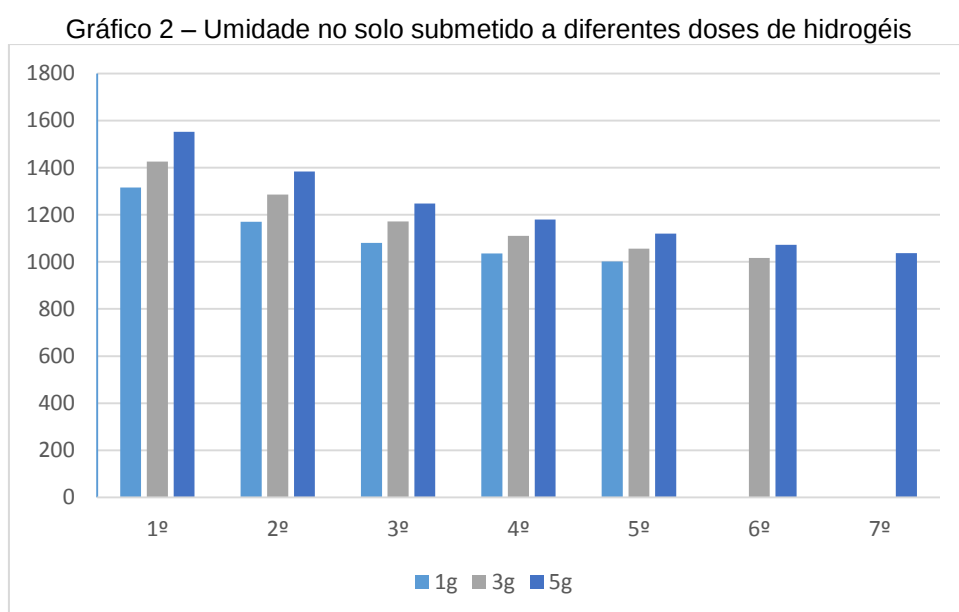
Os dados referentes a avaliação da umidade do solo submetido a diferentes doses de hidrogel, estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Análise da perda de umidade ao longo de uma semana

Dia	Massa (em gramas) do solo e hidrogel (ambos hidratado)		
	0,1%	0,3%	0,5%
1º	1316	1426	1552
2º	1170	1286	1384
3º	1080	1172	1248
4º	1036	1110	1180
5º	1002	1056	1120
6º	-	1016	1072
7º	-	-	1037

Fonte: Autor (2018)

Diante dos resultados apresentados na Tabela 1, podemos observar que a dosagem de 0,1%, reteu 316 gramas de massa de água e permaneceu úmido 5 dias, antes de atingir a sua massa inicial (1kg). O mesmo acontece com as dosagens de 3%, sendo que essa dosagem foi capaz de deixar o solo úmido um dia a mais e reteu 426 gramas de massa de água. Já a dosagem de 5% foi o que reteu uma maior quantidade de água (552g) e permaneceu úmido por mais de uma semana. Para uma melhor visualização dos dados obtidos, observem o Gráfico 2.



Fonte: Autor (2018)

O uso de 0,3% apresenta comportamento praticamente equivalente ao da maior dose utilizada, portanto essa dosagem pode representar diminuição de gastos, devido a redução do uso do polímero atingindo resultados similares aos encontrados na maior dose.

4.4 Estudo da germinação da alface

O estudo foi dividido em 3 tipos de tratamento, cada um submetido à 10 repetições (Figura 7), e todos sujeitos a mesma temperatura. O primeiro tratamento consiste na mistura de areia e substrato (S+A) que serviu de testemunha. O segundo é composto por areia, substrato e hidrogel não hidratado (HÑH). E o terceiro é composto por areia, substrato e hidrogel hidratado (HH). O maior número de sementes que brotaram, foram as sem hidrogel, cerca de 60%, porém não apresentaram nenhuma folha e sobreviveram durante 4 dias sem irrigação. As sementes com o

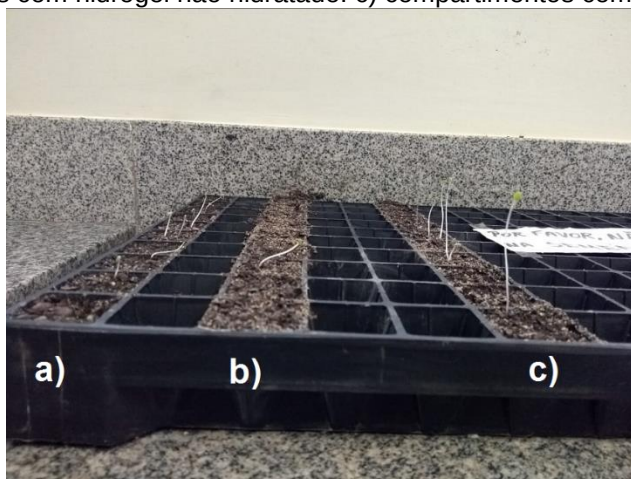
hidrogel não hidratado não apresentaram resultados satisfatórios na germinação, pois a única semente que brotou murchou em 5 dias. Já o percentual de germinação das sementes que continham hidrogel hidratado foi de 50% e permaneceram vivas durante 7 dias, além disso, apresentaram um bom desenvolvimento no comprimento do caule e no número de folhas, quando comparadas aos outros tratamentos.

A possível explicação para o maior crescimento das mudas submetidas ao polímero hidratado, deve-se a quantidade de água disponível no meio, aliado a troca catiônica dos nutrientes, já que as plantas absorvem água e nutrientes por meio de suas raízes. Azevedo (2014), em seu estudo observou que a mortalidade dos clones de eucalipto estava diretamente ligada ao excesso de água devido a dosagem exagerada do polímero. Portanto para manter a sobrevivência das plantas não depende apenas das irrigações, mas da quantidade de água disponível no solo, desse modo se faz necessário uma avaliação de umidade do solo para cada caso.

Nesta etapa, como foi feita apenas uma rega, o tratamento contendo hidrogel não hidratado não absorveu a quantidade exata para sua total saturação.

Não foram encontrados em nossas pesquisas, estudos na literatura que abordam a utilização do hidrogel na germinação com a finalidade de avaliar o número de regas e o crescimento eficiente das sementes, demonstrando a necessidade de mais pesquisas voltadas para a utilização dessa tecnologia, principalmente avaliando a dosagem correta, o tipo de substrato, marca do polímero e formas de aplicação, visto que os resultados obtidos nesse trabalho apresentaram resultados satisfatório quanto a utilização do polímero hidratado.

Figura 8 – Germinação da alface na sementeira: a) compartimentos sem hidrogel. b) compartimentos com hidrogel não hidratado. c) compartimentos com hidrogel hidratado.



Fonte: Autor (2018)

4.5 Cultivo da alface

O tempo de irrigação das mudas diferiram nos primeiros 25 dias de observação, diante do método usado. As mudas contendo o hidrogel não hidratado atingiram 70% da capacidade de campo após 36h de irrigação, enquanto as testemunhas e as que tinham a presença de hidrogel hidratado, necessitavam de irrigação diária. Após esse período, o tempo de irrigação foi o mesmo para todas as mudas, ou seja, necessitavam de irrigação diária.

Garcia, Padilha e Dias (2011), ao avaliarem o uso do hidrogel no cultivo de café, obtiveram resultados semelhantes. Os autores concluíram que a evapotranspiração era evidente em quaisquer que seja o tratamento, sejam irrigados ou não, na presença do hidrogel, nos 30 dias iniciais. Após esse período, os autores observaram que o peso de água das mudas não apresentou diferenças significativas entre os tratamentos com ou sem hidrogel.

As mudas apresentaram resultados diferenciados em função do Tratamento usado (Figura 8). As mudas submetidas ao uso do hidrogel seco apresentaram resultados semelhantes aos das testemunhas, sendo que as testemunhas obtiveram melhores resultados quando analisados os parâmetros: diâmetro médio do caule, comprimento da parte aérea, peso da massa seca e número de folhas. Já as mudas contendo hidrogel hidratado obtiveram resultados inferiores em todos os parâmetros avaliados.

Figura 9 – Desenvolvimento das mudas após 30 dias de cultivo. a) Todas as mudas. b) Testemunhas. c) Mudas com hidrogel não hidratado e d) mudas com hidrogel hidratado.



Fonte: Autor (2018)

Na Tabela 2, estão apresentados os valores médios de número de folhas, diâmetro do caule, comprimento da parte aérea, massa seca da parte aérea e a massa seca da raiz, dos três tipos de tratamentos.

Tabela 2 – Parâmetros morfológicos avaliados: Número de Folhas (NF), Diâmetro Médio do Caule (DMC), Comprimento Médio da parte aérea (CPA), Massa seca da parte aérea (MSPA) e Massa seca da raiz (MSR).

Variáveis	S + A	S + A + HÑH	S + A + HH
NF	8	5	6
DMC	3,77 mm	3,48 mm	2,81 mm
CPA	8,3 cm	7 cm	5,85 cm
MSPA	0,1932 g	0,0864 g	0,0542 g
MSR	0,0338 g	0,0164 g	0,0007 g

Fonte: Autor (2018)

As características avaliadas apresentaram-se sempre superior no sistema de plantio tradicional, sem a presença do polímero. Valores maiores apresentados no sistema tradicional podem estar associados a não hidratação completa do hidrogel na forma granular, pois quando se realiza a irrigação, rapidamente a água é escoada pelos canais, ficando retida apenas uma certa quantidade absorvida pelo substrato. Assim como verificou-se que a presença do hidrogel não favoreceu ao desenvolvimento radicular. A disponibilidade de água na zona radicular pode ter limitado o crescimento das raízes e comprometendo desta forma o desenvolvimento da parte aérea. Resultados semelhantes foram obtidos por Vale; Carvalho; Paiva (2005), que ao avaliarem doses de 3 e 6 gramas de hidrogel (na forma granular) misturados ao substrato, no desenvolvimento de mudas de cafeeiro, verificaram que não houve diferenças significativas em nenhuma das características avaliadas, nas mudas com o uso do hidrogel, porém as testemunhas se destacaram por apresentarem resultados melhores com o sistema de cultivo tradicional, sem o uso do polímero.

As mudas com hidrogel hidratado apresentaram resultados retardados, ou seja, o crescimento das mudas em determinado tempo de observação não apresentou avanços significativos, como o esperado. A possível explicação para o acontecimento, deve-se ao fato da não absorção de água da forma adequada, devido a viscosidade do gel. Navroski et al (2015) afirma que para um melhor crescimento da planta tanto no diâmetro de coleto quanto na altura é necessária uma dosagem correta de água,

visto que doses irregulares provocam perda de nutrientes. Estudos realizado por Pinto Junior (2016), corrobora com os resultados obtido nesse trabalho. O autor avaliou três diferentes tipos de hidrogel aplicado ao solo dissolvido em solução aquosa, observou que um dos tipos de hidrogel avaliado, apresentou a menor média para as variáveis diâmetro do coleto e altura da parte área quando comparadas aos tratamentos sem uso de hidrogel.

Gomes (2013) também não observou interação significativa entre as lâminas de irrigação e dosagens do polímero para o diâmetro das mudas, sendo que nem as dosagens do polímero, nem as lâminas de irrigação apresentaram diferenças significativas no decorrer do experimento, mesmo que 100 % da irrigação tenham produzido mudas de maior diâmetro.

É possível observar ainda que embora o comprimento das folhas para o tratamento contendo hidrogel não hidratado tenha sido maior do que o tratamento contendo hidrogel hidratado, esse último se destaca quanto ao número de folhas.

O uso do polímero não apresentou diferenças nos resultados da massa seca radicular e da massa seca da parte aérea, quando comparado as testemunhas. O polímero na forma de gel aplicado entre duas camadas de solo, pode ter sido o limitante na expansão das raízes uma vez que as mesmas ficaram alocadas na mesma profundidade que o gel foi aplicado não favorecendo, portanto, um bom desenvolvimento na parte aérea das mudas. Dusi (2005), em seus estudos observou que o desenvolvimento das mudas de *Brachiaria decumbens* foi mais evidente nos tratamentos com a presença do polímero e de doses de nitrogênio, porém não foi observado diferenças significativas da produção de massa seca, quando os polímeros foram adicionados sem a presença do nitrogênio.

Um fator que deve-se levar em consideração é o número de folhas que murcharam ao longo de todo o tempo experimental. O tratamento que apresentou a maior quantidade média de folhas murchas, levando em consideração o número médio de folhas que brotaram e o número médio das folhas que murcharam, que representa cerca de 24%, foi o cultivo tradicional, em seguida a composição contendo hidrogel não hidratado, representando 20%, das folhas murchas e a composição contendo hidrogel hidratado com, 16%.

5. CONCLUSÃO

Com o estudo da umidade no solo usando diferentes doses de hidrogel, foi possível concluir que a dosagem de 3g do polímero, apresenta resultados satisfatórios quanto a disponibilidade de água e menores custos.

Para o estudo específico da germinação da alface em sementeiras com apenas uma rega, o uso do polímero hidratado apresentou-se mais eficiente no processo germinativo, frente ao desenvolvimento inicial da muda.

O cultivo tradicional da alface apresentou melhores resultados em comparação a utilização do hidrogel, no que se refere a matéria seca da parte aérea, do sistema radicular, números de folhas, diâmetro do coleto e comprimento da parte aérea da muda.

A profundidade do hidrogel pode ter interferência direta no desenvolvimento do sistema radicular, comprometendo de forma expressiva o desenvolvimento da parte aérea do cultivo da alface.

Como estudos futuros, sugerem-se avaliar a profundidade do hidrogel no desenvolvimento do sistema radicular.

REFERÊNCIAS

- ADAMS, J.C.; LOCKABY, B.G. **Commercially produced super absorbent material increase water – holding capacity of soil medium**. Tree-planters, New York, v. 38, p. 24-25, 1987.
- ALCÂNTARA F. A. de; MADEIRA N. R. **Manejo do solo no sistema de produção orgânico de hortaliças**. EMBRAPA: Circular Técnica, 64. Brasília – DF. Jun. 2008.
- AOUADA, Fauze Ahmad. **Síntese e caracterização de hidrogéis de poliacrilamida e metilcelulose para liberação controlada de pesticidas**. 2009. 141p. Tese (Doutorado). Universidade Federal de São Carlos, São Carlos – SP, 2009.
- AZEVEDO, G. T. O. S. **Produção de mudas clonais de Eucalyptus spp. com polímero hidrorretentor incorporado ao substrato**. Dissertação de Mestrado em Ciências Florestais, Publicação PPGEFL.DM-231/2014. Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 60 f. 2014.
- 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.
- BALENA, S. P. **Efeito de polímeros hidrorretentores nas propriedades físicas e hidráulicas de dois meios porosos**. 1998. 57p. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1998.
- BARROS, J. D. de S.; PORDEUS, A. V. **Agricultura no Semiárido Brasileiro: Desafios e Potencialidades na Adoção de Práticas Agrícolas Sustentáveis**. In: Diversidade: Aprender o semiárido, no semiárido e com o semiárido. 1. 2017. Cajazeiras. Anais... Cajazeiras: CONIDIS, 2017. 12.
- BIOSEMENTES, Biogel aqua plus para plantio Biosementes. 2011. Disponível em: <<http://biosementes.com.br/loja/item/Biogel-Aqua-Plus-para-plantio>> Biosementes-1kg.html> Acesso em 16 julho 2018.
- BUZETTO, F. A.; BIZON, J. M. C.; SEIXAS, F. **Avaliação de hidrogel no fornecimento de água para mudas de Eucalyptus em pós-plantio**. Piracicaba: IPEF, 2002. 8p. (Circular Técnica, 195).
- DUZI, 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.
- EMBRAPA. **Embrapa solos**: Classificação dos solos. Sem data. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/solos/sibcs/classificacao-de-solos>>. Acesso em 3 set 2018.

GARCIA, A. L. A.; PADILHA, L.; DIAS, A. S. **Uso de polímero hidroretentor no plantio de cafeeiros em ambiente protegido**. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL. 7. 2011. Araxá, Anais... Araxá: UFV, 2011. Não paginado.

GOMES, D. R. **Resposta de mudas clonais de eucalipto cultivadas com hidrorretentor em diferentes níveis de disponibilidade hídrica**. 2013. 89f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais). Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, 2013.

HORTA. **Como plantar alface**, sem data. Disponível em: <<http://hortas.info/como-plantar-alface>> Acesso em 7 jul. 2018.

LÉDO, F.J.S.; SOUSA, J.A.; SILVA, M.R. **Desempenho de cultivares de alface no Estado do Acre**. Horticultura Brasileira, Brasília, v. 18, n. 3, p. 225-228, novembro 2.000.

MARQUES, F. A. et al. **Solos do nordeste brasileiro**. EMBRAPA solos. (Folheto) Recife, 2014. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/114582/1/FOLDER-SOLOS-DO-NE-versao-final.pdf>>. Acesso em 03 de set 2018.

MASTOROSA, Luciana. **Conheça os vários tipos de alface**. 2017. Disponível em: <<https://revistacasaedjardim.globo.com/Casa-e-Comida/Reportagens/Comida/noticia/2017/08/conheca-os-varios-tipos-de-alface.html>>. Acesso em 03 de set. 2018.

MAKISHIMA, N. **O cultivo de hortaliças**. Brasnia: EMBRAPA-CNPB: EMBRAPA-SPI, 1993. 116p.; 16 cm. - (Coleção Plantar; 4). Brasília – DF, 2004.

MAKISHIMA, N. et al. **Projeto horta solidária: cultivo de hortaliças**. EMPRAPA MEIO AMBIENTE – Jaguariúna - SP, 2010.

MANDULÃO, G.E.C et al. **Uso De Hidrogel E Substratos Na Produção De Mudas De Pimentão**. Apresentado no Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC'2017 8 a 11 de agosto de 2017 – Belém-PA, Brasil. Disponível em <http://www.confea.org.br/media/contecc2017/agronomia/123_udhesnpdmdpc.pdf> Acesso 02 abr. 2018.

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 - Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, PB v.2, n.2, p.87-92, 2013. Disponível em <<https://www2.ufrb.edu.br/wrim/wrim-v-2-n-2-2013?download=34:hydrogel-as-an-alternative-to-increase-water-storage-capacity->

of-soilhidrogel-como-alternativa-no-aumento-da-capacidade-de-armazenamento-de-agua-no-solo>. Acesso em 02 de abr. 2018.

MIKKELSEN, R.L. **Using hydrophilic polymers to control nutrient release**. Department of Soil Science, North Carolina State University, Raleigh, NC 27695 USA. Fertilizer Research 38: 53-59, 1994. KluwerAcademic Publishers. Printed in the Netherlands.

MIKKELSEN R.L.; BEHEL JR A.D.; WILLIAMS H.M. **Addition of gel-forming hydrophilic polymers to nitrogen fertilizer solutions**. Fertilizer Research, v.36, p.55-61, 1993.

VALARINI P. J.; OLIVEIRA F. R. A.; SCHILICKMANN S. F.; **Qualidade do solo em sistemas de produção de hortaliças orgânico e convencional**. Horticultura Brasileira. POPPI RJ. 2011.

NAVROSKI, M.C. et al. **Influência do hidrogel no crescimento e no teor de nutrientes das mudas de Eucalyptus Dunnii**. FLORESTA, Curitiba, PR, v. 45, n. 2, p. 315 - 328, abr. / jun. 2015.

PELEGRIIN, A. J. de 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. Rio Grande do Sul, 2017.

PINTO JÚNIOR, José Alvim. **Hidrogel no plantio de mudas de Eremanthus erythropappus (DC.)**. 2016. 87 p.: il. Dissertação (mestrado acadêmico) – Universidade Federal de Lavras, 2016.

SABADINI, Rodrigo César. 2015. **Redes poliméricas de macromoléculas naturais como hidrogéis superabsorventes**. Tese de Doutorado em Físico-química. Instituto de química de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Paulo, SP.

SANTOS, H. T. dos et al. **Cultivo de alface em solos com hidrogel utilizando irrigação automatizada**. Coffee Science, Eng. Agríc., Jaboticabal, v.35, n.5, p.852-862, set./out. 2015.

VALE, G. F. R. do; CARVALHO, S. P. DE; 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, abr./jun. 2005.

VIEIRA PINTO, L.E.; SANTANA, M.R.; GODINHO, A.M.M. **Utilização Do Hidrogel Na Produção De Mudas De Pimenta Jalapeño**. Colloquium Agrariae, vol. 11, n. Especial p. 66-72. 2015.

VIEIRA PINTO, L.E.; MARIA, A.C.G de; MARTINS, F.B.; PRADELA, V.A. **Produção De Mudas De Tomate Cereja Com Uso De Polímero E Diferentes Regimes De Reposição Hídrica**. Colloquium Agrariae, vol. 13, n. Especia, p. 143-149.I, Jul–Dez, 2017.

WOFFORD Jr.; D.J.; KOSKI, A.J. **A polymer for the drought years (on line).** Colorado Green. Aug. 1990. [cited nov. 1998]. Disponível em: <<http://kimberly.ars.usda.gov>>. Acesso em: 18 jun. 2018.