



**INSTITUTO FEDERAL GOIANO  
CAMPUS URUTAÍ**

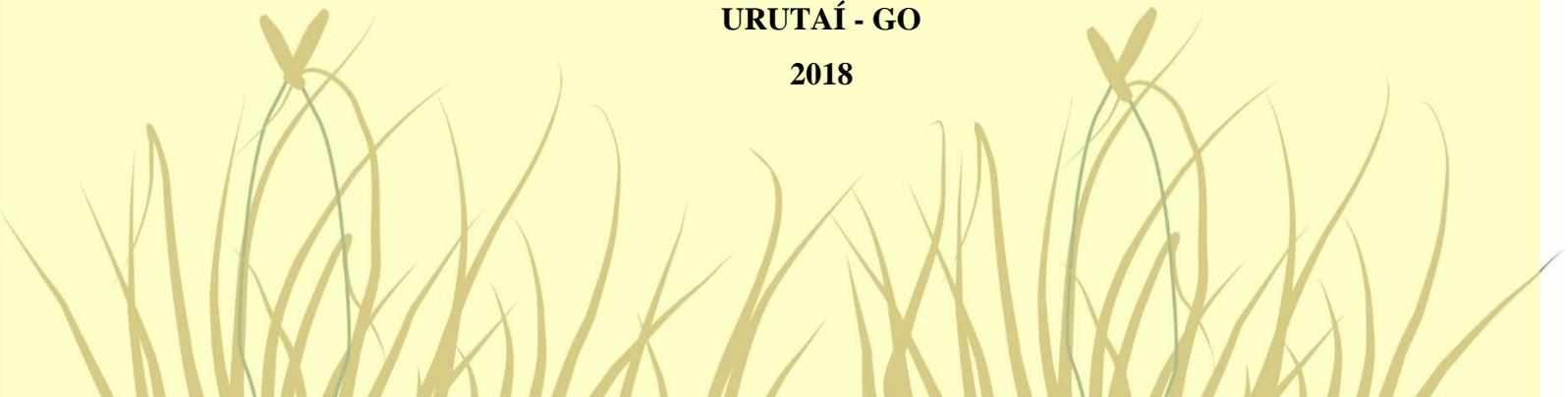
**MANUEL GUERREIRO FILDRA RODRIGUES**

**UTILIZAÇÃO DE POLÍMERO HIDRORETENTOR E TURNOS DE REGA NO  
CULTIVO DA ALFACE**

**Programa de Pós-Graduação em Conservação de Recursos Naturais do Cerrado  
(Mestrado Profissional)**

**URUTAÍ - GO**

**2018**





**Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano**

*Reitor*

Prof. Dr. Vicente Pereira de Almeida

*Pró-Reitor de Pesquisa e Pós Graduação e Inovação*

Prof. Dr. Fabiano Guimarães Rosa

**Campus Urutaí**

*Diretor Geral*

Prof. Dr. Gilson Dourado da Silva

*Diretor de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação*

Prof. Dr. André Luís da Silva Castro

**Programa de Pós-Graduação em Conservação de Recursos Naturais do Cerrado**

*Coordenador*

Prof. Dr. Ivandilson Pessoa Pinto de Menezes

**MANUEL GUERREIRO FILDRA RODRIGUES**

**UTILIZAÇÃO DE POLÍMERO HIDRORETENTOR E TURNOS DE REGA NO  
CULTIVO DA ALFACE**

*Orientador*

Prof. Dr. Leandro Caixeta Salomão

Dissertação apresentada ao Instituto Federal Goiano –  
Campus Urutaí, como parte das exigências do Programa  
de Pós-Graduação em Conservação de Recursos  
Naturais do Cerrado para obtenção do título de Mestre.

URUTAÍ - GO

2018

Os direitos de tradução e reprodução reservados.

**Dados Internações de Catalogação na Publicação (CIP)  
Sistema Integrado de Bibliotecas – SIBI/IF Goiano Campus Urutaí**

R69u Rodrigues, Manuel Fildra

Utilização de polímero hidretentor e turnos de rega no cultivo da  
alface/ Manuel Guerreiro Fildra Rodrigues – Urutaí, GO: IF Goiano 2018.  
34 fls.

Orientado: Dr. Leandro Caixeta Salamão

Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Conservação de Recursos  
Naturais do Cerrado) – Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí

1. Hidrogel 2. Lactuca Sativa. 3 Turno de Irrigação. I Título.

CDU 631.67



## FICHA DE APROVAÇÃO DA DISSERTAÇÃO

Título da dissertação:	<i>Utilização de Polímero Hidroretentor e turnos de rega no Cultivo da Alface</i>
Orientador:	Prof. Dr. Leandro Caixeta Salomão
Coorientador:	Prof. Dr. José Antônio Rodrigues de Souza
Autor:	Manuel Guerreiro Fildra Rodrigues

Dissertação de Mestrado **APROVADA** em **27 de julho de 2018**, como parte das exigências para obtenção do Título de **MESTRE EM CONSERVAÇÃO DE RECURSOS NATURAIS DO CERRADO**, pela Banca Examinadora especificada a seguir:

  
Prof. Dr. **Leandro Caixeta Salomão**  
Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí  
Presidente

  
Prof.ª Dra. **Ana Paula Silva Siqueira**  
Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí  
Membro titular

  
Prof. Dr. **Cleiton Gregson Sabin Benett**  
Universidade Estadual de Goiás – Campus Ipameri  
Membro titular

## AGRADECIMENTOS

Inicialmente agradeço à Deus e à minha família, em especial à minha esposa Luciene Francisco Vieira, por todo o amor, carinho, companheirismo e ensinamento de vida. Também, toda a minha gratidão ao meu pai Sebastião Elias Rodrigues, minha mãe Marizete Campos Fildra, meu irmão Ivam Campos Rodrigues e Fernando Campos Rodrigues pela educação e discernimento na trajetória de minha vida.

À União dos brasileiros, que por meio de seus impostos proporciona a existência e manutenção do Instituto Federal e de tantas outras universidades públicas que proporcionam um ensino de qualidade e de acesso gratuito para grande parte das pessoas deste país. Pelo menos àquelas que veem na educação e no conhecimento um caminho para uma vida melhor.

Ao Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí, em especial ao corpo docente e o administrativo do Programa de Pós-Graduação em Conservação de Recursos Naturais do Cerrado, pela aprendizagem de qualidade a mim proporcionada.

Agradecimento especial ao orientador professor Dr. Leandro Caixeta Salomão e co-orientador professor Dr. José Antônio Rodrigues de Souza e professora Dr. Ana Paula Silva Siqueira pelas orientações, pelos valiosos ensinamentos, tolerância e as inúmeras oportunidades que tem me concedido de seguir nos estudos percebendo cada vez mais um mundo melhor.

A todos os meus amigos, familiares, parentes e colegas docentes pela amizade, por compartilhar no ambiente acadêmico esse longo tempo de conquistas em nossas vidas.

## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b> .....	xi
<b>ABSTRACT</b> .....	xii
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	13
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	16
2.1 Geral.....	16
2.1 Específicos.....	16
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	17
3.1 Caracterização da Área Experimental.....	17
3.2 Resultados do Solo da Área Experimental.....	17
3.3 Delineamento da Área Experimental .....	19
3.3 Matéria-Prima e Preparo da Solução de Hidrogel .....	19
3.4 Manejo da Área Experimental .....	21
3.5 Avaliação das Características Produtivas .....	24
3.6 Análise Estatística.....	24
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	24
<b>5 CONCLUSÕES</b> .....	31

## ÍNDICE DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Resultados da Análise química de solo (0-20 cm profundidade) do Ambiente Protegido 1 do campo experimental Urutaí - GO, 2017.	18
<b>Tabela 2.</b> Resultados da Análise física de solo (0-20 cm profundidade) do Ambiente Protegido 1 do campo experimental Urutaí - GO, 2017.	19
<b>Tabela 3.</b> Valores de Coeficiente da cultura (Kc) para as quatro fases de desenvolvimento da alface após o transplante das mudas.	19
<b>Tabela 4.</b> Resumo da ANOVA para os parâmetros de desenvolvimento da cultura de alface submetida aos diferentes tratamentos avaliados.	22
<b>Tabela 5.</b> Comparações múltiplas entre médias de matéria fresca e seca da parte aérea sob aplicação de 4 doses de solução hidroretentora em diferentes turnos de regas.	27

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Área experimental da Unidade Educacional de Produção de Oleicultura do Instituto Federal Goiano Campus Urutaí.	17
<b>Figura 2.</b> Layout do delineamento experimental.	20
<b>Figura 3.</b> Mudas de alface tipo crespa cultivar “Vanda” com 33 dias de despontamento.	20
<b>Figura 4.</b> Aplicação de solução hidroretentora nas covas para transplântio de mudas de alface crespa “Vanda”.	21
<b>Figura 5.</b> Vista geral do experimento no interior do ambiente protegido com o Tanque classe A.	22
<b>Figura 6.</b> Higrômetro digital, para leitura de temperatura e umidade relativa.	23
<b>Figura 7.</b> Manejo de fertirrigação utilizado no experimento por pressão negativa.	23
<b>Figura 8.</b> Temperaturas do ar no interior do ambiente protegido.	25
<b>Figura 9.</b> Umidade relativa média do ar no interior do ambiente protegido.	26
<b>Figura 10.</b> Superfície de resposta para Massa fresca parte aérea.	28
<b>Figura 11.</b> Superfície de resposta para Número de folhas.	29
<b>Figura 12.</b> Superfície de resposta para Produtividade.	30
<b>Figura 13.</b> Superfície de resposta para Eficiência no uso da água.	31

## LISTA DE SIGLAS, SÍMBOLOS, ABREVIACÕES E UNIDADES

Símbolo /Sigla	Significado	Unidade
CUD	Coefficiente de Uniformidade de Distribuição	%
EUA	Eficiência do Uso da Água	Kg.ha <sup>-1</sup> .mm <sup>-1</sup>
SAP	Polímero Super Absorvente	-
CEASA	Central Estadual de Abastecimento S. A	-
UEP	Unidade Educacional de Produção	-
m.c.a.	Metros de coluna d'água	
ETo	Evapotranspiração de Referência	mm
EV	Evaporação do Tanque	mm
DAT	Dias Após o Transplante	dias
Kc	Coefficiente da Cultura	Decimal
MFPA	Massa Fresca da Parte Aérea	g
MSPA	Massa Seca da Parte Aérea	g
H	Altura máxima de plantas	cm
NF	Número de Folhas	unidade
PRO	Produtividade	t.ha <sup>-1</sup>
EUA	Eficiência do Uso da Água	kg m <sup>-3</sup>
ANOVA	Análise de Variância	-
T MAX	Temperatura Máxima	°C
T MIN	Temperatura Mínima	°C
T MED	Temperatura Média	°C
Ug	Umidade Gravimétrica	%
UR	Umidade Relativa	%
CV	Coefficiente de Variação	%
ETc	Evapotranspiração da Cultura	mm

## RESUMO

A demanda crescente por água e a escassez de chuva em várias regiões do país tem acarretado racionamento em seu consumo e despesas elevadas em soluções emergenciais para minimizar os problemas de falta d'água. A agricultura irrigada é apontada como a maior consumidora de água doce, dentre as atividades que usam esta substância, e prioritária em restrições de consumo em caso de iminência de crise hídrica. Uma alternativa viável para a redução de consumo de água na irrigação é a utilização de hidrogéis. Os hidrogéis são polímeros hidrorretentores capazes de absorver e reter grande quantidade de água, sendo utilizados como alternativa viável para melhorar o armazenamento de água junto ao solo. Entretanto torna-se necessários estudos visando avaliar a precisão e a possibilidade da utilização desta metodologia no auxílio ao manejo da irrigação, para diferentes cultivos. Neste sentido o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da aplicação de diversificados turnos de irrigação, assim como de variadas doses de soluções do polímero hidrorretentor (hidrogel) na produção da alface crespa 'Vanda' em ambiente protegido. O experimento foi realizado na área experimental de Olericultura do Instituto Federal Goiano (IF Goiano), Campus Urutaí-GO. O experimento foi conduzido em um Delineamento em Blocos Casualizados (DBC) um esquema de parcelas subdividida com 5 solução hidrorretentora (0, 100, 150, 200 e 250g) e 4 turnos de rega, avaliou-se massa fresca parte aérea, massa seca parte aérea, número de folhas, altura de planta, produtividade e eficiência no uso da água. Foi realizado entre os meses de janeiro de 2018 a fevereiro de 2018. O experimento totalizou 1280 plantas sendo (04 blocos); 01 subparcela=16 plantas; 01 parcela=80 plantas (05 subparcelas); 01 bloco=320 plantas (04 parcelas). A cultivar de alface crespa utilizada foi a Vanda. A colheita foi realizada aos 30 dias após o transplante. Os dados foram submetidos a análise de variância, e para os resultados que apresentaram diferenças significativas ( $p < 0,05$ ), realizou-se a análise de regressão pelo estudo da MSR – Metodologia de Superfície de Resposta, mediante pré - análise exploratória dos dados. O uso de solução hidrorretentora em alface crespa, cultivar Vanda, mostrou um desenvolvimento impar em todos os parâmetros avaliativos. O estudo da interação entre doses e turno de rega (DS X TR) na irrigação utilizada, influenciaram significativamente as variáveis matéria fresca e seca da parte aérea (MFPA, MSPA), número de folhas por planta (NF), produtividade (PRO) e eficiência do uso da água (EUA), as doses 200 e 250 de solução hidrorretentora apresentou o melhores resultados nos primeiros dias de turno de rega.

**Palavras-chave:** Hidrogel, Hidrorretentor, Turno de irrigação.

## ABSTRACT

The increasing demand for water and the scarcity of rain in several regions of the country has led to rationing in its consumption and high expenses in emergency solutions to minimize the problems of lack of water. Irrigated agriculture is indicated as the largest consumer of fresh water, among the activities that use this substance, and priority in restrictions of consumption in case of imminence of water crisis. A viable alternative for reducing water consumption in irrigation is the use of hydrogels. Hydrogels are water repellent polymers capable of absorbing and retaining large amounts of water and are used as a viable alternative to improve the storage of water near the soil. However, studies are needed to evaluate the accuracy and feasibility of using this methodology to assist irrigation management for different crops. In this sense, the objective of this work was to evaluate the effect of the application of diverse irrigation shifts, as well as of several doses of solutions of the hydroretent polymer (hydrogel) in the production of 'Vanda' crisp lettuce in protected environment. The experiment was carried out in the Olericultura experimental area of the Goiano Federal Institute (Goiano IF), Campus Urutaí-GO. The experiment was carried out in a randomized block design (DBC), a plot of plots subdivided with 5 hydro-drying solution (0, 100, 150, 200 and 250g) and 4 shifts, number of leaves, plant height, productivity and water use efficiency. It was carried out between January 2018 and February 2018. The experiment totaled 1280 plants being (04 blocks); 01 subplot = 16 plants; 01 plot = 80 plants (05 subplots); 01 block = 320 plants (04 parcels). The cultivar of crisp lettuce used was Vanda. The harvest was performed 30 days after transplantation. Data were submitted to analysis of variance, and for the results that presented significant differences ( $p < 0.05$ ), the regression analysis was performed by the MSR - Response Surface Methodology, through exploratory pre-analysis of the data. The use of a hydrocracking solution in crisp lettuce, Vanda cultivar, showed an uneven development in all the evaluative parameters. The study of the interaction between doses and rule shift (DS X TR) in the irrigation used, significantly influenced the variables fresh and dry matter of the aerial part (MFPA, MSPA), number of leaves per plant (NF), productivity (PRO) and water use efficiency (US), standing out under other doses, the doses 200 and 250 of solution hidigentora presented the best results in the first days of rule shift.

**Keywords:** Hydrogel, Hidroretentor, Irrigation shifts.

## 1. INTRODUÇÃO

A crescente demanda mundial por alimentos e a diminuição na abertura de novas áreas para expansão, devido a pressão pela preservação ambiental, vem intensificando o processo de verticalização da produção agrícola, resultando na mudança do padrão extensivo para o padrão intensivo, no qual se prioriza o rendimento, ou seja, produzir mais utilizando menos. Estas atividades têm envolvido uso irracional da água em vários setores e, principalmente, na agricultura (MENDONÇA et al., 2015).

Numa época em que a redução da disponibilidade dos recursos hídricos é notória em praticamente todo o globo terrestre, cresce a busca, sobretudo no meio científico, por técnicas alternativas de produção de alimentos, que aliem, simultaneamente, alta produtividade e baixo consumo de água. Para Paz et al. (2000), o método de produção agrícola sob irrigação, principalmente em países do hemisfério sul, é economicamente interessante porque possibilita um número maior de safras por ano, quando comparado às técnicas rústicas de produção. Segundo Mendonça et al. (2015), o maior consumo de água no Brasil deve-se à agricultura irrigada, que utiliza cerca de 72% do total consumido no país. Tal fato tem colaborado para que se busque uma maior eficiência na utilização da irrigação e na absorção de água pelas culturas agrícolas.

Em muitos países a irrigação é a prática que mais utiliza água, algumas vezes correspondendo a 70% de toda a água captada (BURTON, 2010). O método de produção agrícola sob irrigação é economicamente interessante e imprescindível no processo de aumento da produção de bens agrícolas, e sua adoção é dependente da disponibilidade hídrica de cada região (TESTEZLAF, 2017). E, devido à conservação da disponibilidade de água ser um fator essencial para manutenção e expansão da produção agrícola, tem-se por necessidade estudar alternativas para minimizar seu desperdício nesse setor (CARVALHO, 2017).

De acordo com Burton (2010), existem quatro métodos principais de irrigação: superfície, aspersão, localizada e subirrigação. Eles se adaptam às condições físicas, tais como tipo de solo, cultura, declividade do terreno, capacidade de aproveitamento de água, etc., além de outros fatores como capacidade de investimento inicial, custo e disponibilidade de mão de obra.

O método de irrigação localizada é dividido, basicamente, em dois sistemas: gotejamento e microaspersão. Segundo Dasberg e Or (2013), o sistema de irrigação por gotejamento se destaca em relação a outros por sua maior eficiência no uso da água. Em

decorrência de sua aplicação precisa, diretamente na zona de raiz. Há também a vantagem na redução da perda de água por evaporação, por escoamento superficial e por percolação profunda; menos flutuações no teor de água no solo, resultando na prevenção de estresse hídrico; melhoria das práticas culturais como controle de plantas daninhas.

Hansen (2015) aponta que sistemas por gotejamento que são devidamente gerenciados podem chegar a 90% de eficiência no uso da água (EUA), segundo dados obtidos nos Estados Unidos da América, o que levou alguns municípios americanos a isentar os produtores de restrições de água. Marouelli & Sousa (2011) expõem que o uso de tecnologias poupadoras de água promove ganhos significativos de produtividade, além de minimizar o desperdício de recursos hídricos e reduzir impactos ambientais, proporcionando maior sustentabilidade econômica ao produtor.

Uma das possíveis alternativas para potencializar a utilização de recursos hídricos é a utilização de polímeros hidroretentores (hidrogéis). Ahmed (2015) constata que esses polímeros são hidrofílicos e estruturalmente reticulados. Ullah et al. (2015) verifica ainda que eles têm a capacidade de absorver água ou fluidos aquosos em quantidade de 10 a 1000 vezes seu peso ou volume original em curto período de tempo.

Quando imersos em água ou solução aquosa, esses polímeros absorvem até atingir um volume de equilíbrio, mas não se dissolvem, graças à sua estrutura reticulada e podem resistir a repetidos ciclos de absorção-dessorção (FONSECA et al. 2014; MENDONÇA et al. 2013; NAVROSKI et al. 2016). Fonseca et al. (2014) acrescenta ainda que a absorção de solução aquosa se dá em minutos e sua dessorção é finalizada em dias. Santos et al. (2015) comentam que a liberação lenta de água em um fluxo contínuo atende à quantidade necessária ao desenvolvimento das plantas. Mesmo sendo uma tecnologia que atualmente está incorporada a diversos sistemas produtivos de frutas e hortaliças, no Brasil, o manejo de irrigação ainda é executado de maneira inadequada, geralmente com grande desperdício de água (MAROUELLI & SOUSA, 2011).

Dentre as hortaliças de importância econômica no Brasil, a alface ocupa um importante lugar, surgindo a necessidade de produzi-la em quantidade suficiente para atender à demanda e com qualidade satisfatória, além de manter o seu fornecimento o ano todo, considerando-se que a sazonalidade afeta a produção da cultura, dificultando a regularidade de oferta (GUALBERTO et al., 2009).

Até o final da década de 70, o cultivo de alface restringia-se às regiões de clima mais ameno. Entretanto, com o desenvolvimento de cultivares de verão, novos tratamentos culturais e o aumento do cultivo protegido, atualmente a alface pode ser encontrada em todo o país, sendo

cultivada durante o ano todo em pequena, média e grande escala. Estima-se que no Brasil sejam cultivados em torno de 51 mil hectares de alface (ABCSEM, 2010; MALDONADE et al., 2014). Entretanto, o cultivo protegido em casa-de-vegetação vem aumentando sua capacidade em diminuir de forma significativa na produtividade e qualidade do produto final, além de diminuir os custos com aplicações de defensivos e fertilizantes.

Para proporcionar produções elevadas e de qualidade durante todo ano utilizando pequenas áreas tem-se optado pelo cultivo de hortaliças em ambiente protegido, método este que já é bastante difundido e aceito pelos produtores, no entanto, ainda são insuficientes os resultados de pesquisa que subsidiem o aproveitamento do potencial dessa tecnologia nas diferentes regiões climáticas do país, especialmente no que tange ao adequado manejo da irrigação (SANTOS & PEREIRA, 2004).

Reis et al. (2013) relatam que o propósito do cultivo em ambiente protegido é melhorar a produtividade e a qualidade dos produtos agrícolas por oferecer regularidade na produção. Figueiredo (2011) concorda que esta modalidade de cultivo proporciona uma fuga da sazonalidade, fato que ocorre principalmente na olericultura, em função do clima. Essa fuga possibilita a obtenção de uma melhor remuneração da produção, pelo fato de a comercialização ser feita em um período com menor oferta e melhor preço.

Com relação ao manejo nesse ambiente, Salomão (2009) destaca a importância do turno de irrigação e da aplicação de lâminas de irrigação apropriadas à fase fenológica da cultura, porém com turno de irrigação variável. Ou seja, aplica-se a mesma quantidade de água, com intervalos distintos entre irrigações, pois, este fator é determinado pelo balanço hídrico no solo que, por sua vez, depende da demanda evapotranspirométrica e da precipitação pluviométrica.

Estudos realizados por Salomão (2012) constam que os tanques de evaporação servem para quantificar diretamente a demanda evapotranspirativa do ambiente, nos quais a evapotranspiração é determinada multiplicando-se a evaporação da superfície livre da água contida no tanque por um coeficiente de correção (coeficiente do tanque, denominado Kt) a ser determinado para as condições locais, em sistemas com lâmina d'água fixa, o turno de rega é variável, isto é, a irrigação é dependente da capacidade de armazenamento de água no solo. Já nos sistemas com turno de rega fixo, a lâmina d'água de irrigação é variável e deve-se atentar para a demanda evapotranspirométrica da cultura.

## **2. OBJETIVOS**

### 2.1 Geral

Objetivou-se com este estudo avaliar o efeito da aplicação de diversificados turnos de irrigação, assim como de variadas doses de soluções do polímero hidroretentor (hidrogel) na produção da alface crespa ‘Vanda’ em ambiente protegido.

### 2.2 Específicos

- Analisar as características agronômicas da alface crespa, cultivar Vanda, perante as condições experimentais.
- Estimar a produtividade da alface crespa, cultivar Vanda, para as diferentes condições impostas pelo experimento.
- Verificar se há efeito de interação dos fatores turnos de irrigação e dosagens do polímero hidroretentor nas características produtivas da alface.
- Determinar a eficiência de uso da água em função da produtividade estimada.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Caracterização da Área Experimental

O experimento foi realizado nas instalações pertencentes a Unidade Educacional de Produção (UEP) de Oleicultura do Instituto Federal Goiano Campus Urutaí em ambiente controlado (Casa de vegetação), situado na Fazenda Palmital, Rodovia Geraldo Silva do Nascimento, km 12,5, Zona Rural, no município de Urutaí - GO. A unidade experimental está localizada a uma altitude de 697 metros em relação ao nível do mar e suas coordenadas geográficas são 17° 29' 10" S de latitude e 48° 12' 38" O de longitude. De acordo com a classificação de Köppen, o clima da região é o tropical de altitude, caracterizando-se pelo inverno seco e o verão chuvoso. A temperatura média do local varia de 23°C a 26°C podendo ocorrer precipitação média entre 1000 e 1500 mm.

O experimento foi conduzido entre os meses de janeiro e fevereiro de 2018, em ambiente protegido do tipo arco simples, orientação Leste-Oeste com dimensões de 7 m de largura por 30 m de comprimento (Figura 1). Utilizou-se um sistema de irrigação localizada por gotejamento, adotando uma linha lateral para duas linhas de plantas, com emissores espaçados entre si a 0,2 m e vazão de 1,5 L h<sup>-1</sup> a uma pressão de serviço de 10 m.c.a. O sistema de bombeamento foi composto por conjunto motobomba de 1 cv, um filtro de disco de 120 mesh, 8 registros e um manômetro.



**Figura 1.** Área experimental da Unidade Educacional de Produção de Oleicultura do Instituto Federal Goiano Campus Urutaí.

### 3.2 Resultados do Solo da Área Experimental

O solo da área experimental foi avaliado física e quimicamente, para isso, foram coletadas seis amostras, nas camadas de 0-10 e 10-20 cm, no interior do ambiente protegido, estas foram homogeneizadas, dando origem a uma amostra composta, que foi analisada no Solocria Laboratório Agropecuário Ltda.

O solo foi caracterizado quimicamente pelos atributos: pH ( $\text{CaCl}_2$ ) = 5,8; matéria orgânica =  $21 \text{ g dm}^{-3}$ ; P=  $1335 \text{ mg dm}^{-3}$ ; K=  $0,91 \text{ cmolc dm}^{-3}$ ; Ca=  $7,5 \text{ cmolc dm}^{-3}$ ; Mg=  $1,0 \text{ cmolc dm}^{-3}$ ; H+Al=  $1,5 \text{ cmolc dm}^{-3}$ ; CTC=  $10,59 \text{ cmolc dm}^{-3}$  e saturação por base= 85,79% (Tabela 1) e foi classificado como Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico (SANTOS et al., 2013 a,b). A classe textural do solo foi classificada como Franco Argilo Arenoso (Tabela 1).

**Tabela 1.** Caracterização química e física de solo (0-20 cm profundidade) do Ambiente Protegido do campo experimental Urutaí - GO, 2017.

<b>Ca</b>	<b>Mg</b>	<b>Al</b>	<b>H+Al</b>	<b>K</b>	<b>K</b>	<b>P (Melich)</b>	<b>S</b>	<b>V</b>	<b>CTC</b>
cmolc/dm <sup>3</sup>					mg/dm <sup>3</sup>			%	
7,5	1	0	1,5	0,91	193,5	1335	15	85,79	10,59
<b>M.O.</b>	<b>pH</b>	<b>Na</b>	<b>Co</b>	<b>Zn</b>	<b>B</b>	<b>Cu</b>	<b>Fe</b>	<b>Mn</b>	<b>Mo</b>
g/dm <sup>3</sup>				mg/dm <sup>3</sup>					
21	5,8	22,1	-	82	0,4	6,5	112,5	79,3	-
<b>Camada</b>	<b>Areia Grossa</b>	<b>Areia fina</b>		<b>Argila</b>	<b>Silte</b>	<b>Textura do solo</b>			
Cm	g kg <sup>-1</sup>								
0-20	277	286		256	181	Franco Argilo Arenoso			

Fonte: SOLOCRIA Laboratório Agropecuário Ltda, 2017.

De acordo com análise física e química aplicar o calcário com antecedência de 30 a 90 dias (conforme o PRNT) antes do transplante das mudas. Recomenda-se para a alface elevar a saturação por bases do solo a 80% e o teor de magnésio a um mínimo de  $9 \text{ mmolc dm}^{-3}$ , incorporando o corretivo de acidez desde a superfície do solo até 20 cm de profundidade. Sendo os resultados das análises física e química as recomendações de acordo com as tabelas abaixo:

**Tabela 2.** Interpretação de P, K, Ca, Mg, S e V% em solos.

Teor	K <sup>+</sup> trocável mmol/dm <sup>3</sup>	P(resina) mg/dm <sup>3</sup>	Ca <sup>++</sup> trocável mmol/dm <sup>3</sup>	Mg <sup>++</sup> trocável mmol/dm <sup>3</sup>	S – SO <sub>4</sub> - mg/dm <sup>3</sup>	V %
Muito baixo	0,0 – 0,7	0 – 10	0 – 4	0 – 2	0 – 2	0 – 25
Baixo	0,8 – 1,5	11 – 25	5 – 10	3 – 5	3 – 5	26 – 50
Médio	1,6 – 3,0	26 – 60	11 – 20	6 – 10	6 – 10	51 – 70
Alto	3,1 – 6,0	61 – 120	21 – 40	11 – 15	11 – 15	71 – 90
Muito alto	> 6,0	> 120	> 40	> 15	> 15	> 90

**Fonte:** Raij et al. (1997) e Ribeiro et al. (1999).

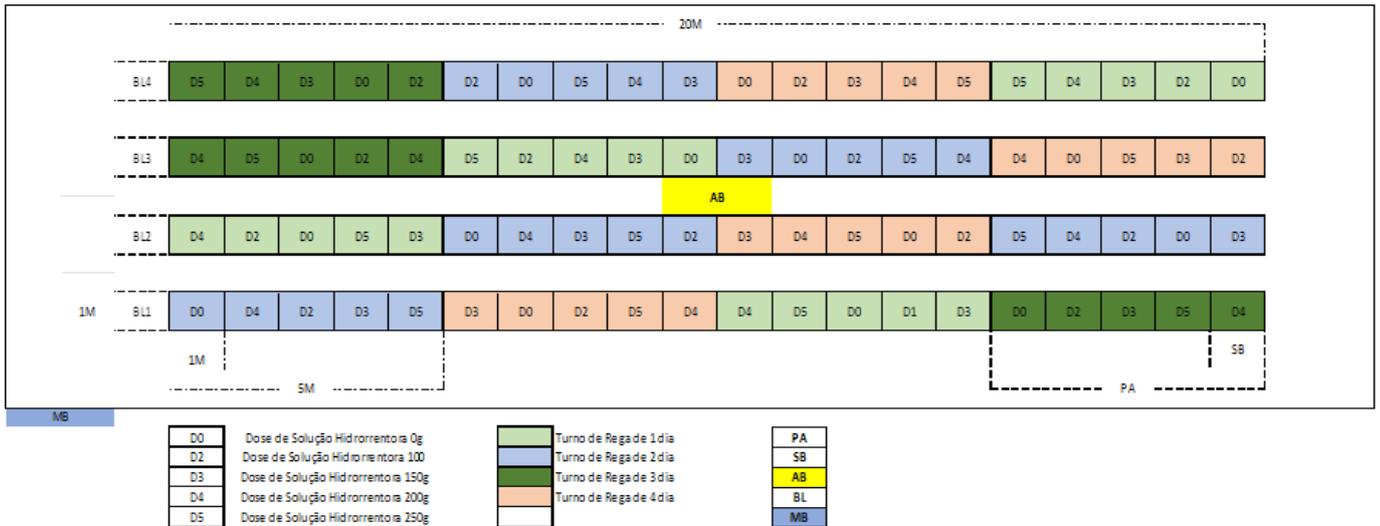
**Tabela 3.** Interpretação dos teores de micronutrientes em solos<sup>1</sup>.

Teor	B mg/dm <sup>3</sup>	Cu mg/dm <sup>3</sup>	Fe mg/dm <sup>3</sup>	Mn mg/dm <sup>3</sup>	Zn mg/dm <sup>3</sup>
Baixo	0 – 0,30	0 – 0,2	0 – 4	0 – 1,2	0 – 0,5
Médio	0,31 – 0,60	0,3 – 0,8	5 – 12	1,3 – 5,0	0,6 – 1,2
Alto	> 0,60	> 0,8	> 12	> 5,0	> 1,2

**Fonte:** Raij et al. (1997).

### 3.3 Delineamento da Área Experimental

O experimento se dispôs de delineamento experimental em Blocos Casualizados (DBC) um esquema de parcelas subdividida (4 turnos de regras x 5 doses), sendo quatro blocos e cinco subparcelas subdividas em cada bloco em que se utilizaram uma lâmina a 100% de irrigação para os diferentes blocos em quatro dias de turnos de rega que representam as dosagens distintas de solução hidrotentora (0, 100, 150, 200 e 250g). O experimento totalizou 1280 plantas sendo (04 blocos); 01 subparcela=16 plantas; 01 parcela=80 plantas (05 subparcelas); 01 bloco=320 plantas (Figura 2).



**Figura 2.** Layout do delineamento experimental

O espaçamento utilizado, tanto entre as linhas quanto entre as mudas foi de 0,25 m x 0,25 m. A medida utilizada nos canteiros foi de 1 m de largura por 20 m de comprimento e o espaçamento entre eles foi de 0,5 m. Sua confecção foi feita manualmente e o solo do experimento foi preparado por meio de aração mecanizada, com a ajuda de um microtrator.

### 3.3 Matéria-Prima e Preparo da Solução de Hidrogel

A cultivar Vanda, do segmento alface crespa, é reconhecida por seu alto nível de resistência à queima dos bordos, sistema radicular vigoroso, ciclo precoce (de aproximadamente 55 dias) e grande resistência ao LMV-II, conhecido como vírus do mosaico da alface (SÍTIO SAKATA, 2018).

Utilizou-se mudas saudáveis de alface tipo crespa, cultivar Vanda, com 33 dias de despontamento, cuja aquisição se deu comercialmente do Viveiro SAKURA localizada em Anápolis – GO (Figura 3).



**Figura 3.** Mudas de alface tipo crespa cultivar “Vanda” com 33 dias de despontamento.

A solução padrão de hidrogel foi preparada com a diluição de 100g do polímero Forth Gel — fabricado pela empresa TECNUTRI do Brasil — em 10 litros de água e, em seguida, aguardou-se o tempo de 15 minutos, para que houvesse a ação da hidratação do produto, segundo recomendações do fabricante. As dosagens de hidrogel foram inseridas nas covas (Figura 4) e a solução hidroabsorvente coberta com o solo, o qual recebeu as mudas, penetradas até que houvesse contato com o hidrogel.



**Figura 4.** Aplicação de solução hidroretentora nas covas para transplante de mudas de alface crespa “Vanda”.

### 3.4 Manejo da Área Experimental

Adotou-se lâmina de 100% na irrigação aplicada em cada turno de rega de acordo com a evapotranspiração da cultura (Etc). Os níveis de irrigação dispensados foram embasados nas necessidades hídricas da cultura, levando-se em consideração a evaporação de água, registrada por meio micrômetro de gancho, do Tanque Classe A posicionado no interior da estufa. Os turnos de rega utilizados no estudo em questão foram de um, dois, três e quatro dias.

A Evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>) foi obtida a partir da evaporação do tanque (EV), em que se utilizou um Tanque Classe A, montado sobre estrado de madeira pintado de branco, a 0,15 m do solo, com a finalidade de evitar trocas energéticas com o solo o que pode aquecer a massa líquida e interferir na evaporação instalado no interior do ambiente protegido (Figura 5). As medições de EV foram realizadas com parafuso micrométrico com precisão de 0,02 mm. As irrigações tiveram um turno de rega fixo de 1 dia e eram realizadas no início da manhã (8:00), a diferenciação entre os tratamentos de lâminas de irrigação se deu a partir do 10º dia após o transplante (DAT), pois durante esse intervalo de tempo foi irrigado as plantas por regador até as plantas raizarem bem no canteiro para adquirir resistência. Os níveis de

irrigação foram calculados em função dos dados da EV do Tanque Classe A, e para o cálculo do tempo de irrigação sendo que os dados foram coletados diariamente pelo Tanque Classe A para cálculo das lâminas de irrigação. A lâmina aplicada em cada turno de irrigação correspondia a 100% da evapotranspiração da cultura (Etc) acumulada para cada período.



**Figura 5.** Vista geral do experimento no interior do ambiente protegido com o Tanque classe A.

O coeficiente da cultura ( $K_c$ ) empregado foi variável de acordo com o estágio de desenvolvimento da cultura (Tabela 3).

**Tabela 4.** Valores de Coeficiente da cultura ( $K_c$ ) para as quatro fases de desenvolvimento da alface após o transplante das mudas (Adaptado de Trani et al. 2011).

Fases	$K_c$
I	0,85
II	0,90
III	1,00
IV	0,95

Fase I- primeiros 10 dias; Fase II – 5 dias seguintes após fase I; Fase III – 15 dias seguintes a fase II; Fase IV – até a colheita.

Para avaliação de temperatura e umidade foi instalado no centro do ambiente protegido um abrigo meteorológico, confeccionado em madeira, pintado na cor branca e posicionado e instalado uma altura de 1,5 m. Foi instalado nesse abrigo, um termo higrômetro digital, em que eram realizadas diariamente aferição das temperaturas e umidades relativas máximas e mínimas (Figura 6). E a partir desses dados foram calculados os valores médios diários a partir da obtenção das leituras para todo o período do experimento.



**Figura 6.** Higrômetro digital, para leitura de temperatura e umidade relativa.

Para o procedimento de adubação do plantio utilizou-se a fertirrigação sendo a primeira fértil com 17 dias de transplante e a segunda com 22 dias de 200 gramas de uréia num balde de 10 litros de água bem diluído — mecanismo de aplicação simultânea de fertilizantes e água, por meio de um sistema de irrigação e aplicou-se pressão negativa (entre e entrada de água no registro é a saída de água com fertilizante para o sistema de irrigação), de um registro adaptado entre o reservatório e a bomba (Figura 7).



**Figura 7.** Manejo de fertirrigação utilizado no experimento por pressão negativa.

Quando necessário, foram realizadas capinas manuais para controlar plantas daninhas como: caruru (*Amaranthus viridis* L), tiririca (*Cyperus rotundus*), beldroega (*Portulaca oleracea*), capim colchão (*Digitaria horizontalis*) e brachiaria (*Brachiaria Ruziziensis*).

Realizou-se, diariamente, vistorias a fim de detectar possíveis pragas e doenças no período de cultivo.

### 3.5 Avaliação das Características Produtivas

A colheita e as características produtivas da cultura “Alface Crespa” avaliada foram realizadas aos 30 dias após o transplante (DAT) sendo este, o ponto em que as plantas atingiram o máximo desenvolvimento vegetativo para o ponto de colheita. De cada subparcela foram colhidas 3 plantas da área útil (central) e as avaliações foram realizadas no Laboratório de Fitotecnia do Instituto Federal Goiano Campus Urutaí.

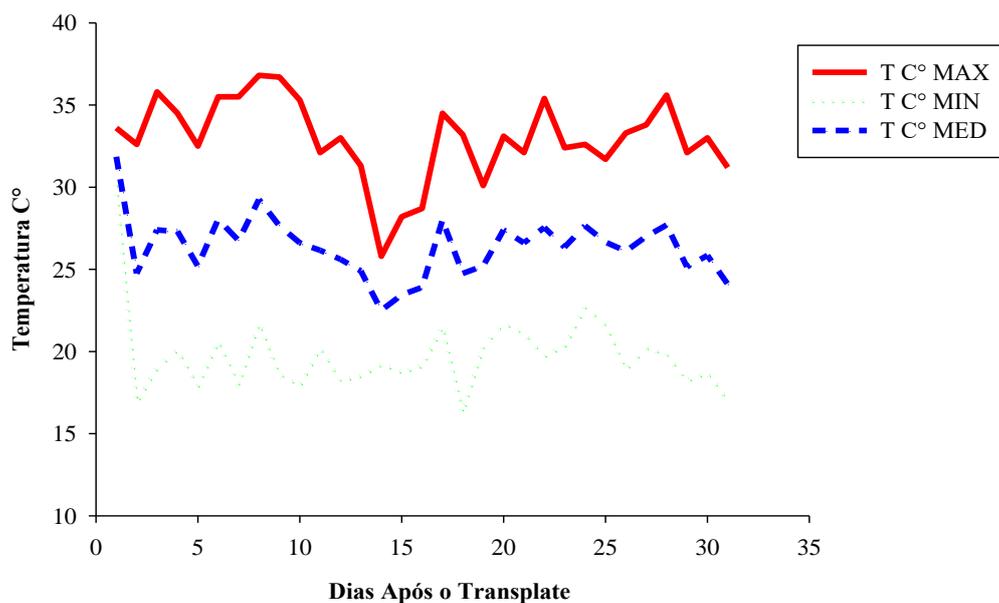
Realizou-se massa seca, onde a parte aérea foi pesada e colocada em sacos de papel Kraft devidamente identificados, e levados para estufa com renovação de ar e circulação forçada a 65°C até atingirem massa constante. Massa Fresca da Parte Aérea (MFPA) e Massa Seca da Parte Aérea (MSPA), ambas aferidas com o auxílio de balança de precisão (0,01g); Altura de Plantas (H), medida por meio de uma régua com graduação em mm; Número de Folhas (NF) através de contagem manual; Produtividade (P) tendo-se como referência uma população de 96000 indivíduos por hectare, considerada ideal; c) Eficiência do Uso da Água (EUA) sendo baseada na água aplicada na evapotranspiração pelo Tanque Classe A à lâmina aplicada a 100% de acordo com os Turnos de Rega de um a quatro dias.

### 3.6 Análise Estatística

Os dados foram submetidos a análise de variância (ANOVA), empregando - se o teste F em 0.05 de probabilidade. As equações de regressão foram selecionadas escolhidas com base no coeficiente de determinação aplicando-se o teste t a 5% de significância e os dados de matéria seca e fresca da parte aérea submetidos a análise de variância e comparados pelo teste de LSD de Fisher a 5 % de significância. As análises estatísticas foram realizadas, com o auxílio dos softwares SAEG 7.1 (RIBEIRO JÚNIOR, 2001) e R versão 3.4.3 (R Core Team, 2018).

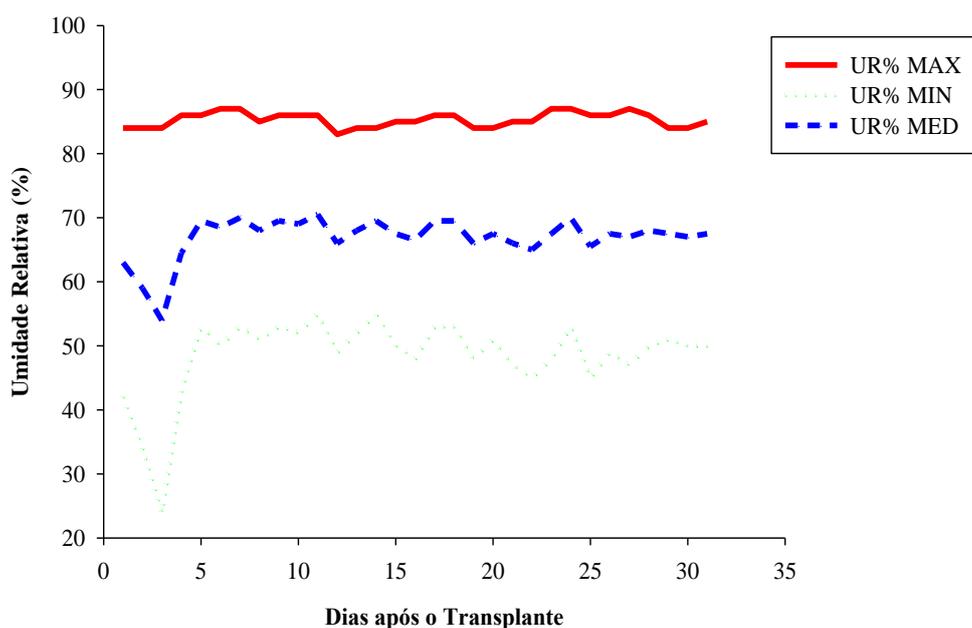
## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para o período de desenvolvimento experimental as temperaturas máximas oscilaram entre 25,8°C e 36,8°C e as mínimas se mantiveram na faixa entre 16,9°C a 30,1°C e a temperatura média geral foram de 26,36°C (Figura 8).



**Figura 8.** Temperaturas do ar no interior do ambiente protegido.

De acordo com Trani et al. (2014), as temperaturas mais adequadas para a cultura situam-se entre 15°C e 20°C. Entretanto de acordo com Filgueira (2008), ao longo dos anos, melhoristas desenvolveram cultivares adaptadas as épocas primavera e verão resistentes ao pendoamento precoce. Segundo Filgueira (1982), a temperatura mínima do ar tolerada pela alface é de 6°C e a máxima é de 30°C. Para a umidade relativa (UR) media do ar, constatou-se no período do experimento o valor médio de 66,9, sendo que os valores extremos ficaram entre 55,0% e 87,0% % (Figura 9).



**Figura 09.** Umidade relativa média do ar no interior do ambiente protegido.

A análise de influência dos fatores doses de solução hidroretentora ( $\text{g L}^{-1}$ ), TR – turno de rega (dias), e da interação (Dose X TR) ao longo do tempo, ou seja, por ocasião, a época do balanço hídrico no turno de rega de 4 dias em função dos doses, realizados no período de cultivo da alface, sobre os parâmetros avaliados, teve como base os resultados do quadro da ANOVA para os parâmetros de desenvolvimento da cultura.

Verifica-se, que o efeito isolado do fator doses de solução hidroretentora ( $\text{g L}^{-1}$ ), ocorreu de forma significativa sobre as variáveis (matéria fresca da parte aérea, matéria seca da parte aérea, número de folhas, produtividade e eficiência no uso da água) com um alfa de 5% de significância Tabela 4, excluindo apenas altura de plantas, onde não se verificou efeito das diferentes doses aplicadas à cultura da alface. NOBRE et al. (2009) avaliaram o crescimento e a produção de cultivares de alface em condições de solo saturado e constataram que elevado conteúdo de água no solo limita o acúmulo de fitomassa da parte aérea e das raízes da alface. O turno de rega (TR) e apresentou diferenças significativas ( $p\text{-valor} < 0,05$ ) para todas as variáveis (massa fresca, massa seca, número de folhas, altura de plantas, produtividade e eficiência no uso da água), somente não apresentou interação significativa ( $p\text{-valor} < 0,005$ ) para a variável (H) altura de plantas a 5% de significância.

**Tabela 4.** Resumo da análise de variância em um esquema de parcelas subdividida para os parâmetros avaliativos do desenvolvimento da cultura de alface submetida a diferentes doses de solução hidroretentora em diferentes turnos de regas.

FV	GL	MFPA	MSPA	NF	H	PRO	EUA
Dose	4	0,011583	0,004627	0,0133	0,631221	0,011583	0,00394
Bloco	3	<0,001	0,001265	0,001144	0,000695	<0,001	0,000111
TR	3	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Dose*TR	12	0,000417	0,049175	0,004314	0,055201	0,000417	0,000601
CV a		47.03	33.89	26.16	25.30	47.03	47.93
CV b		27.31	24.23	19.39	13.26	27.31	27.35

Valor  $p < 0,005$  não apresenta diferença significativa a 0,05 de probabilidade. FV; Fator de variação, GL; Grau de liberdade, MFPA; Matéria fresca da parte aérea, MSPA; Matéria seca da parte aérea, NF; Número de folhas, H; Altura de planta, PRO; produtividade (kg/ha), EUA; eficiência no uso da água, TR; turno de rega (dias).

**Tabela 5.** Comparações múltiplas entre médias de matéria fresca e seca da parte aérea sob aplicação de 4 doses de solução hidroretentora em diferentes turnos de regas.

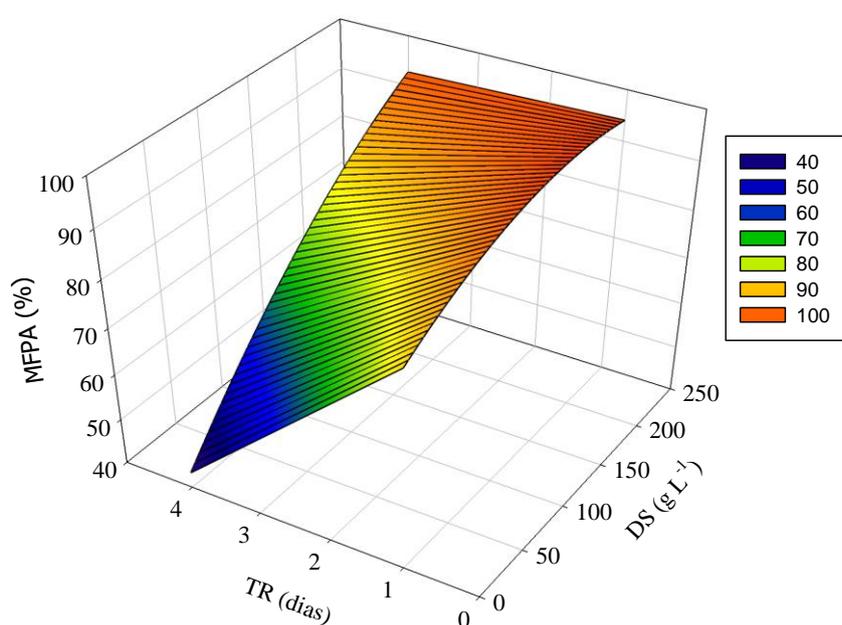
Doses	MSPA (g)			
	TR 1	TR 2	TR 3	TR 4
0	80.31 bA	65.52917 bAB	57.75583 bBC	44.23667 cC
100	89.7725 abA	87.3175 abA	104.3692 Aa	61.23667 cB
150	98.765 abA	71.91917 abBC	88.07917 aAB	62.5325 bcC
200	110.39 aA	77.73833 abB	93.19333 aAB	84.93083 abB
250	88.68333 abA	92.465 aA	95.00667 aA	100.6217 aA
-	MFPA (g)			
0	6.125 bA	5.620833 bA	5.038333 bAB	3.951667 bB
100	7.4725 abA	7.074167 aA	8.06 aA	5.271667 bB
150	7.195 abA	6.213333 abAB	6.791667 aA	5.168333 bB
200	7.788333 aA	6.440833 abB	7.1775 aAB	6.876667 aAB
250	7.108333 abA	7.095 aA	7.158333 aA	7.278333 aA

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não se diferem estatisticamente pelo teste de Lsd a 5% de significância. MFPA; Matéria fresca da parte aérea, MSPA; Matéria seca da parte aérea, TR; turno de rega (dias).

Observa-se que na um decréscimo na perda de matéria fresca (MFPA) no passar dos turnos de regas, o mesmo acontece na matéria seca da parte aérea (MSPA), contudo, esse decréscimo se manteve constante, tendo o controle (Dose 0) com os menores médias e as doses 200 e 250 com as médias superiores.

Os valores de MFPA apresentaram resposta quadrática, em função do turno de rega e das doses de solução hidroretentora (Figura 10). Pelo estudo da MSR – Metodologia de Superfície de Resposta para modelar o processo, uma regressão múltipla estabelece a relação entre o objetivo e fatores identificados como relevantes.

O comportamento das doses em função do turno de rega pode ser explicado pela fitomassa da massa fresca (MFPA) de lâminas acumuladas obtidas no presente trabalho, visto que o período de condução apresentou um período inferior aos demais estudos com objetivos semelhantes, com apenas de 30 DAT. Fato esse ocorrido devido à alta precocidade da cultivar de alface crespa utilizada. Outro ponto importante a se destacar é a grande variação de temperatura observada ao longo do experimento, tendo início com temperaturas baixas, este comportamento pode ter acelerado seu crescimento, além do material genético já favorecer a precocidade.



**Figura 10.** Superfície de resposta para Massa fresca parte aérea.

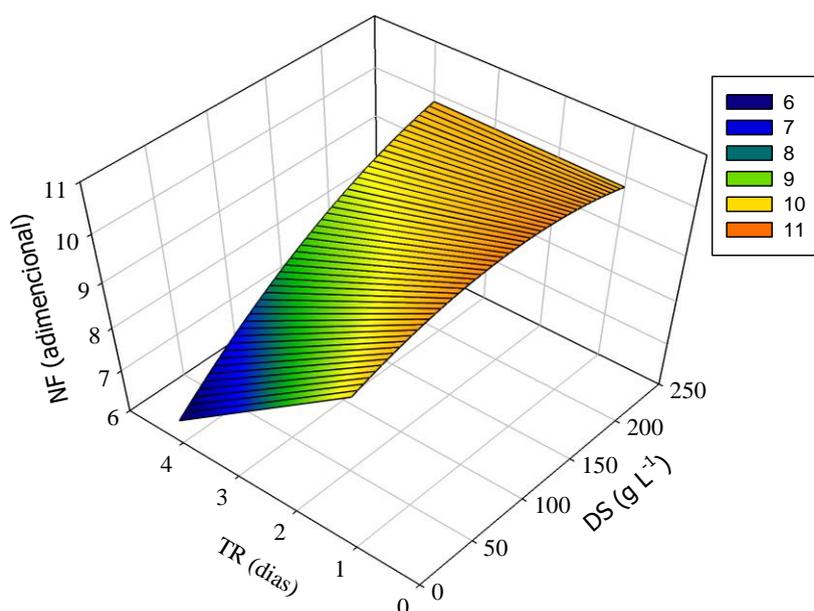
Equação	R <sup>2</sup>
$MFPA = 95,58 + 0,08037 * DS^{\circ} - 0,0003375 * DS^{\wedge} 2 - 13,04 * TR^{*} + 0,05033 * DS * TR$	0,756

*\**, *°*, *^*, significativos a 5%, 10% e 20% respectivamente. MFPA - massa fresca da parte aérea (%), DS – doses de solução hidroretentora (g L<sup>-1</sup>), TR – turno de rega (dias).

O modelo de regressão quadrática também foi o que melhor se ajustou para a variável NF (Figura 11), para explicar o comportamento dos dados em função dos fatores turno de rega e doses de solução hidroretentora.

A equação da regressão apontou que o (DS) de hidrogel proporcionou menor NF, em relação ao (TR). O ponto de expressão máxima valor de (DS) foi alcançado com uso de 200g a 250g do hidrorretentor, gerando um NF de maior acréscimo em relação a dose 0.

O déficit moderado de água no início da fase vegetativa favorece o crescimento do sistema radicular das plantas, sendo vantajoso, por aumentar a capacidade de absorção de água e de nutrientes pelas plantas. (REIFSCHNEIDER e RIBEIRO 2008). Isso pode explicar, em parte, a semelhança entre as (NF) obtidas para (DS) nos (TR).



**Figura 11.** Superfície de resposta para Número de folhas.

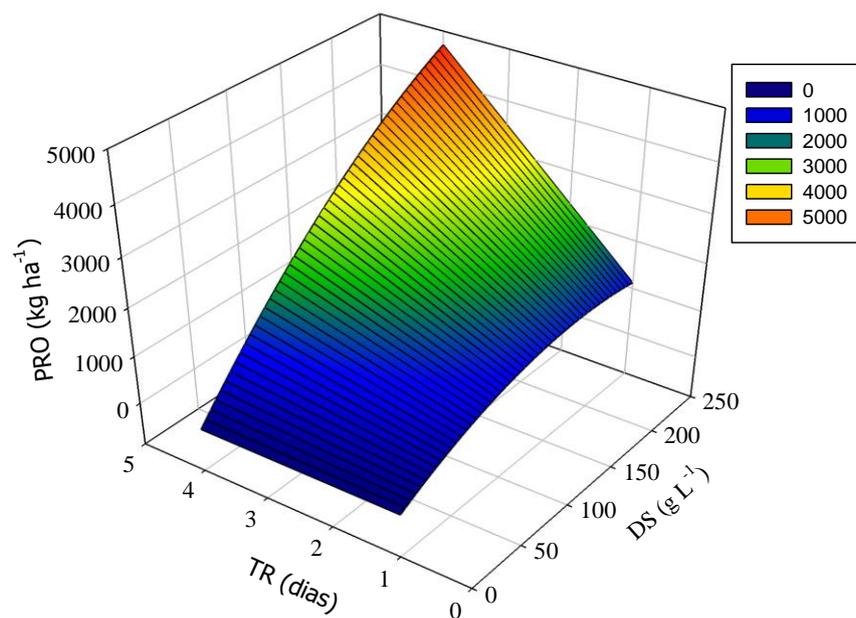
Equação	R <sup>2</sup>
$NF = 10,55 + 0,0046677 * DS^{\wedge} - 0,00003092 * DS^{\circ} - 2 - 0,9964 TR^{*} + 0,004034 * DS * TR$	0,742

\*, °, ^, significativos a 5%, 10% e 20% respectivamente.  
 NF – número de folhas (adimensional), DS – doses de solução hidroretentora (g L<sup>-1</sup>), TR – turno de rega (dias).

Nos turnos de regas de um a quatro dias verificou-se efeito significativa (PRO) em função de (TR) e (DS) na produtividade. Este comportamento pode ser observado na Figura 12, percebe-se que quanto maior o intervalo de uma irrigação para outra não interfere na eficiência do uso da água para a produtividade, indicando que a cultura da alface é sensível a elevados déficits de água no solo, ou seja, a diferenciação de turnos de rega utilizado neste trabalho influenciou sensivelmente para o acréscimo destes fatores avaliados, em sua fisiologia da produtividade.

FILGUEIRA (2008) relata que a cultura da alface é altamente exigente em água, portanto, as irrigações devem ser frequentes e abundantes, devido à ampla área foliar e a

transpiração intensiva, bem como ao sistema radicular delicado e superficial, e a elevada capacidade de produção. Assim, o teor de água útil no solo deve ser mantido acima de 80%, ao longo do ciclo da cultura, inclusive durante a colheita.



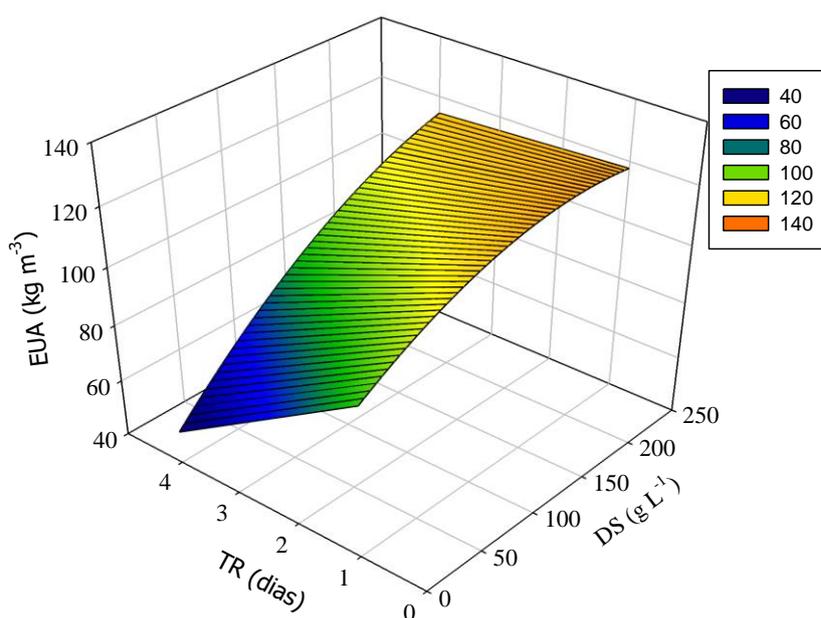
**Figura 12.** Superfície de resposta para Produtividade.

	<b>Equação</b>	<b>R<sup>2</sup></b>
	$PRO = 9,176 + 7,715 * DS - 0,0324 * DS^2 - 1,252 * TR + 4,831 * DS * TR$	0,803
*, °, ^, significativos a 5%, 10% e 20% respectivamente.		
PRO – produtividade, (kg ha <sup>-1</sup> ), DS – doses de solução hidroretentora (g L <sup>-1</sup> ), TR – turno de rega (dias).		

É possível observar na Figura 13 que os tratamentos com turnos de rega de um e quatro dias diferiram entre si em relação a (EUA) e (DS, exigindo ao produtor um manejo adequado para designação do turno de rega (TR), considerando as necessidades específicas do manejo de cultivo empregado e condições edafoclimáticas.

Oliveira et al. (2014), também verificaram diferença significativa na EUA em relação ao uso de hidrogel no cultivo de alface, através de irrigação com manejo por monitoramento de umidade do solo. Os autores constataram que houve uma economia de água de 14.9% para o tratamento que continha 200 g m<sup>-2</sup> de hidrogel em relação ao tratamento sem hidrogel.

Tais características mostram que as propriedades do hidrogel de condicionador de solo, refletiram em uma maior retenção de água no solo, diminuindo as perdas por percolação e por evaporação. Mantendo assim o solo com uma maior umidade e permitindo que as plantas se desenvolvam utilizando a água com uma maior eficiência.



**Figura 13.** Superfície de resposta para Eficiência no uso da água.

Equação	R <sup>2</sup>
$EUA = 106,6 + 0,2015 * DS^{\circ} - 0,0006089 * DS^{\circ} 2 - 13,78 * TR^{*} + 0,05044 * DS * TR$	0,853

\*, °, ^, significativos a 5%, 10% e 20% respectivamente.  
 EUA - eficiência do uso da água (kg m<sup>-3</sup>), DS – doses de solução hidroretentora (g L<sup>-1</sup>), TR – turno de rega (dias).

## 5. CONCLUSÕES

A aplicação da solução hidroretentora em alface crespa, cultivar Vanda, mostrou um desenvolvimento impar em todos os parâmetros avaliativos.

O estudo da interação entre doses e turno de rega (DS X TR) na irrigação utilizada, influenciaram significativamente as variáveis matéria fresca e seca da parte aérea (MFPA, MSPA), número de folhas por planta (NF), produtividade (PRO) e eficiência do uso da água

(EUA), sobressaindo sob demais doses, as doses 200 e 250 de solução hidrorretentora apresentou o melhores resultados nos primeiros dias de turno de regra.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABCSEM. **Associação Brasileira do Comércio de Mudas e Sementes**. 2010. <http://www.abcsem.com.br>. Acesso em: 21.08.2018.

AHMED, E. M. Hydrogel: Preparation, characterization, and applications. **Journal of Advanced Research**, Cairo, v. 6, n. 2, p.105-121, 2015.

BRASIL, Agência Nacional de Águas. **Agricultura irrigada: estudo técnico preliminar**. Brasília, DF, 2004, 107p.

BURTON, M. **Irrigation Management: Principles and Practices**. Cambridge: Cabi, 2010. 375 p.

CARVALHO, J. S. **Produção de pimenta dedo-de-moça em função de doses de hidrogel e turnos de irrigação**. 2017. 42 f. Dissertação (Mestrado em Irrigação no Cerrado) - Instituto Federal Goiano-Campus Ceres, Ceres, 2017.

DASBERG, S.; OR, D. **Applied Agriculture: Drip Irrigation**. Nova York: Springer Science & Business Media, 2013. 162 p.

DONAGEMA, G. K.; CAMPOS, D. V. B.; CALDERANO, S. B.; TEIXEIRA, W. G.; VIANA, J. H. M.; **Manual de métodos de análise de solo**. 2ª Ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. 230 p.

FILGUEIRA, F. A. R. Cichoriáceas: alface, chicórea e almeirão. In: Filgueira, F.A.R.(Ed.). **Manual de olericultura: cultura e comercialização de hortaliças**. 2.ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1982. p.77-86.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3. ed. Viçosa, MG: Ed. Universidade Federal de Viçosa, 2008. 421 p.

FIGUEIREDO, Gilberto. Panorama da Produção em Ambiente Protegido. **Casa da Agricultura: Produção em Ambiente Protegido**, Guararema, n. 2, p.10-12, 2011. Trimestral.

FONSECA, M. T. C. B. DA; RODRIGUES, A.; ROSA, F. C.; CASQUILHO, M. **Application of Superabsorbent Polymers to minimize soil water stress**. 2014.

GUALBERTO, R.; OLIVEIRA, P. S. R.; GUIMARÃES, A. M. **Adaptabilidade e estabilidade fenotípica de cultivares de alface do grupo crespa, em cultivo hidropônico**. Horticultura Brasileira, Vitória da Conquista, v. 27, n.1, p.7-11, 2009.

HANSEN, J. **As Vantagens e Desvantagens dos Sistemas de Irrigação para Gramados e Jardins**, 2015.

MALDONADE, I. R.; MATTOS, L. M.; MORETTI, C. L. **Manual de boas práticas agrícolas na produção de alface**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2014.

MAROUELLI, W. A.; SOUSA, V. F. Irrigação e fertirrigação. In: SOUSA, V. F.; MAROUELLI, W. A.; COELHO, E. F.; PINTO, J. M.; COELHO FILHO, M. A. **Irrigação e fertirrigação em frutíferas e hortaliças**. 1. Ed. Brasília: Ed. Embrapa. p, 137-156. 2011.

MENDONÇA, T. G.; QUERIDO, D. C. M.; SOUZA, C. F. Eficiência do Polímero Hidroabsorvente na Manutenção da Umidade do Solo no Cultivo de Alface. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Ceará, v. 9, n. 4, p. 239-245, 2015.

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**, Bahia, v. 2, n. 2, p.87-92, 2013.

NAVROSKI, M. C.; ARAÚJO, M.M.; PEREIRA, M.O.; FIOR, C.S. Influência do polímero hidroretentor nas características do substrato comercial para produção de mudas florestais. **Interciência**, Santa Maria, v. 41, n. 5, p.357-361, 2016.

NOBRE, R. G.; FERNANDES, P. D.; GHEYI, H. R.; BRITO, M. E. B.; ILVA, L. A. **Crescimento da alface sob saturação temporal do solo**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.13, p.890-898, 2009.

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, Viçosa - MG, V.22 N.5, SETEMBRO / OUTUBRO 2014.

RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de Adubação e Calagem para o Estado de São Paulo**, 2.ed. rev. ampl. Campinas, Instituto Agrônômico & Fundação IAC, 1997.

REIFSCHNEIDER, F. J. B.; RIBEIRO, C. S. C. Cultivo. In: RIBEIRO, C.S.C.; CARVALHO, S.I.C.; HENZ, G. P.; REIFSCHNEIDER, F.J.B. **Pimentas Capsicum**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2008. p.11-14.

REIS, Ligia S. et al. Índice de área foliar e produtividade do tomate sob condições de ambiente protegido. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, p.386-391, 18 jan. 2013.

RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ Vb. V.H. (Eds.) **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais – 5ª aproximação**. Viçosa - Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999.

RIBEIRO JÚNIOR, J. I. **Análises estatísticas no SAEG**. Viçosa: UFV, 2001.301p.

R Core Team (2018). R: **A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponível em: <http://www.R-project.org/>.

SALOMÃO, L. C.; SANCHES, L.V.C.; SAAD, J.C.C.; VILLAS BÔAS, R.L. **Manejo da irrigação: um guia para o uso racional da água**. Botucatu: Fepaf, 2009. 136 p.

SALOMÃO, Leandro Caixeta. **Calibração de tanques evaporímetros de baixo custo sob diferentes diâmetros em ambiente protegido**. 2012. 87 f. Tese (Doutorado) - Curso de Agronomia, Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2012.

SANTOS, H. T.; CARVALHO, D. F. de; SOUZA, C. F.; MEDICI, L. O. Cultivo de alface em solos com hidrogel utilizando irrigação automatizada. **Revista Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 35, n. 5, p. 852-862, 2015.

SANTOS, H.G. dos; JACOMINE, P.K.T.; ANJOS, L.H.C. dos; OLIVEIRA, V.A. de; LUMBREAS, J.F.; COELHO, M.R.; ALMEIDA, J.A. de; CUNHA, T.J.F.; OLIVEIRA, J.B. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3.ed. rev. e ampl. Brasília: Embrapa, 2013a. 353p.

SANTOS, R.D. dos; LEMOS, R.C. de; SANTOS, H.G. dos; KER, J.C.; ANJOS, L.H.C. dos; SHIMIZU, S.H. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 6.ed. rev. e ampl. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2013b. 100p.

SANTOS, S. R. dos; PEREIRA, G. M. Comportamento da alface tipo americana sob diferentes tensões da água no solo, em ambiente protegido. **Revista Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 24, n. 3, p. 569-577, 2004.

SÍTIO SAKATA. **Folhosas - Alface** [Online]. Disponível em: <http://www.sakata.com.br/produtos/hortaliças/folhosas/alface>>. Acesso em: 26 Fev. 2018.

TESTEZLAF, R. **Irrigação: Métodos, Sistemas e Aplicações**. 1. ed. Campinas, SP: Faculdade de Engenharia Agrícola/UNICAMP 2017. 215p.

TRANI, P. E.; TIVELLI, S. W. CARRIJO, O, A. **Fertirrigação em hortaliças**. 2.<sup>a</sup> ed. Campinas: Instituto Agrônomico, 2011. 51 p. (Boletim Técnico IAC, 196).

TRANI, P. E.; PURQUEIRO, L. F. V.; FIGUEIREDO, G. J. B.; BLAT, S. F.; COSTA, C. P. Alface. In: AGUIAR, A. T. E.; GONÇALCES, C. PATERNIANI. M. E. A. G. Z.; TUCCI, M. L. S.; CASTRO, C. E. F. **Instruções agrícolas para as principais culturas econômicas**. 7.<sup>a</sup> Ed. rev. e atual. Campinas: Instituto Agrônomico, 2014. 452 p. (Boletim IAC, n.º 200).

ULLAH, F.; OTHMAN, M.B.H.; JAVED, F.; AHMAD, Z.; MD. AKIL, H. Classification, processing and application of hydrogels: A review. **Materials Science And Engineering: C**, Cambridge, v. 57, n.1, p.414-433, 2015.