

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO - CAMPUS CERES
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM IRRIGAÇÃO NO CERRADO

NÍVEIS DE IRRIGAÇÃO E DOSES DE HIDROGEL NA
PRODUÇÃO DA COUVE-CHINESA EM AMBIENTE
PROTEGIDO

Autor: Danilo Vieira Felix
Orientador: Prof. Dr. Antônio Evami Cavalcante Sousa
Coorientador: Dr. Henrique Fonseca Elias de Oliveira

CERES - GO
Julho - 2018

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO - CAMPUS CERES
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM IRRIGAÇÃO NO CERRADO

NÍVEIS DE IRRIGAÇÃO E DOSES DE HIDROGEL NA
PRODUÇÃO DA COUVE-CHINESA EM AMBIENTE
PROTEGIDO

Autor: Danilo Vieira Felix
Orientador: Prof. Dr. Antônio Evami Cavalcante Sousa
Coorientador: Dr. Henrique Fonseca Elias de Oliveira

Dissertação apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM IRRIGAÇÃO NO CERRADO, no Programa de Pós-Graduação em Irrigação no Cerrado do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano - Campus Ceres - Área de concentração: Tecnologias em Irrigação.

Ceres - GO
Julho - 2018

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

FD186d Felix, Danilo Vieira
DIFERENTES NÍVEIS DE IRRIGAÇÃO E DOSES DE
HIDROGEL NA PRODUÇÃO DA COUVE-CHINESA (*Brassica
pekinensis*) EM AMBIENTE PROTEGIDO / Danilo Vieira
Felix; orientador Antonio Evami Cavalcante Sousa; co-
orientador Henrique Fonseca Elias de Oliveira. --
Ceres, 2018.
40 p.

Dissertação (Mestrado em Mestrado em Irrigação no
Cerrado) -- Instituto Federal Goiano, Campus Ceres,
2018.

1. Brassicaceae. 2. Lâmina de água. 3. Solução
hidrorretentora. I. Sousa, Antonio Evami Cavalcante
, orient. II. Oliveira, Henrique Fonseca Elias de ,
co-orient. III. Título.

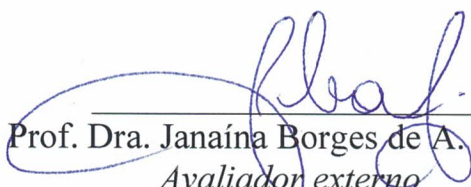
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO - CAMPUS CERES
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM IRRIGAÇÃO NO CERRADO

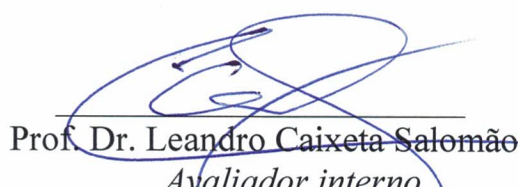
DIFERENTES NÍVEIS DE IRRIGAÇÃO E DOSES DE
HIDROGEL NA PRODUÇÃO DA COUVE-CHINESA
(*Brassica pekinensis*) EM AMBIENTE PROTEGIDO

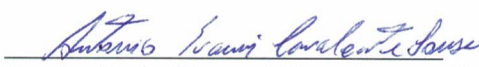
Autor: Danilo Vieira Felix
Orientador: Prof. Dr. Antônio Evami Cavalcante Sousa
Coorientador: Dr. Henrique Fonseca Elias de Oliveira

TITULAÇÃO: Mestre em Irrigação no Cerrado - Área de Concentração:
Irrigação

APROVADO em 31 de JULHO de 2018.


Prof. Dra. Janaína Borges de A. França
Avaliador externo
UEG – Campus Ipamerí


Prof. Dr. Leandro Caixeta Salomão
Avaliador interno
IF Goiano - Campus Urutaí


Prof. Dr. Antônio Evami Cavalcante Sousa
(Orientador)
IF Goiano - Campus Ceres

**DEDICO AOS MEUS PAIS, JERÔNIMO FELIX DE ALMEIDA E DORALICE
VIEIRA DE ALMEIDA,**

por tudo aquilo que representam para mim: exemplos de força, fé, humildade,
perseverança, solidariedade e amor. Sem dúvida alguma, essa conquista é de vocês.

OFEREÇO

À MINHA ESPOSA, BRUNA BORGES,
por estar sempre ao meu lado durante esses anos.

E À MINHA FAMÍLIA,
pelo afeto, carinho, ajuda e compreensão.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida e saúde para a realização e concretização deste trabalho.

Aos meus pais, Jerônimo Felix de Almeida e Doralice Vieira de Almeida, à minha esposa Bruna Borges e aos meus filhos Thiago Henrique Borges Felix e Heitor Gabriel Borges Felix pela confiança, apoio e motivação na realização de mais essa etapa.

Ao Instituto Federal Goiano – Campus Ceres, por todos esses anos de ensino e aprendizado.

Ao orientador Prof. Dr. Antônio Evami Cavalcante Sousa, por todos ensinamentos.

Ao coorientador, Prof. Dr. Henrique Fonseca, pelo conhecimento compartilhado.

Aos membros da banca, pela contribuição na lapidação deste trabalho.

Aos demais professores do programa de Pós-graduação, por todos os ensinamentos transmitidos.

Aos colegas de curso Rivia, Murilo, Ludmila, Hugo, Welcio, Alexandre Pureza, Renato, Raul e aos demais, pela amizade, companheirismo e contribuição durante o mestrado.

Aos alunos do curso de Agronomia do IF Goiano – Campus Ceres, Lucas, Matheus e Samuel que colaboraram na condução do experimento.

E as demais pessoas que de uma forma ou de outra contribuíram para que este trabalho pudesse ser concluído.

BIOGRAFIA DO AUTOR

Danilo Vieira Felix, filho de Jerônimo Felix de Almeida e Doralice Vieira de Almeida, nasceu em Itapuranga-GO, aos 23 de junho de 1991, casado.

Agrônomo pelo Instituto Federal Goiano – Campus Ceres, concluído em 2014, com ênfase em irrigação, produção de mudas de espécies nativas, agricultura geral e mecânica agrícola. Bolsista PIBITI/CNPq e PIBITI/IF Goiano, entre 2010-2012 e 2013-2014. Bolsista, em 2013, como monitor de Mecânica Agrícola.

Em 2015, iniciou atuação como Agrônomo da CIRPA - Comércio Indústria e Representação de Produtos Agropecuários, Itapuranga-GO. Em 2016, iniciou o Mestrado Profissional no Programa de Pós-Graduação em Irrigação no Cerrado do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Ceres – Área de concentração: Tecnologias em Irrigação.

SUMÁRIO

	Página
ÍNDICE DE TABELAS -----	viii
ÍNDICE DE FIGURAS -----	ix
RESUMO -----	xii
ABSTRACT -----	xiii
1. INTRODUÇÃO -----	15
1.1. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS -----	19
2. OBJETIVOS -----	21
3. CAPÍTULO I -----	22
3.1. INTRODUÇÃO -----	23
3.2. MATERIAL E MÉTODOS -----	25
3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO -----	30
3.4. CONCLUSÕES -----	38
3.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS -----	38

ÍNDICE DE TABELAS

	Página
Tabela 1. Resultados da análise química de solo do ambiente protegido 1, do campo experimental Ceres - GO, 2018-----	26
Tabela 2. Coeficiente de cultura (Kc) durante as fases inicial (I), crescimento de plantas (II), formação da produção (III) e pré-colheita (IV) para a couve-chinesa-----	28
Tabela 3. Lâminas acumuladas para cada lâmina de irrigação utilizada no cultivo de couve-chinesa em Ceres-GO-----	31
Tabela 4. Resumo da ANOVA para diâmetro do caule (DC), altura de plantas (H), número de folhas (NF), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa seca da parte aérea (MSPA), produtividade (PRO) e eficiência do uso da água (EUA) da couve-chinesa submetida a quatro lâminas de irrigação e a cinco doses de hidrogel-----	31

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1: Imagem aérea do Instituto Federal Goiano – Campus Ceres e ambiente protegido-----	26
Figura 2. Croqui da distribuição do experimento -----	27
Figura 3. Temperatura do ar no interior do ambiente protegido em Ceres-GO -----	30
Figura 4. Efeito das doses de hidrogel (0, 10, 20, 30, 40 g) aplicadas sob diferentes lâminas de irrigação no diâmetro do caule da couve-chinesa em Ceres-GO -----	32
Figura 5. Número de folhas (NF) em A e altura de plantas em B, para diferentes lâminas de irrigação, no cultivo de couve-chinesa em Ceres-GO-----	33
Figura 6. Massa fresca da parte aérea (MFPA) para diferentes lâminas de irrigação em A e doses de hidrogel em B no cultivo de couve-chinesa em Ceres-GO-----	34
Figura 7. Massa seca da parte aérea (MSPA) para diferentes lâminas de irrigação em A e doses de hidrogel em B no cultivo de couve-chinesa em Ceres-GO-----	35
Figura 8. Produtividade (PRO) para diferentes lâminas de irrigação em A e doses de hidrogel em B no cultivo de couve-chinesa em Ceres-GO-----	36
Figura 9. Eficiência do uso da água (EUA) para diferentes doses de hidrogel no cultivo de couve-chinesa em Ceres-GO-----	37

LISTA DE SÍMBOLOS, SIGLAS, ABREVIACÕES E UNIDADES

Símbolo /Sigla	Significado	Unidade
ANOVA	Análise de Variância	-
CUD	Coefficiente de Uniformidade de Distribuição	%
CV	Coefficiente de Variação	%
DAT	Dias Após o Transplante	Dias
DBC	Delineamento de Blocos ao Acaso	
ETc	Evapotranspiração da Cultura	mm
ETo	Evapotranspiração de Referência	mm
EUA	Eficiência do Uso da Água	Kg.ha ⁻¹ .mm ⁻¹
EV	Evaporação do Tanque	mm
H	Altura máxima de plantas	cm
Kc	Coefficiente da Cultura	Decimal
m.c.a.	Metros de coluna d'água	
MFPA	Massa Fresca da Parte Aérea	g
MSPA	Massa Seca da Parte Aérea	g
MSF	Massa Seca da Folha	g
NF	Número de Folhas	Unidade
PRO	Produtividade	t.ha ⁻¹
SAP	Polímero Superabsorvente	-
T Max	Temperatura Máxima	°C
T Med	Temperatura Média	°C
T Min	Temperatura Mínima	°C

RESUMO

FELIX, DANILO VIEIRA. Instituto Federal Goiano - Campus Ceres – GO, Julho de 2018. **Níveis de irrigação e doses de hidrogel na produção da couve-chinesa em ambiente protegido.** Orientador: Dr. Antônio Evami Cavalcante Sousa. Coorientador: Dr. Henrique Fonseca Elias de Oliveira.

O uso de polímeros hidrorretentores na agricultura irrigada é uma nova ferramenta que tem alcançado a cada dia mais espaço nas pesquisas realizadas com manejo de irrigação. Sua utilização tem-se mostrado promissora, entretanto, existem poucos estudos que detalham a dosagem a ser aplicada e a economia de água promovida. Assim, objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito de diferentes lâminas de irrigação e concentrações de hidrogel, na produção da cultura da couve-chinesa em ambiente protegido. O experimento foi conduzido no campo experimental do Instituto Federal Goiano - Campus Ceres, entre abril e julho de 2018. Foi utilizado, no experimento, o delineamento estatístico de blocos ao acaso, com parcelas subdivididas em esquema fatorial (5x4), em que se utilizaram cinco doses de hidrogel (0, 10, 20, 30 e 40 g/vaso) e quatro lâminas de irrigação (40, 80, 120, e 160% ETc). As lâminas de irrigação foram montadas como fator parcela e as doses de hidrogel como fator subparcela. Cada parcela (lâmina) foi composta por cinco plantas, cada bloco com 20 plantas, totalizando 80 plantas no experimento. A cultivar de couve-chinesa utilizada foi a Kyoto N° 3. A colheita foi realizada 71 dias após o transplante (DAT), no momento em que as plantas atingiram o máximo crescimento vegetativo. Foram avaliadas as seguintes variáveis: Diâmetro de Caule (DC); Altura Máxima de Plantas (H); Número de folhas (NF); Massa Fresca da Parte Aérea (MFPA) e Massa Seca da Parte Aérea (MSPA); Produtividade (PRO) e; Eficiência no Uso da Água (EUA). Foi realizada Análise de Variância (ANOVA) dos dados e, para os tratamentos que apresentaram significância, os dados foram submetidos à análise de regressão, definindo o melhor ajuste, segundo combinação de significância

a 1 ou 5%. As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do software estatístico SISVAR 5.6. As lâminas de irrigação influenciaram de forma significativa as variáveis H, NF, MFPA, MSPA e PRO. As doses de hidrogel proporcionaram efeito significativo sobre as variáveis. A interação dos fatores estudados foi observada apenas para a variável DC. Os valores de PRO, em função das lâminas de irrigação, tiveram acréscimo de 223,54% comparando às lâminas de 40 e 160%. O valor máximo (21,98 t.ha⁻¹) foi obtido com a dose de 30,41 g de hidrogel.

PALAVRAS-CHAVE: *Brassicaceae*, lâmina de água, solução hidrorretentora.

ABSTRACT

FELIX, DANILO VIEIRA. Instituto Federal Goiano, Ceres Campus, Goiás (GO), Brazil, July, 2018. **Levels of irrigation and hydrogel doses in the production of Chinese cabbage in protected environment.** Advisor: Dr. Antônio Evami Cavalcante Sousa. Co-advisor: Dr. Henrique Fonseca Elias de Oliveira.

The use of water-retainer polymers in irrigated agriculture is a new tool, which has reached more and more space in irrigation management research. Its use has a promising application, however there are few studies that detail the dosage to be applied and the water saving promoted. The aim of this work was to evaluate the effect of different irrigation slides and hydrogel concentrations on the production of Chinese cabbage in a protected environment. The experiment was conducted in the experimental field of the *Instituto Federal Goiano Campus Ceres* between the months of April and July of 2018. The experimental design was a randomized block design with split plots in a factorial scheme (5x4), using five hydrogel doses (0, 10, 20, 30 and 40 g / pot) and four irrigation slides (40, 80, 120, and 160% ETc). The irrigation slides were assembled as the plot factor and the hydrogel doses as a subplot factor. Each plot (slide) was composed of 5 plants, each block had 20 plants, in a total of 80 plants in the experiment. The Chinese cabbage cultivar used was Kyoto No. 3. The harvesting was carried out 71 days after transplanting when the plants reached maximum vegetative growth. The following variables were evaluated: Stem diameter (DC); Maximum height of plants (H); Number of leaves (NF); Fresh aerial shoot mass (MFPA) and dry shoot mass (MSPA); Productivity (PRO) and; Efficiency in water use (EUA). Analysis of variance of the data (ANOVA) was performed, and for the treatments that presented significance, the data were submitted to regression analysis, defining the best fit, according to a combination of a 1 or 5% significance. Statistical analyzes were performed with the aid of SISVAR statistical software 5.6. Irrigation slides significantly influenced variables. The hydrogel doses had a significant effect on the variables. The interaction of the studied factors was observed only for the DC variable. The values of PRO as a function of the irrigation slides increased by 223.54%, comparing the slides of 40

and 160%. The maximum value (21.98 t.ha⁻¹) was obtained with the dose of 30.41 g of hydrogel.

KEYWORDS: *brassica*, water slides, water retainer solution.

1. INTRODUÇÃO

A água é um bem indispensável à vida, mas está cada vez mais escassa. Logo, é necessário que seu uso seja realizado de maneira mais eficiente, seja por meio de sua correta utilização, seja por adoção de novas tecnologias poupadoras de água.

A agricultura irrigada é extremamente importante para humanidade, contudo, o insumo primordial dessa técnica de produção, a água, apresenta demanda crescente, das mais diversas origens, em um cenário com poucas perspectivas e visível escassez (Borghetti et al., 2017).

Rodrigues et al. (2017) apontam que a assimetria entre o crescimento populacional, a produção de alimentos e a oferta hídrica contribuem para intensificar e ampliar as dificuldades associadas aos desafios de aumentar a produção de alimentos para o patamar necessário.

Os referidos autores ressaltam que o crescimento da irrigação não pode mais se fundamentar apenas no aumento do uso de recursos hídricos. Irrigar com qualidade se torna um dos desafios da agricultura irrigada, o que significa buscar continuamente elevada eficiência e produtividade de uso das águas.

Borghetti et al. (2017) relatam que o aperfeiçoamento e aumento da eficiência das técnicas e dos processos de irrigação criam condições para a expansão da agricultura irrigada de forma sustentável, por meio da introdução de sistemas e métodos mais eficientes, de tecnologias modernas para o manejo adequado da água e do solo.

Na agricultura irrigada, o primeiro passo para se estabelecer um planejamento e manejo adequados de irrigação é a escolha do método e do sistema de irrigação (Bastos et al., 2011). De acordo com Testezlaf (2017), os modos de se aplicar água à

cultura e os métodos de irrigação podem ser definidos como: aspersão, superfície, localizada e subsuperficial. Desses, o método de irrigação localizada pode ser caracterizado pela aplicação de água no solo diretamente sobre a região radicular, com alta frequência de aplicação, constituindo-se de um turno de rega de um a quatro dias e em pequenas intensidades (1 a 160 L.h⁻¹). No sistema de gotejamento, as vazões são de 1 a 20 L.h⁻¹ (Bernardo et al., 2006).

Para Carvalho & Oliveira (2012), os sistemas de irrigação localizada possuem grande importância no cenário agrícola brasileiro, com aplicações voltadas, principalmente, para a horticultura e a fertirrigação. Assim, uma das características básicas desses sistemas é que a área superficial molhada é menor que nos demais sistemas (Marouelli et al., 2014), o que faz com que as perdas de água por evaporação sejam minimizadas, já que não ocorre o molhamento do solo, onde não há cultura plantada (Grah et al., 2012). Logo, o volume de água para irrigação localizada é menor, sendo uma vantagem para locais onde os recursos hídricos são escassos.

Com a aplicação de água mais direcionada e volume inferior, comparado aos demais sistemas de irrigação, o de gotejamento atinge, de maneira positiva, altos valores de eficiência do uso da água (EUA). Além disso, segundo Souza et al. (2006), o coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD) do sistema de gotejamento, geralmente, ultrapassa os 90%, classificando-o como excelente.

Além de escolher um sistema de irrigação adequado, para Netto et al. (2013), é necessário ter conhecimento de quanto e quando irrigar, o que é obtido por meio do manejo de irrigação, já que os recursos hídricos são considerados escassos e de significativo valor econômico.

De acordo com Saad (2009), para que as plantas atinjam sua máxima produtividade, elas necessitam receber água em quantidade adequada e nos momentos oportunos. Dessa forma, o manejo racional da irrigação previne o estresse hídrico das plantas, seja por excesso ou por déficit.

Esse manejo não pode ser considerado apenas uma etapa independente no processo de produção agrícola, pois tanto é um ponto fundamental na produtividade da cultura explorada, quanto no uso eficiente da água, promovendo a conservação do meio ambiente (Camargo, 2016).

Outro ponto crucial no manejo da irrigação é que cada cultura, ou mesmo cada cultivar ou híbrido, tem necessidade de água diferente, dependendo da fase de desenvolvimento da planta e de acordo com as condições climáticas (Saad, 2009).

Verifica-se que há demanda crescente na utilização de recursos hídricos. Tal característica leva à necessidade de aperfeiçoamento das técnicas atuais de manejos de irrigação, bem como cria a demanda de pesquisas acerca de novas tecnologias poupadoras de água como a utilização de polímeros hidrorretentores.

Segundo Ferreira et al. (2014), os polímeros hidrorretentores também chamados de condicionadores de solo, polímeros hidroabsorventes, géis hidrorretentores ou simplesmente hidrogel, tem sido amplamente utilizado na agricultura.

De acordo com Azevedo et al. (2002), os polímeros, à base de poliacrilamida, foram criados, na década de 50, por uma empresa americana. Esses materiais tinham pequena capacidade de retenção de água deionizada, cerca de 20 vezes a sua massa. Nos anos 70, uma empresa britânica conseguiu aumentar essa capacidade de retenção de 20 para 40 vezes e de 40 para 400 vezes, no ano de 1982.

Hoje, no mercado, esses materiais também são conhecidos como polímeros superabsorventes (SAP), os quais têm a capacidade de reter de 100 a 1000g de água por grama de polímero (Rosa et al., 2007).

Existem diversos tipos de hidrogel que podem ser divididos basicamente em dois grupos: o físico e o químico, que são materiais poliméricos que, em condições específicas, podem absorver grande quantidade de água, assim como uma solução nutritiva ou algum composto de interesse (Silva, 2017).

Segundo Bogarim (2014), os polímeros hidrorretentores atuam como alternativa em situações em que não há disponibilidade de água no solo, circunstâncias de estresse hídrico ou em longos períodos de estiagem, momentos em que a baixa umidade do solo afeta de forma negativa o desenvolvimento das plantas.

De acordo com Lopes et al. (2017), os hidrogéis atuam como reservatórios de água localizados próximos às raízes, estando prontamente disponíveis às plantas. Segundo esses autores, o uso do hidrogel é uma alternativa para reduzir perdas de rendimento causadas pela seca, pois esse material influencia diretamente na tolerância à seca e, conseqüentemente, no rendimento das plantas sob estresse hídrico.

Os polímeros hidrorretentores estão sendo utilizados em cultivos variados no cenário nacional, a exemplo da produção de frutas, olerícolas e mudas de diversas espécies, tal como na formação de gramados em jardins, campos de futebol e de golfe (Mendonça et al., 2013).

Azevedo et al. (2002), Mendonça et al. (2013), Lopes et al. (2017) comprovam a eficiência do uso do hidrogel na agricultura. Além disso, é possível afirmar que quanto menor a disponibilidade de água, maior a importância do hidrogel no sistema, uma vez que nessas condições sua atividade é mais notável (Bogarim, 2014). Tais condições podem limitar, em nível de produtividade, diferentes tipos de cultivos, afetando desde os grandes empreendedores rurais até os agricultores familiares.

Os agricultores familiares cultivam uma infinidade de produtos, com destaque para as hortaliças, pois além de enriquecer e complementar a sua dieta, promovem retorno econômico rápido, dando suporte a outras explorações de médio a longo prazo. Ademais, o cultivo de hortaliças se adapta à produção em pequenas áreas ou até mesmo em sistema de consórcio com outras culturas. Assim, é de suma importância que os agricultores familiares obtenham os conhecimentos e tecnologias disponíveis para o cultivo de hortaliças (Amaro et al., 2007).

O cultivo em ambiente protegido possibilita ao agricultor oferecer ao mercado produtos de boa qualidade, em períodos de baixa oferta e alta cotação de preços, o que promove maior lucratividade (Rodrigues, 2015). Mesmo possuindo tamanha importância para a olericultura, essa modalidade de cultivo carece de pesquisas que subsidiem o aproveitamento do potencial dessa tecnologia, especialmente no que diz respeito ao manejo adequado da irrigação (Santos & Pereira, 2004).

O uso de polímeros hidrorretentores, na agricultura irrigada, é uma nova ferramenta que tem ocupado, a cada dia, mais espaço nas pesquisas realizadas com manejo de irrigação. Essa tecnologia tem se mostrado promissora, entretanto existem poucos estudos que detalham a dosagem a ser aplicada e a economia de água promovida. Assim, objetivou-se, com esse trabalho, avaliar o efeito de diferentes lâminas de irrigação e concentrações de hidrogel, na produção de couve-chinesa em ambiente protegido.

1.1. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Amaro, G. B.; Silva, D. M.; Marinho, A. G. Nascimento, W. M. Recomendações técnicas para o cultivo de hortaliças em agricultura familiar. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2007. 16p. Circular Técnica, 47.

Azevedo, T. L. F.; Bertonha, A.; Gonçalves, A. C. A. Uso de hidrogel na agricultura. Revista do Programa de Ciências Agro-Ambientais, v.1, n.1, p.23-31, 2002.

Bastos, E. A.; Nogueira, C. C. P.; Veloso, M. E. C.; Andrade Júnior, A. S.; Sousa, V. F.; Paz, V. P. S. Métodos e sistemas de irrigação. In: Sousa, V. F.; Marouelli, W. A.; Coelho, E. F.; Pinto, J. M.; Coelho Filho, M. A. (Org.). Irrigação e fertirrigação em frutíferas e hortaliças. Brasília: Embrapa, 2011. p.137-156.

Bernardo, S.; Soares, A. S.; Mantovani, E. C. Manual de irrigação. 8.ed. Viçosa: UFV, 2006. 625p.

Bogarim, E. P. A. Uso de hidrogel no desenvolvimento de espécies nativas, visando aplicação em áreas degradadas. Dourados: UFGD, 2014. 48f. Dissertação Mestrado.

Borghetti, J. R.; Silva, W. L. C.; Nocko, H. R.; Loyola, L. N.; Chianca, G. K. Agricultura Irrigada Sustentável no Brasil: Identificação de Áreas Prioritárias. 2017. <<http://www.fao.org/3/a-i7251o.pdf>>. 05 Jun 2018.

Camargo, D. C. Conservação, uso racional e sustentável da água. Manejo da Irrigação: como, quando e quanto irrigar? Fortaleza: INOVAGRI/IFCE, 2016. 35p.

Carvalho, D. F.; Oliveira, L. F. C. Planejamento e manejo da água na agricultura irrigada. Viçosa: UFV, 2012. 240p.

Ferreira, E. A.; Silva, V. A.; Silva, E. A.; Silveira, H. R. O. Eficiência do hidrogel e respostas fisiológicas de mudas de cultivares apirênicas de citros sob déficit hídrico. Pesquisa Agropecuária Tropical, v.44, n.2, p.158-165, 2014.

Grah, V. de F.; Botrel, T. A.; Ponciano, I. de M.; Damasceno, A. P. A. B.; Salvador, C. A.; Alves, D. G. Solução alternativa para bombeamento de água e automação da irrigação sem o uso de energia elétrica. Irriga, v.1, n.1, p.309-323, 2012.

Lopes, M. B. S. Tavares, T. C. O.; Veloso, D. A.; Silva, N. C.; Fidelis, R. R. Cowpea bean production under water stress using hydrogels. Pesquisa Agropecuária Tropical, v.47, n.1, p.87-92, 2017.

Marouelli, W. A.; Andrade Júnior, A. S.; Braga, M. B. Sistemas e Manejo de Irrigação. In: Lima, M. F. Cultura da Melancia. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2014. p.127-148.

Mendonça, T. G.; Urbano, V. R.; Peres, J. G.; Souza, C. F. Hidrogel como alternativa no aumento da capacidade de armazenamento de água no solo. Water Resources and Irrigation Management, v.2, n.2, p.87-92, 2013.

Netto, A. O. A.; Pereira, F. A. C.; Barros, A. C.; Melo, A. S. Quanto e quando irrigar. In: Netto, A. O. A.; Bastos, E. A. Princípios agronômicos da Irrigação. Brasília: Embrapa, 2013. p.179-192.

Rodrigues, L. N.; Domingues, F. D.; Christofidis, D. Agricultura irrigada e produção sustentável de alimento. In: Rodrigues, L. N.; Domingues, A. F. (Org.). Agricultura irrigada: desafios e oportunidades para o desenvolvimento sustentável. 1.ed. Fortaleza: INOVAGRI, v.1, p.21-108, 2017.

Rodrigues, P. Cooperação prevê avanços tecnológicos no cultivo protegido de hortaliças. Hortaliças em Revista, n.17, p.6-9, 2015.

Rosa, F.; Bordado, J. M.; Casquilho, M. Polímeros superabsorventes potencialidades e aplicações. 2007. <http://web.tecnico.ulisboa.pt/~mcasquilho/compute/_fitting/Ing98-DC_Quim8.pdf> 05 Jun 2018.

Saad, J. C. C. Fundamentos e critérios para o manejo da irrigação. In: Salomão, L. C.; Sanches, L. V. C.; Saad, J. C. C.; Villas Boas, R. L. V. Manejo da irrigação: um guia para o uso racional da água. 1.ed. Botucatu: FEPAF, 2009. p.1-13.

Santos, S. R.; Pereira, G. M. Comportamento da alface americana sob diferentes tensões da água no solo, em ambiente protegido. Engenharia Agrícola, v.24, n.3, p.569-577, 2004.

Silva, J. Pesquisa desenvolve hidrogel fertilizante de baixo custo. 2017. <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/24638368/pesquisa-desenvolve-hidrogel-fertilizante-de-baixo-custo>>. 05 Jun 2018.

Souza, L. O. C.; Mantovani, E. C.; Soares, A.; Ramos, M. M.; Freitas, P. S. L. Avaliação de sistemas de irrigação por gotejamento, utilizados na cafeicultura. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.10, n.3, p.541-548, 2006.

Testezlaf, R. Irrigação: Métodos, Sistemas e Aplicações. Campinas: FEAGRI, 2017. 215p.

2. OBJETIVOS

Geral

Objetivou-se, com este trabalho, avaliar o efeito de diferentes lâminas de irrigação e concentrações de hidrogel na produção de couve-chinesa em ambiente protegido.

Específicos

Avaliar o efeito da influência das doses de hidrogel no cultivo de couve-chinesa em ambiente protegido.

Estimar as características agronômicas da couve-chinesa, cultivar Kyoto N°3 (TOPseed®), submetida as condições experimentais.

Verificar o efeito da interação dos fatores lâminas de irrigação e doses de hidrogel nas características produtivas da cultura.

Estimar a produtividade da couve-chinesa, cultivar kyoto N° 3, para as diferentes condições do experimento.

Determinar a eficiência de uso da água em função da produtividade estimada submetida às condições experimentais.

Com base nos resultados obtidos, indicar a melhor lâmina de irrigação e a melhor dose do hidrogel em relação aos parâmetros a serem avaliados.

3. CAPÍTULO I

Normas da Revista AGRIAMBI

NÍVEIS DE IRRIGAÇÃO E DOSES DE HIDROGEL NA PRODUÇÃO DA COUVE-CHINESA EM AMBIENTE PROTEGIDO

RESUMO

Objetivou-se estudar o comportamento da couve-chinesa, cultivar Kyoto N° 3, sob o efeito de diferentes níveis de irrigação e diferentes doses de solução hidrorretentora, em ambiente protegido. O experimento foi conduzido no campo experimental do Instituto Federal Goiano - Campus Ceres, entre abril e julho de 2018. Foi utilizado o delineamento estatístico de blocos ao acaso, com parcelas subdivididas em esquema fatorial (5x4), cinco doses de hidrogel (0, 10, 20, 30 e 40 g/vaso) e quatro lâminas de irrigação (40, 80, 120, e 160% ETc). As lâminas de irrigação foram montadas como fator parcela e as doses de hidrogel como fator subparcela. Cada parcela (lâmina) foi composta por cinco plantas, cada bloco com 20 plantas, totalizando 80 plantas no experimento. As lâminas de irrigação influenciaram de forma significativa as variáveis H, NF, MFPA, MSPA e PRO. As doses de hidrogel proporcionaram efeito significativo sobre as variáveis MFPA, MSPA, PRO e EUA. A interação dos fatores estudados foi observada apenas para a variável DC. Os valores de PRO em função das lâminas de irrigação tiveram acréscimo de 223,54% comparando às lâminas de 40 e 160%. O valor máximo (21,98 t.ha⁻¹) foi obtido com a dose de 30,41 g de hidrogel.

Palavras-chaves: *Brassicaceae*, lâminas de água, solução hidrorretentora.

LEVELS OF IRRIGATION AND HYDROGEL DOSES IN THE PRODUCTION OF CHINESE CABBAGE IN PROTECTED ENVIRONMENT

ABSTRACT

The objective of this study was to study the behavior of Chinese cabbage cultivar Kyoto nº 3, under the effect of different levels of irrigation and different doses of hydroretentor solution, in a protected environment. The experiment was conducted in the experimental field of the Federal Goiano Campus Ceres Institute between April and (5x4), five hydrogel doses (0, 10, 20, 30 and 40 g / pot) and four irrigation slides (40, 80, 120, and 160% Etc). The irrigation slides were assembled as the plot factor and the hydrogel doses as a subplot factor. Each plot (leaf) was composed of 5 plants, each block 20 plants, totaling 80 plants in the experiment. Irrigation slides significantly influenced H, NF, MFPA, MSPA and PRO variables. The hydrogel doses had a significant effect on the MFPA, MSPA, PRO and US variables. The interaction of the studied factors was observed only for the DC variable. The values of PRO as a function of the irrigation slides increased by 223.54%, comparing the slides of 40 and 160%. The maximum value (21.98 t.ha⁻¹) was obtained with the dose of 30.41 g of hydrogel.

Keywords: *Brassicaceae*, water depth, water repellent solution.

3.1. INTRODUÇÃO

De acordo com Melo & Vendrame (2014), as brássicas utilizadas atualmente originaram-se da região da costa do Mediterrâneo, onde foram cultivadas e selecionadas há séculos, por intermédio dos processos migratórios europeus, tornaram-se cosmopolitas e de grande importância econômica nos diversos continentes.

Provavelmente originária da China, a couve-chinesa (*Brassica pekinensis*) vem sendo consumida na Ásia desde o século V a.C. e foi introduzida no Brasil no começo do século XX. Trata-se de uma brássica, assim como a couve-flor e a couve-comum, mas é chamada erroneamente de acelga, a qual é uma hortaliça pertencente à família da beterraba (Matos et al., 2016).

A couve-chinesa é uma planta anual, de folhas oblongas, quase inteiras, crispadas e onduladas nas margens, seu limbo apresenta coloração verde pálido com nervura central branca carnosa e grossa. Essa cultura caracteriza-se por suas folhas se fecharem formando uma cabeça compacta e globular-alongada (Filgueira, 2008).

O consumo dessa hortaliça vem crescendo em função de seu alto valor nutricional, sendo uma boa fonte de cálcio, potássio, vitaminas A e C e de ácido fólico (Ito et al., 2006), além de apresentar alto teor de fibras, essenciais para a boa digestão (Filgueira, 2008).

As inúmeras espécies de hortaliças da família das brássicas têm sido alvo constante de pesquisas, o que pode ser atribuído a sua grande importância na alimentação humana, seja pelo alto valor nutricional, pela quantidade consumida ou por sua elevada produtividade (Ferreira et al., 2002).

De acordo com dados do Ceasa-GO (2018), no ano de 2017, a couve-chinesa comercializada atingiu o equivalente a 48,07 toneladas, o que gerou um montante de R\$ 126.219,19. Desse total comercializado, 86,99% foi oriunda do Estado de Goiás, sendo o restante originário do Estado de São Paulo.

O cultivo de hortaliças em ambiente protegido vem ganhando espaço. Essa técnica torna viável a produção com qualidade durante o ano todo e, no caso das hortaliças, são múltiplas as culturas que vem sendo cultivadas sob essas condições. Nesse segmento, o maior destaque é dado para folhosas, tomates e pimentões (Silva et al., 2014), mas, há também um crescimento das áreas plantadas com brássicas sob ambiente protegido, aproveitando-se das vantagens desse sistema.

De acordo com Marouelli et al. (2017), as hortaliças pertencentes à família das brássicas, como a couve-chinesa, raramente podem ser cultivadas com sucesso sem o uso da irrigação, pois são plantas sensíveis ao déficit hídrico e apresentam sistema radicular superficial.

Lopes Filho (2011) ressalta que um dos aspectos mais importantes no cultivo de hortaliças é o correto manejo da água a ser fornecida às plantas. Isso significa não aplicar água insuficiente ou em excesso, porque em ambas as situações poderá haver perdas na produção e redução dos ganhos econômicos.

Salomão (2012) enfatiza que o êxito do empreendimento irrigado está diretamente ligado à aplicação da lâmina de água no momento adequado e na quantidade necessária. Para isso, é preciso adotar técnicas de manejo de irrigação que auxiliem na melhor tomada de decisão, especialmente ao adequado manejo de irrigação.

De acordo com Marouelli et al. (2008), o correto manejo da irrigação, quando irrigar e o quanto de água a ser aplicado a cada irrigação, traz inúmeros benefícios, entre eles: a manutenção do nível adequado de umidade no solo; racionalização do uso de recursos como a água, energia e agrotóxicos; diminuição de doenças e redução na lixiviação de nutrientes.

Azevedo et al. (2002) relatam que no atual cenário, o hidrogel se mostra como produto promissor para ser usado na agricultura irrigada ou de sequeiro, principalmente pela habilidade que se apresenta em armazenar e disponibilizar água para as plantas.

De acordo com Prevedello & Loyola (2007), a maioria das pesquisas realizadas mostrou-se favorável ao emprego de polímeros nos solos agrícolas, sendo a principal vantagem a melhor utilização da água. Contudo, as informações sobre seus efeitos nas propriedades hidráulicas do solo ainda são bastante limitadas, contraditórias e até sugestivas.

Além disso, Silva (2018) ressalta que há déficit de informação quanto à forma de utilização desse material na olericultura, levando a um manejo incorreto. Esse apontamento revela a necessidade de estudos que visem fornecer informações pertinentes para sua utilização em diferentes culturas e sistemas de produção.

Assim, por meio deste trabalho de pesquisa, objetivou-se estudar o comportamento da couve-chinesa, cultivar Kyoto N° 3, sob o efeito de diferentes níveis de irrigação e diferentes doses de solução hidrorretentora em ambiente protegido.

3.2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no campo experimental do Instituto Federal Goiano - Campus Ceres, localizado na rodovia GO-154, Km 03, Zona Rural de Ceres-GO, em ambiente protegido, sob as coordenadas de latitude 15° 21' 1,54'' S, longitude 49° 35' 55,42'' W e uma altitude de 566 m (Figura 1). Segundo a classificação de Koppen, o clima da região é classificado como Aw, tropical com estação seca de inverno.



Figura 1 - Imagem aérea do Instituto Federal Goiano – Campus Ceres e ambiente protegido, 2018.

O substrato para preenchimento dos vasos foi preparado na proporção de 70% de terra de barranco, 20% de areia lavada e 10% de esterco bovino curtido. A amostra composta foi obtida por intermédio de cinco amostras simples coletadas após o revolvimento do substrato. Os resultados das análises físicas e químicas do substrato seguem ilustrados na Tabela 1.

Tabela 1. Resultados da análise química de solo do ambiente protegido 1, do campo experimental Ceres - GO, 2018.

Ca	Mg	Al	H+Al	K	P (Melich)	S	V	CTC	M.O.
cmolc/dm ³				mg/dm ³			%		mg/dm ³
8,30	3,36	0	2,11	550	163,6	60	86	13,07	28
pH	Zn	B	Cu	Fe	Mn	Mo	Textura		
							Argila	Silte	Areia
mg/dm ³						g/Kg			
5,9	6,4	1,16	1,24	19,62	25,38		351	105	544

Fonte: UNISOLO Laboratório Análises Químicas, 2018.

O experimento foi realizado no período de abril a julho de 2018, conduzido em ambiente protegido, com dimensões de 7 m de largura por 15 m de comprimento, do

tipo arco simples, com orientação Leste-Oeste, coberta por filme plástico e cercada por tela antiafídeo. Foram utilizados um método de irrigação localizada com sistema de gotejamento, um emissor autocompensante por planta, com vazão de 2 L h^{-1} a uma pressão de serviço de 10 m.c.a. O bombeamento foi realizado por conjunto motobomba de 0.5 cv.

O sistema de filtragem foi composto por um filtro de disco de 120 mesh. Em seguida, utilizou-se registros e um manômetro para o controle da pressão de serviço. Para controle das lâminas de irrigação, foi instalado um registro para cada lâmina.

A caixa de abastecimento, bem como o motobomba e o sistema de filtragem se localizavam na parte externa da casa de vegetação. Havia uma linha adutora, que abastecia o cavalete de controle das lâminas, composto por quatro registros, seguida de quatro linhas laterais, 16 linhas de derivação, microtubos e gotejadores (Figura 2).

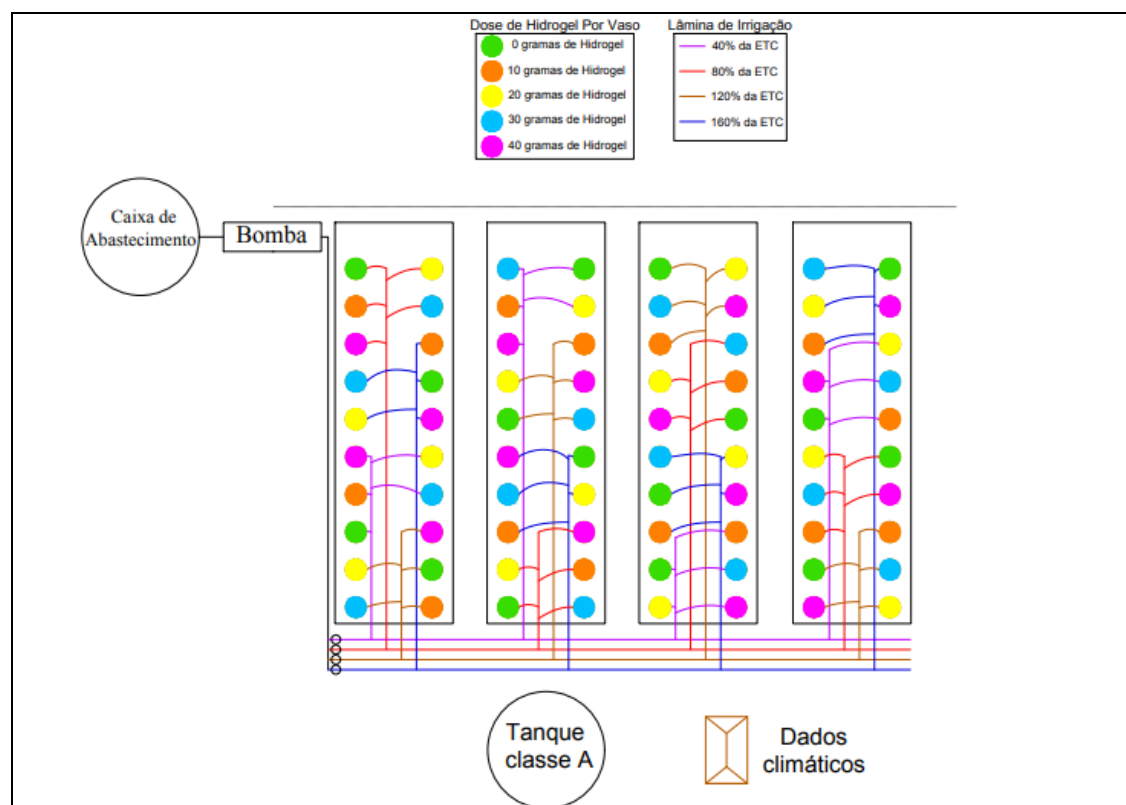


Figura 2. Croqui da distribuição do experimento.

Com o sistema de irrigação em funcionamento, foi calculado o Coeficiente de Uniformidade de Distribuição (CUD), de acordo com a metodologia proposta por Criddle et al. (1956), que consiste, segundo Fortes et al. (2009), em um cálculo de coeficiente a partir das vazões de emissores ao longo do sistema, com o objetivo de

verificar se a água, utilizada na irrigação, está sendo aplicada de maneira uniforme por toda área cultivada.

Foi utilizado no experimento o delineamento estatístico de blocos ao acaso (DBC), com parcelas subdivididas em esquema fatorial (5x4), em que se utilizaram cinco doses de hidrogel (0, 10, 20, 30 e 40 g/vaso) e quatro lâminas de irrigação (40, 80, 120, e 160% ETC) da evaporação obtida diariamente pelo Tanque Classe A. As lâminas de irrigação foram montadas como fator parcela, e as doses de hidrogel, como fator subparcela.

As lâminas de irrigação foram calculadas com base na evaporação (EV) diária de água e do coeficiente da cultura (Kc) (Tabela 2), obtida por meio do Tanque Classe A, que foi instalado no interior do ambiente protegido, em que as leituras eram feitas com uma régua graduada em mm, assim como preconiza Salomão (2012). Adotou-se, neste experimento, turno de rega fixo diário.

Tabela 2. Coeficiente de cultura (Kc) durante as fases inicial (I), crescimento de plantas (II), formação da produção (III) e pré-colheita (IV) para a couve-chinesa.

Fases	Kc
I	0,7
II	0,75
III	1,00
IV	0,95

Fonte: Adaptado de Marouelli (2017).

O cálculo da Evapotranspiração de referência (ET_o) foi obtido a partir da evaporação do tanque (EV), em que utilizou-se Tanque Classe A, montado sobre palhete de madeira, a 0,15 m do solo. O turno de rega foi de um dia, em que as irrigações foram realizadas às 7h30, e a diferenciação entre os tratamentos, ou seja, das lâminas de irrigação, foram realizadas a partir do 5º dia após o transplante (DAT). Os níveis de irrigação foram calculados em função dos dados da Evapotranspiração da Cultura (ETC) e, para o cálculo do tempo de irrigação, utilizou-se a metodologia apresentada por Santos et al. (2004).

Para a aplicação do hidrogel, realizou-se a pesagem das dosagens (10, 20, 30 e 40 g), que foram devidamente aplicadas em covas centralizadas nos vasos. Em seguida, cobriu-se com uma camada de solo, e o transplante das mudas foi realizado nessa camada de solo sobre o hidrogel. Para a realização deste trabalho, foi utilizado o hidrogel Forth Gel[®].

Cada parcela (lâmina) foi composta por cinco plantas, cada bloco com 20 plantas, totalizando 80 plantas no experimento. Os vasos utilizados no experimento possuíam capacidade de 12 L e 30 cm de diâmetro. As adubações de plantio e cobertura foram realizadas seguindo as recomendações para a couve-comum, segundo Trani et al. (2014), e estabelecidas de acordo com análise de solo.

A semeadura foi realizada em 17 de abril de 2018. As mudas foram produzidas em um ambiente protegido da própria instituição, em bandeja de poliestireno expandido com 200 células e transplantadas 21 dias após a emergência. O transplante ocorreu em 11 de maio e a colheita em 28 de junho. A cultivar de couve-chinesa utilizada foi a Kyoto N° 3, da TOPseed®, que se caracteriza por ter ciclo precoce, podendo chegar a ser colhida entre 65 a 70 dias após a semeadura.

Foi instalado um abrigo meteorológico, posicionado a 1,5 m uma altura, onde se colocou termômetro digital para se fazer leituras diárias de temperaturas máximas e mínimas, das quais foram calculados os valores médios diários para todo o período do experimento.

Foram realizadas capinas manuais para controlar plantas daninhas e vistorias periódicas, com o intuito de detectar possíveis pragas e doenças. A colheita foi realizada 71 dias após a semeadura, no momento em que as plantas atingiram o máximo crescimento vegetativo. Foram colhidas todas as plantas do experimento e, após análises iniciais, colocadas em sacos de papel identificados. Em seguida, as plantas foram levadas para uma estufa com renovação de ar permanente e circulação forçada 65°C, até apresentarem massa constante (por um período de 72 horas).

Foram avaliadas as seguintes variáveis:

- ✓ Diâmetro de Caule (DC) aferido com o uso de um paquímetro digital em (mm).
- ✓ Altura Máxima de Plantas (H) com uma régua graduada em mm.
- ✓ Número de Folhas (NF) através de contagens.
- ✓ Massa Fresca da Parte Aérea (MFPA) e Massa Seca da Parte Aérea (MSPA) com uma balança digital com precisão de 0,01g.
- ✓ Produtividade (PRO), extrapolando os resultados de MFPA (55.000 plantas.ha⁻¹) e
- ✓ Eficiência no uso da água (EUA), determinada em função da produtividade e das respectivas lâminas dos tratamentos.

Foi realizada uma análise de variância dos dados (ANOVA), e para os tratamentos que apresentaram significância, os dados foram submetidos à análise de regressão,

definindo o melhor ajuste, segundo combinação de significância a 1 ou 5%. As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do software estatístico SISVAR 5.6.

3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados referentes às temperaturas máximas, médias e mínimas do ar registrados durante o período de condução experimental, dentro do ambiente protegido, estão ilustrados por meio de gráfico (Figura 3). Analisando os dados coletados, as temperaturas máximas variaram de 20,9 °C a 39,8 °C, enquanto para as temperaturas médias, esse valor oscilou de 19,8°C a 29,5°C; para as temperaturas mínimas houve variação de 13,8 °C a 24,6 °C.

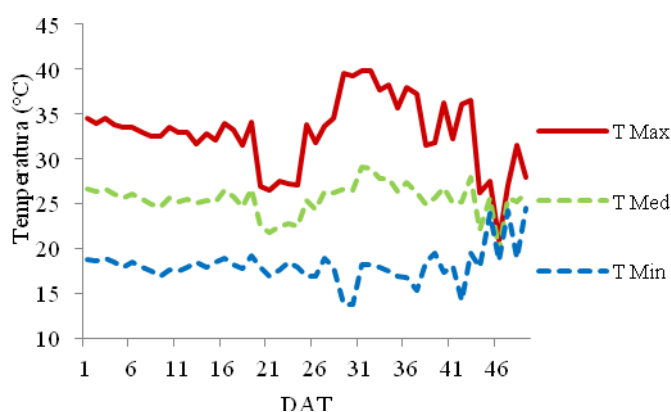


Figura 3. Temperatura do ar no interior do ambiente protegido em Ceres-GO, 2018.

Observando os resultados de temperatura apresentados, na maioria dos dias, é possível notar grande variação diurna durante o período de realização do experimento. Tal característica pode ser justificada pelas condições climáticas regionais, para essa época do ano, período em que as chuvas são escassas e a umidade relativa do ar é baixa.

Em um experimento, testando duas cultivares de couve-chinesa e tipos de telados, em Cáceres-MT, Silva et al. (2011) relatam que 61% das plantas não apresentaram a formação da cabeça. De acordo com esses autores, tal ocorrido pode ser justificado pelas condições de temperatura, durante a condução do experimento, em que as temperaturas médias variaram de 16 °C a 28,3 °C, com oscilação térmica de 8° C a 40 °C para mínima e máxima, respectivamente. Esses valores de temperatura são semelhantes aos registrados na condução do experimento desta pesquisa.

Essas variações de temperatura desfavorecem o cultivo da couve-chinesa, pois, de acordo com Filgueira (2008), a couve-chinesa apresenta melhor desenvolvimento quando cultivada sob temperaturas amenas, sendo semeada no outono e inverno. Para Trevisam et al. (2003), o crescimento e a qualidade das brássicas apresentam melhor desempenho com temperaturas médias de 15 °C a 18 °C e máximas de 24 °C. Isso se dá devido a couve-chinesa ser uma cultura típica de regiões de clima ameno, o que demonstra a importância do cultivo sob ambiente protegido.

As lâminas acumuladas, referentes às lâminas de irrigação testadas no experimento, estão apresentadas na Tabela 3, em que se pode observar variação de 73,62 mm a 246,18 mm para as lâminas de irrigação de 40% e 160% da ETC, respectivamente. Na fase de estabelecimento da cultura, nos cinco primeiros dias, a lâmina de irrigação, para todos os tratamentos, foi de 16,10 mm.

Tabela 3. Total aplicado para cada lâmina de irrigação utilizada no cultivo de couve-chinesa em Ceres-GO.

Lâmina de irrigação	Lâmina acumulada
%	mm
40	73.62
80	131.14
120	188.66
160	246.18

As lâminas utilizadas no cultivo da couve-chinesa apresentaram efeito significativo ($p < 0,01$) para todas as variáveis avaliadas, com exceção da EUA. Já o fator dose apresentou resposta significativa ($p < 0,05$) para as variáveis MFPA, PRO e EUA e ($p < 0,01$) para a variável MSPA. Houve interação entre o fator nível de irrigação e o fator dose do hidrogel ($p < 0,05$) apenas para a variável DC (Tabela 4).

Tabela 4. Resumo da ANAVA para diâmetro do caule (DC), altura de plantas (H), número de folhas (NF), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa seca da parte aérea (MSPA), produtividade (PRO) e eficiência do uso da água (EUA) da couve-chinesa, submetida a quatro lâminas de irrigação e a cinco doses de hidrogel.

Fonte de variação	GL	Quadrado médio						
		DC	Altura	NF	MFPA	MSPA	PRO	EUA
Lâmina	3	56,16*	208,89*	697,66*	552146,59*	5968,11*	1670,26*	1285,99ns
Resíduo a	9	5,54	17,2	40,40	28398,30	195,52	85,91	3270,93
Dose	4	0,98ns	21,24ns	24,47ns	51967,46**	378,88*	157,21**	6148,63**
Lâmina*Dose	12	5,53**	7,64ns	14,56ns	17159,29ns	133,68ns	51,91ns	2665,10ns
Bloco	3	17,37ns	20,32ns	45,85ns	42321,61ns	307,12ns	128,01ns	5881,29ns
Resíduo b	48	2,57	12,84	23,05	16590,28	82,35	50,19	1968,49

CV a (%)	20,4	13,93	19,94	46,77	28,73	46,77	46,20
CV b (%)	13,89	12,03	15,06	35,75	18,65	35,75	35,84

CV- Coeficiente de variação; ns, * e ** valores não significativos, significativos a 1% e 5%, respectivamente, pelo teste F.

A interação significativa entre os fatores lâminas de irrigação e dose de hidrogel para a variável DC, também é relatada por Navroski et al. (2015), em um trabalho testando esses mesmos fatores em produção de mudas de eucalipto, em que também se encontrou significância na interação dos fatores.

Para as demais variáveis H, NF, MFPA, MSPA, PRO e EUA, a característica de não ter ocorrido interação significativa entre os fatores de níveis de irrigação e doses de hidrogel está equivalente aos demais trabalhos da literatura dessa mesma área (Lima et al. 2003; Fernandes et al. 2015). Oliveira et al. (2014), trabalhando com níveis de hidrogel e doses de nitrogênio na cultura da alface, do tipo mimosa, também não obtiveram interação entre os fatores estudados.

Fernandes et al. (2015), avaliando o crescimento de plântulas de maracujá, sob o efeito de lâminas de irrigação e uso de hidrogel, não encontraram significância entre os fatores. Logo, os resultados obtidos neste trabalho, exceto para DC, abordam os fatores estudados separadamente. Em outras palavras, cada variável foi discutida em cada fator, hora em função das lâminas de irrigação, hora em função das doses de hidrogel.

Quando avaliado o efeito do fator doses de hidrogel, aplicadas sob diferentes lâminas de irrigação para a variável diâmetro do caule, verificou-se que apenas as doses de 10, 30 e 40 g demonstraram efeito significativo (Figura 4).

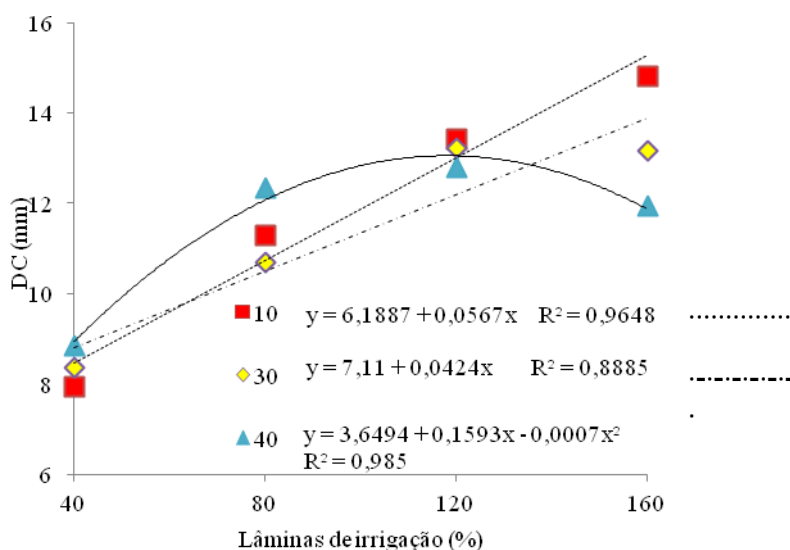


Figura 4. Efeito das doses de hidrogel (0, 10, 20, 30, 40 g) aplicadas sob diferentes lâminas de irrigação, no diâmetro do caule (DC) da couve-chinesa em Ceres-GO.

As doses de 10 e 30 g apresentaram comportamento linear e valores de 15,26 e 13,89 mm, respectivamente, quando submetidos a maior lâmina. Enquanto a dose de 40 g demonstrou comportamento quadrático com maior resultado 12,71 mm, obtido sob o ponto de expressão máximo de 113,78 mm.

Dias et al. (2008), avaliando o desempenho de pimenta malagueta, em relação ao substrato e lâminas de irrigação, verificaram interação entre esses fatores para a variável diâmetro do coleto. Nesse caso, a referida variável apresentou comportamento linear em função das lâminas aplicadas (25, 50, 75, 100 e 125%) da ETc.

Santana et al. (2010) verificaram o comportamento quadrático do diâmetro do caule em relação a diferentes lâminas de irrigação no cultivo de tomate, aos 55, 70, 85 e 100 DAT. De acordo com esses autores, o excesso de água e o déficit hídrico promoveram menores valores das variáveis avaliadas, independente da data de coleta.

Quanto às doses de hidrogel, Oliveira et al. (2014), trabalhando com alface, não verificaram influência desse fator sobre a variável diâmetro do caule. Já Carvalho (2017) verificou, em seus estudos com pimenta dedo-de-moça, um comportamento quadrático do diâmetro do caule em função da adição de hidrogel.

Os valores de H apresentaram resposta linear em função das lâminas (Figura 5 A). De acordo com a equação da regressão, houve um acréscimo de 27,91% quando comparadas às lâminas de irrigação de 40 e 160.

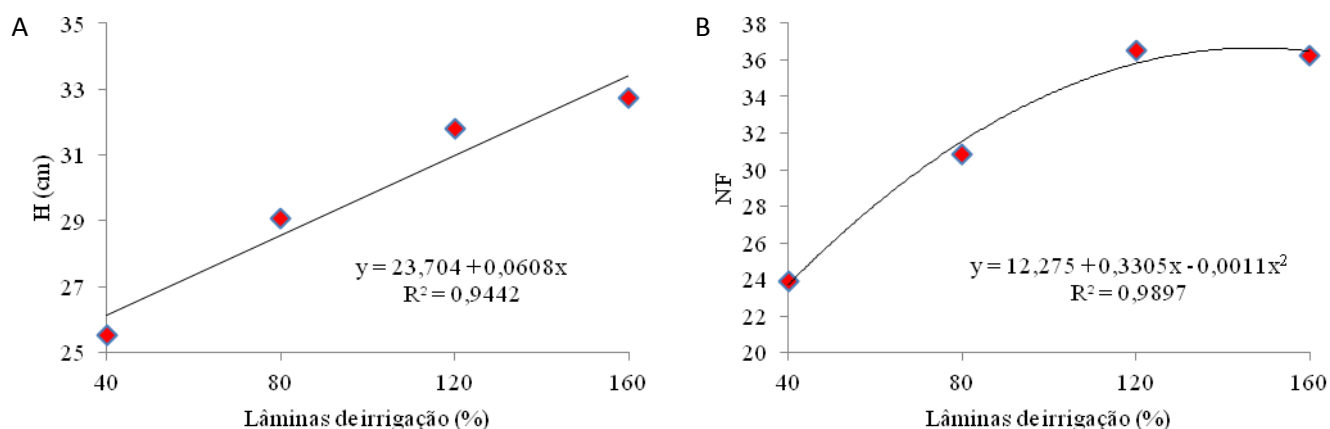


Figura 5. Altura de Plantas (H) em A e Número de Folhas (NF) em B para diferentes lâminas de irrigação, no cultivo de couve-chinesa em Ceres-GO.

A variável NF apresentou uma equação com ajuste quadrático em relação às lâminas de irrigação utilizadas (Figura 5 B). O valor máximo estimado de número de folhas (37,10) foi obtido sob a lâmina de irrigação 150,22%, o que representa acréscimo de 53,31% em relação à lâmina de irrigação de 40%.

Macedo e Alvarenga (2005), trabalhando com tomate, também verificaram comportamento linear da altura das plantas em relação às lâminas de irrigação. Tal fato foi observado em diferentes estádios fenológicos da planta, 30, 60 e 90 dias de idade, o que reforça a influência do fator lâminas de irrigação, sobre o desempenho da planta.

Quanto ao NF, Lima Júnior et al. (2010), avaliando o efeito da irrigação sobre o rendimento produtivo da alface americana em cultivo protegido, também verificaram comportamento quadrático dessa variável em relação as lâminas de irrigação. Segundo esse estudo, houve acréscimo no número de folhas internas da alface até as lâminas de 197,2 mm, o que equivale a 98% da lâmina de reposição, alcançando, nesse ponto, valores máximos de 15 folhas.

A variável MFPA apresentou comportamento linear e quadrático, respectivamente, para os fatores lâminas de irrigação (Figura 6 A) e doses de hidrogel (Figura 6 B). Quanto às lâminas de irrigação, verificou-se aumento de 223,5% dos valores de MFPA, quando feita a comparação entre a maior e a menor lâmina aplicada, respectivamente, 40 e 160%.

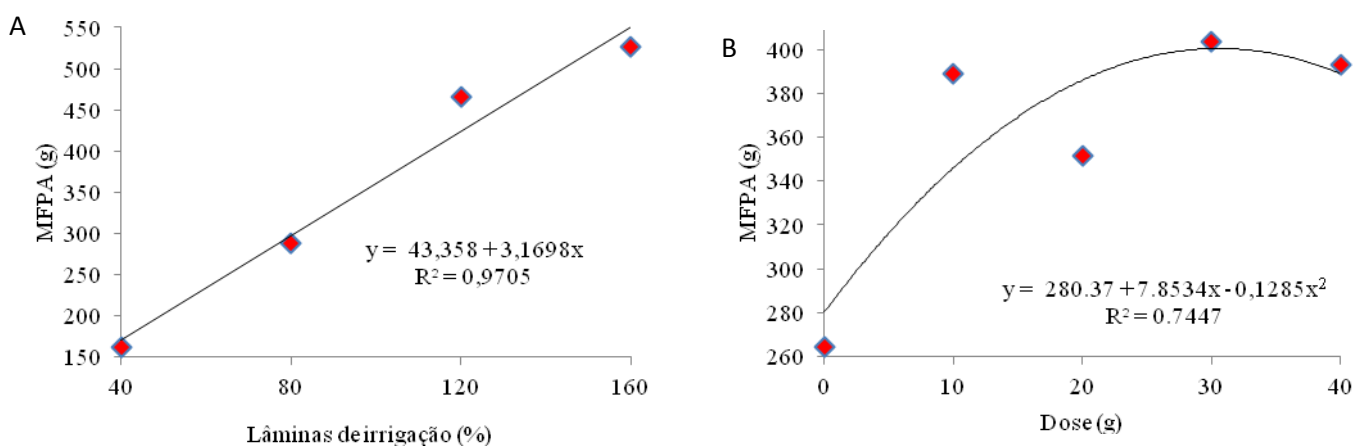


Figura 6. Massa Fresca Parte Aérea (MFPA) para diferentes lâminas de irrigação em A e doses de hidrogel em B, no cultivo de couve-chinesa em Ceres-GO.

O ponto de expressão máxima do fator dose foi alcançado com uso de 30,55 g de hidrogel, gerando uma produção de MFPA de 400,362 g, correspondendo a um acréscimo de 42,79%, em relação à média obtida com a dose 0.

Oliveira (2015), trabalhando com couve-flor, verificou que a massa fresca das folhas apresentou comportamento quadrático em relação à lâmina de irrigação. O valor máximo alcançado ocorreu sob a lâmina 139,2% da ETc. Tal comportamento também foi observado pelo mesmo autor para o cultivo de brócolis, diferindo quanto à lâmina necessária para atingir o valor máximo, no caso 99,95% da ETc.

Quanto ao fator dose, Santos et al. (2015), analisando quatro doses de hidrogel (0, 8, 16 e 24 g), no cultivo de alface em vaso, também obtiveram comportamento quadrático para MFPA e verificaram que as plantas cultivadas sob a dose de 16 g de hidrogel, por vaso, apresentaram superioridade em MFPA e MSPA.

A variável MSPA, da mesma forma que a MFPA, também apresentou comportamento linear e quadrático, respectivamente, para os fatores lâminas de irrigação (Figura 7 A) e doses de hidrogel (Figura 7 B). De acordo com a equação da regressão, houve um aumento de 137,34% da produção da MSPA quando comparadas às lâminas de irrigação de 40 e 160%. Quanto ao fator doses, observa-se que o ponto de máxima expressão dessa variável, 52,40 g foi alcançado com a dose de 29,43 g.

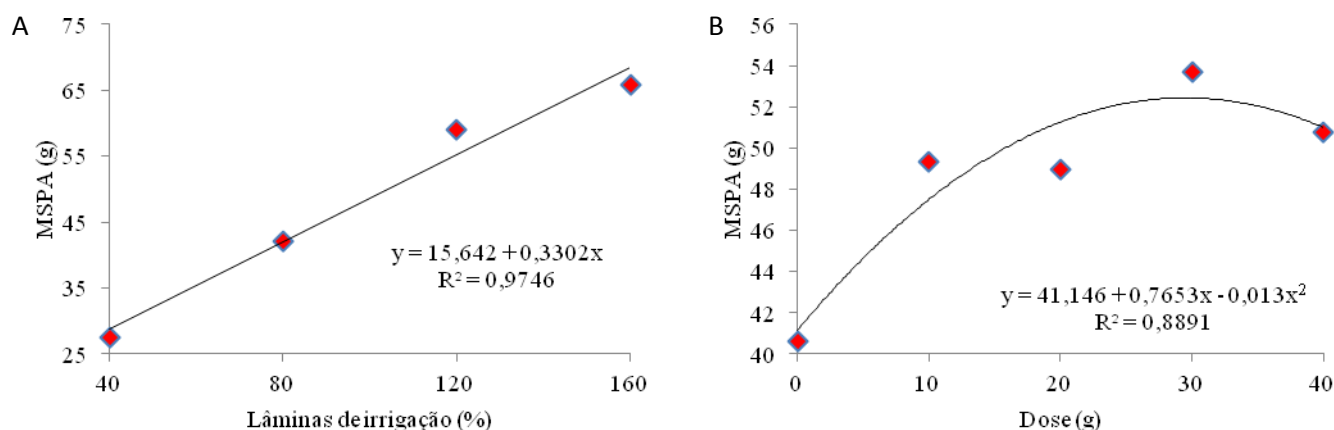


Figura 7. Massa Seca Parte Aérea (MSPA) para diferentes lâminas de irrigação em A e doses de hidrogel em B, no cultivo de couve-chinesa em Ceres-GO.

Oliveira (2015), trabalhando com couve-flor, verificou que a massa seca da folha (MSF) apresentou comportamento linear crescente com o aumento da lâmina de irrigação, enquanto a maior MSF foi de 158,05 g/planta, na lâmina de 150% da ETc.

Os valores de PRO apresentaram resposta linear em função das lâminas de irrigação (Figura 8 A) e resposta quadrática em função das doses de hidrogel (Figura 8 B). Por meio do estudo da regressão, verifica-se acréscimo de 223,54% da PRO, obtida sob a lâmina de irrigação de 160%, em relação à lâmina de 40%.

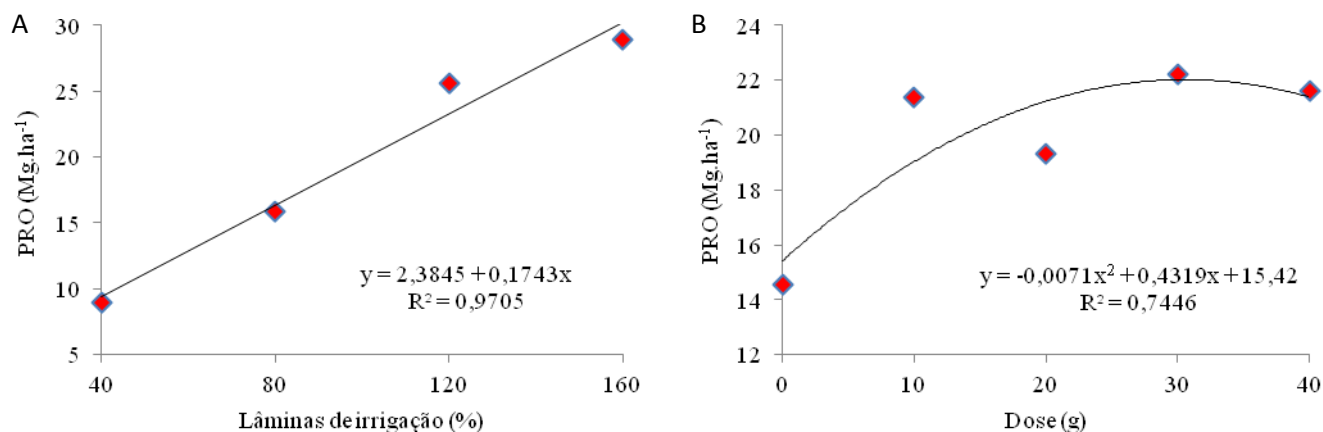


Figura 8. Produtividade (PRO) para diferentes lâminas de irrigação em A e doses de hidrogel em B, no cultivo de couve-chinesa em Ceres-GO.

Lima Júnior et al. (2011), avaliando a produtividade da alface americana, sob diferentes lâminas de irrigação, observaram comportamento quadrático das variáveis produtividade total e comercial em relação as lâminas utilizadas, sendo de 203,9 e 204,3 mm o ponto de máxima expressão, respectivamente, para as variáveis de produtividade total e comercial.

Quanto ao fator hidrogel, para a variável PRO (Figura 8), verificou-se que as plantas de couve-chinesa atingiram o máximo valor (21,98 t.ha⁻¹), com a dose de 30,41 g e acréscimo de 42,59 %, em relação à dose 0.

A variável EUA apresentou comportamento quadrático para o fator doses de hidrogel. De acordo com a equação da regressão, houve aumento de 48,43% da EUA quando comparada à dose estimada de máxima expressão e o tratamento sem hidrogel. A referida dose que levou ao melhor desempenho de EUA foi de 29,6 g de hidrogel (Figura 9).

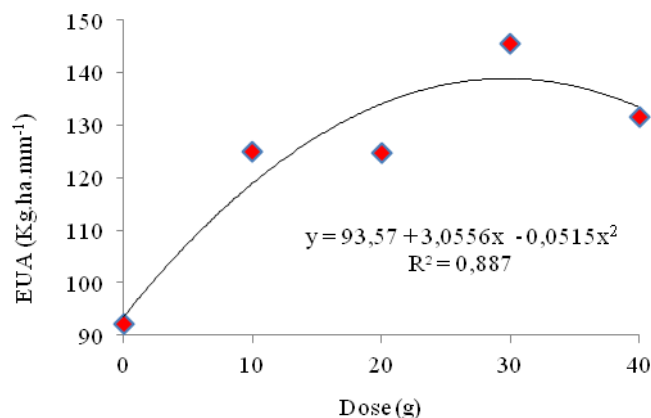


Figura 9. Eficiência do uso da água (EUA) para diferentes doses de hidrogel, no cultivo de couve-chinesa em Ceres-GO.

Albuquerque Filho et al. (2009), avaliando as características de coentro, submetido à doses de polímero hidroabsorvente e lâminas de irrigação, observaram interação entre esses dois fatores para a variável EUA. Quanto à lâmina fixada, observou-se comportamento linear ou quadrático da EUA, dependendo da lâmina, em relação à dose de hidrogel utilizada. Para essa variável, esses pesquisadores concluíram que o tratamento com maior dose e maior lâmina proporcionaram problemas de aeração no solo, na zona radicular da planta, ocasionando decréscimo da eficiência do uso da água.

As altas doses de hidrogel também apresentaram decréscimo na EUA neste trabalho. Isso em função de excesso de água e falta de aeração no solo, conforme já referenciado pelos autores anteriormente citados.

Oliveira et al. (2014), em um cultivo de alface com irrigação manejada por sensor de umidade volumétrica, observaram que, com a aplicação de hidrogel no solo, teve-se uma redução da lâmina de irrigação, na qual a dose com 200 g m⁻² resultou em economia de 14,9% de água. Além disso, verificou-se que nos tratamentos com hidrogel, houve mais retenção de água no solo e o aumento linear da EUA, com o aumento das doses de hidrogel, levando a mais eficiência no uso da água na ordem de 10,1%, 17,8%, 17,5% e 18,3% para as doses de 50, 100, 150 e 200 g m⁻², respectivamente, comparados com o solo sem hidrogel.

O comportamento da variável EUA, neste trabalho (ajuste quadrático), diferiu do último autor (ajuste linear), em função da quantidade de hidrogel aplicado, pois considerando as doses deste experimento (0, 10, 20, 30 e 40 g/vaso) e a área do vaso de

0,071m², teríamos as doses de 140,84; 281,69; 422,53 e 563,38 g.m⁻², logo doses muito superiores.

3.4. CONCLUSÕES

As lâminas de irrigação influenciaram de forma significativa as variáveis H, NF, MFPA, MSPA e PRO.

As doses de hidrogel proporcionaram efeito significativo sobre as variáveis MFPA, MSPA, PRO e EUA.

A interação dos fatores estudados foi observada apenas para a variável DC.

Os valores de PRO, em função das lâminas de irrigação, tiveram acréscimo de 223,54% comparando às lâminas de 40 e 160%. O valor máximo (21,98 t.ha⁻¹) foi obtido com a dose de 30,41 g de hidrogel.

A lâmina de 160% da ETC e a dose de 30,41g de hidrogel se mostraram mais promissoras para o cultivo de couve-chinesa, sob as condições experimentais avaliadas.

3.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Albuquerque Filho, J. A. C.; Lima, V. L. A.; Menezes, D.; Azevedo, C. A. V.; Dantas Neto, J.; Silva Júnior, J. G. Características vegetativas do coentro submetido à doses do polímero hidroabsorvente e lâminas de irrigação. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.13, n.6, p.671-679, 2009.

Azevedo, T. L. F.; Bertonha, A.; Gonçalves, A. C. A. Uso de hidrogel na agricultura. *Revista do Programa de Ciências Agro-Ambientais*, v.1, n.1, p.23-31, 2002.

Carvalho, J. S. Produção de pimenta dedo-de-moça em função de doses de hidrogel e turnos de irrigação. *Ceres: IF Goiano*, 2017. 40p. Dissertação Mestrado.

CEASA-GO - Centrais de Abastecimento de Goiás S.A. Goiânia: Análise Conjuntural 2017, n.42, p.21-197, 2018.

Criddle, W. D.; Davis, S.; Pair, C. H.; Shockley, D. G. *Methods for Evaluating Irrigation Systems*. Washington DC: Soil Conservation Service - USDA, 1956. 24p. *Agricultural Handbook*, 82.

Dias, M. A.; Lopes, J. C.; Corrêa, N. B.; Dias, D. C. F. S. Germinação de sementes e desenvolvimento de plantas de pimenta malagueta em função do substrato e da lâmina de água. *Revista Brasileira de Sementes*, v.30, n.3, p.115-121, 2008.

Fernandes, D. A.; Araújo, M. M. V.; Camili, E. C. Crescimento de plântulas de maracujazeiro-amarelo sob diferentes lâminas de irrigação e uso de hidrogel. *Revista de Agricultura*, v.90, n.3, p.229-236, 2015.

- Ferreira, W. R.; Ranal, M. A.; Filgueira, F. A. Fertilizantes e espaçamento entre plantas na produtividade da couve-da-malásia. *Horticultura Brasileira*, v.20, n.4, p.635-640, 2002.
- Filgueira, F. A. R. *Novo manual de Olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças*. 3.ed. Viçosa: UFV, 2008. 293p.
- Fortes, F. C. A.; Laperuta Neto, J.; Brauer, R. L.; Pletsch, T. A.; Gonçalves, K. S. Uniformidade de distribuição de água. In: Salomão, L. C.; Sanches, L. V. C.; Saad, J. C. C.; Villas Boas, R. L. V. *Manejo da irrigação: um guia para o uso racional da água*. 1. ed. Botucatu: FEPAF, 2009. Cap. V, p.64-86.
- Ito, L. A.; Carlo, H. C. O.; Vargas, P. F.; Castoldi, R. C.; Braz, L. T. Produtividade e qualidade de cinco híbridos de couve-chinesa em campo aberto. In: Congresso Brasileiro de Olericultura, 46, 2006, Goiânia. Anais. ABH.
- Lima Junior, J. A.; Pereira, G. M.; Geisenhoff, L. O.; Costa, G. G.; Reis, R. P.; Oliveira, L. F. C. Avaliação econômica da produção de alface americana em função de lâminas de irrigação. *Ciências e Agrotecnologia*, v.35, n.2, p.392-398, 2011.
- Lima Junior, J. A.; Pereira, G. M.; Geisenhoff, L. O.; Costa, G. G.; Vilas Boas, R. C.; Yuri, J. E. Efeito da irrigação sobre o rendimento produtivo da alface americana, em cultivo protegido. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.14, n.8, p.797-803, 2010.
- Lima, L. M. L.; Teodoro, R. E. F.; Fernandes, D. L.; Carvalho, H. P.; Mendonça, F. C.; Carvalho, J. O. M. Produção de mudas de café sob diferentes lâminas de irrigação e doses de um polímero hidroabsorvente. *Bioscience Journal*, v.19, n.3, p.27-30, 2003.
- Lopes Filho, R. P. *Controle da irrigação de hortaliças usando o tensiômetro com manômetro de vácuo*. 1.ed. Macapá: Embrapa Amapá, 2011. 45p.
- Macêdo, L. de S.; Alvarenga, M. A. R. Efeitos de lâminas de água e fertirrigação potássica sobre o crescimento, produção e qualidade do tomate em ambiente protegido. *Ciência e Agrotecnologia*, v.29, n.2, p.296-304, 2005.
- Marouelli, W. A.; Melo, R. A. C.; Braga, M. B. *Irrigação no cultivo de brássicas*. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2017. 25p. Circular Técnica, 158.
- Marouelli, W. A.; Silva, W. L. C.; Silva, H. R. *Irrigação por aspersão em hortaliças: Qualidade da água, aspectos do sistema e método prático de manejo*. 2.ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. 150p.
- Matos, M. J. L. F.; Tavares, S. A.; Santos, F. F.; Melo, M. F.; Lana, M. M. *Hortaliça-Como comprar, conservar e consumir: Couve-chinesa*. 2.ed. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2016. 2p.
- Melo, R. A. C.; Vendrame, L. P. C. Produção de brássicas no verão: velhos desafios e novas oportunidades. 2014. <<https://www.embrapa.br/hortaliças/busca-de-noticias/-/noticia/3236086/producao-de-brassicas-no-verao-velhos-desafios-e-novas-oportunidades>>. 26 Jun 2018.
- Navroski, M. C.; Araújo, M. M.; Fior, C. S.; Cunha, F. S.; Berghetti, A. L. P.; Pereira, M. O. Uso de hidrogel possibilita redução da irrigação e melhora o crescimento inicial de mudas de *Eucalyptus dunnii* Maiden. *Scientia Forestalis*, v.43, n.106, p.467-476, 2015.

- Oliveira, G. Q.; Biscaro, G. A.; Jung, L. H.; Araújo, E. O.; Vieira Filho, P. S. Fertirrigação nitrogenada e níveis de hidrogel para a cultura da alface irrigada por gotejamento. *Engenharia na Agricultura*, v.22, n.5, p.456-465, 2014.
- Oliveira, R. M. Produção das culturas do brócolis e da couve-flor com diferentes lâminas de irrigação e doses de nitrogênio. Viçosa: UFV, 2015. 74p. Dissertação Mestrado.
- Prevedello, C. L.; Loyola, J. M. T. Efeito de polímeros hidroretentores na infiltração da água no solo. *Scientia Agraria*, v.8, n.3, p.313-317, 2007.
- Salomão, L. C. Calibração de tanques evaporímetros de baixo custo sob diferentes diâmetros em ambiente protegido. Botucatu: UNESP, 2012. 87p. Tese Doutorado.
- Santana, M. J.; Vieira, T. S.; Barreto, A. C.; Cruz, O. B. Resposta do tomateiro irrigado a níveis de reposição de água no solo. *Irriga*, v.15, n.4, p.443-454, 2010.
- Santos, F. J. S.; Lima, R. N.; Rodrigues, B. H. N.; Crisóstomo, L. A.; Souza, F.; Oliveira, J. J. G. Manejo da Irrigação da Melancia: Uso do Tanque Classe A. Fortaleza: Embrapa, 2004. 13p. Circular Técnica, 20.
- Santos, H. T.; Carvalho, D. F.; Souza, C. F.; Medici, L. O. Cultivo de alface em solos com hidrogel utilizando irrigação automatizada. *Engenharia Agrícola*, v.35, n.5, p.852-862, 2015. <http://dx.doi.org/10.1590/1809-4430-Eng.Agric.v35n5p852-862/2015>.
- Silva, B. A.; Silva, A. R.; Pagiuca, L. G. Cultivo protegido: em busca de mais eficiência produtiva. *Hortifruti Brasil*, v.12, n.132, p.10-18, 2014.
- Silva, M. B.; Seabra Junior, S.; Rodrigues, L. F. O. S.; Oliveira, R. G.; Nohama, M. T. R.; Nunes, M. C. M.; Inagaky, A. M.; Diamante, M. S. Desempenho de cultivares de couve-chinesa sob telados e campo aberto. *Revista Agrarian*, v.4, n.12, p.91-97, 2011.
- Silva, W. R. Níveis de irrigação e uso de hidrorretentor na produção de alface em ambiente protegido. *Ceres: IF Goiano*. 2018. 42p. Dissertação Mestrado.
- Trani, P. E.; Blat, S. F.; Pantano, A. P.; Tivelli, S. W. Couve de folha. In: Aguiar, A. T. E.; Gonçalves, C. Paterniani. M. E. A. G. Z.; Tucci, M. L. S.; Castro, C. E. F. Instruções agrícolas para as principais culturas econômicas. 7.ed. Campinas: Instituto Agrônomo, 2014. p.159-161. Boletim IAC, 200.
- Trevisan, J. N.; Martins, G. A. K.; Lúcio, A. D. C.; Castaman, C.; Marion, R. R.; Trevisan, B. G. Rendimento de cultivares de brócolis semeadas em outubro na região centro do Rio Grande do Sul. *Ciência Rural*, v.33, p.233-239, 2003.