

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

ENGENHARIA AGRÍCOLA E AMBIENTAL

**EFEITO DA LÂMINA DE IRRIGAÇÃO NA PRODUÇÃO DA  
ALFACE MIMOSA**

JAIRON BRENO DE SOUZA SOARES



**JAIRON BRENO DE SOUZA SOARES**

**EFEITO DA LÂMINA DE IRRIGAÇÃO NA PRODUÇÃO DA ALFACE  
MIMOSA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Agrícola e Ambiental.

Montes Claros

2019



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

ATA DE DEFESA DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Aluno (A): *Jairon Bruno de Saiz Soares*

Orientador(A): *Flávio Gonçalves Oliveira*

Título do trabalho de conclusão de curso:

*Efeito do lâmina de irrigação na produção do alface mimosa.*

Local e data da defesa: Montes Claros MG, *29* de *novembro* de *2.019*

Banca de avaliadores (Orientador e no mínimo mais dois membros):

Nome: *FLÁVIO GONÇALVES OLIVEIRA*

Assinatura: *[assinatura]* Nota(0 a 100 pontos): *90,0*

Nome: *FLÁVIO PIMENTA DE FIGUEIREDO*

Assinatura: *[assinatura]* Nota(0 a 100 pontos): *90,0*

Nome: *LUIZ HEURIOUC DE SOUZA*

Assinatura: *[assinatura]* Nota(0 a 100 pontos): *90,0*

Nome :

Assinatura: \_\_\_\_\_ Nota(0 a 100 pontos): \_\_\_\_\_

Média: *90,0*

Conceito Final: *A*

Aprovado(A): *X* Reprovado(A): \_\_\_\_\_

*Dedico a minha família que sempre acreditaram em mim. A minha esposa que sempre esteve me apoiando. Aos meus professores, pelos ensinamentos, paciência, compreensão e amizade durante a graduação. Aos meus amigos, pelo companheirismo em todos os momentos.*

## **AGRADECIMENTOS**

À Deus por ter me concedido saúde, força, entusiasmo, esperança, e coragem para percorrer e vencer este longo caminho.

À Universidade Federal de Minas Gerais Campus Montes Claros, pela oportunidade a mim ofertada de ter concluído a graduação neste curso.

Ao professor Flávio Gonçalves Oliveira, pela amizade, apoio, paciência, confiança e orientação durante todo o meu percurso na graduação.

Aos professores Luiz Henrique de Souza, Flávio Pimenta de Figueiredo, Sidney Pereira, Fernando Colen e Rodolpho Cesar dos Reis Tinini pela amizade, paciência e conselhos durante o meu percurso na graduação.

A todos os demais professores da Universidade Federal de Minas Gerais Campus Montes Claros, pelo compartilhamento de conhecimentos comigo durante o meu percurso na graduação.

Ao grupo de estudos GEMISA e todos os seus integrantes, pela oportunidade de executar este trabalho.

Ao grupo de estudos NEMAPE e todos os seus integrantes.

A empresa júnior CPAA Jr e todos os seus integrantes.

Aos meus amigos Iago e Dálisson que me acompanharam desde o início da graduação, e sempre me apoiaram.

Ao meu amigo Athos, que após o meu retorno ao curso, consolidamos uma grande amizade.

Aos amigos João Evandro da Fonseca Filho, Daniel Araújo Duarte, Pablo Rafael Lopes de Medeiros e Rafael Batista Antunes pelo apoio durante todo o período de coleta de dados e tornando viável a execução deste trabalho.

Aos demais amigos e colegas que compartilhamos momentos de nossas vidas.

Ao meu amigo e colega de república Wandas, que através de longo período morando juntos consolidamos uma grande amizade.

A minha esposa Lu Miranda, que sempre me deu apoio incondicional.

Aos meus pais João e Gertrudes (*in memoriam*) que sempre me apoiaram, acreditaram em mim e me acalmava nos momentos difíceis.

Aos meus irmãos Jorge e Alonso pela amizade, companheirismo, conselhos que sempre estiveram de prontidão quando precisei.

A todos os meus familiares que sempre mantiveram me apoiando.

A LOCALMAQ, pela oportunidade de estágio e agregar grande conhecimento na área de conservação de solo.

A SISTEMIG, pela oportunidade de estágio e agregar grande conhecimento na área de irrigação.

Às dificuldades que venci, por me tornar uma pessoa melhor.

Aos momentos ruins que superei, quando achava que tudo estava desmoronando, ensinaram que sempre há esperança.

A todos que fizeram parte dessa história e jamais serão esquecidos.

*“A verdadeira arte da vida é ser feliz com o que se tem.”*

(Júnior Nirvana)

## RESUMO

A alface (*Lactuca sativa* L.) destaca-se por ser uma das principais hortaliças frescas consumidas *in natura* no Brasil. No mercado atual estão disponíveis diversos cultivares que se distinguem pelas suas características como variados tipos de cor, textura e quantidade de folhas. Esta hortaliça apresenta sensibilidade ao estresse hídrico, requerendo grande disponibilidade hídrica, com isso em sua maioria o cultivo é realizado com o emprego de irrigação para suprir tais necessidades. Este trabalho objetivou-se avaliar o rendimento da alface “mimososa” tipo crespa, cultivada com microlisímetros em ambiente aberto, empregando cinco diferentes lâminas de irrigação, 60%, 80%, 100%, 120% e 140% da evapotranspiração potencial de referência, estimada pelo método de Penman-Monteith. Verificou-se o rendimento de massa fresca e massa seca nas condições do semiárido do norte de Minas Gerais, na cidade de Montes Claros. O experimento foi desenvolvido na área experimental do Laboratório do Grupo de Estudos em Manejo de Irrigação no Semiárido (GEMISA), no Instituto de Ciências Agrárias (ICA) Campus Regional da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) utilizando o sistema de irrigação. O delineamento foi conduzido inteiramente casualizado (DIC) em cinco tratamentos e cinco repetições totalizando 25 parcelas. As análises visaram avaliar a determinação do Kc da cultura para as condições climáticas da região, produção de massa fresca e seca. A partir disso, pode-se concluir que a lâmina de 140% (T5) apresentou maior rendimento na produção de massa fresca e seca, como também demonstrou um melhor resultado na produtividade esperada e no consumo de água aplicada.

**Palavras-chave:** Hortaliça, evapotranspiração, lisímetro.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Microlisímetros alocados em bancadas de madeira suspensa.....	18
Figura 2 - Microlisímetros preenchidos com solo.....	19
Figura 3 - Estação meteorológica automática do GEMISA.....	19
Figura 4 - Material coletado e acomodado na estufa.....	23
Gráfico 1 - Variáveis da umidade relativa do ar e radiação solar.....	24
Gráfico 2 - Variáveis de temperatura.....	24
Gráfico 3 - Variáveis de velocidade do vento.....	25
Gráfico 4 - Variação da evapotranspiração potencial.....	25
Gráfico 5 - Valores diários das evapotranspirações da cultura nos tratamentos durante o período de análises.....	26
Gráfico 6 - Relação do consumo de água e produção de massa seca.....	31
Gráfico 7 - Relação do consumo de água e produção de massa fresca.....	31
Gráfico 8 – Valores médios do coeficiente da cultura ( $K_c$ ) agrupados em período de 7 dias.....	32
Gráfico 9 – Eficiência do Uso da Água, relação da produtividade estimada pela evapotranspiração da cultura.....	33
Gráfico 10 – Eficiência do Uso da Água, relação da lâmina de irrigação pela produtividade estimada.....	34

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 – Valores das drenagens coletadas no período analisado.....	27
Tabela 2 – Resultados do teste de Tukey para análise estatística das médias.....	29

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

GEMISA – Grupo de Estudo em Manejo de Irrigação no Semiárido

CEAGESP - Companhia de Entrepostos e Armazéns Gerais de São Paulo

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>14</b>
2.1	AALFACE.....	14
2.2	AIRRIGAÇÃO .....	15
2.3	O CLIMA .....	16
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>17</b>
3.1	LOCALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO .....	17
3.2	ESTRUTURA DO EXPERIMENTO .....	17
3.3	ANÁLISE .....	20
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>23</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>34</b>
<b>6</b>	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>34</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A utilização de maneira adequada dos recursos hídricos influenciou diretamente nos resultados da produção agrícola e no equilíbrio com o meio ambiente, visto que a agricultura é um dos maiores consumidores deste recurso e com a produção de alimentos sempre crescente, a irrigação veio como solução para um aproveitamento eficiente da água em consonância com a demanda de se manter safras durante todo o período do ano, principalmente em países do hemisfério sul (PAZ; TEODORO; MENDONÇA, 2000).

O sistema de irrigação por aspersão se destaca entre os mais utilizados no Brasil para o plantio de hortaliças, sendo empregado em 90% da área total irrigada. A escolha do método de irrigação deve ponderar as condições do cultivo, requisitando uma análise de viabilidade econômica e técnica previamente (MAROUELLI; SILVA; SILVA, 2008).

A alface (*Lactuca sativa* L.) está entre as principais hortaliças consumidas frescas *in natura*. No mercado atual existem vários cultivares de alface, com folhas de diferentes cores e aspectos. Por ser uma hortaliça proveniente de climas amenos, a sua produção enfrenta dificuldades na adaptação ao clima subtropical, e devido a sua alta perecibilidade, que dificulta o pós colheita, ocorre o favorecimento da sua produção nas proximidades dos grandes centros urbanos, a fim de garantir a oferta do produto com qualidade o ano todo (GOMES, 2014; RESENDE *et al.*, 2017; SALA ; COSTA, 2005).

De acordo com Gutierrez e Fanale (2016) a oferta de alface na CEAGESP (Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo) não variou muito ao longo do ano de 2012, sendo maior de dezembro a abril, e com predominância das alfases crespa e americanas, a alface hidropônica representou 6% do volume total da crespa, 7% da mimosa, 5% da lisa e 5% da romana. Nos meses de maio e junho a proporção de hidropônica na mimosa foi maior.

Como as hortaliças apresentam sensibilidade à escassez hídrica, avaliar o comportamento do crescimento em relação às interações planta-ambiente se faz necessária para obter um dado verossímil quanto ao montante da produção final (SANDRI *et. al.*, 2007). Cunha *et al.*(2013) reforça que a produção de hortaliças dependem de sistemas de irrigação, isso associado a escolha da variedade adequada para cada clima e solo.

Portanto, este trabalho objetivou avaliar o rendimento da alface Mimososa em microlisímetros com ambiente aberto, com cinco diferentes lâminas de irrigação, 60%, 80%, 100%, 120% e 140% da evapotranspiração potencial de referência, verificando o rendimento de massa fresca e massa seca nas condições do semiárido do norte de Minas Gerais, na cidade de Montes Claros.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 A alface**

A alface (*Lactuca sativa* L) é uma planta herbácea pertencente à família Asteraceae, originária de regiões de climas temperados. Foi introduzida no Brasil pelos portugueses no século 16 e atualmente é considerada como a hortaliça mais consumidas entre as folhosas e *in natura* no Brasil (MEDEIROS *et al*, 2010; SALA; COSTA, 2012).

Esta hortaliça apresenta caule diminuto, onde se encontra presas suas folhas. Seus cultivares são classificados de acordo as características de suas folhas, essas podendo ser lisas ou crespas, roxas ou verdes, como também a capacidade de se reunirem formando uma cabeça ou não. (FILGUEIRA, 2007) No Brasil, a preferência pelos cultivares crespa passou a representar 70% do mercado, a lisa 10% e a mimososa divide a fatia de 5% com os tipos vermelha, mimososa, romana entre outras (SALA; COSTA, 2012).

De acordo com Filgueira (2007) a alface mimososa é recente em relação aos demais cultivares desta hortaliça, porém vêm adquirindo relevância no mercado, suas folhas delicadas apresentam aspecto arrepiado ideal para preparos de pratos crus do tipo salada.

Por esta hortaliça ser adaptada do clima ameno, sua produção poderia se restringir as estações do ano com padrões climáticos mais frios, no território brasileiro isto compreende a região centro-sul e durante as estações outono-inverno, o principal desafio era o plantio em clima subtropical durante estações quentes como o verão, estendendo a produção para regiões como o sudeste brasileiro, no qual as temperaturas elevadas favoreciam o ataque de fungos e bactérias, como também o pendoamento precoce que ocasiona perdas na produção. Com o desenvolvimento de novas variedades resistente ao calor, a extensão da produção pelas demais regiões do Brasil tornou-se praticável, obtendo assim uma produção de qualidade por quase todo o período do ano. (FILGUEIRA, 2007; SALA ; COSTA, 2012; MALDONADE, 2014).

O cultivo da alface, tradicionalmente, se dá por meio de canteiros com ou sem cobertura, pelo método tradicional, orgânico e com o emprego da irrigação, recentemente o sistema de cultivo hidropônico está sendo amplamente difundido (ANDRADE JUNIOR; KLAR, 1997; GUALBERTO; RESENDE; BRAZ, 2002).

A utilização de irrigação é primordial para o desenvolvimento desta folhosa, uma vez que sua área foliar apresenta intensa evapotranspiração, requisitando assim irrigação abundante e frequente (FILGUEIRA, 2007).

## **2.2 A irrigação**

A técnica da irrigação para potencializar a produtividade agrícola existe no mundo desde as grandes civilizações antigas especialmente as que enfrentavam escassez de água, como a egípcia e mesopotâmica (ANA, 2017).

Na atualidade a irrigação é a tática de proporcionar o desenvolvimento econômico e social de maneira sustentável de regiões semiáridas, através do aumento da produtividade e geração de emprego (BERNARDO, SOARES E MANTOVANI, 2006).

Segundo a SUDENE (2017), em sua mais recente delimitação de área semiárida no território brasileiro, estão incorporados nesta região 1262 municípios, mais de 27,8 milhões de habitantes e um total de mais de 1,1 milhão km<sup>2</sup>. Com a utilização da irrigação de maneira sustentável é possível anexar essas áreas como polos de produção agrícola, potencializando a produtividade nessas regiões.

Conforme, Bernardo, Soares e Mantovani, (2006), a geração de empregos através da agricultura irrigada no semiárido, atinge 1,2 empregos ambos diretos e indiretos por hectare, já a agricultura de sequeiro nesta mesma região atinge apenas 0,22 de emprego gerado por hectare.

Ainda, Bernardo, Soares e Mantovani, (2006), afirma que mais da metade da população do planeta necessita de alimentos produzidos em áreas irrigadas. No Brasil estima-se que a área irrigada corresponde a 6,95 milhões de hectares no ano de 2015 (ANA, 2017).

O ato disponibilizar o recurso hídrico às culturas, necessita de um controle relacionando o quanto fornecer com o quanto é demandado pela cultura. Assim, segundo Mantovani, Bernardo e Palaretti (2009), o manejo da irrigação focaliza-se em determinar o quanto e quando irrigar.

A crescente diminuição da quantidade de água de boa qualidade aumenta cada vez mais a competição entre os vários setores de consumo que necessitam dela

(MAROUELLI; SILVA, 2011). Assim a atenção dada ao uso eficiente deste recurso na agricultura irrigada tem expandido significante.

De acordo com Albuquerque (2010), é inadmissível obter diminuição na produtividade na agricultura irrigada através do excesso ou da falta de água.

O desenvolvimento das hortaliças está atrelado à disponibilidade de água, ou seja, umidade disponível no solo. Contudo a aplicação de um sistema de irrigação não adequado pode prejudicar o desenvolvimento dessa cultura, a escolha de um destes sistemas depende de vários fatores, como a eficiência da utilização do recurso e seu impacto no desenvolvimento da planta. Para a utilização em hortaliças, temos a aplicação de diversos destes, a irrigação por aspersão pode ser aplicada para a maioria das hortaliças folhosas, pois se adapta a diferentes condições de terreno, como também de solos (MAROUELLI; SILVA; SILVA, 2008; MAROUELLI; SILVA, 1998).

Na hidroponia, de acordo com Oshe *et al.* (2001) têm-se a cultura da alface como a planta de maior escala de cultivo pela técnica por fluxo laminar de solução ou mesmo NFT (*Nutrient Film Technique*), além da adaptação favorável ao sistema, temos como vantagem o elevado rendimento e tempo de cultivo em relação ao cultivo em solo.

Com relação ao cultivo de hortaliças a qualidade da água apresenta como fator importante na irrigação destas, quando se trata de folhosas os sistemas de irrigação que promovem o contato acentuado da água com a parte aérea pode favorecer a contaminação por microrganismos, pode se citar a aspersão, pois apresenta essencialmente essa característica, visto isso para hortaliças que necessitam de um controle fitossanitário, sistemas como gotejamento e sulco pode apresentar como melhor opção (MAROUELLI; SILVA; SILVA, 2008, SANDRI *et al.*, 2003).

### **2.3 O clima**

É normal encontrar no Brasil uma grande diversidade de tipos climáticos, devido a sua vasta extensão territorial, apresentando regiões climáticas onde se distinguem pelas suas características, como climas que variam desde quentes, secos e úmidos a climas frios e úmidos (AZEVEDO, 2017).

O semiárido brasileiro compreende uma vasta extensão territorial, desde o litoral norte, no Ceará, passando pelas regiões dos estados da Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Bahia, até o norte do estado de Minas Gerais (ANGELOTTI; SA; DE MELO, 2009).

Conforme MOURA *et al.* (2007) a região com clima predominante

seminário é pouco diversificada, mesmo levando em conta sua vasta extensão territorial, assim há poucos microclimas específicos dentro do semiárido brasileiro. Há exceções, de alguns locais próximos ao oceano que possuem maiores índices pluviométricos.

O município de Montes Claros está localizado na Bacia do Alto Médio São Francisco, precisamente na bacia do Rio Verde Grande ao norte do estado de Minas Gerais e segundo a classificação climática de Köppen, o tipo de clima predominante na região é o Aw, sendo o tipo de clima tropical semiárida, quente e seco, com período de chuvas no verão. As chuvas são concentradas entre os meses de outubro a março, com precipitação média anual é de 1.060 mm. (ACI, 2008; MACHADO; CARMO; JARDIM, 2013).

Com essas características climáticas a região de Montes Claros apresenta elevada taxa de evapotranspiração. Ocasionalmente uma desidratação acentuada no subsolo do município.

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 Localização do Experimento**

O trabalho foi desenvolvido na área experimental do laboratório do Grupo de Estudos em Manejo de Irrigação no Semiárido (GEMISA), no Instituto de Ciências Agrárias (ICA) Campus Regional da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), situada na cidade de Montes Claros MG. A cidade está geograficamente localizada 16°41' de latitude S e 43°50' de longitude W e altitude de 649,29m.

Segundo a classificação climática de Köppen, o tipo de clima predominante na região de Montes Claros é o Aw.

#### **3.2 Estrutura do Experimento**

O experimento foi montado em 25 lisímetros de drenagem (vasos plásticos ornamentais), cada um com a capacidade de armazenamento para 0,021 m<sup>3</sup>, com diâmetro médio de 0,30 m e área de 0,07 m<sup>2</sup>.

Os lisímetros foram equipados com uma flange de 20 mm e uma torneira na parte inferior, para realizar a drenagem da água que percolar. Posteriormente foram distribuídos em três bancadas de madeiras, conforme a Figura 1.

Figura 1- Microlisímetros alocados em bancadas de madeira suspensa.



Fonte: Do autor, 2019.

Esses lisímetros foram preenchidos, na parte inferior, com uma tela de 0,05 m<sup>2</sup> de área, em seguida com uma fina camada de britas, na sequência com uma camada de areia lavada e o restante do volume de 0,33 m<sup>3</sup> foi ocupada com solo seco ao ar e destorroado.

Foi feito a análise do solo utilizado, e as adubações necessárias foram realizadas de acordo com a receita proveniente do resultado da análise.

Esse material foi alocado no lisímetro de maneira que se aproximassem ao máximo de suas condições originais de densidade, sem danificar os lisímetros, conforme a Figura 2 a seguir.

Após o preenchimento do volume dos microlisímetros com o solo, os mesmos foram submetidos ao saturamento por água, em seguida feita a drenagem. Assim deixando o solo com sua capacidade de campo, onde os poros estavam preenchidos com água e ar. Nessas condições iniciou-se o plantio das sementes.

Para determinar as variáveis necessárias para efetuar os cálculos da lâmina de irrigação, utilizou-se toda a estrutura da estação meteorológica instalada no GEMISA, ilustrada na Figura 3.

Figura 2 - Microlisímetros preenchidos com solo



Fonte: Do autor, 2019.

Figura 3 - Estação meteorológica automática do GEMISA



Fonte: Do autor, 2019.

### 3.3 Análise

A hortaliça utilizada foi a *Lacuna Sativa L.*, Alface Mimosa. As sementes utilizadas no experimento foram sementes certificadas de uma empresa de sementes conceituada no mercado, e estão disponíveis ao público em qualquer loja agropecuária.

O plantio foi realizado após a primeira drenagem do lisímetro e as sementes foram dispostas diretamente no lisímetro, sem utilização de bandeja sementeira. Assim após germinação, foram feitos vários desbastes a fim de deixar apenas uma única e a mais vigorosa planta por parcela.

Após deixar uma única planta por parcela, foi feito a adução nitrogenada de cobertura, conforme indicada através dos resultados das análises de solo.

O experimento foi conduzido no período de 11 de setembro de 2018 a 12 de outubro de 2018, considerando o prazo de colheita de 30 dias após o plantio, em ambiente externo, sem qualquer uso de artefato para minimizar os efeitos da insolação.

O experimento foi desenvolvido em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com cinco tratamentos e cinco repetições totalizando 25 parcelas. Os tratamentos foram constituídos com uma única cultivar de alface, Mimosa, e cinco lâminas de irrigação, 60%, 80%, 100%, 120% e 140% da evapotranspiração potencial de referência. Sendo que, o tratamento com lâmina de 100% foi a prova.

A aplicação da lâmina de irrigação era disponibilizada diariamente, com o auxílio de uma proveta, também era coletado diariamente a drenagem dos microlisímetros.

Para determinar a lâmina de água a ser aplicada a cada microlisímetro, usou-se a seguinte equação:

$$ITN = Etc_{corrigida} - Pe_{corrigida}$$

Em que:

*ITN*: Lâmina total de irrigação necessária no período, em litros;

*Etc<sub>corrigida</sub>*: Evapotranspiração da cultura efetiva no período, em litros;

*Pe<sub>corrigida</sub>*: Precipitação efetiva no período, em litros.

Para determinar a precipitação efetiva no período, utilizou-se os dados de precipitação diárias coletados na estação meteorológica do GEMISA em relação a área do microlisímetro, conforme a seguinte equação:

$$Pe_{corrigida} = Pe * A$$

Em que:

*Pe*: Precipitação diária coletada na estação meteorológica, em mm;

*A*: Área do microlisímetro, em m<sup>2</sup>.

A Evapotranspiração da cultura efetiva no período foi definida pela relação da evapotranspiração da cultura pela área, ilustrada pela equação a baixo:

$$ETc_{corrigida} = ETc * A$$

Em que:

*ETc*: Evapotranspiração da cultura, em *mm \* dia*<sup>-1</sup>.

Para determinar a Evapotranspiração da cultura, utilizou-se a seguinte equação:

$$ETc = ETo * Kc$$

Em que:

*ETo*: Evapotranspiração potencial de referência, em *mm \* dia*<sup>-1</sup>;

*Kc*: Coeficiente da cultura, adimensional.

O coeficiente de cultura (*Kc*) é a relação entre a evapotranspiração da cultura entre a evapotranspiração potencial de referência, sendo que seus valores variam com o tipo da cultura, seu estágio de desenvolvimento, a extensão do ciclo vegetativo da cultura e as condições climáticas locais.

Na realização deste experimento o coeficiente de cultura (*Kc*) assumiu valores de 60%, 80%, 100%, 120% e 140% correspondendo respectivamente aos tratamentos T1, T2, T3, T4 e T5. Sendo que, o tratamento T3, com o valor do coeficiente de cultura de 100% foi à prova do experimento.

Para estimar a evapotranspiração potencial de referência (*ETo*), foi utilizado o método de Penmam-Monteith, sendo recomendado pela FAO 56 (Allen *et al.*,1998) como o método padrão de estimar a evapotranspiração potencial de referência (*ETo*), conforme a equação a seguir:

$$E_{to} = \frac{0,408 * \Delta(R_n - G) + \gamma * \frac{900}{T + 273} * U_2 * (e_s * e_a)}{\Delta + \gamma * (1 + 0,34 * U_2)}$$

Em que:

$\Delta$ : Declividade da curva de pressão de vapor de saturação, em  $KPa * ^\circ C^{-1}$ ;

$R_n$ : Saldo da radiação à superfície, em  $MJ * m^{-2} * d^{-1}$ ;

$G$ : Fluxo de calor no solo, em  $MJ * m^{-2} * d^{-1}$ ;

$T$ : Temperatura do ar a 2 m de altura, em  $^\circ C$ ;

$U_2$ : Velocidade do vento a 2 m de altura, em  $m * s^{-1}$ ;

$e_s$ : Pressão de saturação de vapor, em  $KPa$ ;

$e_a$ : Pressão de vapor atual do ar, em  $KPa$ ;

$(e_s * e_a)$ : Déficit da pressão de vapor, em  $KPa$ ;

$\gamma$ : Constante psicométrica  $KPa * ^\circ C^{-1}$ .

Os dados meteorológicos utilizados para estima a evapotranspiração potencial de referência (ET<sub>o</sub>) foram coletados na estação meteorológica automática existente na área experimental, processados e armazenados com o auxílio do software Excel 2013.

Para determinação do coeficiente da cultura (K<sub>c</sub>) foram utilizados os valores diários de ET<sub>o</sub> e ET<sub>c</sub> dos tratamentos, ambos em  $mm * dia^{-1}$ , semanalmente, por meio da equação a seguir apresentada por Doorenbos e Pruitt (1975):

$$K_c = \frac{ET_c}{ET_o}$$

Para determinação da matéria seca (MS), as alfaces foram retiradas dos microlisímetros e acondicionadas em sacos de papel.

O material coletado foi devidamente identificado, pesado para obter o peso úmido das amostras e levados à estufa com circulação de ar forçado, à temperatura de  $65 \pm 5$   $^\circ C$  até atingir peso constante, conforme a Figura 4.

Figura 4 - Material coletado e acomodado na estufa



Fonte: Do autor, 2019.

Após a desidratação das amostras, elas foram pesadas novamente obtendo-se o peso seco das amostras, para definir o teor de matéria seca (MS). Em seguida com o auxílio dos *Softwares Sisvar, LibreOffice 6.2 e Excel2013*, foram feitas as análises estatísticas.

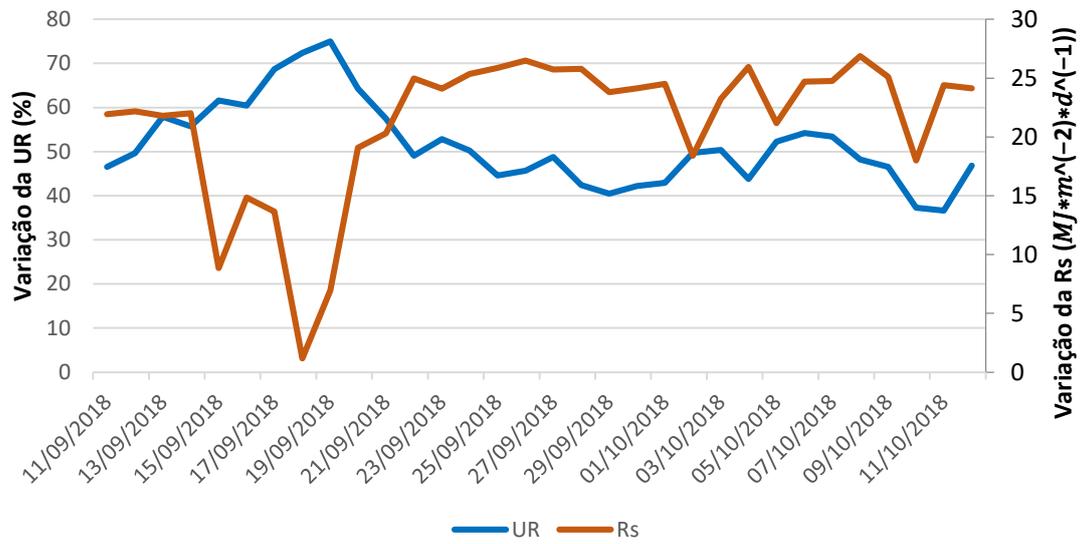
Os dados coletados foram submetidos ao teste de comparação de médias, visto que os tamanhos amostrais dos tratamentos são iguais, sendo assim o teste de Tukey é o mais eficiente.

Para determinação do consumo de água da cultura do alface, foi relacionada a lâmina de água aplicada com a população de um hectare. Para a estimativa da produtividade esperada foi relacionada a produção de massa fresca por hectare.

#### **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

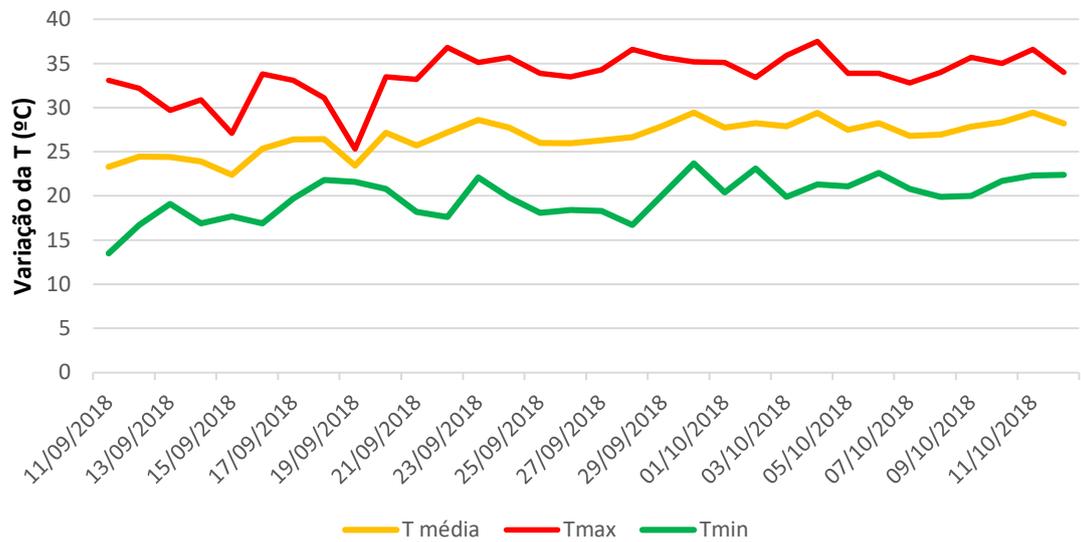
O dados coletados na estação meteorológica automática durante o período de execução do experimento, estão ilustrados nos Gráficos abaixo e serviram para calcular os valores da evapotranspiração potencial de referência.

Gráfico 1 - Variáveis da Umidade Relativa do ar e Radiação Solar



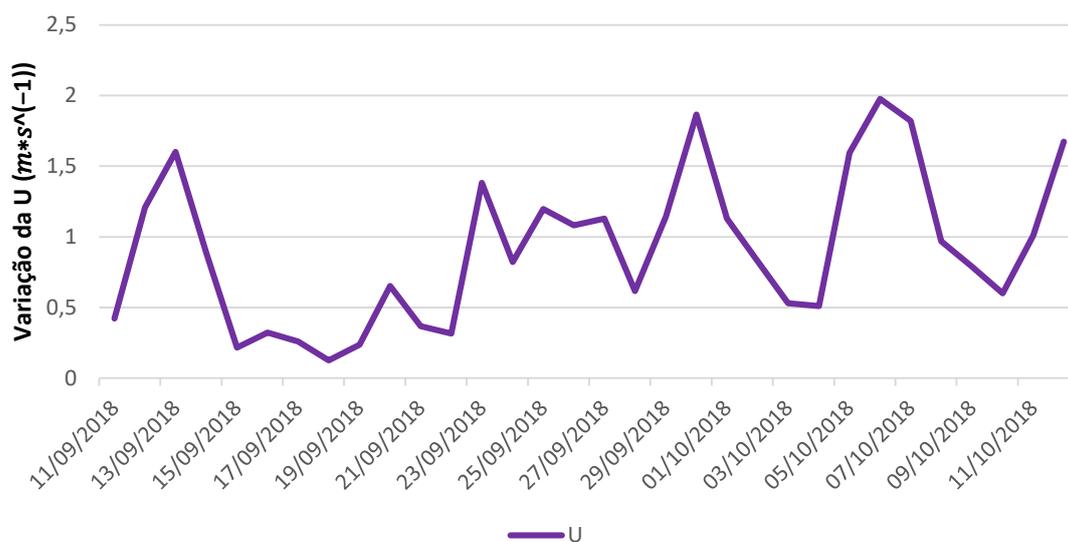
Legenda: UR (Umidade Relativa), Rs (Radiação Solar). Fonte: Do autor, 2019.

Gráfico 2 - Variáveis de Temperatura



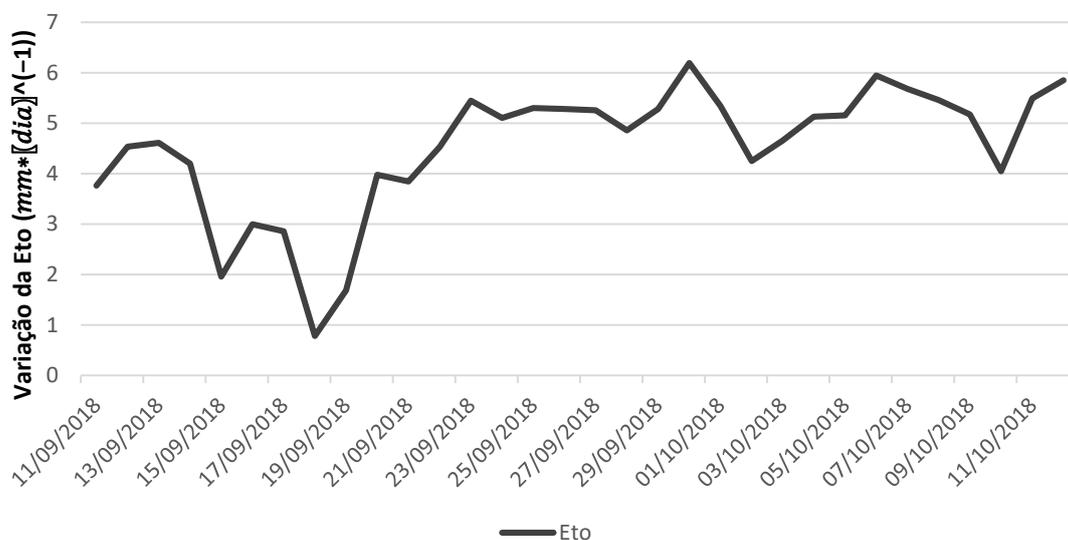
Legenda: Tmédia (Temperatura média), Tmáx (Temperatura máxima), Tmín (Temperatura mínima). Fonte: Do autor, 2019.

Gráfico 3 - Variáveis de Velocidade do Vento



Legenda: U (velocidade do vento). Fonte: Do autor, 2019.

Gráfico 4 - Variação da Evapotranspiração Potencial



Legenda: ETo (Evapotranspiração Potencial de Referência). Fonte: Do autor, 2019.

Nesse período analisado, o valor médio da Umidade Relativa do ar foi de 51,51 % e o valor médio da Radiação solar foi de  $21,26 MJ * m^{-2} * d^{-1}$ . Os valores coletados de Temperatura apresentaram o pico da máxima em 37,5 °C e o pico da mínima em 13,5 °C, sendo a média da temperatura foi de 26,73 °C. Já a média da Velocidade do Vento foi  $0,91 m * s^{-1}$ .

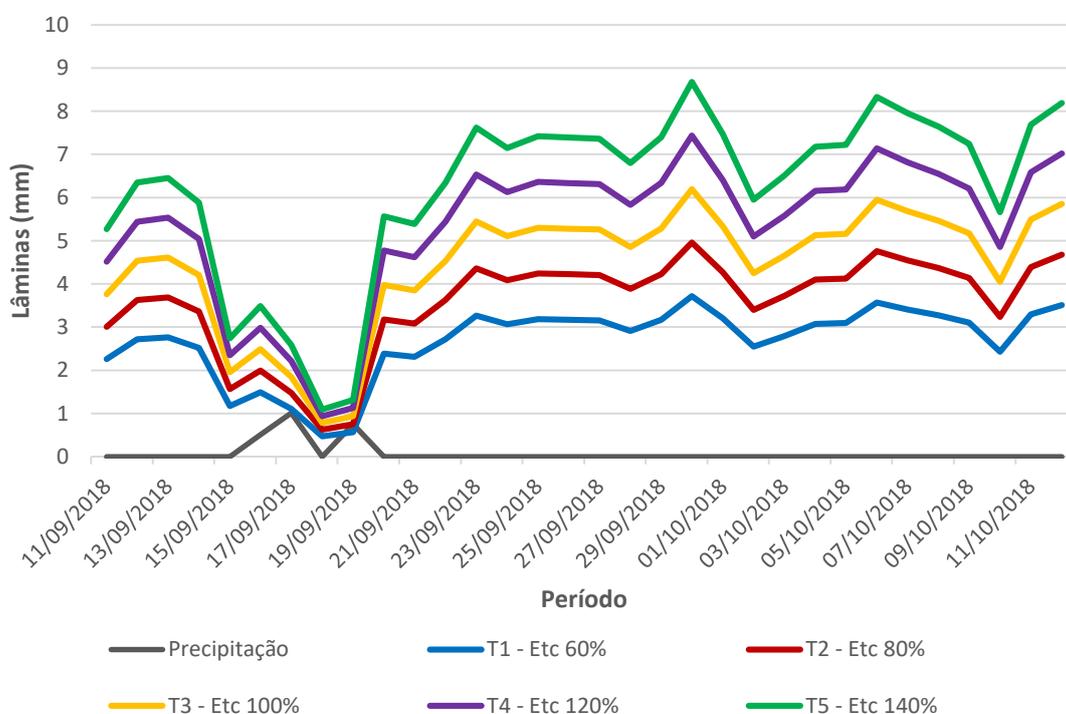
Quando relacionado os gráficos 1, 2 e 4, nota-se que os dias em que as temperaturas estavam mais altas, foram respectivamente em que os valores de radiação solar estavam mais altos e os valores de umidade relativa do ar estavam mais baixos. Conseqüentemente, observa-se uma maior demanda de água pela planta, sendo que os valores de evapotranspiração encontram-se elevados também.

A Evapotranspiração Potencial de Referência apresentou o valor médio de  $4,52 \text{ mm} * \text{dia}^{-1}$ , apresentando o pico máximo em  $6,19 \text{ mm} * \text{dia}^{-1}$  e o pico mínimo  $0,78 \text{ mm} * \text{dia}^{-1}$ .

Nos dias onde as temperaturas estão mais baixas, os valores de umidade relativa do ar estão mais altos e a radiação solar apresenta valores mais baixos. Em decorrência disso os valores de evapotranspiração estão baixos também. Essas condições são as mais favoráveis para a cultura da alface, devido ela ser muito sensível a altas temperaturas.

As evapotranspirações da cultura (ETc) calculada dos cinco tratamentos estão representadas no Gráfico 5.

Gráfico 5 - Valores diários das Evapotranspirações da Cultura nos tratamentos durante o período de análises.



Fonte: Do autor, 2019.

Como o valor da evapotranspiração da cultura no tratamento 3 equivale aos valores de cem por cento da evapotranspiração potencial de referência, o tratamento 3 é o tratamento prova do experimento, prestando como referência em comparação aos outros tratamentos.

Nos dias 17 a 20 de setembro, observa-se uma redução nos valores de evapotranspiração de todos os tratamentos, isso ocorre porque nesse mesmo período ocorreram precipitações.

Considerando a área do microlisímetro, que é de 0,07 m<sup>2</sup>, durante o período do experimento a evapotranspiração potencial de referência atingiu o valor médio de 3,14 mm, correspondendo a uma transferência de umidade da superfície do solo e superfícies vegetativas no valor de 4,42 L \* m<sup>-2</sup>.

A variação neste período apresentou pico máximo no valor da evapotranspiração potencial de referência de 0,044 mm e o valor mínimo de 0,055 mm.

O pico mínimo da evapotranspiração potencial de referência se deu em razão da ocorrência de precipitações, anemizando as perdas de água.

Na Tabela 1, estão apresentados os valores de cada drenagem coletada em cada tratamento. Como se pode observar, houve drenagem significativa em todos os tratamentos no início do experimento, correspondendo exatamente na época de plantio e os primeiros estágios fenológicos da cultura da alface, onde o solo ainda estava exposto.

Tabela 1 - Valores das drenagens coletadas no período analisado

Data	T1	T2	T3	T4	T5
11/09/2018	1,00	0,57	0,42	1,13	0,99
12/09/2018	0,75	0,57	0,42	0,99	1,08
13/09/2018	0,57	0,42	0,28	0,85	1,10
14/09/2018	0,63	0,42	0,28	0,71	0,85
15/09/2018	0,23	0,14	0,28	0,57	0,14
16/09/2018	0,14	0,42	0,28	0,42	0,16
17/09/2018	0,06	0,14	0,28	0,00	0,01
18/09/2018	0,28	0,35	0,14	0,57	0,50
19/09/2018	0,05	0,14	0,00	0,14	0,00
20/09/2018	0,14	0,14	0,14	0,42	0,00
21/09/2018	0,05	0,14	0,42	0,00	0,00
22/09/2018	0,11	0,14	0,28	0,00	0,00
23/09/2018	0,27	0,14	0,28	0,00	0,00
24/09/2018	0,20	0,14	0,28	0,00	0,00
25/09/2018	0,16	0,14	0,28	0,00	0,00
26/09/2018	0,11	0,00	0,14	0,00	0,00

27/09/2018	0,13	0,14	0,14	0,00	0,00
28/09/2018	0,03	0,00	0,14	0,00	0,00
29/09/2018	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
30/09/2018	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
01/10/2018	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
02/10/2018	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
03/10/2018	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
04/10/2018	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
05/10/2018	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
06/10/2018	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
07/10/2018	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
08/10/2018	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
09/10/2018	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10/10/2018	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
11/10/2018	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
12/10/2018	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Fonte: Do autor, 2019.

Durante a primeira semana, as drenagens apresentaram valores elevados devido à falta de cobertura vegetativa no solo. Assim, grande parte das lâminas de água aplicadas eram percoladas.

No decorrer do período, as drenagens foram diminuindo em razão do crescimento das plantas do alface. Conforme a planta se torna adulta, aumenta a área foliar e a área radicular, assim a demanda por água é maior, conseqüentemente, menos água é percolada para a o fundo do microlisímetro.

Entretanto, durante os dias em que houve precipitação, as drenagens em todos os tratamentos aumentaram, em conformidade com o acúmulo de água pluviométrica.

Após uma semana desde o início do experimento o tratamento T5 não apresentou mais drenagem, ou seja, toda a água aplicada era utilizada pela planta. Sendo assim, as plantas do tratamento T5 apresentaram desenvolvimento mais acentuado do que as plantas dos demais tratamentos.

Durante o mesmo período, os tratamentos T1, T2, T3 e T4 ainda apresentavam drenagem. Entretanto, dois dias após a anulação da drenagem do tratamento T5, não houve mais drenagem no tratamento T4.

Já os tratamentos T1, T2 e T3 apresentaram drenagens nulas, somente quando se aproximava o fim do experimento. O desenvolvimento das plantas desses tratamentos foi retardado e apresentavam sérios problemas na parte aérea decorrentes do

estresse hídrico.

Faltando pouco menos que duas semanas para o fim do experimento, todas as drenagens dos tratamentos se anularam. As plantas estavam consumindo exatamente toda a lâmina de água aplicada. No entanto, as alfaces dos tratamentos T4 e T5 estavam mais vigorosas.

As médias de produção com relação à massa fresca e seca de cada tratamento estão expressas na Tabela 2.

Tabela 2 - Resultados do teste de Tukey para análise estatística das medias

<b>Tratamentos</b>	<b>Massa Fresca (gr)</b>	<b>Massa Seca (gr)</b>
<b>T1</b>	11,456 a1	1,026 a1
<b>T2</b>	29,672 a2	2,818 a1
<b>T3</b>	50,670 a3	6,266 a2
<b>T4</b>	67,682 a4	8,386 a2 a3
<b>T5</b>	94,796 a5	10,324 a3
<b>CV (%)</b>	14,57	24,78

Médias, seguidas de mesma letra, dentro de cada parâmetro, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. CV= coeficiente de variação. Fonte: Do autor, 2019.

Pode-se verificar, na Tabela 2, que a produção de matéria fresca (MF) em todos os tratamentos teve diferenças significativas, sendo que o tratamento T5 obteve a maior produtividade.

Observa-se também o coeficiente de variação da massa fresca foi de 14,57%, resultado parecido com o encontrado por Vilas Boas *et al.*(2007), com variação de 16,73%, sendo valores considerados baixos.

A produção de matéria seca (MS) nos tratamentos T1 e T2, não apresentaram diferenças estatísticas entre si. Ambos apontam uma produção de matéria seca (MS) reduzida, sendo T1 a menor produção em todo o experimento.

O tratamento prova do experimento, T3, que utilizou 100% da evapotranspiração potencial de referência para definir a lâmina de irrigação, diferenciou estatisticamente dos tratamentos T1, T2 e T5. E se equiparou com o tratamento T4, não apresentando diferenças estatísticas.

Contudo, o tratamento T5 diferenciou de todos os outros tratamentos, com exceção do tratamento T4, apresentando a maior produtividade matéria seca (MS)

em relação aos demais tratamentos.

O tratamento T4, que utilizou 120% da evapotranspiração potencial de referência para definir a lâmina de irrigação, expressou um resultado significativo, equiparando-se estatisticamente a produtividade dos tratamentos T3 e T5.

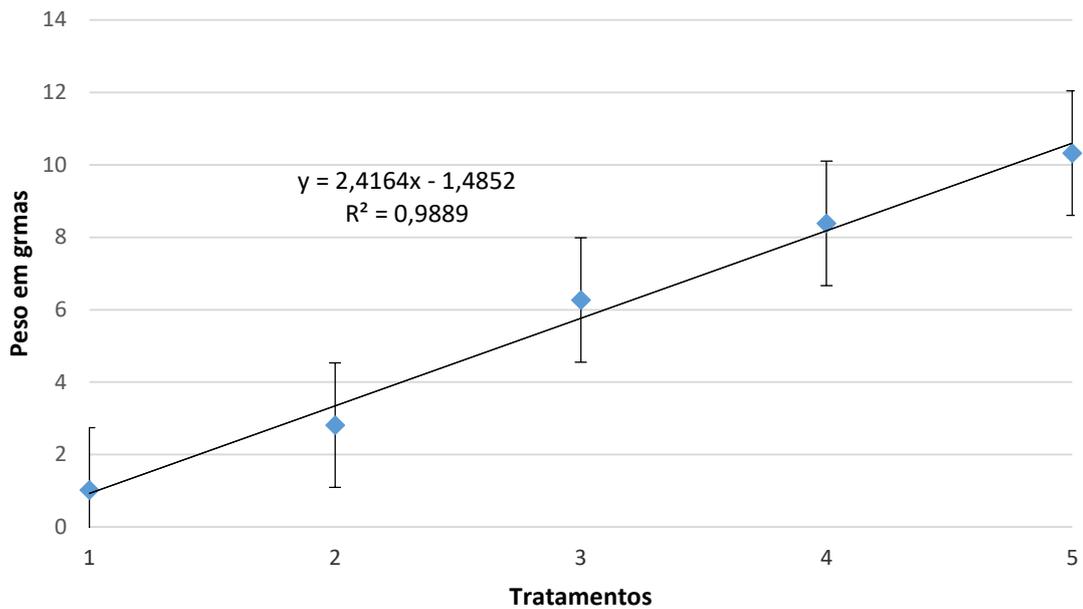
Este resultado corrobora com Magalhães *et al.*(2015) em seu estudo com três cultivares de alface crespa (Rapids, Mônica e Simpson) no nordeste sul-Mato-Grossense, onde concluiu que a lâmina de 125% da evapotranspiração era ideal para a irrigação dos cultivares das alfaces Rapids e Mônica. Vilas Boas *et al.*(2007) em seu estudo sobre o efeito da irrigação no desenvolvimento da alface crespa, obteve que as cultivares Verônica e Hortência responderam igualmente a aplicação das lâminas de 125,8% e 123,7% no seu desenvolvimento, respectivamente.

Com relação à média de produtividade de matéria seca (MS), o tratamento T4 apresentou produtividade acima do tratamento prova, T3.

Já a dispersão das médias, dentro da análise de matéria seca, ficou heterogênea. O valor encontrado do coeficiente de variação foi de 24,78, considerado alto. Isto ocorreu devido à grande variação de produção entre os tratamentos, visto que o experimento sofreu interferência de fatores externos, pois não foi conduzido em casa de vegetação. Magalhães *et al.*(2015), avaliando a produção de cultivares de alface tipo crespa sob diferentes lâminas de irrigação, encontrou coeficientes de variação semelhantes, com experimento conduzido fora de casa de vegetação.

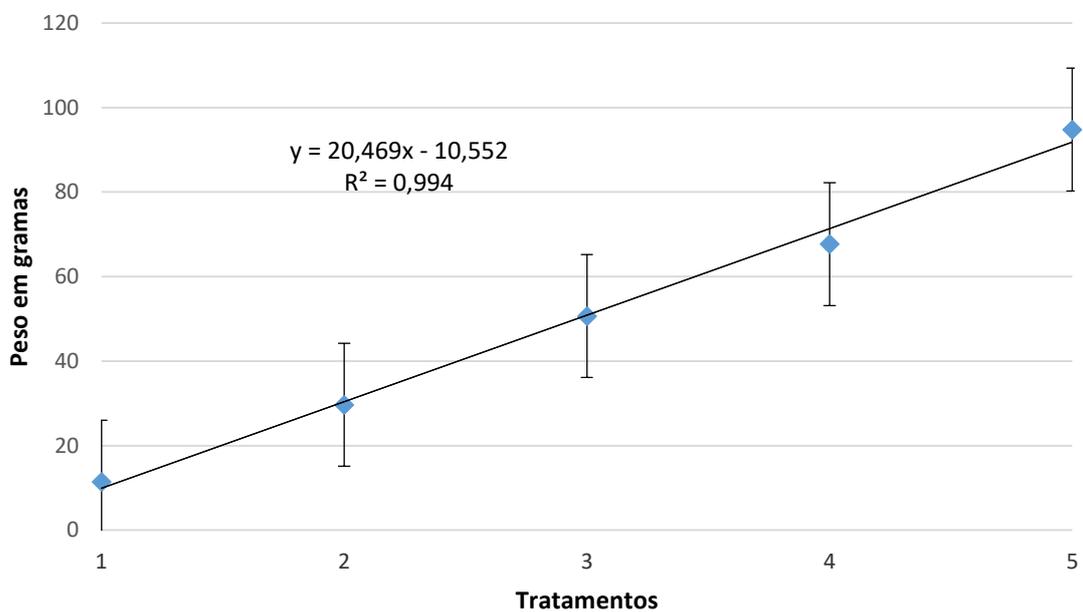
No Gráfico 6 e 7 a seguir, nota-se um crescimento linear da produtividade de massa fresca e seca em consequência do aumento da lâmina de irrigação aplicada.

Gráfico 6 - Relação do consumo de água e produção de Massa Seca



Fonte: Do autor, 2019.

Gráfico 7 - Relação do consumo de água e produção de Massa Fresca



Fonte: Do autor, 2019.

Resultado semelhante ao encontrado por Araújo *et al.* (2010), reforça que a planta responde a elevadas lâminas de irrigação, tendo então impacto positivo sobre essas variáveis. Magalhães *et al.*(2015), ratifica no seu estudo a linearidade crescente

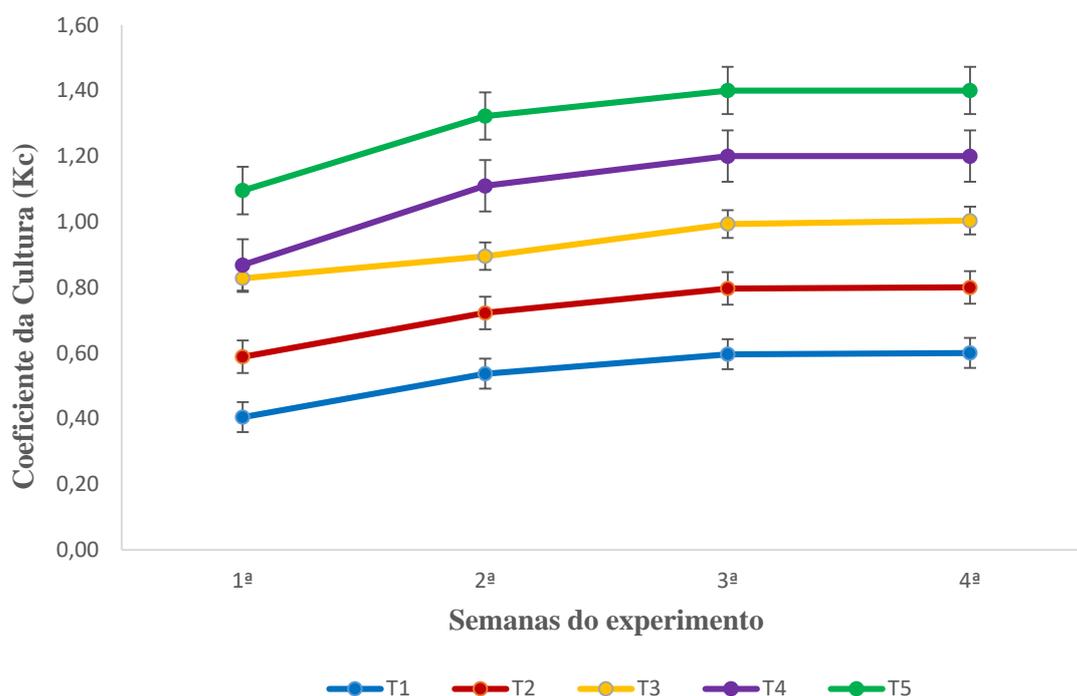
quanto ao efeito da lâmina de irrigação sobre a matéria seca e fresca para os cultivares de alface Rapids e Mônica.

Visto isso, quando correlacionado com a Tabela 2, o Gráfico 6 e 7 reafirma que o tratamento T4 não difere estatisticamente dos tratamentos T3 e T5, quanto ao efeito da lâmina de irrigação na produção de massa seca e fresca.

Diante disso a lâmina de irrigação do T4 torna-se promissora quanto aos efeitos sobre a alface em termos de produtividade e utilização da água.

A necessidade hídrica das plantas nas suas diferentes fases da cultura, é representada pelo coeficiente de cultura ( $K_c$ ) (SILVA; MARTINEZ; YITAYEW, 1999). No Gráfico 8, estão expressos os valores médios para este coeficiente, sendo que os dados diários foram agrupados em períodos de 7 dias, representando assim um coeficiente por período.

Gráfico 8 – Valores médios do Coeficiente da Cultura ( $K_c$ ) agrupados em período de 7 dias



Fonte: Do autor, 2019.

Os valores dos coeficientes de cultura ( $K_c$ ) iniciam-se baixos e conforme o desenvolvimento da cultura, há um aumento no valor destes. Nota-se que os tratamentos apresentaram a partir da terceira semana de experimento uma linearidade no valor do

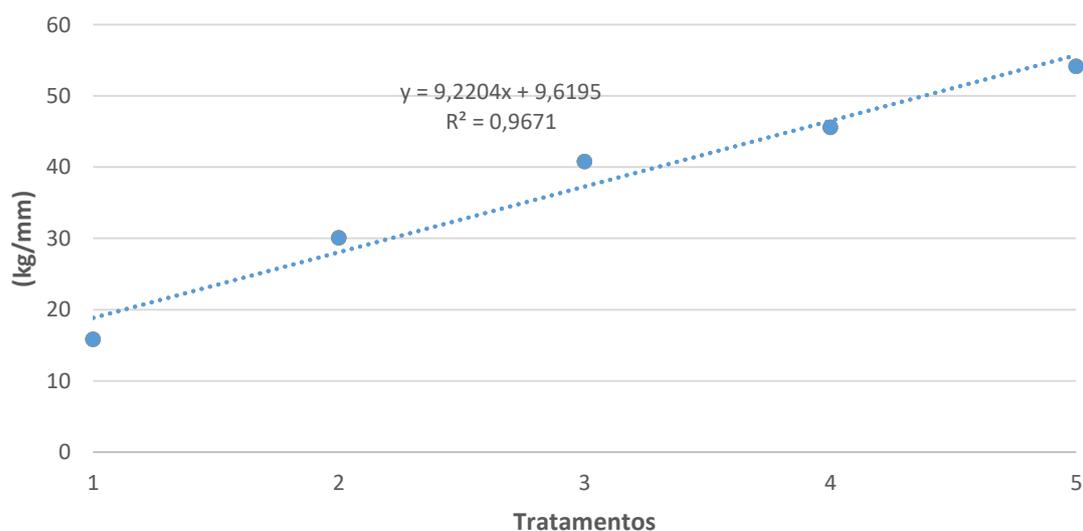
coeficiente, podendo indicar que a cultura chegou na sua maturidade fisiológica.

Devemos ressaltar que não há relato da fase final da cultura, ou seja, o experimento não abrangeu tempo suficiente de desenvolvimento e com aplicação de lâminas de água maiores para coleta de dados, afim de expressar o pico de maturidade fisiológica através dos valores de Kc, que como relata Nunes *et al.*(2009), a cultura do alface apresenta uma elevação nos valores de Kc e depois um decréscimo nas fases finais de desenvolvimento, essa diminuição está associado a alterações sofridas pela cultura devido à alta disponibilidade de água durante o seu ciclo produtivo.

A FAO recomenda que os valores de Kc para a cultura do alface devem estar entre 0,7 – 1,00 (Allen *et al.*, 1998), neste trabalho nas fases finais dos tratamentos obtivemos o intervalo de 0,6 – 1,4 para os tratamentos. Nunes *et al.*(2009) constatou Kc maiores que 1,0 nas fases finais de desenvolvimento da cultura no seu estudo com alface Verônica. Santana, Mancin e Ribeiro (2016) em seu estudo sobre a evapotranspiração e coeficientes de cultura para o alface e a rúcula, encontrou Kc médio de cultivo de 0,92.

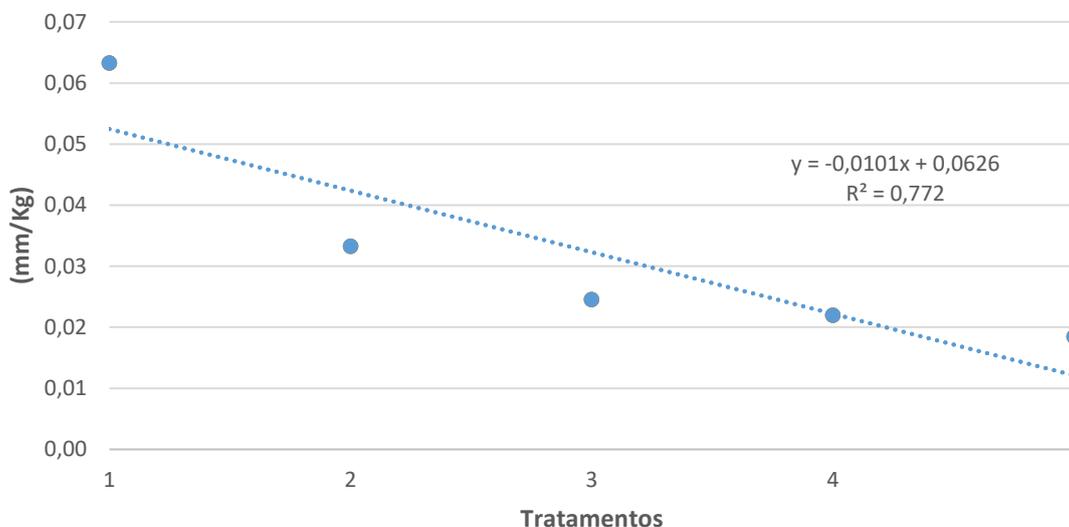
Quando analisado a eficiência do uso da água no gráficos 9 e 10 abaixo, nota-se que o tratamento T5, obteve o melhor resultado. Quando relacionado a produção de um quilograma de alface por um milímetro de água consumida o tratamento T5 apresentou o valor de  $54,16 \text{ Kg} * \text{mm}^{-1}$ .

Gráfico 9 – Eficiência do Uso da Água, relação da produtividade estimada pela evapotranspiração da cultura.



Fonte: Do autor, 2019.

Gráfico 10 – Eficiência do Uso da Água, relação da lâmina de irrigação pela produtividade estimada.



Fonte: Do autor, 2019.

No Gráfico 10, o tratamento T5 apresentou o menor valor consumo de água por quilograma de alface produzida, sendo o valor de  $0,0185 \text{ mm} * \text{Kg}^{-1}$ .

## 5 CONCLUSÃO

O tratamento T5 apresentou maior rendimento de produção de massa fresca e de massa seca em relação aos demais tratamentos.

O que mais impacta na produção de alface é o consumo de água e o tratamento T5, com taxa de reposição de 140% da evaporação potencial de referência, apresentou-se como o melhor resultado na relação de produtividade esperada e consumo de água.

## 6 REFERÊNCIAS

ACI. Associação Comercial, Industrial e de Serviços de Montes Claros. **Montes Claros: potencialidades**. Montes Claros. Unimontes, 2008. 80 p. Disponível em: [http://www.montesclaros.mg.gov.br/desenvolvimento%20economico/div\\_ind-com/pdf/potencialidades.pdf](http://www.montesclaros.mg.gov.br/desenvolvimento%20economico/div_ind-com/pdf/potencialidades.pdf). Acesso em: 07 nov, 2019.

ALBUQUERQUE, P. E. P. **Estratégias de manejo de irrigação: exemplos de cálculo**. Embrapa Milho e Sorgo - Circular Técnica, 2010.

ALENCAR, T. A. S. *et al.* Efeito de intervalos de aplicação de urina bovina na produção de alface em cultivo protegido. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal, v. 7, n. 3, p. 53 - 67, set. 2012. ISSN 1981-8203. Disponível em: <https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/1337/1318>. Acesso em: 28 abr. 2019.

ALLEN, R.G. *et al.* Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements. Roma, FAO, **Irrigation and Drainage** (Paper 56). 300p. 1998.

ANA - Agência Nacional de Águas. **Atlas irrigação: uso da água na agricultura irrigada**. Brasília, 2017. Disponível em: <<http://arquivos.ana.gov.br/imprensa/publicacoes/AtlasIrigacaoousodaAguaAgriculturaIrigada.pdf> > Acesso em: 29 Abr. 2019.

ANDRADE JUNIOR, A. S.; KLAR, A. E. Manejo da irrigação da cultura da alface (*Lactuca sativa* L.) através do tanque Classe A. **Scientia agrícola**, v. 54, n. 1-2, p. 31-38, 1997.

ANGELOTTI, F.; SA, I. B; DE MELO, R. F. Mudanças climáticas e desertificação no Semi-Árido brasileiro. In: ANGELOTTI, F.; SÁ, I. B.; MENEZES, E. A.; PELLEGRINO, G. Q. (Ed.). **Mudanças climáticas e desertificação no Semi-Árido brasileiro**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido; Campinas: Embrapa Informática Agropecuária, 2009. cap. 3, p. 41-49.

ARAÚJO, W. F. *et al.* Rendimento e eficiência do uso da água pela alface em função da lâmina de irrigação. **Revista Caatinga**, v.23, p.115-120, 2010. Disponível em: <https://periodicos.ufersa.edu.br/index.php/caatinga/article/view/1824>. Acesso em: 29 set, 2019.

AZEVEDO, A. Regiões climato-botânicas do Brasil. **Boletim Paulista de Geografia**, nº6, p. 32-43. São Paulo, 2017.

BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de Irrigação**. 8. Ed. – Viçosa: Ed. UFV, 2006.

COMETTI, N. N. *et al.* Compostos nitrogenados e açúcares solúveis em tecidos de alface orgânica, hidropônica e convencional1. **Horticultura brasileira**, v. 22, n. 4, 2004.

CUNHA, F. F. *et al.* Irrigação de diferentes cultivares de rúcula no nordeste do Mato Grosso do Sul. **Water Resources and Irrigation Management**, v.2, p.131-141, 2013b.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3 ed. Viçosa: UFV, 2007. p 300-306.

GOMES, L. A. A. Tecnologias para produção de alface em clima quente. In: Congresso brasileiro de olericultura, 53. 2014, Palmas, 2014. Disponível em: [http://www.abhorticultura.com.br/eventosx/trabalhos/ev\\_7/LuizAntonio.pdf](http://www.abhorticultura.com.br/eventosx/trabalhos/ev_7/LuizAntonio.pdf). Acesso em: 29 abr. 2019.

GUALBERTO, R.; RESENDE, F.V.; BRAZ, L.T. Competição de cultivares de alface sob cultivo hidropônico 'NFT' em três diferentes espaçamentos. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.17, n. 2, p. 00, julho, 1999.

GUTIERREZ, A. S. D.; FANALE, C.I. Centro de Qualidade em Horticultura da CEAGESP, São Paulo. 2016. Disponível em:< <https://www.hortibrasil.org.br/2016-06-03-10-49-48/os-numeros-da-alface-na-ceagesp-paulistana-em-2012.html>>. Acesso em: 29 abr. 2019.

MACHADO, L. A.; CARMO, A. M. R.; JARDIM, C. H. Tendências e variações na temperatura e precipitação em montes claros e sete lagoas – MG. **Revista Geonorte**, Edição Especial 2, V.2, N.5, p.613 – 625 , 2012.

MAGALHÃES, F. F. *et al.* Produção de cultivares de alface tipo crespa sob diferentes lâminas de irrigação. **Water Resources and Irrigation Management, Cruz das Almas**, v. 4, n. 1-3, p. 41-50, 2015.

MALDONADE, I. R. Manual de boas práticas na produção de Alface. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2014.

MANTOVANI, E. C.; BERNARDO, S.; PALARETTI, L. F. **Irrigação: princípios e métodos**. 3. Ed. Atual. – Viçosa: Ed. UFV, 2009. 355p.

MARQUELLI, 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. DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2008.

MARQUELLI, W. A.; SILVA W. L. C. **Seleção de sistemas de irrigação para hortaliças**. 2.ed. Brasília: Embrapa Hortaliças, Circular Técnica 11, 2011. 20 p.

MARQUELLI, W.A.; SILVA, W.L.C.; **Seleção de sistemas - de irrigação para hortaliças**. 5 ed. Brasília: Embrapa-spi/Embrapa-CNPH. 1998. 15p

MEDEIROS, A. S. *et al.* Utilização de compostos orgânicos para uso como substratos na produção de mudas de alface. **Agrarian**, Dourados, v. 3, n. 10, p. 261-266, maio 2011. ISSN 1984-2538. Disponível em: <http://ojs.ufgd.edu.br/index.php/agrarian/article/view/836/669>. Acesso em: 29 abr, 2019.

MOURA, M. S. B. *et al.* Clima e água de chuva no semi-árido. In: BRITO, L. T. L.; MOURA, M. S. B. de; GAMA, G. F. B. (Ed.). **Potencialidades da água de chuva no Semiárido brasileiro**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2007. p.37-59.

NUNES, A. L. *et al.* Evapotranspiração e coeficiente de cultura da alface para a região sudoeste do PARANÁ. **Scientia Agraria**, [S.l.], p. 397-402, set. 2009. ISSN 1983-2443. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/agraria/article/view/15198/10216>. Acesso em: 02 out. 2019.

OHSE, S. *et al.* Qualidade de cultivares de alface produzidos em hidroponia. **Sci. agric.**, Piracicaba, v. 58, n. 1, p. 181-185, Mar. 2001. Disponível em:

[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-90162001000100027&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-90162001000100027&lng=en&nrm=iso). Acesso em: 07 Nov, 2019.

PAZ, V. P. S.; TEODORO, R.; MENDONÇA, F. C. Recursos hídricos, agricultura irrigada e meio ambiente. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.4, n.3, p.465-473, 2000. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/%0D/rbeaa/v4n3/v4n3a25.pdf>. Acesso em: 24 set, 2019.

RESENDE et. Al. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v.11, nº.1, p. 1145 - 1154, 2017. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/159048/1/Milanez-2017.pdf>. Acesso em: 29 set, 2019.

SALA, F.C.; COSTA, C.P. 'PIRAROXÁ': Cultivar de alface crespa de cor vermelha intensa. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, n.1, p.158-159, jan.-mar. 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/hb/v23n1/a33v23n1.pdf>. Acesso em: 24 set, 2019.

SALA, F. C.; COSTA, C. P. Retrospectiva e Tendência da alfacicultura brasileira. **Horticultura Brasileira**. Vitória da Conquista, v. 30, n. 2, p. 187-194, junho de 2012.

SANDRI, D. *et al.* Desenvolvimento da alface Elisa em diferentes sistemas de irrigação com água residuária. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/%0D/rbeaa/v11n1/v11n1a03.pdf>. Acesso em: 24 set, 2019.

SANDRI, D. et al. **Irrigação da cultura da alface com água residuária tratada com leitos cultivados com macrófita**. 2003. 207f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Estadual de Campinas , Campinas. 2003

SANTANA, M. J.; MANCIN, C. A ; RIBEIRO, A. A. Evapotranspiração e coeficientes de cultura para a alface e rúcula cultivadas em UBERABA, MG. **Revista Inova Ciência & Tecnologia/Innovative Science & Technology Journal**, n. 2, p. 7-13, 2016.

SILVA, E. L.; MARTINEZ, L. F.; YITAYEW M. Relação entre coeficientes de cultura e graus-dia de desenvolvimento da alface. **Hortic. Bras.**, Vitoria da Conquista , v. 17, n. 2, p. 134-142, July 1999 . Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0102-05361999000200012&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-05361999000200012&lng=en&nrm=iso). Acesso em: 02 Out, 2019.

SUDENE – Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste. **Nova delimitação Semiárido 2017**. Recife, 2018.

VILAS BOAS, R. C. *et al.* Efeito da irrigação no desenvolvimento da alface crespa, em ambiente protegido, em Lavras, MG. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 2007. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1415-43662007000400008](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662007000400008) . Acesso em: 24 set, 2019.