



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE CIÊNCIAS TECNOLOGIA AGROALIMENTAR  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM HORTICULTURA  
TROPICAL**

**ALBANISA PEREIRA DE LIMA SANTOS**

**CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DA ALFACE SUBMETIDA A LÂMINAS DE  
IRRIGAÇÃO E SOMBREADA COM AGROTÊXTIL**

**POMBAL - PB  
2019**

**ALBANISA PEREIRA DE LIMA SANTOS**

**CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DA ALFACE SUBMETIDA A LÂMINAS DE  
IRRIGAÇÃO E SOMBREADA COM AGROTÊXTIL**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de  
Campina Grande, como parte das exigências do  
programa de Pós-Graduação em Horticultura  
Tropical, para obtenção do título de mestre.

**Orientador:** Roberto Cleiton Fernandes de  
Queiroga

**POMBAL - PB  
2019**

S237c Santos, Albanisa Pereira de Lima.

Crescimento e produção da alface submetida a lâminas de irrigação e sombreada com agrotêxtil / Albanisa Pereira de Lima Santos. – Pombal, 2019.

59 f. : il. color.

Dissertação (Mestrado em Horticultura Tropical) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, 2019.

"Orientação: Prof. Dr. Roberto Cleiton Fernandes de Queiroga".  
Referências.

1. Cultura da alface. 2. Irrigação. 3. Agrotêxtil colorido. 4. *Lactuca sativa* L. I. Queiroga, Roberto Cleiton Fernandes de. II. Título.


CDU 635.52(043)

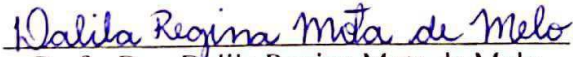
**ALBANISA PEREIRA DE LIMA SANTOS**

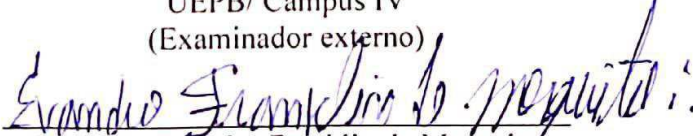
**CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DA ALFACE SUBMETIDA A LÂMINAS DE  
IRRIGAÇÃO E SOMBREADA COM AGROTÊXTIL**


Dissertação apresentada à Universidade Federal de  
Campina Grande, como parte das exigências do  
programa de Pós-Graduação em Horticultura  
Tropical, para obtenção do título de mestre.

Aprovada em 19/06/2019

  
Prof. Dr. Roberto Cleiton Fernandes de Queiroga  
PPGHT/CCTA/UFCG  
(Orientador)

  
Profa. Dra. Dalila Regina Mota de Melo  
UEPB/ Campus IV  
(Examinador externo)

  
Prof. Dr. Evandro Franklin de Mesquita  
PPGHT/UEPB  
(Examinador externo)

  
Prof. Dr. Francisco Hevilásio Freire Pereira  
(Examinador interno)

**POMBAL – PB  
2019**

A Deus, por todo o sentido que tem dado à minha existência.  
A minha Família, especialmente a meu marido, Nelson  
Suassuna Sobrinho, por sempre acreditar no meu potencial!  
Dedico

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus por mais uma conquista e por todas as bênçãos que tem concedido em minha vida.

A meu marido, Nelson Suassuna Sobrinho, por ter sido sempre uma das minhas fontes de apoio e motivação e por todo o amor e dedicação que foram de suma importância na obtenção dessa vitória.

A minha família, meus pais e irmãos, pela torcida e palavra de estima no decorrer de minha vida acadêmica.

À Universidade Federal de Campina Grande e ao Programa de Pós Graduação em Horticultura Tropical, por possibilitar que eu pudesse concretizar esse objetivo.

A meu orientador, Dr. Roberto Cleiton Fernandes de Queiroga, por toda a paciência, receptividade e disposição a me ajudar sempre que necessário.

A meu coorientador, Dr. Evandro Franklin de Mesquita, pela paciência e disponibilidade a me ajudar quando precisei.

Aos meus amigos, em especial a Cesenildo Figueiredo Suassuna, Caio da Silva Sousa, Alex Serafim de Lima, Francisca Lacerda da Silva, Lucimar da Silva Figueiredo, que foram de grande importância no decorrer das atividades.

Ao grupo de pesquisa que me auxiliou na condução do experimento, em especial a Caio da Silva Sousa.

A todos os professores, colegas e funcionários do Programa de Pós Graduação em Horticultura Tropical (PPGHT) e aos demais amigos que de alguma forma me auxiliaram na conquista desse objetivo.

Obrigado!

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** - Resultado das análises química e física do solo da área experimental antes da implantação do experimento. UEPB/CCHA. Catolé do Rocha-PB, 2018.....19
- Tabela 2** - Análise química da água utilizada no experimento. UEPB/CCHA. Catolé do Rocha-PB, 2018.....19
- Tabela 3** - Caracterização química do esterco bovino utilizado como fonte de matéria orgânica no experimento. UEPB/CCHA. Catolé do Rocha-PB, 2018.....22
- Tabela 4** - Valores médios da radiação medida em cima e abaixo das telas de sombreamento aos 15 e 30 dias após o transplante. UEPB/CCHA. Catolé do Rocha-PB 2019.....25
- Tabela 5** - Valores médios da temperatura do solo em função das lâminas de irrigação e cores de Agrotêxtil. UEPB/CCHA. Catolé do Rocha-PB 2019.....26
- Tabela 6** - Valores médios da temperatura do ar, umidade relativa do ar e umidade do solo em função das lâminas de irrigação e de Agrotêxtil. UEPB/CCHA. Catolé do Rocha-PB 2019.....26
- Tabela 7** - Resumo da análise de variância para área foliar (AF), altura de planta (AP), diâmetro da cabeça (DIACAB), número de folhas (NF), diâmetro do caule (DC), comprimento do caule (CC), comprimento de raiz (CR), massa seca de folhas (MSF), massa seca do caule (MSC), massa seca da raiz (MSR), massa seca total (MST), massa fresca da cabeça (MCAB), relação parte aérea/raiz (RPARA), produtividade (PROD) e índice de qualidade de Dikson, 2019.....27
- Tabela 8** - Valores médios da área foliar (AF) de plantas de alface em função de lâminas de irrigação e cores de agrotêxtil. CCHA/UEPB, Catolé do Rocha - PB, 2019.....29
- Tabela 9** - Valores médios da altura de plantas (AP), diâmetro da cabeça (DCAB), número de folhas por planta (NFP), diâmetro (DC) e comprimento do caule (CC) e comprimento da raiz (CR) de plantas de alface sombreadas com diferentes cores de agrotêxtil. CCHA/UEPB, Catolé do Rocha - PB, 2019.....31
- Tabela 10** - Valores médios da massa da cabeça (MCAB) de plantas de alface em função de lâminas de irrigação e cores de agrotêxtil. CCHA/UEPB, Catolé do Rocha - PB, 2019.....33
- Tabela 11** - Valores médios da produtividade (PROD) de plantas de alface em função de lâminas de irrigação e cores de agrotêxtil. CCHA/UEPB, Catolé do Rocha - PB, 2019.....33
- Tabela 12**- Valores médios da massa seca do caule (MSCA) e da massa seca da raiz (MSRA) de plantas de alface sombreadas com diferentes cores de agrotêxtil. CCHA/UEPB, Catolé do Rocha - PB, 2019.....34
- Tabela 13** - Valores médios da massa seca da folha (MSFO) de plantas de alface em

função de lâminas de irrigação e cores de agrotêxtil. CCHA/UEPB, Catolé do Rocha - PB, 2019.....35

**Tabela 14** – Valores médios da massa seca total (MSTO) de plantas de alface em função de lâminas de irrigação e cores de agrotêxtil. CCHA/UEPB, Catolé do Rocha - PB, 2019.....36

**Tabela 15** - Valores médios da relação parte aérea: raiz (RPARA) e do índice de qualidade de Dikson (ID) em plantas de alface sombreadas com diferentes cores de agrotêxtil. CCA/UEPB, Catolé do Rocha - PB, 2019.....37



## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1:** Utilização do medidor do IBTG (A) para medição da temperatura e da umidade relativa do ar e do Ceptometro (B) para medição da radiação incidente na parte superior e inferior das telas de sombreamento e o termômetro (C) para medir a temperatura solo. UEPB/CCHA. Catolé do Rocha-PB, 2018.....20
- Figura 2:** Transplântio da alface nos canteiros preparados com as fitas gotejadoras e com telas de sombreamento (A), na área experimental. UEPB/CCHA. Catolé do Rocha-PB, 2018.....22
- Figura 3:** Funções de resposta ajustadas para a área foliar da planta de alface cultivada sob agrotêxtil de colorações amarelo (A), azul (B), verde (C), branco (D) e sem cobertura (E) em função de lâminas de irrigação. CCHA/UEPB, Catolé do Rocha - PB, 2019.....40
- Figura 4 -** Funções de resposta ajustadas para a altura (A), diâmetro da planta (B), número de folhas por planta (C), diâmetro do caule (D), comprimento do caule (E) e comprimento da raiz (F) em função de lâminas de irrigação. CCHA/UEPB, Catolé do Rocha - PB, 2019.....43
- Figura 5 -** Funções de resposta ajustadas para a massa fresca da cabeça de alface cultivada sob agrotêxtil de colorações amarelo (A), azul (B), verde (C), branco (D) e sem cobertura (E) em função de lâminas de irrigação. CCHA/UEPB, Catolé do Rocha - PB, 2019.....46
- Figura 6 -** Funções de resposta ajustadas para a massa seca da folha de alface cultivada sob agrotêxtil de colorações amarelo (A), azul (B), verde (C), branco (D) e sem cobertura (E) em função de lâminas de irrigação. CCHA/UEPB, Catolé do Rocha - PB, 2019.....47
- Figura 7 -** Funções de resposta ajustadas para a massa seca total da alface cultivada sob agrotêxtil de colorações amarelo (A), azul (B), verde (C), branco (D) e sem cobertura (E) em função de lâminas de irrigação. CCHA/UEPB, Catolé do Rocha - PB, 2019.....49
- Figura 8 -** Funções de resposta ajustadas para a massa seca do caule (A) e da raiz (B) de plantas de alface em função de lâminas de irrigação. CCHA/UEPB, Catolé do Rocha - PB, 2019.....51
- Figura 9 -** Funções de resposta ajustadas para a produtividade de alface cultivada sob agrotêxtil de colorações amarela (A), azul (B), verde (C), branca (D) e sem cobertura (E) em função de lâminas de irrigação. CCHA/UEPB, Catolé do Rocha - PB, 2019.....52
- Figura 10 -** Funções de resposta ajustadas para a relação parte aérea raiz (A) e índice de qualidade de Dickson (B) em função de lâminas de irrigação. CCHA/UEPB, Catolé do Rocha - PB, 2019.....54

## SUMÁRIO

RESUMO .....	x
ABSTRACT .....	xi
1 INTRODUÇÃO.....	12
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	13
2.1. A cultura da alface.....	13
2.2. Efeitos dos fatores climáticos no cultivo da alface.....	14
2.3. Uso da Irrigação em Hortaliças .....	15
2.4. Utilização do Agrotêxtil Colorido .....	17
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	18
3.1. Localização e caracterização da área experimental.....	18
3.2. Delineamento Experimental e Tratamentos .....	21
3.3. Condução do experimento .....	21
3.4. Características avaliadas.....	23
3.4.1. Temperatura do ar e do solo, umidade relativa do ar e radiação.....	23
3.4.2. Crescimento e partição de massa e produtividade da planta da Alface.....	23
3.5. Análises Estatística .....	24
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	25
4.1. Avaliação da Radiação Incidente, Temperaturas do Solo, Temperatura do Ar, Umidade Relativa do ar e do solo.....	25
4.2. Características de Crescimento, Partição de Massa e produção em Plantas de Alface .....	26
5. CONCLUSÕES .....	54
6. REFERÊNCIAS .....	55

## RESUMO

SANTOS, Albanisa Pereira de Lima. **Cultivo da alface crespa sombreada com agrotêxtil em diferentes cores e lâminas de irrigação**. 2019. 59 f. Dissertação (Mestrado em Horticultura Tropical) – Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Pombal - PB, 2019.

A alface é uma olerícola folhosa que tem se destacado pelo seu alto valor nutritivo e pela grande aceitação pelo consumidor. Em seu cultivo é necessário o uso adequado de técnicas que permitam a planta expressarem o seu máximo potencial genético visando uma maior produção e qualidade de suas folhas, sobretudo nas condições do semiárido nordestino que apresenta elevados níveis de radiação e de temperaturas e onde a escassez de água é uma preocupação, com isso, faz-se necessário criar alternativas capazes de amenizar esse estresse causado às plantas. O objetivo desse estudo foi avaliar o crescimento, produção e qualidade da alface submetida a lâminas de irrigação e sombreamento com Agrotêxtil. Deste modo, foi conduzido um experimento em uma área experimental no Centro de Ciências Humanas e Agrárias da Universidade Estadual da Paraíba, Câmpus IV, Catolé do Rocha-PB, durante os períodos de agosto a setembro 2018. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com parcelas subdivididas 5 x 4, com 4 repetições. O primeiro fator constou da parcela referentes às lâminas de irrigação (60, 80, 100 e 125 da ETo) e a subparcela foram as cores do sombreamento com o tecido (agrotêxtil) com gramatura de 15 g.m<sup>2</sup> (amarelo, azul, verde, branca e cultivo a céu aberto). Por ocasião da colheita avaliou-se, área foliar, altura das plantas e diâmetro de plantas, comprimento do caule e da raiz, diâmetro do caule, número de folhas por planta, fresca da cabeça, massa seca de raiz, caule, folha e total, produtividade, relação parte aérea raiz e índice de qualidade de Dickson. O aumento da quantidade de água aplicada na irrigação promoveu elevação dos parâmetros de crescimento e produção da alface com a lâmina de irrigação de 109,28% da ETo a que propiciou a maior massa fresca da cabeça quando associada à cor de sombreamento amarela.

**Palavra-chaves:** *Lactuca sativa* L, Luminosidade, Temperatura e Rendimento.

## ABSTRATO

SANTOS, Albanisa Pereira de Lima. **Cultivation of shriveled lettuce shaded with agrotêxtil in different colors and irrigation blades.** 2019. 59 f. Dissertation (Masters in Tropical Horticulture) - Federal University of Campina Grande (UFCG), Pombal - PB, 2019.

Lettuce is a hard-edged olive grove that stands out for its high nutritional value and great consumer acceptance. In its cultivation, it is necessary to use techniques that allow the plant to express its maximum genetic potential, aiming at a higher production and quality of its leaves, especially in the semi-arid Northeastern region, which presents high levels of radiation and temperatures and where the scarcity of water is a concern, with this, it is necessary to create alternatives capable of mitigating this stress caused to plants. The objective of this study was to evaluate the growth, yield and quality of the lettuce submitted to irrigation and shading with Agrotêxtil. Thus, an experiment was conducted in an experimental area at the Center of Human and Agrarian Sciences of the State University of Paraíba, Campus IV, Catolé do Rocha-PB, during the periods of August to September 2018. The experimental design was in randomized blocks with 5 x 4 subdivided plots, with 4 replicates. The first factor consisted of the irrigation slabs (60, 80, 100 and 125 of the ETo) and the shading with the 15 g.m<sup>2</sup> (yellow, blue, green, white and open culture). On the occasion of the harvest, leaf area, plant height and plant diameter, stem and root length, stem diameter, number of leaves per plant, fresh head, root dry matter, stem, leaf and total, productivity, root shoot ratio and Dickson quality index. The increase in the amount of water applied in the irrigation promoted an increase in the parameters of growth and lettuce production with the irrigation depth of 109.28% of the ETo, which provided the highest fresh mass of the head when associated with the color of yellow shading.

**Key words:** *Lactuca sativa* L, Photoinhibition, Temperature and Yield

## 1- INTRODUÇÃO

A alface é uma das hortaliças folhosas mais consumidas no Brasil e no mundo (MENESES et al., 2016). Os maiores produtores e consumidores de alface são os Estados Unidos, China, Espanha e Itália. No Brasil, destaca-se o estado de São Paulo como o maior produtor, seguido por Rio de Janeiro e Minas Gerais. Na região Nordeste os maiores produtores são os estados do Ceará e Pernambuco (HORTIBRASIL, 2013; IBGE, 2019). De acordo com Abcsen, (2017) essa hortaliça, no ano de 2016, sob comercialização em atacado gerou um montante superior 288 milhões de reais com produção de 105.207 toneladas, e estima-se que no varejo tenha atingido 8 bilhões de reais, com uma produção superior a 1,5 milhão de toneladas.

Na região Nordeste do Brasil, a alface vem sendo produzida em grande escala. No entanto existem grande preocupação em relação a radiação solar intensa e disponibilidade hídrica da região que é bastante limitada devido as irregularidades das chuvas, sendo necessário utilizar o manejo da irrigação que se torna um fator importante para a produção agrícola (FARIAS et al., 2017).

Dessa forma, é fundamental que se conheça a quantidade de água é o melhor sistema de irrigação para cultura da alface, assim evitando o desperdício de água, pois o método influencia diretamente na produção e qualidade das hortaliças. Os sistemas de irrigação localizada, como gotejamento, apresentam grande vantagem sobre os demais por levar a água diretamente ao sistema radicular da planta, evitando perdas, principalmente por evaporação (SILVEIRA et al., 2015).

A distribuição adequada de água de maneira artificial por meio de irrigação tem sido a garantia para se produzir, sem que a falta de chuvas altere os índices de produtividade e de rentabilidade previamente estabelecidos (MAGALÃES et al., 2015). Lima Junior et al. (2012) ao avaliarem o efeito de lâminas de irrigação sobre o cultivo de alface americana (cv. Laurel) irrigado por gotejamento em ambiente protegido, o qual observaram valores de produtividade total superiores a  $30 \text{ t ha}^{-1}$ , sendo a maior produtividade encontrada quando se aplicou 98% da água evapotranspirada.

Apesar da alface ser uma planta adaptada ao clima mais ameno, essa hortaliça folhosa pode ser plantada durante o ano todo, principalmente devido ao desenvolvimento de cultivares adaptadas para diferentes condições ambientais. Segundo Diamante et al. (2013) os fatores climáticos podem interferir na produção de hortaliças de forma favorável ou desfavorável, dependendo da intensidade luminosa a qual as

plantas são impostas, no entanto, quando manuseado dentro de uma variação de luz ótima, ocasiona fatores positivos como a elevação da fotossíntese e diminuição da respiração (SILVA JÚNIOR et al., 2012).

Em localidades onde predomina a ocorrência de altas temperaturas e luminosidade durante o seu cultivo pode acelerar o ciclo da alface, gerando problemas de pendoamento precoce, além de intensificar as chances de ocorrência de doenças, como as podridões. Além disso, a alface quando exposta em condições de estresse, como a altas temperaturas, tendem a ficar amargas e elevar a rigidez devido ao grande acúmulo de látex, prejudicando a produção, que ocasiona a desvalorização do produto e prejuízos financeiros (LUZ et al., 2009, SOUZA et al., 2013).

Para amenizar os efeitos deletérios das altas temperatura e luminosidade na cultura da alface tem-se utilizado as telas de sombreamento, que podem ser de vários tipos e cores diferentes, porcentagens de sombreamento e tipos de material (SEABRA JÚNIOR et al., 2009). Dentre esses materiais tem-se como opção o uso do Agrotêxtil em diferentes cores para o cultivo da alface em razão de permitirem o desenvolvimento dessa olerícola com uma variação menor de temperatura e luminosidade, contribuindo assim, para diminuir os efeitos extremos da radiação.

Portanto, o objetivo desse estudo foi avaliar o crescimento, produção e qualidade da alface submetida a lâminas de irrigação e sombreamento com Agrotêxtil.

## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 A Cultura da Alface**

A alface pertencente à família das Asteraceae é originária de espécies silvestres, do Sul da Europa e da Ásia Ocidental. A planta apresenta hábito de crescimento herbáceo, com caule diminuto, ao qual se prendem as folhas, estas são amplas e crescem em roseta, em volta do caule, podendo ser lisas ou crespas, com formação ou não de cabeça, sua coloração varia em vários tons de verde, ou roxa, dependendo da cultivar (FILGUEIRA, 2012).

De acordo Sala e Costa (2012), o sistema radicular é tipo pivotante muito ramificado e superficial, explorando apenas os primeiros 30 cm de solo. A alface é uma

cultura típica de inverno, no entanto, ao longo dos anos os fitomelhoristas desenvolveram cultivares mais resistentes adaptadas ao plantio durante a primavera e o verão. Portanto, dependendo da escolha da cultivar e o manejo de cultivo é possível plantar e colher alface de boa qualidade ao longo de todo ano (FILGUEIRA, 2008).

Sala e Costa (2012), afirmam que características como resistência a doenças e ao tipo de transporte, a elevada produção de massa foliar, o rápido crescimento e maior período pós colheita, fez com que a alface tenha se destacado no mercado e com a contribuição do melhoramento genético, torna possível o cultivo desta hortícola em regiões com temperaturas elevadas, como a região Nordeste.

Sendo bastante apreciada na culinária em preparos de saladas em sua forma in natura devido a suas características nutricionais, é uma importante fonte de fibras e rica em vitaminas e sais minerais, além de apresentar baixo teor de calorias, tornando-se indispensável em dietas alimentares (MOTA et al., 2012).

## **2.2 Efeitos dos Fatores Climáticos no Cultivo da Alface**

A luz e a temperatura estão entre os fatores que mais limitam o cultivo de espécies vegetais em diferentes épocas e locais. O cultivo de alface em regiões com altas temperaturas tem sido um desafio para a olericultura, afetando substancialmente a sua produção (SEABRA et al., 2009). As hortaliças, quando cultivadas em condições de temperatura acima da adequada para o seu crescimento, apresentam redução do ciclo de cultivo, com reflexos na produtividade e qualidade (DIAMANTE et al., 2013).

As alfaces quando expostas a condições de estresse, como altas temperaturas, torna-se amargas e mais rígidas, diminuindo seu tamanho e antecipando todo o seu ciclo e com isso compromete a produção, levando a prejuízos financeiros devido a depreciação do produto (SOUZA et al., 2013). De acordo com Filgueira (2012), altas temperaturas podem causar redução na área das folhas, com alongamento e estreitamento e queda das folhas. Para Fu et al., (2012) o baixo rendimento da alface em períodos de altas temperaturas é causado pela fotoinibição.

Em muitas regiões de clima quente, a alta temperatura pode ser fator limitante para a produção econômica de muitas hortaliças. Quando a temperatura do ar aumenta, a temperatura da folha também aumenta, o que poderá resultar na desestruturação, pelo calor, do protoplasma celular. A temperatura do ar é o elemento climático que exerce

maior influencia nos processos fisiológicos das plantas (Rebouças et al., 2015), podendo acelerar ou retardar as reações metabólicas, sob condição de temperatura ótima ou inferiores a esta, respectivamente. As altas temperaturas afetam vários processos fisiológicos e bioquímicos, resultando em redução de rendimento, como atividade enzimática, a integridade da membrana, fotofosforilação, transporte de elétrons no cloroplasto e condutância estomática à difusão CO<sub>2</sub> (SHOAIB et al., 2012).

Para todas as cultivares de alface, a ocorrência de dias curtos e temperaturas amenas favorecem a etapa vegetativa, sendo estas, inclusive, resistentes a baixas temperaturas e geadas leve (FILGUEIRA, 2012). Santos et al. (2010) relatam que os ambientes mais eficientes para redução da temperatura média do ar também foram os mais eficientes para a temperatura máxima do solo, sendo eles: ambientes de tela de sombreamento 40 e 50 % e tela termo-refletores 50 %. Diante deste fato, uma alternativa para se obter uma produção de boa qualidade seria através da utilização de ambientes protegidos com o emprego de material como a tela de sombreamento.

Em termos de radiação, a intensidade de luz interfere no crescimento e desenvolvimento das plantas em razão dos processos fisiológicos responsáveis pelo crescimento e produtividade das plantas cultivadas serem diretamente influenciados pelos fatores climáticos (SILVA JUNIOR et al., 2012). Quando se conduz uma cultura dentro de uma variação ótima de luminosidade com os fatores favoráveis, a fotossíntese é elevada, a respiração é normal e a quantidade de matéria seca acumulada é alta (BEZERRA NETO et al., 2005).

Na alface as folhas que são expostas à quantidade de luz maior do que podem utilizar, ou seja, acima do ponto de saturação, o aparato fotossintético é danificado, tornando-se inativo. Esse fenômeno de redução da fotossíntese pelo excesso de irradiância é denominado de fotoinibição (TAIZ & ZEIGER, 2013). Sob baixa intensidade de luz as plantas tendem a estiolar e as folhas ficam flácidas. Rampazzo et al. (2014) relatam que o uso das telas foi eficiente na redução da luminosidade, além de propiciar um aumento na umidade relativa do ar.

### **2.3 Uso da Irrigação em Hortaliças**

A água é um fator essencial na produção agrícola, no entanto, a sua escassez vem sendo uma preocupação, pois ela é necessária para o desenvolvimento satisfatório das



culturas. Muitas vezes, a água proveniente de precipitação pluviométrica é suficiente para a obtenção de uma produtividade adequada, todavia, em locais onde a precipitação não é regular como as regiões áridas e semiáridas tornam-se necessário completar por meio de irrigação a necessidade hídrica das plantas (TELES et al., 2018).

Como a necessidade hídrica varia entre as espécies, e ao longo do seu ciclo, conhecer as respostas das espécies é de grande importância para a elaboração de planos de manejo adequados, considerando-se o uso de manejo racional dos recursos disponíveis, de maneira a se obter rendimentos econômicos mais altos (LIMA et al., 2012).

A distribuição adequada de água de maneira artificial por meio de irrigação tem sido a garantia para se produzir como planejado, sem que a falta de chuvas altere os índices de produtividade e de rentabilidade previamente estabelecidos (MAGALÃES et al., 2015). O sistema de irrigação localizada, como gotejamento, apresenta grande vantagem sobre os demais por levar a água diretamente no sistema radicular da planta, evitando perdas, principalmente por evaporação (SILVEIRA et al., 2015).

A cultura da alface é altamente exigente em água, portanto, as irrigações devem ser frequentes e abundantes, devido à ampla área foliar e à evapotranspiração intensiva, bem como ao sistema radicular delicado e superficial e à elevada capacidade de produção (FILGUEIRA, 2012). De acordo com Alishah & Ahmadikhah (2009), o teor de água para a cultura da alface deve ser acima de 80% durante seu ciclo, pois quanto mais água disponível no solo, mais alta será sua produtividade.

Os principais efeitos ocasionados na cultura da alface pelo estresse hídrico relacionam-se a redução no desenvolvimento celular, redução da expansão das folhas, no fechamento estomático, redução na translocação de assimilados e aceleração da senescência e da abscisão das folhas (TAIZ e ZEIGER, 2017).

Alguns autores testando lâminas de irrigação com o sistema de irrigação localizada em hortaliças encontraram respostas positivas. Lima Junior et al. (2012) ao avaliarem o efeito de lâminas de irrigação sobre o cultivo de alface americana (cv. Laurel) irrigado por gotejamento em ambiente protegido, o qual observaram valores de produtividade total superiores a 30 t ha<sup>-1</sup>, sendo a maior produtividade encontrada quando se aplicou 98% da água evapotranspirada.

Silveira et al. (2015) testando diferentes níveis de irrigação, baseados em frações da evaporação do mini-tanque evaporimetro (50; 100; 150; 200; e 250%), observam no tratamento de 200% do evaporado, onde a lâmina de irrigação aplicada representa o

máximo de ganho de matéria fresca 134,25g, tendo maior média a se comparar os demais tratamentos.

De acordo de Magalães et al. (2015) quando trabalharam com diferentes lâminas de irrigação (50, 75, 100 e 120% ETc) e cultivares alface, observaram que a lâmina de irrigação de 125% Etc proporcionou o maior teor de matéria fresca nas cv. Rapids (157,28 g m<sup>-2</sup>), Mônica (156,83 g m<sup>-2</sup>), Simpson (92,21 g m<sup>-2</sup>). Silva & Queiroz (2013) avaliando diferentes cultivares de alfaces irrigadas em Juazeiro-BA, verificaram maiores diâmetros de cabeça da cultivar Mônica (24,3 cm) em relação a Simpson (17,4 cm). ARAÚJO et al. (2010) avaliaram diferentes lâminas de água para a cultura da alface, obtiveram 82,2 kg de massa fresca a cada milímetro de água aplicada por hectare.

## 2.4 Utilização do Agrotêxtil Colorido

As telas coloridas são bastante utilizadas para o sombreamento das hortaliças. Elas agem sobre a produção das plantas porque alteram o espectro de luz, a intensidade luminosa, a qualidade da luz e a quantidade de energia que chega até as plantas, de acordo com a cor e a cultura utilizada, além de alterar a radiação direta sobre a planta, estimulando a fotossíntese e o consequente crescimento das plantas (AGRILTURA, 2011).

Essas telas coloridas agem principalmente nas hortaliças folhosas. As cores vermelhas deixam passar pouca luz e reduzem o comprimento de ondas azul, verde e amarelas e as cores azuis reduzem o comprimento de ondas vermelhas (AGRILTURA, 2011). O uso de telas de sombreamento pretas reduz a incidência direta dos raios solares nas espécies que necessitam de menor fluxo de energia radiante, consequentemente, reduzindo a temperatura. As células fotossintetizantes possuem pigmentos que permitem a absorção da luz visível com destaque para as clorofilas que podem absorver um comprimento de onda de maior energia (azul) e outro de menor energia (vermelho) (KLUGE et al., 2015). A menor incidência de energia solar pode contribuir para diminuir os efeitos extremos da radiação (RAMPAZZO et al., 2014).

Alguns autores encontraram respostas satisfatórias quando testaram sombreamento em diferentes cores. Hirata & Hirata (2015), observaram que as telas de sombreamento preta 35% e prata 35% promovem maior produtividade do agrião d'água, em comparação às telas vermelha 35% e dupla fase 20%.

Queiroga et al. (2001) estudando diferentes tipos de telas de sombreamento (verde, branco e preto) e cultivares, observaram maiores teores de matéria seca e produtividade, quando utilizaram telas brancas. Bezerra Neto et al. (2005) também constataram que a tela branca se sobressaiu, em relação ao número de folhas, comparando com os demais tratamentos quando trabalharam com diferentes cores de tela (branca, verde, preta e sem tela), na cultura da alface.

A utilização do agrotêxtil na agricultura iniciou-se na Alemanha em 1971, sendo aplicado em pequena escala. No Brasil, os trabalhos de pesquisa com agrotêxtil iniciaram-se no final da década de 90, na região dos Campos Gerais, no estado do Paraná (CANTU et al., 2013).

O agrotêxtil é confeccionado a partir de longos filamentos de polipropileno que são colocados em camadas e soldados entre si por temperaturas apropriadas, formando um material leve e de alta resistência suficiente para sua utilização na agricultura, permitindo a troca gasosa entre o ambiente externo e interno e passagem de água, de acordo com Dantas et al. (2013), é utilizado na agricultura, para dificultar a degradação das culturas causada pelos raios solares ultravioleta. Funciona também como barreira física de controle de insetos e outros organismos. De acordo com Andrade et al. (2015) este pode ser utilizado de várias formas, tanto diretamente sobre a planta, diretamente sobre o solo ou com a utilização de uma estrutura de apoio (túneis), possui a vantagem de ser de baixo custo e fácil manuseio, podendo ser colocado e retirado de acordo com a necessidade da cultura.

Algumas respostas já foram observadas com o uso do agrotêxtil mostrando sua eficiência, tanto no aumento da produção como na melhoria da qualidade do produto obtido. Esses benefícios foram observados para a cultura da alface e outras hortaliças. Barros Jr et al. (2004) quando trabalharam com agrotêxtil nas gramaturas de 13g/m<sup>2</sup>, 40g/m<sup>2</sup> na cor branca e sem cobertura na cultura da alface, encontraram maiores resultados de produtividade na gramatura de 40 g m<sup>-2</sup>, que foi 14,8% superior ao de 13 g m<sup>-2</sup> e de 29,2% ao tratamento sem cobertura.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Área Experimental

O experimento foi conduzido durante os períodos de agosto a setembro de 2018, nas dependências do Centro de Ciências Humanas e Agrárias da Universidade Estadual da Paraíba, Câmpus IV, Catolé do Rocha-PB. O município está inserido na região semiárida do Alto sertão paraibano, situado pelos pontos das coordenadas geográficas: latitude “6° 20’38” Sul, longitude “37°44’48” a O este do Meridiano de Greenwich e a uma altitude de 275 m.

O clima da região é do tipo BSW<sub>h</sub>, ou seja, quente e seco do tipo estepe, segundo a classificação de Koppen, caracterizando-se por ser semiárido quente, com duas estações distintas, uma chuvosa com precipitação irregular e outra sem precipitação. De acordo com a classificação de Fiplan, o município apresenta temperatura média anual de 27° C, evaporação média anual de 1707 mm e a precipitação pluvial média anual de 874,4 mm, cuja maior parte concentra-se no trimestre fevereiro/abril, com chuvas irregularmente distribuídas.

O solo da área experimental é classificado como NEOSSOLO FLÚVICO Eutrófico (SANTOS et al., 2013), não salino e relevo suavemente plano. Antes da instalação do experimento, foram coletadas amostras compostas na camada de 0-20 cm de profundidade, secadas ao ar, peneiradas em peneira de malha de 2,0 mm de diâmetro e enviadas para o Laboratório de Análise de Solo e Água da UFPB, campus Areia-PB (Tabela 1). A água utilizada no experimento também foi analisada quanto a sua qualidade (Tabela 2).

**Tabela 1** - Resultado das análises química e física do solo da área experimental antes da implantação do experimento. UEPB/CCHA. Catolé do Rocha-PB, 2018.

Análise de química do solo									
pH	P	K	Ca	Mg	Na	Al	Al+H	C	M.O
	...mg dm <sup>-3</sup> .....			.....cmloc dm <sup>-3</sup>			.....g kg <sup>-1</sup> ....		
6,7	16,19	458	1,49	0,54	0,10	0,0	0,0	6,72	11,59
Análise física do solo									
Areia	Silte	Argila	DS	DP	P	CC	PM	ADS	
.....g kg <sup>-1</sup> .....			..... g dm <sup>-3</sup> .....		.....%.....				
661	213	126	1,51	2,76	45	23,52	7,35	16,71	

Ds= Densidade do solo; DP= Densidade de partículas; P= Porosidade do solo; CC= Capacidade de campo; PM = ponto de murcha; ADS= Água disponível no solo.

**Tabela 2** - Análise química da água utilizada no experimento. UEPB/CCHA. Catolé do Rocha-PB, 2018.

pH	C.E	SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> <sub>2</sub>	Mg <sup>+2</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>+2</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>-</sup> <sub>2</sub>	HCO <sub>-3</sub>	Cl <sup>-</sup>	RAS	Classif.
	dsm <sup>-</sup> <sub>1</sub>	mL <sup>-1</sup>	.....mmloc L <sup>-1</sup> .....						mmloc L <sup>-1</sup>		
6,9	0,84	8,57	1,48	6,45	1,21	2,50	0,00	10,75	7,00	4,57	C3S2

Laboratório de Análise de Solo e Água da Universidade Federal da Paraíba, campus II, Areia/PB.

Durante a condução do experimento, a temperatura e a umidade relativa do ar foram monitoradas com a utilização do medidor do IBUTG, modelo: ITWBG 2000, nas diferentes cores de sombreamento e no cultivo a céu aberto (Figura 1 A). Para medir os níveis de radiação incidente foi utilizado o aparelho Ceptômetro, Modelo LP-80, em cima e a baixo das diferentes cores de sombreamento, foram realizadas duas avaliações aos 15 e 30 dias após o transplântio (Figura 1 B). Na ocasião também foi medida a temperatura do solo nas camadas superficial, 0 a 10, 10 a 20, com o auxílio do termômetro digital. (Figura 1 C).





**Figura 1** - Utilização do medidor do IBUTG (A) para medição da temperatura e da umidade relativa do ar, do Ceptometro (B) para medição da radiação incidente na parte superior e inferior das tela de sombreamento e do termômetro digital (C) para medição da temperatura do solo. UEPB/CCHA. Catolé do Rocha-PB, 2018.

### 3.2 Delineamento Experimental e Tratamentos

O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados, em esquema fatorial de parcela subdivida tipo 5x4 com quatro repetições. O primeiro fator foi a parcela referente às lâminas de irrigação (60, 80, 100 e 125% da ETo) e as subparcelas foi o sombreamento com agro têxtil ( TNT) com gramatura de 15 g m<sup>2</sup> em diferentes cores (amarelo, azul, verde, branco e sem sombreamento). A parcela experimental correspondente a cada lâmina foi de 6,0 x 1,0 m com área de 6,0 m<sup>2</sup>. As subparcelas foram de 1 m x 1 m, contendo 16 plantas no espaçamento de 0,20 x 0,20 m, distribuídas em quatro fileiras, considerando como úteis às quatro plantas das duas fileiras centrais.

A cultivar da alface utilizada foi a Veneranda que é do tipo crespo, apresenta plantas com excelente desenvolvimento vegetativo, suportando altas temperaturas, com resistência ao apendoamento. Apresenta folhas grandes repicadas de coloração verde clara, tenras e muito saborosas.

### 3.3 Condução do Experimento

As sementes de alface foram semeadas no dia 04 de agosto de 2018, em bandejas de polietileno de 162 células, contendo composto orgânico esterco bovino nas proporções se 50% esterco e 50% solo. Foram semeadas em média quatro sementes por célula a uma profundidade média de 0,5 cm, onde permaneceram em casa de vegetação até o transplântio. A emergência ocorreu entre 4 e 6 dias após a semeadura. Foram realizados dois desbastes, o primeiro realizado no quinto dia após a emergência,

deixando apenas duas plantas por célula e o segundo, cinco dias após o primeiro desbaste deixando apenas uma planta por célula.

O preparo do solo constou de gradagem e posteriormente foi realizada a confecção dos canteiros com 1,2 m de largura, 20 m de comprimento e 0,5 m de altura. A adubação de plantio foi realizada apenas com esterco bovino curtido, onde foi realizada a caracterização química no laboratório (Tabela 3). A quantidade de esterco utilizado foi na proporção de 20,0 t. ha<sup>-1</sup> de massa seca. Para elevar o teor de matéria orgânica, conforme equação proposta por Bertino et al. (2015):

$$M = \frac{[(DMA - DMOEX) * Vc * Dg * UEB]}{TMOEB}$$

Onde, M= quantidade de esterco bovino a ser aplicado por cova (g); DMA= dose de matéria orgânica a ser elevada no solo (g kg<sup>-1</sup>); Vc= volume da copa (cm<sup>3</sup>); Dg= densidade do solo; DEMOX= dose de matéria orgânica existente no solo (g kg<sup>-1</sup>); TMOEB = teor de matéria orgânica existente no esterco bovino (g kg<sup>-1</sup>); UEB= umidade do esterco bovino seco ao ar.

**Tabela 3** - Caracterização química do esterco bovino utilizado como fonte de matéria orgânica no experimento. UEPB/CCHA. Catolé do Rocha-PB, 2018.

N	P	K	Ca	Mg	Na	Zn	Cu	Fe	Mn	MOS	CO	C/N
.....g kg <sup>-1</sup> .....						.....mg kg <sup>-1</sup> .....				....g kg <sup>-1</sup> .....		
12,76	2,5	16,79	15,55	4,0	5,59	60	22	8550	325	396,0	229,7	18:1
	7			2								

MOS= Matéria orgânica do solo.

O transplântio das mudas (Figura 2 A) foi realizado no dia 27 de agosto de 2018, quando essas apresentaram de três a quatro folhas definitivas, o que ocorreu por volta dos 23 dias após a semeadura. Na ocasião os canteiros receberam a cobertura com agrotêxtil (Figura 2 A).



**Figura 2**– Transplântio da alface nos canteiros preparados com as fitas gotejadoras e com telas de sombreamento na área experimental. UEPB/CCHA. Catolé do Rocha-PB, 2018.

As irrigações das plantas foram realizadas diariamente pelo método de irrigação localizada, adotando o sistema por gotejamento, de acordo com a evapotranspiração da cultura-ET<sub>c</sub> (mm dia<sup>-1</sup>). O cálculo foi feito com base na evapotranspiração de referência (E<sub>to</sub>, mm dia<sup>-1</sup>), estimada pelo tanque classe A e corrigida pelos valores de K<sub>c</sub> recomendados para a alface cultivada em condições de campo que são respectivamente 0,85; 1,05; e 0,95 para os estádios da cultura inicial de 0 a 10, intermediário de 11 a 20 e final de 21 a 30 (adaptado de Allen et al., 1998; Santos et al., 2015), obtendo o uso consuntivo (U<sub>c</sub>) considerando o percentual de área molhada (P) = 100%. Com isso, para fins do cálculo da lâmina de irrigação líquida diária (LLD = ET<sub>c</sub>), onde LLD = U<sub>c</sub> x P/100 (mm dia<sup>-1</sup>); a partir deste valor, foi determinada as lâminas a ser aplicada.

A colheita foi realizada no dia 29 de novembro de 2018 quando as plantas haviam atingido seu máximo desenvolvimento vegetativo, ou seja, aos 32 dias após o transplântio.

### **3.4 CARACTERÍSTICAS AVALIADAS**

#### **3.4.1 Temperatura do Ar e do Solo, Umidade Relativa do Ar e Radiação Solar**

A temperatura do ar (°C) e umidade do ar (%) foram avaliadas por meio da utilização do medidor do IBUTG, modelo: ITWBG 2000, nas diferentes cores de sombreamento e no cultivo a céu aberto de acordo com as diferentes lâminas de irrigação, a cada três dias entre as 10 e 12 horas do dia. A temperatura do solo (°C) foi avaliada por meio da utilização de um termômetro digital da marca Incoterm, colocando-se sobre a superfície e a 10 e 20 cm de profundidade nas diferentes cores de



sombreamento e no cultivo a céu aberto de acordo com as diferentes lâminas de irrigação. Para medir os níveis de radiação incidente ( $\text{MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ ) avaliado por meio da utilização de um Ceptômetro, Modelo LP-80, as medições foram realizadas a partir das 12 horas do dia aos 15 e 30 dias após o transplântio das mudas.

### **3.4. 2 Crescimento, partição de massa e produtividade da alface**

Por ocasião da colheita foram amostradas quatro plantas da área útil, que serviram para as seguintes determinações: altura de plantas (cm) medida do nível do solo até a extremidade das folhas mais altas; diâmetro de plantas (cm), medido a distância das margens opostas da planta medindo com o auxílio de uma fita métrica. Ambas as determinações foram realizadas em campo na fase final do experimento e, seguida foram coletadas as plantas e levadas para o laboratório onde foram realizadas as demais características: o comprimento do caule (cm) que foi determinado logo após a separação do sistema radicular da parte aérea; comprimento de raiz (cm), realizado logo após a separação do sistema radicular da parte aérea, ambas com auxílio de uma régua graduada em cm; o diâmetro do caule (mm) foi medido utilizando um paquímetro digital, onde foi aferido no colo da planta; o número de folhas por planta foi avaliado por meio de contagem, desprezando as folhas amareladas e/ou secas, partindo-se das folhas basais até a última folha aberta. A área foliar foi obtida relacionando-se a massa seca de 8 discos foliares, com a massa seca total das folhas por planta de acordo com a seguinte equação:  $\text{AFP} = (\text{MSF} \times \text{AFD}) / \text{MSD}$ . Onde AFP = área foliar ( $\text{cm}^2$  por planta), MSF = massa seca das folhas (g), AFD = área foliar dos discos ( $\text{cm}^2$ ), MSD = massa seca dos discos (g).

Após essa etapa, os diferentes órgãos da planta foram pesados em balanças de precisão, obtendo-se posteriormente as respectivas massas frescas da raiz, do caule, folhas e total (g por planta). Foram colocadas em sacos de papel Krafte e levadas para secar em estufa com circulação forçada de ar a  $65^\circ\text{C}$ , por um período de 72 horas, sendo em seguida pesados em balança de precisão para determinar a matéria seca de raiz, caule, folhas e total (g por planta).

A massa fresca da cabeça ( $\text{g. planta}^{-1}$ ) da alface foi obtida por meio da pesagem em balança de precisão em cada uma das quatro plantas da parcela útil por ocasião da colheita. A produtividade total ( $\text{Mg. ha}^{-1}$ ) foi estimada para 1 ha em nível experimental, levando em consideração a massa fresca da planta e o número de plantas por hectare em

cada tratamento. A Relação parte aérea raiz e Índice de qualidade de Dickson (IQD): foi utilizada a metodologia de Dickson et al. (1960) considerando os indicadores de massa seca da parte aérea, das raízes e de massa seca total, altura e diâmetro do colo das mudas.

### **3.5 Análises Estatística**

Os dados foram submetidos a análise de variância e ao teste F a 5% de probabilidade. As médias dos tratamentos referentes as cores do agrotêxtil foram comparados pelo teste Tukey ( $p < 0,05$ ) de probabilidade por meio do software SISVAR Versão 5.6 (FERREIRA, 2011) e as lâminas de irrigação foram submetidas a análise de regressão por meio do software Table Curve 2D (Jandel Scientific, 1991). Para escolha dos modelos levou-se em consideração a significância dos parâmetros da equação, a resposta biológica da variável em estudo, o resultado significativo para o teste F da análise de variância da regressão e por fim, o maior valor do coeficiente de determinação.

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1 Avaliação da Radiação Incidente, Temperaturas do Solo, Temperatura do Ar, Umidade Relativa do Ar e do Solo.**

O sombreamento com agrotêxtil colorido reduziu a passagem de radiação solar sendo que a cor azul em relação as demais cores provocaram a maior redução com o valor médio de 72,27% menor abaixo do agrotêxtil em comparação ao valor médio medido acima do tecido. Entre as cores estudadas o branco foi o que menos reduziu a radiação solar sendo os valores abaixo do agrotêxtil 35,14% menor que o valor observado acima (Tabela 4).

Com os níveis de radiação incidente registrados durante o ciclo da cultura, a intensidade de luz, sobretudo no agrotêxtil de coloração azul pode interferir no crescimento e desenvolvimento dessas plantas em razão dos processos fisiológicos responsáveis pelo crescimento e produtividade das plantas.

**Tabela 4** - Valores médios da radiação registrada acima e abaixo do agrotêxtil e a porcentagem de redução na radiação em função das diferentes cores do agrotêxtil. CCHA/UEPB, Catolé do Rocha - PB, 2019.

Cores do agrotêxtil	Radiação acima do agrotêxtil	Radiação abaixo do agrotêxtil	Redução na radiação (%)
Amarelo	1813,94	947,67	47,75
Azul	1825,02	505,94	72,27
Verde	1865,60	817,58	56,25
Branco	1847,52	1199,69	35,14
Sem cobertura	-	-	-

Conforme a Tabela 5, os menores valores de temperatura do solo na superfície, na faixa de 0 cm a 10 cm e na faixa de 10 cm a 20 cm de profundidade foram registrados nas parcelas sombreadas com agrotêxtil azul na lâmina de irrigação de 120%. Esse efeito pode ser explicado pela menor passagem de radiação solar provocado pelo sombreamento azul aliado à maior umidade do solo na lâmina de 120% (Tabela 4). Adicionalmente, os maiores valores observados nessas variáveis foram registrados sempre em parcelas que não receberam a cobertura com as diferentes cores do agrotêxtil independente da lâmina de irrigação aplicada na cultura da alface.

**Tabela 5** - Valores médios da temperatura superficial do solo, temperatura na faixa de 0 a 10 cm e temperatura na faixa de 10 a 20 cm em função das diferentes cores do agrotêxtil e lâminas de irrigação. CCHA/UEPB, Catolé do Rocha - PB, 2019.

Cores do agrotêxtil	Temperatura superficial do solo (°C)				Temperatura do solo de 0 a 10 cm (°C)				Temperatura do solo de 10 a 20 cm (°C)			
	Lâminas de irrigação (% da ETo)				Lâminas de irrigação (% da ETo)				Lâminas de irrigação (% da ETo)			
	60	80	100	120	60	80	100	120	60	80	100	120
Amarelo	38,4	34,5	32,7	32,5	30,1	28,8	28,2	28,3	29,3	28,5	27,8	28,0
Azul	38,2	34,9	31,9	30,9	29,3	28,8	28,2	28,0	28,5	27,9	27,8	27,3
Verde	35,1	32,0	32,5	31,9	30,0	28,8	28,7	28,3	29,0	28,5	28,3	27,7
Branco	42,4	36,6	36,7	33,3	30,5	29,7	29,3	28,7	29,5	28,8	28,5	28,0
Sem cobertura	46,5	44,2	38,5	42,5	31,3	30,9	29,3	29,4	29,7	29,5	28,5	28,7

De acordo com a tabela 6, a maior umidade do solo também foi registrada nas parcelas sombreadas com a cor azul e irrigadas com a lâmina de 120% ao passo que as parcelas não sombreadas irrigadas com a lâmina de 60% registraram a menor umidade do solo. Isso se explica devido à menor passagem de radiação solar promovida pelo sombreamento azul o que diminuiu a temperatura do solo e por consequência diminuiu a evapotranspiração e também à maior quantidade de água aplicada na lâmina de 120%.

A associação desses fatores promoveu a criação de um ambiente mais ameno na zona radicular em termos de temperatura e umidade do solo.

**Tabela 6** - Valores médios da temperatura do ar embaixo do agrotêxtil, umidade do solo e umidade relativa do ar em função das diferentes cores do agrotêxtil e lâminas de irrigação. CCHA/UEPB, Catolô do Rocha - PB, 2019.

Cores do agrotêxtil	Temperatura do ar ( $^{\circ}$ C)				Umidade do solo (%)				Umidade relativa do ar (%)			
	Lâminas de irrigação (% da ETo)				Lâminas de irrigação (% da ETo)				Lâminas de irrigação (% da ETo)			
	60	80	100	120	60	80	100	120	60	80	100	120
Amarelo	36,1	36,5	36,1	36,7	6,2	6,2	6,5	9,9	41,6	41,6	42,8	41,8
Azul	35,4	36,0	35,5	36,2	6,8	6,9	7,1	13,1	41,0	41,4	43,5	42,3
Verde	36,3	36,3	35,8	36,5	6,4	6,5	6,9	10,4	41,8	42,1	42,8	42,2
Branco	36,8	36,7	36,3	36,9	5,8	6,1	6,3	9,7	41,9	40,9	45,4	42,7
Sem cobertura	37,3	36,9	36,7	37,3	5,5	5,9	6,1	9,1	42,3	42,0	43,7	41,3

## 4.2. Características de Crescimento, Partição de Massa e Produção em Plantas da Alface

Conforme a Tabela 7 houve efeito significativo da interação entre os fatores, pelo teste F a 1% de probabilidade, para a variável área foliar, massa fresca da cabeça e produtividade, a 5% de probabilidade para a massa seca de folhas e massa seca total. As variáveis altura de plantas, diâmetro do caule, diâmetro da cabeça, comprimento do caule, massa seca do caule, massa seca da raiz e índice de qualidade de Dikson verificou-se efeito isolado. Para os fatores número de folhas foi influenciado apenas pelas lâminas de irrigação enquanto que, a relação parte aérea/raiz sofreu efeito apenas do sombreamento com cores. Nenhum dos fatores teve efeito significativo sobre o comprimento de raiz.

**Tabela 7.** Resumo da análise de variância para área foliar (AF), altura de planta (AP), diâmetro da cabeça (DIACAB), número de folhas (NF), diâmetro do caule (DC), comprimento do caule (CC), comprimento de raiz (CR), massa seca de folhas (MSF), massa seca do caule (MSC), massa seca da raiz (MSR), massa seca total (MST), massa fresca da cabeça (MCAB), relação parte aérea/raiz (RPARA), produtividade (PROD) e índice de qualidade de Dikson. CCHA/ UEPB 2019.

Fontes de variação	GL	Quadrados Médios			
		AF	AP	DIACAB	NF
Bloco	3	185427,3 <sup>ns</sup>	1,457417 <sup>ns</sup>	7,661617 <sup>ns</sup>	12,71667 <sup>ns</sup>
Lâmina	3	8805951**	59,11525**	90,51504**	176,2833**
Erro (A)	9	91979,77	3,755944	5,586501	10,68333

Cores	4	4213694**	33,16058**	40,38583**	12,60625 <sup>ns</sup>
Lâmina * Cores	12	1036003**	1,711786 <sup>ns</sup>	2,188295 <sup>ns</sup>	8,106250 <sup>ns</sup>
Erro (B)	48	202891	1,819464	3,579743	5,014583
CV (%)		16,36	8,55	7,39	15,79
	GL	DC	CC	CR	MSF
Bloco	3	5,748441 <sup>ns</sup>	0,1414583 <sup>ns</sup>	4,088685 <sup>ns</sup>	2,192498 <sup>ns</sup>
Lâmina	3	57,74892**	14,55046**	7,507685 <sup>ns</sup> [l]	24,80915**
Erro (A)	9	3,415542	0,5257917	16,90136	2,109059
Cores	4	18,78767**	6,300125**	1,337495 <sup>ns</sup>	12,20406**
Lâmina * Cores	12	3,994000 <sup>ns</sup>	0,3808750 <sup>ns</sup>	4,242653 <sup>ns</sup>	2,711804*
Erro (B)	48	1,921312	0,5821042	3,230547	1,097500
CV (%)		10,04	21,72	13,40	15,76
	GL	MSC	MSR	MST	MCAB
Bloco	3	0,01006585 <sup>ns</sup>	0,07819175 <sup>ns</sup>	2,586035 <sup>ns</sup>	209,1041 <sup>ns</sup>
Lâmina	3	0,08306718*	0,1428010*	31,19040**	25168,58**
Erro (A)	9	0,02224593	0,03466086	2,586669	172,7066
Cores	4	0,08419371**	0,2621735**	17,30363**	5486,768**
Lâmina x Cores	12	0,008835523 <sup>ns</sup>	0,02275425 <sup>ns</sup>	3,032081*	599,8555**
Erro (B)	48	0,01453440	0,02751627	1,271644	110,0957
CV (%)		38,41	26,93	14,88	10,81
	GL	RPARA	PROD	DIKSON	
Bloco	3	14,25475 <sup>ns</sup>	5,353065 <sup>ns</sup>	0,07857567 <sup>ns</sup>	
Lâmina	3	20,04844 <sup>ns</sup>	644,3156**	0,1460110**	
Erro (A)	9	12,34659	4,421288	0,03249951	
Cores	4	38,85461*	140,4613**	0,2655216**	
Lâmina x Cores	12	8,850761 <sup>ns</sup>	15,35630**	0,02268282 <sup>ns</sup>	
Erro (B)	48	10,92875	2,818451	0,02611828	
CV (%)		27,51	10,81	26,56	

\*5% de probabilidade e \*\* 1% de probabilidade

De acordo com resultados apresentados na Tabela 8, a maior área foliar alcançada na lâmina de 120% foi com a tela sombreamento azul que dentro desta lâmina diferiu estatisticamente dos demais materiais. Ainda tratando da lâmina de 120% os

tratamentos amarelo, sem sombreamento e verde não diferiram estatisticamente entre si. Porém, a tela amarela diferiu da tela branca que por sua vez foi estatisticamente semelhante a tela verde e ao sem sombreamento. O maior valor obtido na cor de sombreamento azul se explica pelo fato deste tratamento ter promovido a menor passagem de radiação solar e assim estimula do a expansão da área foliar para maximizar a captação de energia solar.

Em regiões de clima quente o cultivo da alface com o uso do sombreamento é bastante eficaz para controlar as condições climáticas visto que altas temperaturas e luminosidade afetam de forma significativa o seu desenvolvimento, o sombreamento trás benefícios como o uso eficiente da água, que é um fator primordial para a planta completar o seu ciclo (RAMPAZZO et al., 2016).

Assim o uso das telas diminuiu a temperatura do solo e conseqüentemente a evaporação. Na tabela 2, verifica-se que nos ambientes sombreados com diferentes cores do agrotêxtil a umidade do solo foi maior em comparação com as parcelas sem sombreamento. Esse fato justifica a maior área foliar e massa fresca da cabeça quando utilizou as maiores lâminas de irrigação. Santos et al. (2010) relatam que a temperatura do solo é influenciada pela incidência de luminosidade e temperatura do ar pois observaram menor temperatura de solo em ambientes com tela de sombreamento 40 e 50% foi menor em relação ao campo aberto.

Minizzi et al. (2017) testando dois ambientes (coberto com malha foto conversora vermelha e ambiente descoberto) e duas cultivares de alface (Robusta e Rosabela) observaram que a maior área foliar foi encontrada tanto durante os meses mais quentes e de maior luminosidade como os meses mais frios de menor luminosidade em ambiente protegido. Corroborando com esses resultados no ambiente protegido com tela, os valores da área foliar foram superiores aos observados no ambiente sem tela. Essa ocorrência deve-se ao fato de o sombreamento diminuir a incidência de radiação solar direta sobre a cultura, aumentando a necessidade de área foliar (GONSALVES et al., 2017).

**Tabela 8** - Valores médios da área foliar (AF) de plantas de alface em função de lâminas de irrigação e cores de agrotêxtil. CCHA/UEPB, Catolé do Rocha - PB, 2019.

Lâmina de irrigação (%)	A F (cm <sup>2</sup> .planta <sup>-1</sup> )				
	Cores do agrotêxtil				
	Amarelo	Azul	Verde	Branco	Sem cobertura
120	3443,4 b	4412,4 a	2568,1 bc	2274,4 c	2900,8 bc
100	3646,2 a	3547,8 a	3807,3 a	2488,1 b	2631,1 b

80	4023,6 a	3127,4 ab	2531,5 bc	2915,7 b	1824,4 c
60	1987,9 a	1995,1 a	1882,9 a	1758,9 a	1273,9 a
DMS	905,37				
CV (%)	16,36				

\* Nas linhas, as médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Conforme a Tabela 9, para a variável altura de plantas não houve diferença entre as cores das telas azul e amarela, sendo que a cor azul se sobressaiu em relação as demais telas. A cor amarela foi estatisticamente semelhante à cor verde que por sua vez foi estatisticamente semelhante à cor branca. O tratamento sem cobertura diferiu estatisticamente dos demais sombreamentos apresentando valor de altura de plantas 21,38% menor em relação ao sombreamento azul (Tabela 9).

Para a variável diâmetro da cabeça as cores de sombreamento azul, amarela e verde foram estatisticamente semelhantes, com a cor de sombreamento azul sendo superior apenas ao sombreamento branco, que não diferiu estatisticamente dos sombreamentos verde e amarelo, e ao tratamento sem sombreamento que diferiu dos demais com um diâmetro 14,76% menor em comparação ao sombreamento azul (Tabela 9).

A Tabela 9 apresenta que o diâmetro do caule foi afetado pela tela de sombreamento sendo as cores amarela e branca estatisticamente semelhantes com a cor amarela diferindo dos demais sombreamentos proporcionando maior diâmetro. As plantas cultivadas sob as cores branca, azul e verde não diferiram em relação ao diâmetro do caule. Não houve diferença estatística entre os tratamentos azul, verde e sem sombreamento. Este último proporcionou um diâmetro 19,1% menor que o obtido no sombreamento amarelo

As cores de sombreamento afetaram o comprimento do caule sendo as cores amarela, azul e verde estatisticamente semelhantes entre si com a cor amarela apresentando maiores valores em relação a cor branca e o tratamento sem sombreamento, sendo que a cor branca não diferiu estatisticamente das cores verde e azul, e o tratamento sem sombreamento apresentou o menor valor de comprimento do caule com 40% abaixo do valor obtido na cor amarela (Tabela 9).

As variáveis número de folhas por planta e comprimento da raiz não foram afetadas significativamente pelas cores de sombreamentos que também foram estatisticamente iguais ao tratamento sem sombreamento (Tabela 9).

Os bons resultados obtidos nas variáveis altura e diâmetro da cabeça da alface sob a condição de sombreamento com agrotêxtil de coloração azul e nas variáveis diâmetro e comprimento do caule quando sombreadas com o Agrotêxtil de coloração amarela se explicam devido às plantas terem recebido um índice de radiação, temperatura e luminosidade adequados para o desenvolvimento das plantas já que o cultivo sem sombreamento não teve proteção contra os danos provocados pelo excesso de radiação solar.

Pode-se observar que a temperatura, luminosidade e radiação solar diminuíram nos tratamentos sombreados em comparação com o sem cobertura deixando o ambiente mais favorável para o desenvolvimento da cultura. No entanto, apesar da melhoria do ambiente com o uso do agrotêxtil, não foi suficiente para influenciar de forma significativa as variáveis número de folhas e comprimento da raiz.

A luz é um dos principais fatores que afeta o desenvolvimento das plantas e a folha é o principal órgão fotossintetizante das mesmas, com isso a luz interfere diretamente em seu crescimento (MORAES et al., 2013). Ao avaliar o efeito de tipos de telas de sombreamento em cultivares de alface, Neves et al. (2016), observaram que as plantas cultivadas em ambiente sob telado apresentaram maior diâmetro em relação das cultivadas a céu aberto. Bezerra Neto et al. (2005) também trabalhando com ambientes protegido observaram que a alface cultivada em condições de sombreamento com telas de cores branca, verde e preta, obtiveram melhores resultados para o número de folhas quando utilizado a tela de cor branca. Corroborando com esses resultados Queiroga et al. (2001) ao trabalharem com telas de sombreamento de cor branca, verde e preta, alcançaram resultados positivos para número de folhas, bem como melhores médias para altura e diâmetro da planta de alface em ambiente sombreado com a tela de cor branca.

Queiroz et al (2014) ao estudarem com telas de sombreamento na cultura da alface e cultivo a céu aberto obtiveram melhores números de folhas com média de 17,5 folhas por planta quando do cultivo sombreado em relação ao cultivo a céu aberto. Brzezinski et al. (2017) também encontraram respostas satisfatória quando trabalharam com (túnel baixo de polietileno e campo aberto) e quatro cultivares de alface. Esses autores observaram que no ambiente protegido obteve os maiores resultados de altura da planta, diâmetro da cabeça e numero de folhas independente da cultivar.

Segundo Ilić et al. (2017) cultivando alface de verão (*Lactuca sativa* L. cv. Tizian) com diferentes telas de sombreamento, obtiveram maior número de folhas



cultivado sob tela pérola, em relação ao pleno sol. Nesse trabalho, os sombreamentos que mais reduziram a passagem de radiação solar proporcionaram condições favoráveis para que as plantas de alface expressassem todo seu potencial genético.

**Tabela 9** - Valores médios da altura de plantas (AP), diâmetro da cabeça (DCAB), número de folhas por planta (NFP), diâmetro (DC) e comprimento do caule (CC) e comprimento da raiz (CR) de plantas de alface sombreadas com diferentes cores de agrotêxtil. CCHA/UEPB, Catolé do Rocha - PB, 2019.

Cores do agrotêxtil	AP (cm)	DCAB (cm)	NFP	DC (mm)	CC (cm)	CR (cm)
Amarelo	16,8 ab	26,6 ab	15,1 a	15,2 a	4,20 a	13,2 a
Azul	17,3 a	27,1 a	13,7 a	13,6 bc	3,83 ab	13,2 a
Verde	15,9 bc	26,1 ab	14,5 a	13,6 bc	3,61 ab	13,3 a
Branco	15,3 c	25,0 b	14,8 a	14,3 ab	3,38 b	13,8 a
Sem cobertura	13,6 d	23,1 c	12,9 a	12,3 c	2,52 c	13,7 a
DMS	1,35	1,89	2,41	1,46	0,76	0,95
CV (%)	8,55	7,39	15,79	10,04	21,72	13,40

\* Nas colunas, as médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

O maior valor médio de massa fresca da cabeça foi alcançado na cor de sombreamento amarela na lâmina de irrigação estudada de 100% dentro da qual as cores amarelo e verde foram estatisticamente semelhantes, com a cor amarela apresentando valores maiores em comparação aos sombreamentos azul e branco, que foram estatisticamente semelhantes, e ao sem sombreamento que apresentou os menores valores médios de massa fresca da cabeça em todas as lâminas estudadas (Tabela 10).

A lâmina estudada de 100% proporcionou maior produtividade e dentro desta lâmina as cores de sombreamento amarelo e verde foram estatisticamente semelhantes diferindo das cores azuis e brancas que foram semelhantes entre si. O tratamento sem sombreamento diferiu dos demais tratamentos sombreados apresentando as menores produtividades em todas as lâminas estudadas (Tabela 11).

A explicação para esses resultados pode ser observada nos dados das tabelas 3, 4 e 5 referentes ao índice de radiação solar, temperatura do ar e temperatura do solo, onde mostra que nos ambientes protegido com o Agrotêxtil e na lâmina de irrigação estimada pela ETo de 100% os efeitos edafoclimáticos foram reduzidos quando comparados com o ambiente sem cobertura. Isso por causa do menor índice de radiação transmitidas pelos sombreamentos coloridos tornando o ambiente favorável com menores temperaturas do ar e do solo, que em excesso podem ser prejudiciais para o desenvolvimento das plantas de alface. Resultados semelhantes foram encontrados por Santos et al. (2010) que observaram menor índice de radiação, temperatura do ar e do solo no ambiente sombreado. O uso dos agrotêxtil de coloração branca resultou em

maior massa fresca da cabeça, se comparado com cultivo da alface em ambiente aberto (OTTO et al., 2010).

A variação da incidência solar afeta de forma significativa o peso da massa fresca das plantas (SCHOENINGER et al., 2011). Nohama et al., (2017) também encontraram resultados semelhantes para massa fresca e produtividade na cultura da salsa quando testaram quatro ambientes de cultivo (30, 40 50% e campo aberto) constataram que os ambientes protegidos obtiveram os maiores resultados em comparação ao campo aberto. Guerra et al., (2017) trabalhando com alface crespa cultivar Elba cultivada em quatro ambientes (pleno sol; tela de sombreamento preta de 50%; tela de sombreamento verde de 50%; e plástico transparente de 150 µm), obtiveram resultados semelhantes para a massa fresca da planta e produtividade nos ambientes sombreados em comparação ao ambiente pleno sol, entre os ambientes sombreados o com tela verde de 50% obteve os melhores resultados.

O manejo da irrigação na cultura da alface em ambiente protegido é muito importante, pois o estresse hídrico causa baixo desenvolvimento das plantas e consequentemente produtividade insatisfatória. Em seus estudos Silva & Queiroz. (2013) ao avaliarem o manejo da irrigação na cultura da alface em ambiente protegido, concluíram que o maior valor obtido da massa da matéria fresca e para a produtividade ocorreu com reposição de 140% da lâmina evaporada. Lima Junior et al., (2010) avaliaram efeito da aplicação das lâminas de irrigação no cultivo da alface americana em ambiente protegido, obtiveram maior produtividade média na lâmina estimada de 203,9 mm. De acordo com os resultados apresentado nesse trabalho corroborando com a literatura, destaca-se que o uso do sombreamento com o incremento das lâminas de irrigação favorece o crescimento vegetativo e consequentemente maior produtividade da cultura da alface em regiões com incidência de altas temperaturas.

**Tabela 10** - Valores médios da massa da cabeça (MCAB) de plantas de alface em função de lâminas de irrigação e cores de agrotêxtil. CCHA/UEPB, Catolé do Rocha - PB, 2019.

Lâmina de irrigação (%)	MCAB (g.planta <sup>-1</sup> )				
	Cores do agrotêxtil				
	Amarelo	Azul	Verde	Branco	Sem cobertura
120	140,73 a	134,03 a	121,81 ab	141,71 a	108,73 b
100	143,78 a	106,67 b	138,58 a	111,72 b	73,51 c
80	113,27 ab	98,42 b	94,51 b	120,73 a	53,23 c
60	59,37 a	44,25 ab	55,51 a	51,49 a	29,14 b
DMS	21,09				
CV (%)	10,81				

\* Nas linhas, as médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade

**Tabela 11** - Valores médios da produtividade (PROD) de plantas de alface em função de lâminas de irrigação e cores de agrotêxtil. CCHA/UEPB, Catolé do Rocha - PB, 2018.

Lâmina de irrigação (%)	PROD. (Mg.ha <sup>-1</sup> )				
	Cores de agrotêxtil				
	Amarelo	Azul	Verde	Branco	Sem cobertura
120	22,52 a	21,44 a	19,49 ab	22,67 a	17,40 b
100	23,00 a	17,07 b	22,17 a	17,88 b	11,76 c
80	18,12 ab	15,75 b	15,12 b	19,32 a	8,52 c
60	9,50 a	7,08 ab	8,88 a	8,24 a	4,66 b
DMS	3,37				
CV (%)	10,81				

\* Nas linhas, as médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Para a variável massa seca do caule as cores da tela amarela e branca não diferiram estatisticamente entre si sendo que a cor amarela apresentou valores maiores em relação as demais cores e ao tratamento sem sombreamento que foram estatisticamente semelhantes. O tratamento sem sombreamento proporcionou um diâmetro 38,9% menor que o sombreamento amarelo (Tabela 12).

Para a massa seca da raiz as cores de sombreamento branco e amarelo foram estatisticamente semelhantes, com a cor branca apresentando maiores valores em relação aos demais tratamentos (Tabela 12). O sombreamento amarelo, sem sombreamento e verde não diferiram estatisticamente entre si com a cor amarela diferindo da cor azul que por sua vez foi semelhante aos tratamentos verde e sem sombreamento. O sombreamento azul proporcionou uma massa seca da raiz 39,9% menor que o valor obtido no sombreamento branco.

Esses resultados ocorreram provavelmente devido a temperatura excessiva registrada durante o experimento, sendo assim os tratamentos com cobertura do agrotêxtil foram eficientes em promover o acúmulo de massa do caule e raiz, pois além de propiciar um microclima favorável para as plantas através da diminuição da temperatura, ainda diminuiu a luminosidade excessiva, como também a radiação solar. De acordo com a tabela 3, pode se observar que a manta de agrotêxtil de cor branca e amarela não retém muito a luminosidade e radiação incidente direta na planta, quando comparada com as outras cores de sombreamento.

Taiz e Zeiger (2017) enfatizam que a fração visível da energia solar contém a irradiância fotossinteticamente ativa, sendo um dos mais importantes fatores e

determinantes da produtividade das culturas. Oliveira et al. (2016) trabalhando com telas de sombreamentos nas cores (preta, azul, vermelha e a pleno sol) com a espécie *Melissa officinallis* L. observaram que o tratamento sombreado com a tela vermelha apresentou maior média de massa seca de caule comparado com a pleno sol. Ribeiro (2015) verificou que as telas fotoconversoras afetaram o acúmulo de massa seca das folhas, caule e total quando comparado ao cultivo a pleno sol, sendo que a tela de malha vermelha apresentou as maiores médias.

**Tabela 12** - Valores médios da massa seca do caule (MSCA) e da massa seca da raiz (MSRA) de plantas de alface sombreadas com diferentes cores de agrotêxtil. CCHA/UEPB, Catolé do Rocha - PB, 2019.

Cores do agrotêxtil	MSCA (g.planta <sup>-1</sup> )	MSRA (g.planta <sup>-1</sup> )
Amarelo	0,432 a	0,679 ab
Azul	0,267 b	0,484 c
Verde	0,271 b	0,535 bc
Branco	0,334 ab	0,805 a
Sem cobertura	0,264 b	0,575 bc
DMS	0,12	0,16
CV (%)	38,41	26,93

\* Nas colunas, as médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Para massa seca de folhas na lâmina estudada de 100% as cores branca e amarela não diferiram estatisticamente entre si com a cor amarela sendo semelhante à cor verde. Os tratamentos verde, sem sombreamento e azul não diferiram estatisticamente. Na lâmina de 120% não houve diferença significativa entre os sombreamentos (Tabela 13).

Os valores de massa seca total apresentado na Tabela 14, onde na lâmina estudada de 100% não houve diferença estatística entre as cores branca e amarela com a cor amarela não diferindo da cor verde. Os tratamentos verde, sem sombreamento e azul foram estatisticamente semelhantes. Não houve diferença estatística entre os sombreamentos na lâmina de 120%.

Resultados semelhantes foram encontrados Magalhães et al. (2015) trabalhando com diferentes laminas de irrigação de (50, 75, 100 e 125% da evapotranspiração da cultura-etc) e três cultivares de alface, que obtiveram maior massa da matéria seca de folha e total na lâmina de 100% com a cultivar Simpson. Araújo et al. (2018) também encontraram a maior massa seca das folhas na lâmina de 100% da evapotranspiração potencial da cultura.

**Tabela 13** - Valores médios da massa seca da folha (MSFO) de plantas de alface em função de lâminas de irrigação e cores de agrotêxtil. CCHA/UEPB, Catolé do Rocha - PB, 2018.

Lâmina de irrigação (%)	MSFO (g.planta <sup>-1</sup> )				
	Cores do agrotêxtil				
	Amarelo	Azul	Verde	Branco	Sem cobertura
120	8,33 a	6,40 a	6,99 a	6,89 a	7,17 a
100	8,29 ab	5,86 c	7,39 bc	9,70 a	6,09 c
80	7,78 a	7,19 ab	6,27 ab	8,12 a	5,41 b
60	6,35 a	5,15 ab	4,68 ab	4,98 ab	3,87 b
DMS	2,11				
CV (%)	15,76				

\* Nas linhas, as médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

A massa seca das folhas e massa seca total da planta também foi influenciada pela redução da luminosidade, temperatura e umidade, onde fica evidente nessa pesquisa que o uso do ambiente sombreado com o agrotêxtil em diferentes cores foi superior ao ambiente sem cobertura que obteve resultado superior na lâmina estimada de 100% utilizando o agrotêxtil de cor branca que foi a cor que menos impediu a passagem da radiação solar em comparação com as outras cores. Com o uso do agrotêxtil Guerra encontrou resposta semelhante com maior massa seca total em ambiente sombreado em relação ao campo aberto. Costa et al. (2011) encontraram maior massa seca total em cultivo sombreado. Corroborando com esses valores Silva et al. (2011) encontram maior massa seca total da planta nos ambientes sombreados em comparação com o ambiente se cobertura.

**Tabela 14** - Valores médios da massa seca total (MSTO) de plantas de alface em função de lâminas de irrigação e cores de agrotêxtil. CCHA/UEPB, Catolé do Rocha - PB, 2019.

Lâmina de irrigação (%)	MSTO (g.planta <sup>-1</sup> )				
	Cores de agrotêxtil				
	Amarelo	Azul	Verde	Branco	Sem cobertura
120	9,47 a	7,26 a	7,86 a	8,23 a	8,30 a
100	9,42 ab	6,66 c	8,34 bc	11,02 a	7,00 c
80	8,89 a	7,91 ab	7,11 ab	9,15 a	6,13 b
60	7,40 a	5,76 ab	5,24 ab	5,84 ab	4,47 b
DMS	2,27				
CV (%)	14,88				

\* Nas linhas, as médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Na relação parte aérea/raiz os tratamentos azul, verde, amarelo e sem sombreamento foram estatisticamente semelhantes, com a cor azul apresentando valores

maiores que a cor branca que por sua vez foi estatisticamente semelhante aos tratamentos verde, amarelo e sem sombreamento. O valor de relação parte aérea/raiz observado no sombreamento branco foi 27,52% menor que o valor registrado na cor azul (Tabela 15). Por se tratar do quociente entre duas variáveis esta relação é influenciada diretamente pela variação sofrida pelos seus componentes, assim quanto maior o valor de massa seca da parte aérea, em comparação ao valor de massa seca da raiz, maior será o valor da relação e vice-versa. Por isso o efeito dos tratamentos sobre o desenvolvimento da parte aérea e da raiz é refletido na relação entre ambas. As telas fotoconversoras afetaram o acúmulo de massa seca das folhas, caule e total quando comparado ao cultivo a pleno sol, sendo que a tela de malha vermelha apresentou as maiores médias (RIBEIRO, 2015).

Para o índice de qualidade de Dikson as cores de sombreamento branca e amarela não diferiram estatisticamente entre si, com a cor branca apresentando valores maiores que os tratamentos sem sombreamento, verde e azul. Os tratamentos amarelo, sem sombreamento e verde foram estatisticamente semelhantes. A cor amarela diferiu da cor azul sendo esta última semelhante estatisticamente aos tratamentos sem sombreamento e com sombreamento verde. O valor do índice de qualidade de Dikson (IQD) obtido no sombreamento azul foi 40,5% menor que o valor obtido no sombreamento branco (Tabela 15). Devido ao fato de ser o resultado de uma operação matemática envolvendo diversas variáveis de crescimento e fitomassa esse índice varia de acordo com os valores das variáveis que o compõe.

Fonseca et al. (2002) explica que o IQD é um dos melhores indicadores da qualidade, pois leva em consideração outros parâmetros morfológicos avaliados de grande importância. Em um experimento realizado por Gama et al. (2017) com diferentes cultivares de mini tomates e tempos de amostragem sob telas de sombreamento vermelha, azul, cinza e a pleno sol, verificou-se que houve acréscimo de massa seca nos diferentes órgãos das plantas para todos os tipos de ambientes e que o maior acúmulo ocorreu no ambiente com tela vermelha.

**Tabela 15** - Valores médios da relação parte aérea: raiz (RPARA) e do índice de qualidade de Dikson (ID) em plantas de alface sombreadas com diferentes cores de agrotêxtil. CCA/UEPB, Catolé do Rocha - PB, 2019.

Cores do agrotêxtil	RPARA	ID
Amarelo	12,28 ab	0,67 ab
Azul	13,88 a	0,47 c

Verde	13,01 ab	0,53 bc
Branco	10,06 b	0,79 a
Sem cobertura	10,85 ab	0,57 bc
DMS	3,32	0,16
CV (%)	27,51	26,56

\* Nas colunas, as médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Diante dos resultados, constata-se comportamentos divergentes das lâminas de irrigação dentro de cada cor de sombreamento das plantas de alface crespa figura 3. Para a variável área foliar as plantas cultivadas com sombreamento nas cores amarelo (A), verde (C) e branco (D) apresentaram valores com comportamento quadrático alcançando os maiores índices 3982,13 cm<sup>2</sup>; 3676,12 cm<sup>2</sup> e 2829,06 cm<sup>2</sup> nas lâminas estimadas de 88,05%; 98,28% e 83,54% o que representa um aumento de 97,83%; 115,72% e 59,13% respectivamente em relação aos valores obtidos na menor lâmina estudada de 60 %. Os valores então decaíram 16,03%; 27,12% e 22,25% até a lâmina máxima de 120%. As plantas cultivadas com sombreamento azul (B) e sem sombreamento (E) apresentaram comportamento linear crescente alcançando os valores de 4421,46 cm<sup>2</sup> e 3010,61 cm<sup>2</sup> na maior lâmina de 120% configurando aumentos de 108,57% e 130,79% respectivamente em relação à menor lâmina de 60%. Assim o maior índice de área foliar foi encontrado no tratamento sombreado com a cor azul na lâmina de 120% (Figura 3).

Esse comportamento pode ser explicado devido a alface ser uma planta muito exigente em água já que seus tecidos são compostos por 95 % de água (OTTO, 1998). Filgueira, (2012) relata que sua área foliar é ampla e a evapotranspiração intensiva. De acordo com Alishah & Ahmadikhah, (2009) o teor de água para a cultura da alface deve ser acima de 80% durante seu ciclo. Sendo que esta aumenta de acordo com o estágio de desenvolvimento (FIGUEIRA, 2012). Taiz e Zeiger, (2017) explicam que o estresse hídrico ocasiona a redução no desenvolvimento celular, da expansão das folhas, no fechamento estomático, na translocação de assimilados e aceleração da senescência e da abscisão das folhas.

Alguns autores testando diferentes lâminas de irrigação na cultura da alface encontraram resultados semelhantes. Santos et al. (2015) testando três níveis de lâminas de água (50; 100 e 150% da ETc) encontraram maior área média das folhas (AMF) na lâmina de 150% da Etc. Corroborando com esses resultados Araújo et al. (2018) testando diferentes lâminas de irrigação (20, 40, 60, 80 e 100% da evapotranspiração potencial da cultura) e dois substratos na cultura da rúcula, observaram que a medida

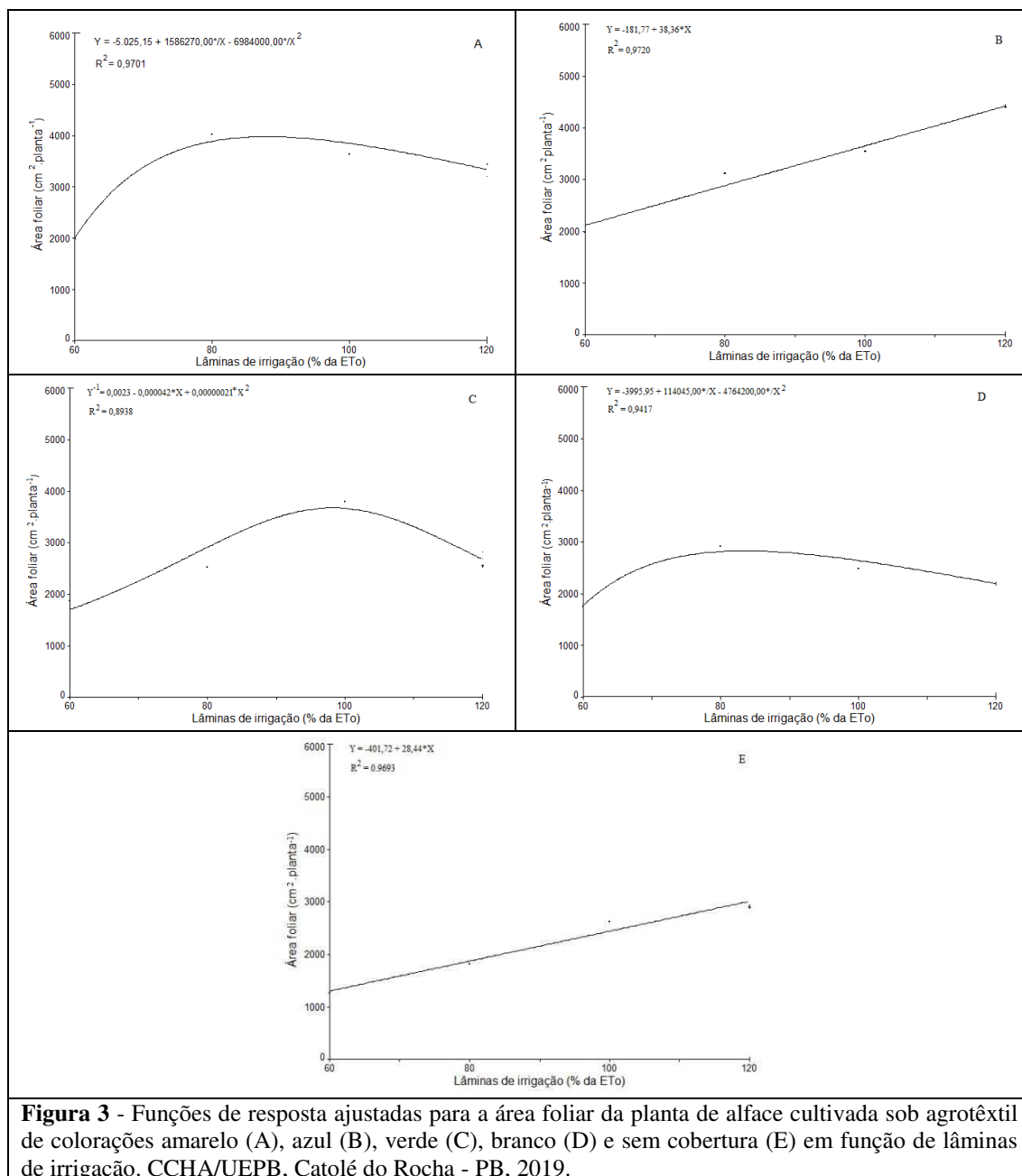
em que se aumentou a lâmina de irrigação também houve incremento da área foliar das plantas.

Outro ponto importante para a obtenção desse resultado foi à utilização do sombreamento com o agrotêxtil que serve para reduzir os efeitos edafoclimáticos, que favorece a cultura, pois a alface é bastante sensível às altas temperaturas e alto teor de luminosidade. Segundo Moraes et al. (2013) a luz é um dos principais fatores que limita o desenvolvimento vegetal. Sendo a folha o principal órgão fotossintetizante das plantas. É importante destacar que a cor do sombreamento influencia em relação a passagem dos raios solares, de acordo com o que foi observado nesse estudo, as plantas sombreadas com o agrotêxtil de cor azul foram submetidas a menor irradiação, fato que resultou em maior área foliar das plantas de alface.

Para Taiz e Zeiger (2013) as folhas de alface quando expostas á quantidade de luz, acima do ponto de saturação afeta o mecanismo da fotossíntese, tornando-se inativo. Esse fenômeno de redução da fotossíntese pelo excesso de irradiância é denominado de fotoinibição. As telas de sombreamento podem diminuir a incidência de radiação com isso trás benefícios para o desenvolvimento morfológico da planta. De acordo com Hirata e Hirata, (2016) o aumento da área foliar acontece no intuito de adquirir uma maior captação de luz, pois as plantas quando são submetidas a fortes radiações tendem a apresentar folhas menores devido a utilização de mecanismo de proteção para redução da transpiração.

A luz é um dos principais fatores que limita o desenvolvimento vegetal. Sendo a folha o principal órgão fotossintetizante das plantas, a luz interfere diretamente em seu crescimento (MORAES et al., 2013) corroborando com esses resultados Vieira, (2016) observou que o sombreamento das plantas resultou em folhas maiores, mais finas e com maior área foliar específica. Otto et al. (2001) relatam que ocorreu uma modificação microclimática formada em decorrência do uso da proteção, aumentando a área foliar. No entanto, Hachmann et al. (2017) não encontraram diferença na área foliar quando testaram diferentes tipos de cobertura e tratamento sem cobertura na cultura da alface.





**Figura 3** - Funções de resposta ajustadas para a área foliar da planta de alface cultivada sob agrotêxtil de colorações amarelo (A), azul (B), verde (C), branco (D) e sem cobertura (E) em função de lâminas de irrigação. CCHA/UEPB, Catolé do Rocha - PB, 2019.

As variáveis altura da planta, diâmetro da planta, número de folhas por planta, diâmetro e comprimento do caule, apresentaram resposta significativa em relação a lâminas de irrigação. Na Figura 4, revela-se que os valores de altura de planta cresceram de forma linear em função do aumento da lâmina de irrigação. A lâmina de 120% proporcionou a maior altura de 17,72 cm o que representa um aumento de 28,25% em comparação à lâmina de 60%. Isso é explicado pelo fato da alface ser muito exigente em água com uma demanda variável ao longo do seu desenvolvimento (FILGUERA, 2012).

Sendo assim, quanto mais próximo da capacidade de campo o solo estiver, as plantas de alface melhor se desenvolverão. Diante disso, a umidade do solo favorece

diretamente o desenvolvimento da cultura, pois quando acontece o estresse hídrico a planta perde a turgidez, entra em estado de murchamento, os estômatos fecham e o crescimento cessa (MARENCO & LOPES 2009).

Kirnak et al (2016) estudando quatro níveis de reposição de água (30 mm, 59 mm, 88 mm e 118 mm) para a cultura da alface observaram que o aumento da quantidade de água repostada promoveu um aumento na altura das plantas alcançando 36,2 cm no maior nível de reposição de água representando um aumento de 57,39% em relação as plantas que receberam a menor quantidade de água. Magalhães et al. (2015) trabalhando com diferentes lâminas de irrigação de (50, 75, 100 e 125% da evapotranspiração da cultura-ETc) e diferentes cultivares de alface constataram que com o aumento da disponibilidade de água até a lâmina de irrigação de 125% Etc promoveu maior altura as plantas.

Silveira et al (2015) observam quando testaram as lâminas de 50; 100; 150; 200; e 250%) baseado na evaporação do mini-tanque que a lâmina de 200% foi a que mais desenvolveu a altura da alface havendo um decréscimo a partir desse ponto. Sahin et al. (2016) estudando lâminas de irrigação (100%, 85% e 70% da evaporação do tanque classe A) na cultura da alface observaram maiores alturas de plantas nas lâminas de 100%.

O diâmetro da planta cresceu linearmente em função do aumento da lâmina de irrigação atingindo o maior valor de 27,92 cm na lâmina de 120% configurando um acréscimo de 20,28% em comparação à lâmina de 60%. O diâmetro da planta está ligado diretamente com o processo de transpiração, pois quando o processo de transpiração ocorre o CO<sub>2</sub> é sintetizado e os nutrientes tem melhor distribuição devido a coluna de água do xilema ser puxado para cima (PRADO & CASALI 2006).

O diâmetro da planta tem influência direta na produtividade, o qual a fotossíntese pode ser afetada em razão da área foliar que recebe a energia luminosa e sua conversão em energia química (Taiz & Zeiger, 2009). Assim quanto maior a transpiração maior crescimento vegetativo, por isso o solo deve sempre está com água disponível próxima à capacidade de campo. Em estudo realizado por Silva et al. (2008) encontraram maior circunferência da cabeça da alface americana com a lâmina de 170,81mm que corresponde a 96,66% da lâmina de reposição. Kirnak et al. (2016) estudando diferentes níveis de reposição de água (30 mm, 59 mm, 88 mm e 118 mm) para a cultura da alface observaram aumento no diâmetro da planta em função do aumento da quantidade de água aplicada na irrigação com o maior diâmetro de 25,8 cm

encontrado na maior lâmina de reposição (118 mm) sendo este valor 38,71% maior que o menor diâmetro encontrado na menor lâmina. Sahin et al. (2016) também estudando diferentes lâminas de irrigação (100%, 85% e 70% da evaporação do tanque classe A) na cultura da alface observaram os maiores diâmetros de plantas na lâmina de 100%.

Os valores da variável diâmetro do caule cresceu de forma linear conforme o aumento da quantidade de água disponível para as plantas. O maior diâmetro, 15,74 mm, foi alcançado na lâmina de 120% representando um aumento de 32,60% em relação à lâmina mínima de 60%. Desta forma, percebe-se que a umidade no solo favoreceu de forma direta o crescimento do caule dessa cultura (Figura 4 D).

O diâmetro do caule tem sua importância para a cultura, pois quanto maior o seu diâmetro mais fácil será a retirada das folhas também implica dizer que quanto mais robusto o caule maior sustentação para as folhas. Alguns autores avaliando diâmetro do caule na cultura da alface encontraram respostas semelhantes. Sahin et al. (2016) estudando lâminas de irrigação (100, 85 e 70% da evaporação do tanque classe A) na cultura da alface observaram os maiores diâmetros do caule nas lâminas de 100% e 85%. Silveira et al. (2015) testando diferentes lâminas de irrigação baseados em frações da evaporação do mini-tanque evaporimetro (50; 100; 150; 200; e 250%) na cultura da alface observaram que a medida em que se aumentou a reposição de água também aumentou a altura de plantas.

O número de folhas por planta aumentou linearmente em função do aumento das lâminas de irrigação alcançando o valor de 17,26 folhas por planta na lâmina de 120% configurando um aumento 55,75% em comparação à lâmina de 60% (Figura 4 C). O número de folhas por planta é um parâmetro de grande importância na cultura da alface, pois os consumidores costumam comprar por unidade e não por peso observando assim a quantidade de folhas por cabeça (DIAMANTE et al., 2013).

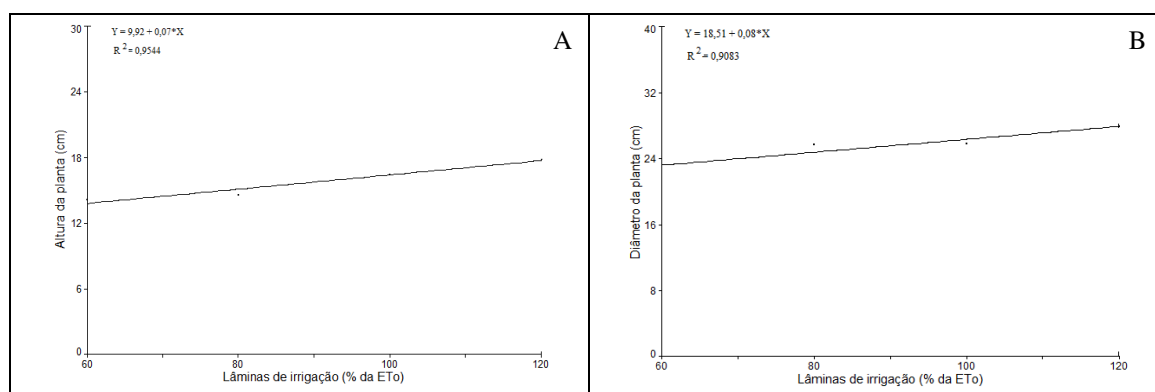
A água é essencial para as plantas de alface desenvolverem suas folhas pois o estresse hídrico causa prejuízos no desenvolvimento da planta. As folhas, que são a parte comestível da alface, possuem estômatos que são estruturas por onde a água sai em forma de vapor e o CO<sub>2</sub> a ser assimilado entra ao passo que a transpiração puxa a coluna de água através do xilema ocorrendo assim a distribuição dos nutrientes no percurso da raiz até a copa da planta (PRADO e CASALI, 2006).

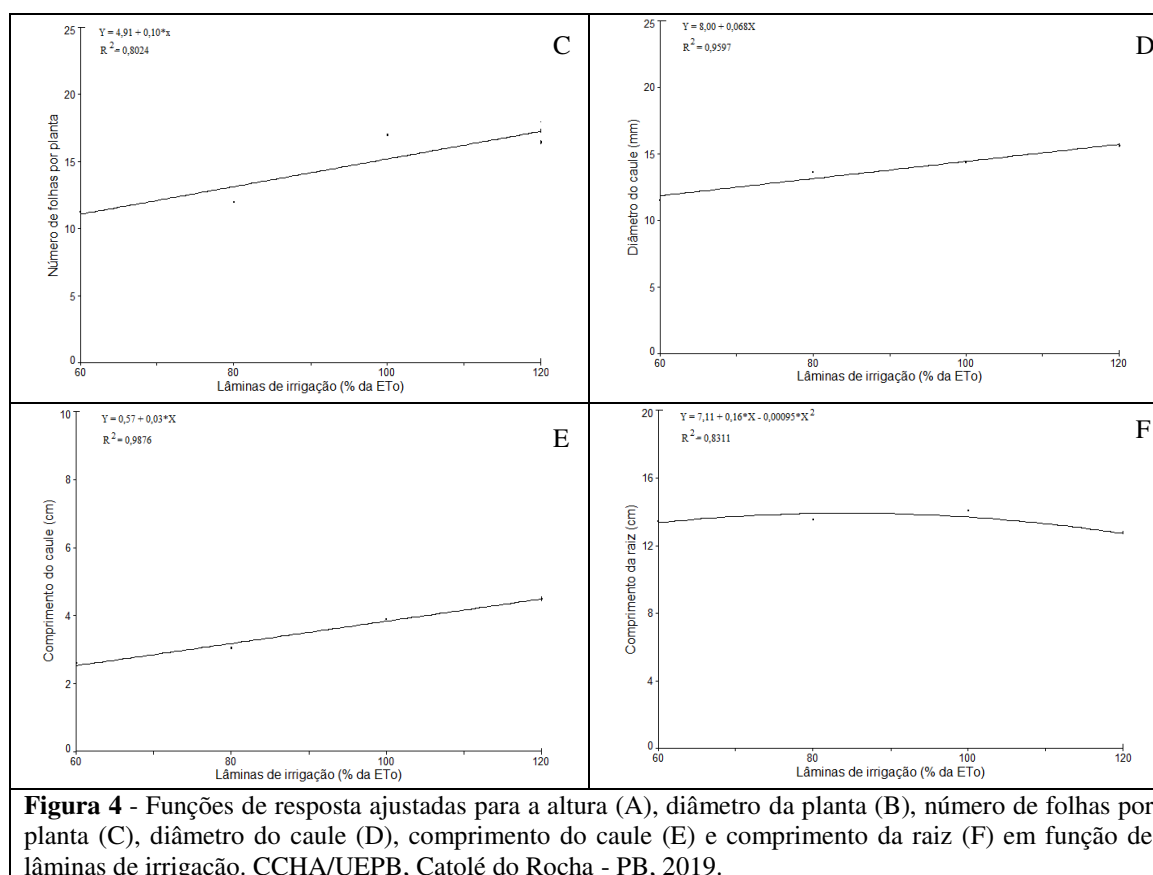
Magalhães et al. (2015) trabalhando com diferentes lâminas de irrigação de (50, 75, 100 e 125% da evapotranspiração da cultura-ETc) e diferentes cultivares de alface constataram que com o aumento da disponibilidade de água até a lâmina de irrigação de

125% Etc as plantas apresentaram maior quantidade de folhas. Corroborando com estes resultados Santos et al, (2015) estudando três níveis de lâminas de água (50; 100 e 150% da ETc) e quatro tipos de adubação (testemunha - sem adubação) na cultura da alface observaram aumento do número de folhas em função do aumento da lâmina de irrigação.

Corroborando com esses resultados Sahin et al. (2016) estudando lâminas de irrigação (100, 85 e 70% da evaporação do tanque classe A) na cultura da alface observaram que a medida em que aumentou as lâminas de irrigação também aumentou o número de folhas. Silveira et al. (2015) testando diferentes lâminas de irrigação baseados em frações da evaporação do mini-tanque evaporímetro (50%; 100%; 150%; 200%; e 250%) observaram que o número de folhas cresceu na medida em que se aumentou a lâmina de irrigação sendo que na lamina de 200% encontraram o maior número de folhas. Aquino et al. (2013) obtiveram o maior número de folhas (19,89) e com o nível de reposição de água entre 95,4%. Noreto et al. (2012) observaram que o número de folhas diminuiu a partir do nível de reposição de 150% da evapotranspiração do Tanque Classe A.

O comprimento do caule apresentou valores crescentes de forma linear com o aumento da disponibilidade de água para as plantas alcançando o maior valor de 4,49 cm na lâmina de 120%. Em relação à lâmina de 60% isto representa um aumento de 77,66% (Figura 4 E). O tamanho do caule é um dos fatores indicativos a tolerância ou a sensibilidade ao apendoamento, na alface são desejados caules pequenos para a comercialização (SOUSA et al. 2018). Segundo Filgueira (2012) os caules são diminutivos que serve para dar sustentação às plantas e suas folhas ficaram rodeadas em forma de rosetas.





Resende et al. (2010) afirmam que caules entre 5,0 a 6,0 cm são os mais indicados, sendo aceito até 9,0 a 10 cm acima disto não é recomendado para a comercialização. Com isso caules de alface menores são mais indicados do ponto de vista comercial. Soares et al. (2011) estudando lâminas de irrigação na cultura do tomateiro (60, 80, 100 e 120% da ETr), observaram crescimento linear em função do aumento da lâmina de irrigação para a variável altura de planta que foi medida da base do caule até o ápice. Araújo et al. (2018) testando diferentes lâminas de irrigação (20, 40, 60, 80 e 100% da evapotranspiração potencial da cultura) e dois substratos na cultura da rúcula observaram que houve aumento da altura de plantas (que corresponde ao comprimento do caule) em função do aumento da lâmina de irrigação alcançando a maior altura de 2,931 cm na lâmina de 100%.

Para a variável comprimento da raiz observou-se comportamento quadrático dos valores que se elevaram a 13,41cm na lâmina estimada de 84,27% representando um acréscimo de 9,51% em relação à menor lâmina de 60% passando então a decair 8,71% até a lâmina de 120% (Figura 4 F). Araújo et al. (2018) testando diferentes lâminas de irrigação (20, 40, 60, 80 e 100% da evapotranspiração potencial da cultura) e dois substratos na cultura da rúcula, observaram que os tratamentos não influenciaram

estatisticamente no comprimento das raízes. Isso se explica pelo fato de que a alface tem sistema radicular tipo pivotante com raízes muito finas, curtas e delicadas chegando a alcançar de 25 até 60 cm de profundidade (FILGUEIRA 2012).

Para a variável massa fresca da cabeça nas plantas sombreadas com as cores amarelo, branca e verde observou-se um comportamento quadrático crescendo até os valores de 145,32 g.planta<sup>-1</sup>; 139,56 g.planta<sup>-1</sup> e 130,61 g.planta<sup>-1</sup> nas lâminas estimadas de 109,28%; 119,48% e 107,43% (Figura 5 A, C, e D). Isso representa respectivamente um aumento de 146,89%; 168,26% 150,15% em relação aos valores obtidos na lâmina de 60%. A partir do ponto de máxima os valores decaíram 2,81% e 4,21% até a lâmina de 120 % para as plantas cultivadas com sombreamento amarelo e verde, respectivamente, enquanto que, a cor branca manteve valor aproximado ao máximo. A cor de sombreamento azul e tratamento sem sombreamento proporcionaram valores com comportamento linear crescente em função do aumento da disponibilidade de água no solo alcançando os maiores índices de 137,48 g.planta<sup>-1</sup> e 105,01 g.planta<sup>-1</sup> na lâmina de 120% representando aumentos de 153,63% e 284,72% em relação à lamina de 60% (Figura 5 B e E).

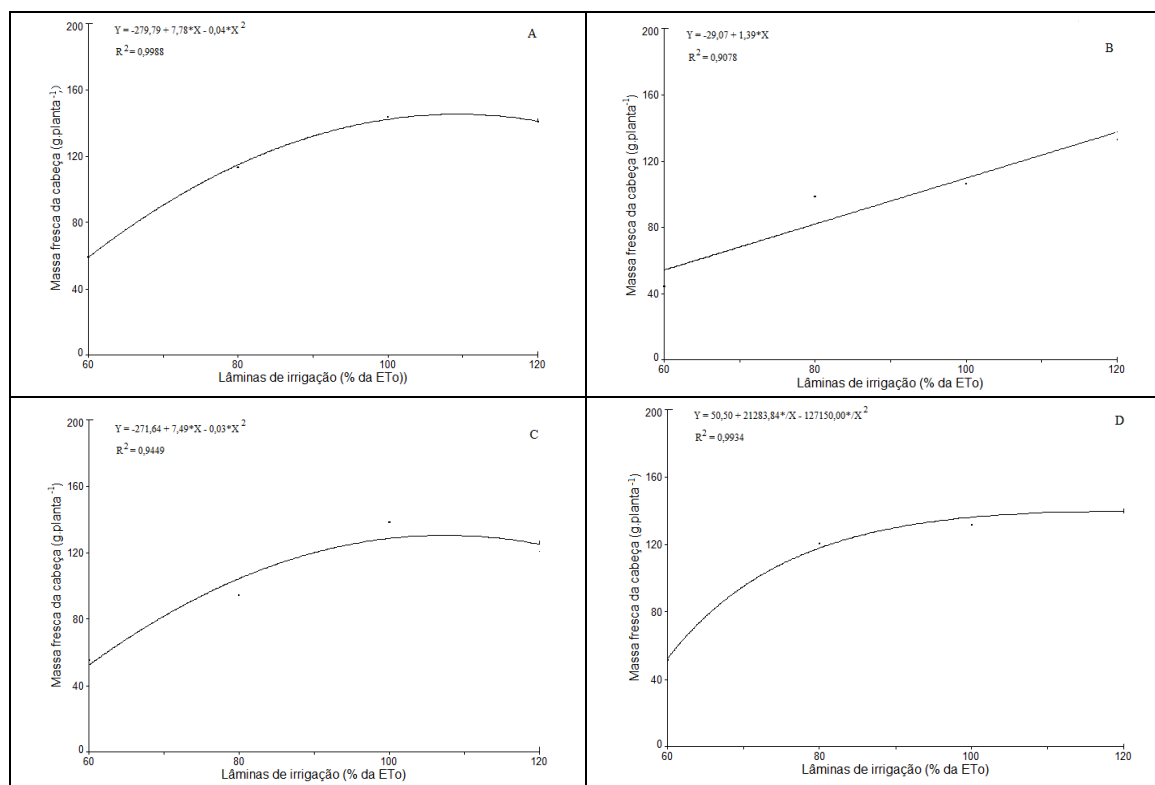
Diante do que foram observados, os melhores resultados de massa fresca da cabeça foram encontrados na cor amarela e na lâmina estimada de 109,28%. Fato esse que pode ser explicando devido à cobertura amenizar o efeito de altas temperaturas e luminosidade que são fatores prejudiciais a cultura, por ser originária de clima ameno (FILGUEIRA, 2012). A temperatura em associação com a luminosidade pode influenciar significativamente a cultura da alface, alterando a sua estrutura, ciclo, resistência ao apendoamento, peso, qualidade e, conseqüentemente, sua produção, quando manuseado dentro de uma variação de luz ótima, ocasiona fatores positivos como a elevação da fotossíntese e da respiração (DIAMANTE et al., 2013; SILVA JÚNIOR et al., 2012).

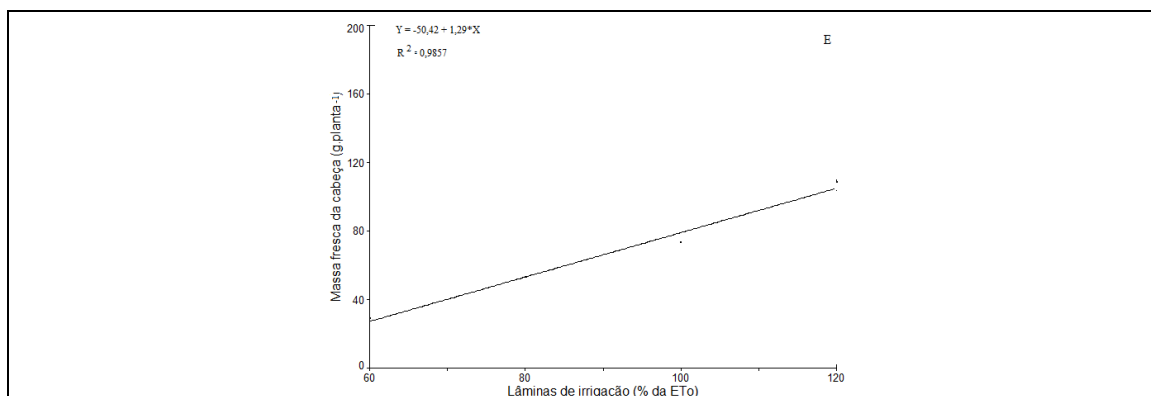
Em trabalho realizado por Bezerra Neto et al. (2005) avaliando a produção de mudas de alface sob três tipos de tela de sombreamento (branca, verde e preta), postas em quatro alturas (20, 30, 40 e 50 cm) em relação à sementeira, sob as condições de altas temperaturas e ampla luminosidade foi observado que as maiores quantidades de massa fresca de folhas por planta foram obtidas sob tela de cor branca a uma altura ao redor de 30 cm. Munizzi et al. (2017) testando dois ambientes (coberto com malha foto conversora vermelha e ambiente descoberto) e duas cultivares (Robusta e Rosabela) observaram que a massa fresca da planta foi melhor no ambiente coberto na cultivar

Robusta. Fato esse que pode ser explicando devido à cobertura amenizar o efeito de altas temperaturas e luminosidade que são fatores prejudiciais a cultura.

Diversos trabalhos foram realizados nos últimos anos e mostram a importância de se trabalhar com o manejo do sombreamento e da irrigação em hortaliças folhosas, no entanto, pouco tem se estudado sobre a influência da cor do material sob a sua produção e qualidade.

Magalhães et al. (2015) realizando experimento com quatro lâminas de irrigação (50, 75, 100 e 125% da evapotranspiração da cultura-ETc) em três cultivares de alface tipo crespa (Rapids, Mônica e Simpson), verificaram que o aumento das lâminas de irrigação aumentou a massa de matéria fresca da parte aérea. Santos et al. (2015) estudando três níveis de lâminas de água (50; 100 e 150% da ETc) e quatro tipos de adubação a cultura da alface obtiveram maior massa fresca da parte aérea a medida em que se aumentou a lâmina de irrigação independentemente da adubação. Aquino et al. (2013) aplicando 5 níveis de reposição de água (50%, 75%, 100%, 125% e 150%, sendo irrigado quando o nível de 100 % atingia a tensão de 15 kPa) monitorados por meio de densímetros, verificou que na reposição de água de 102,7% obteve-se e a maior massa fresca da parte comercial (217,23 g).



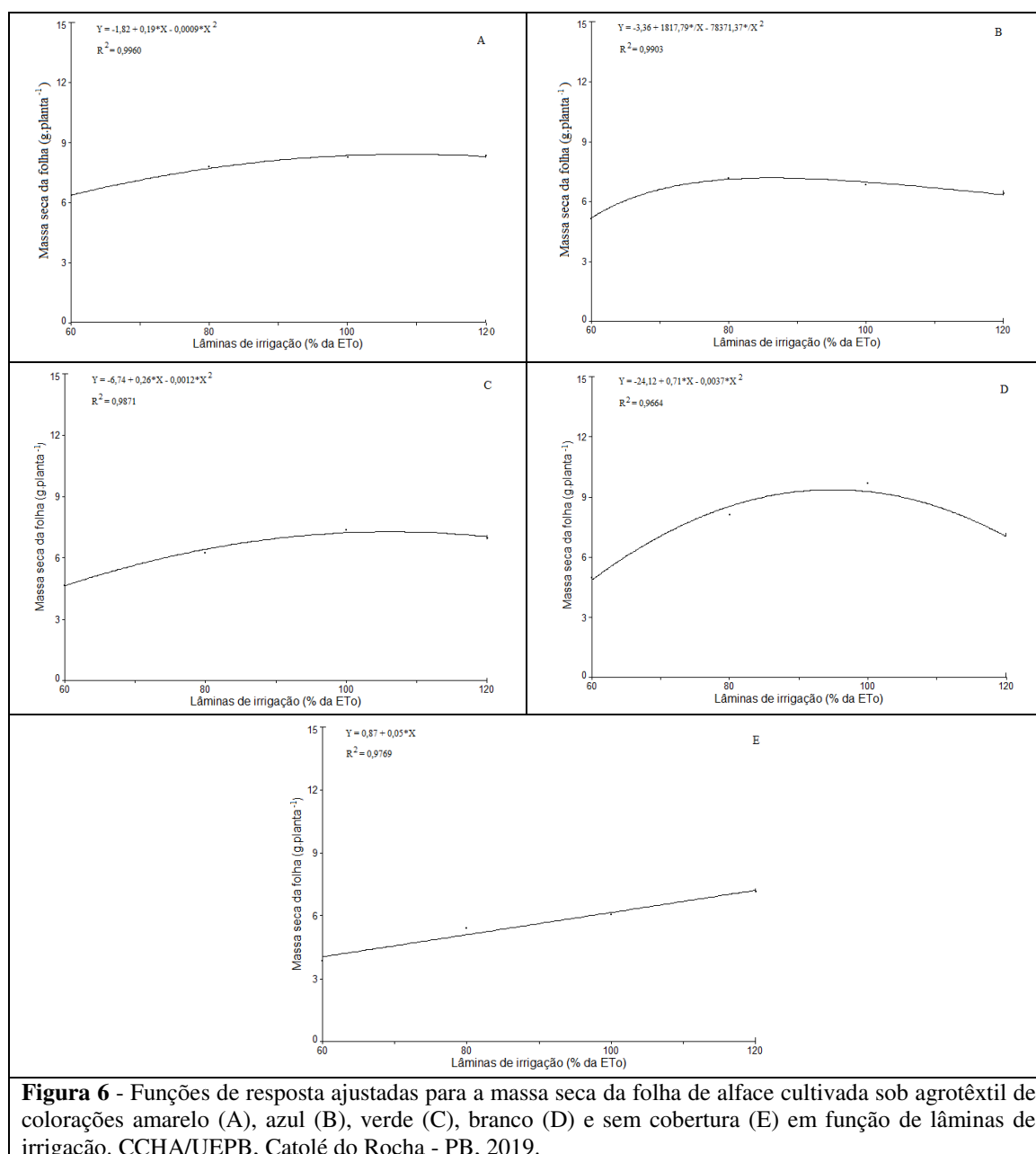


**Figura 5** - Funções de resposta ajustadas para a massa fresca da cabeça de alface cultivada sob agrotêxtil de colorações amarelo (A), azul (B), verde (C), branco (D) e sem cobertura (E) em função de lâminas de irrigação. CCHA/UEPB, Catolé do Rocha - PB, 2019.

A figura 6 apresenta as plantas sombreadas com as cores branca (D), amarela (A), verde (C) e azul (B) apresentaram valores de massa seca das folhas adequando-se ao modelo quadrático com os valores máximos de 9,37 g.planta<sup>-1</sup>; 8,42 g.planta<sup>-1</sup>; 7,28 g.planta<sup>-1</sup> e 7,17 g.planta<sup>-1</sup> obtidos respectivamente nas lâminas estimadas de 94,91%; 108,56%; 106,18% e 86,22% configurando um aumento, em relação a lâmina de 60%, de 93,68%; 32,14% 57,32% e 38,99% respectivamente. Decaindo 24,97%; 1,34%; 3,26% e 11,63% respectivamente até a lâmina de 120%. As plantas cultivadas sem cobertura (E) apresentaram valores lineares crescentes de massa seca das folhas em função do aumento da lâmina de irrigação alcançando o maior valor de 7,22 g.planta<sup>-1</sup> na lâmina de 120% o que corresponde à um aumento de 78,40% em relação à lâmina de 60%. As cores de sombreamento branca e amarela foram as que promoveram maiores valores de massa seca das folhas nas lâminas estimadas de 94,91%; 108,56% respectivamente (Figura 6).

Santos et al. (2015) trabalhando com diferentes lâminas de irrigação (50%, 100% e 150% da ETc) e diferentes adubos, constaram uma elevação nos valores de massa seca da parte aérea a medida em que se aumentou a lâmina de irrigação. Magalhães et al. (2015) testando diferentes lâminas de irrigação (50, 75, 100 e 125%) em três cultivares de alface, observaram que houve um efeito quadrático na matéria seca da parte aérea da cultivar Simpson, onde a lâmina de irrigação que propiciou a maior produção de massa seca da parte aérea foi de 102,5% da ETc, resultando no valor de 100,4 g m<sup>-2</sup>. Em seus estudos Noreto et al. (2012) também testando diferentes lâminas observaram que na lâmina de 50% da ETc apresentou a menor matéria seca comparado com as demais lâminas.





**Figura 6** - Funções de resposta ajustadas para a massa seca da folha de alface cultivada sob agrotêxtil de colorações amarelo (A), azul (B), verde (C), branco (D) e sem cobertura (E) em função de lâminas de irrigação. CCHA/UEPB, Catolé do Rocha - PB, 2019.

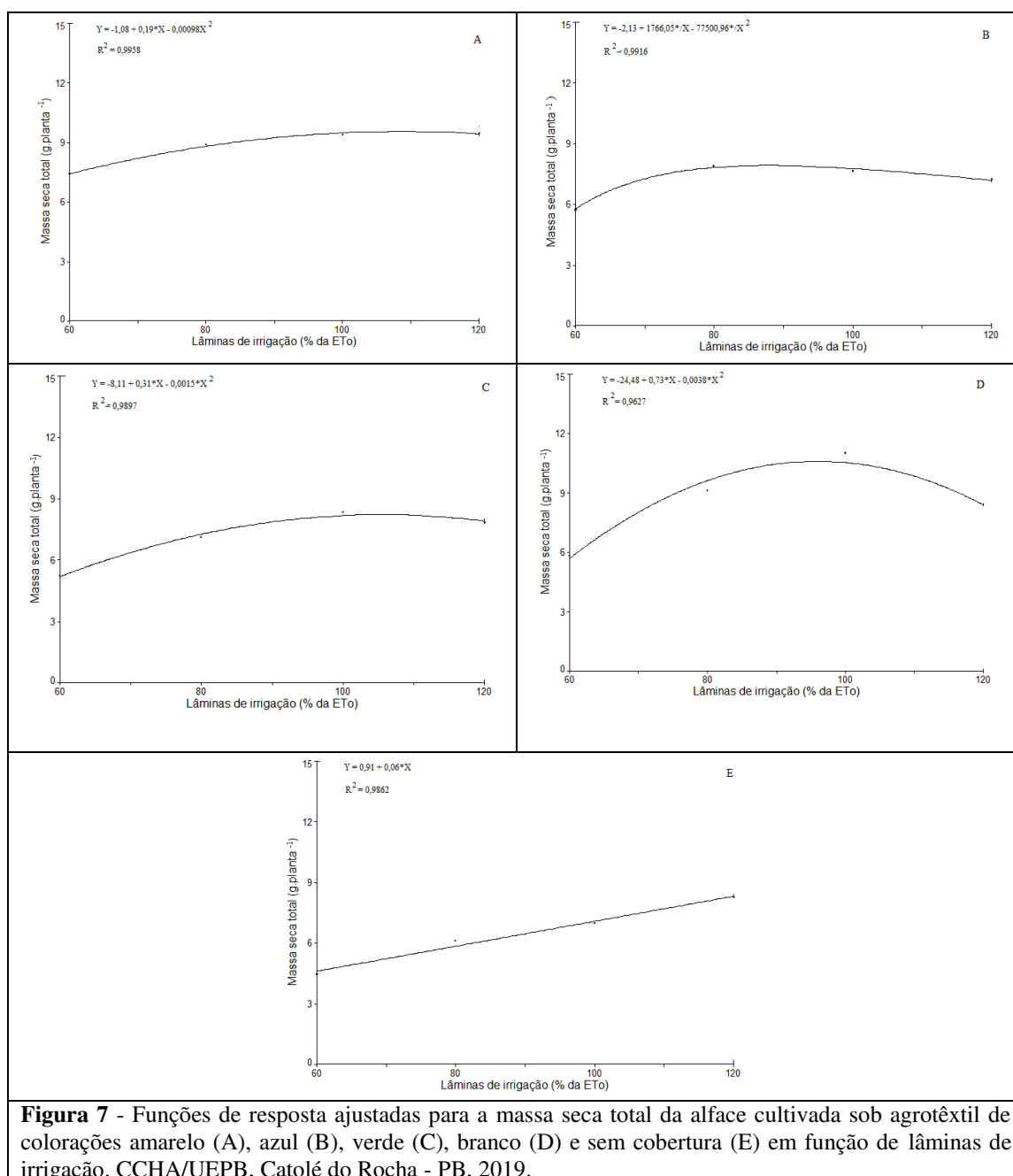
Costa & Leal (2009) trabalhando com três formas de proteção com o agrotêxtil branco com gramatura de  $15 \text{ g m}^{-2}$  (diretamente sobre as plantas, sobre forma de túneis e sem agrotêxtil) e três cultivares de alface Baba de Verão, Tainá e Verônica constataram que o agrotêxtil na forma de túnel baixo, independentemente da cultivar, proporcionou maior, massa seca da parte aérea das plantas. No entanto, Hachmann et al. (2017) testando cobertura de plantas (com manta fluente, sem manta), cobertura do solo (polipropileno preto  $25 \text{ g m}^{-2}$ , palha de tifton, casca de arroz e solo descoberto) e duas cultivares de alface tipo mimosa, não observaram diferença para os resultados de massa seca da folha quando testou apenas a manta comparando com a sem manta. Esse

resultado se explica devido à temperatura na região durante a pesquisa ser favorável para a cultura. Ficando evidente que o uso do sombreamento se torna viável em localidades onde se tenham altas temperaturas.

As cores de sombreamento branca (D), amarela (A), verde (C) e azul (B) promoveram efeito quadrático para os valores de massa seca total alcançando os maiores índices de 10,60 g.planta<sup>-1</sup>; 9,56 g.planta<sup>-1</sup>; 8,22 g.planta<sup>-1</sup> e 7,92 g.planta<sup>-1</sup> nas lâminas estimadas de 95,92%; 108,72% 105,47% e 87,76% o que, em relação à lâmina de 60%, corresponde à um aumento de 86,65%; 28,77%;58,55% e 37,31% respectivamente (Figura 7). Após serem atingidos os maiores valores houve decréscimo de 20,84%; 1,19%; 3,76% e 9,15% respectivamente até a lâmina de 120%. As plantas sem cobertura (E) apresentaram crescimento linear da massa seca total em função do aumento da lâmina de irrigação atingindo o melhor resultado de 8,32 g.planta<sup>-1</sup> na lâmina de 120% configurando 80,24 % de aumento em relação à lâmina de 60%. As melhores cores de sombreamento para a variável massa seca total foram branca e amarela nas lâminas estimadas 95,92% e 108,72% respectivamente (Figura 7).

Silveira et al. (2015) também observam efeito quadrático quando testaram as lâminas de 50; 100; 150; 200; e 250%) baseado na evaporação do mini-tanque na cultura da alface com os valores de matéria seca de planta aumentando conforme o aumento do percentual de água aplicada até a lâmina de 200% com o resultado de 14,08g, havendo uma redução a partir desse ponto. Magalhães et al. (2015) testando diferentes lâminas de irrigação (50, 75, 100 e 125%) em três cultivares de alface, observaram que houve um efeito quadrático na matéria seca da planta na cultivar Simpson. Onde a lâmina de irrigação 100% da ETc maximizou a produção de matéria seca da planta, resultando no valor de 110,51 g m<sup>-2</sup> havendo um decréscimo a partir desse ponto.

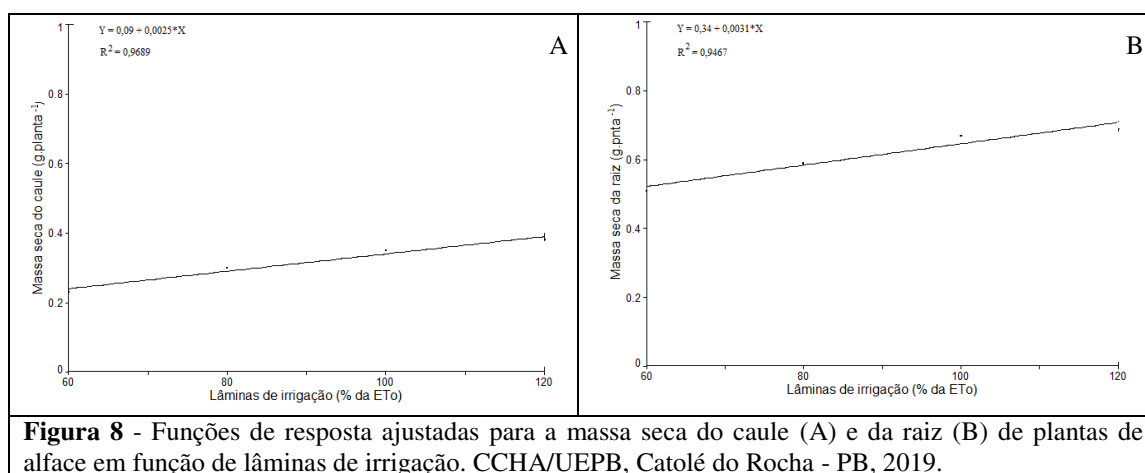
Em relação ao sombreamento Guerra et al. (2017) testando quatro ambientes (pleno sol; tela de sombreamento preta de 50%; tela de sombreamento verde de 50%; e plástico transparente de 150 µm) na cultura da alface, observaram que a massa seca total de plantas foi maior nos tratamentos referente a tela verde e plástico comparando com tela preta e pleno sol.



Os valores de massa seca do caule aumentaram de forma linear em função do aumento da disponibilidade de água para as plantas com a maior massa de 0,39 g planta<sup>-1</sup> alcançado na lâmina de 120% representando um aumento de 62,49% em relação à lâmina de 60% (Figura 8 A).

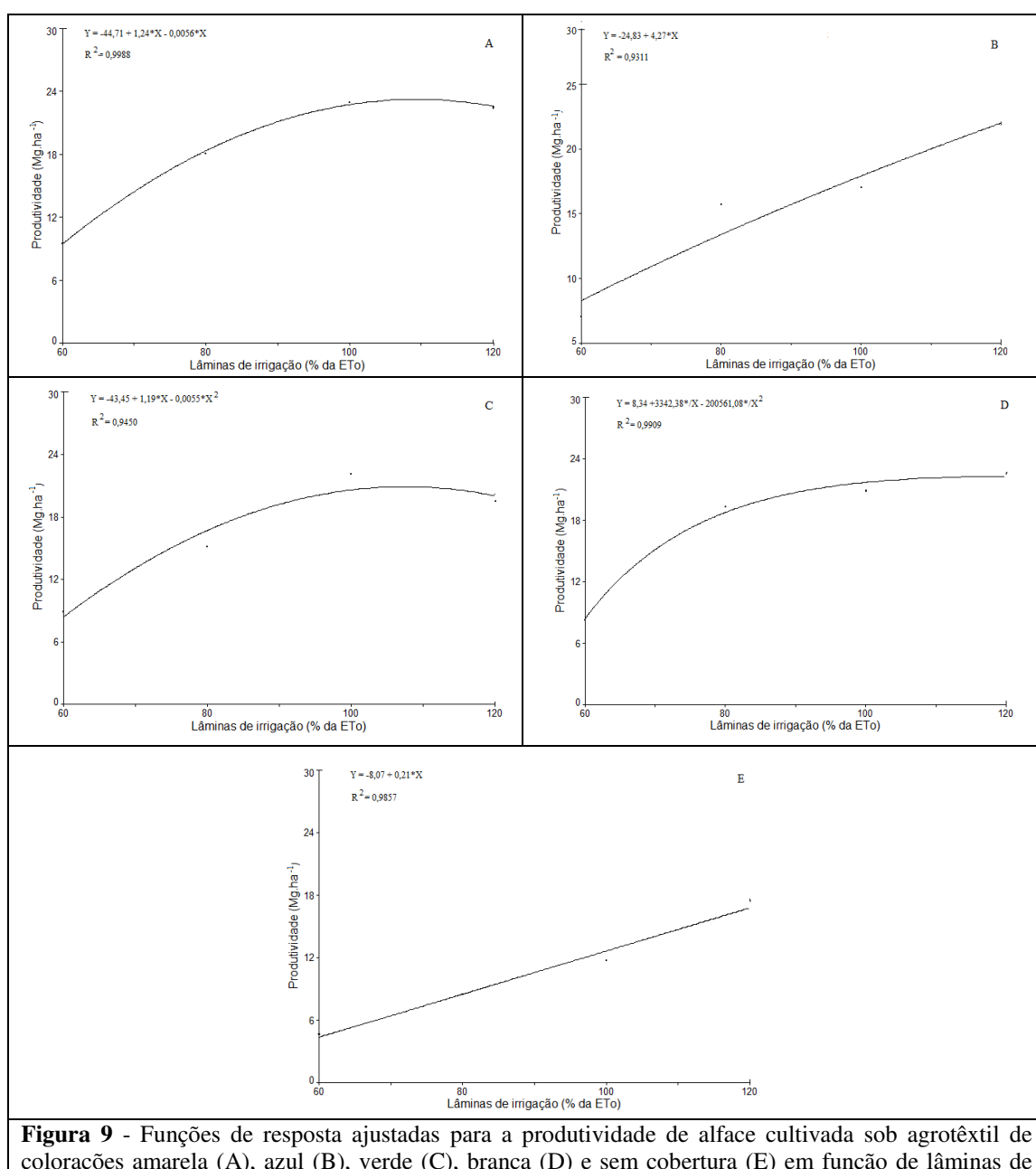
Para a variável massa seca da raiz foi observado um efeito linear crescente em função do aumento da lâmina de irrigação atingindo o valor máximo de 0,708g planta<sup>-1</sup> na lâmina de 120% configurando um aumento de 35,63% em relação a menor lâmina de 60% (Figura 8 B). A raiz é uma das partes da planta de maior influência para o desenvolvimento da cultura, pois ela é responsável por captar água e nutrientes, ou seja,

quanto maior a massa média de raiz, conseqüentemente ocorrerá maiores pesos em massa fresca e seca por planta. Corroborando com os resultados deste trabalho Magalhães et al. (2015) testando diferentes lâminas de irrigação (50, 75, 100 e 125%) em três cultivares de alface, observaram que o aumento da lâmina de irrigação elevou os valores de massa seca das raízes para ambas as cultivares, sendo o maior de 37,87 g m<sup>-2</sup> na lâmina de 125% com a cultivar Mônica. Santos et al. (2015) trabalhando diferentes lâminas de irrigação (50, 100 e 150% da ETc) e diferentes adubos, constaram uma elevação nos valores de massa seca da raiz em função do aumento das lâminas de irrigação alcançando o maior valor de 2,4 g planta<sup>-1</sup> representando um aumento de 200% em relação a menor lâmina.



As plantas sombreadas com as cores amarela, branca e verde apresentaram comportamento quadrático para os valores de produtividade alcançando 23,25 Mg ha<sup>-1</sup>; 22,27 Mg ha<sup>-1</sup> e 20,89 Mg ha<sup>-1</sup> nas lâminas estimadas de 109,31%; 120% e 107,43% representando um aumento de 146,84%; 167,03% e 150,17% em relação à lâmina mínima de 60%. Os valores de produtividade das plantas sombreadas com as cores amarela e verde decaíram 2,79% e 4,21% respectivamente a partir dos pontos de máxima até a lâmina de 120%, enquanto a cor branca manteve valores próximos ao máximo. As plantas cultivadas sombreamento azul e sem sombreamento apresentaram valores lineares crescentes de produtividade conforme o aumento da lâmina de irrigação alcançando os maiores valores 22,09 Mg ha<sup>-1</sup> e 17,26 Mg ha<sup>-1</sup> respectivamente, na lâmina de 120% representando aumentos de 165,53% e 55,75% em comparação à lâmina de 60% (Figura 9).

Araújo et al. (2010) verificaram resposta linear crescente da produtividade de alface em função de níveis de irrigação com a alface do grupo crespa, obtendo um rendimento de 17,35 t.ha<sup>-1</sup>, com um nível de 120% da evaporação do Tanque Classe A. Já Lima Junior et al. (2012) observaram um comportamento quadrático da produtividade total e comercial da alface americana em função dos níveis de irrigação. Esses autores verificaram uma produtividade total máxima de alface americana estimada com uma lâmina de irrigação de 203,9 mm, com valor médio de 65.578 kg ha<sup>-1</sup> e, para a produtividade comercial da cabeça, o ponto máximo foi atingido com a lâmina de 204,3 mm, resultando em uma produtividade de 35.308 kg ha<sup>-1</sup>.



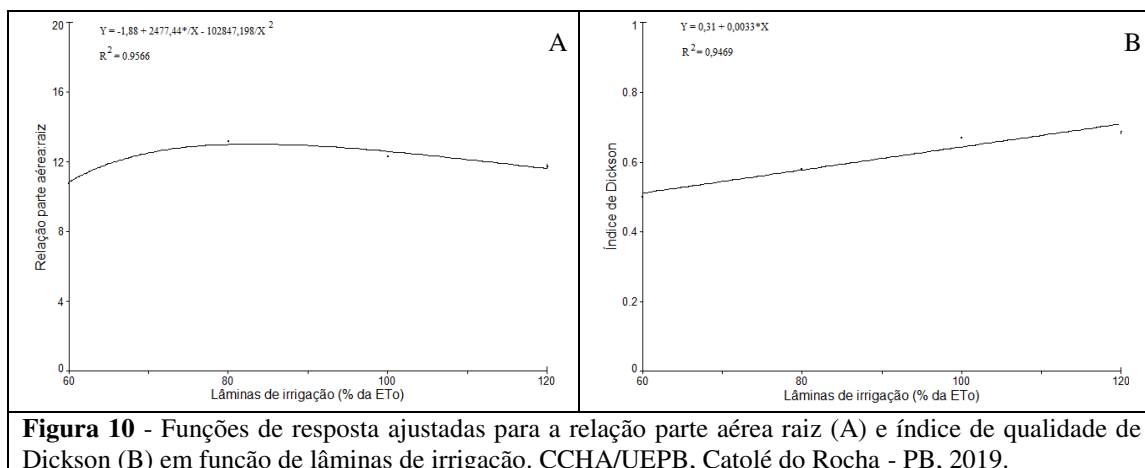
Guerra et al. (2017) testando quatro ambientes (pleno sol; tela de sombreamento preta de 50%; tela de sombreamento verde de 50%; e plástico transparente de 150  $\mu\text{m}$ ) na cultura da alface, constataram maior produtividade das plantas nos tratamentos referente a tela verde e plástico com (61,51 t ha<sup>-1</sup> e 60,57t ha<sup>-1</sup>) em comparação com tela preta e pleno sol (48,38 t ha<sup>-1</sup> e 41,21 t ha<sup>-1</sup>) respectivamente. Costa & Leal (2009) também confirmam a eficiência do uso do sombreamento em alface quando trabalharam com três formas de proteção (agrotêxtil branco com gramatura de 15 g m<sup>-2</sup>, diretamente sobre as plantas, sobre forma de túneis e sem agrotêxtil) e três cultivares de alface Baba de Verão, Tainá e Verônica verificaram que o tratamento agrotêxtil na forma de túnel baixo, na cultivar Tainá proporcionou maior, produtividade de 24,4 t ha<sup>-1</sup>

Os valores da relação parte aérea raiz apresentaram comportamento quadrático alcançando o máximo de 13,03 na lâmina estimada de 83,02% o que representa um aumento, em relação à lâmina de 60%, de 20,28%. A partir do ponto de máxima os valores decaíram até a lâmina de 120% configurando uma queda de 10,86% (Figura 10 A). A relação parte aérea raiz significa que quanto maior for os resultados de massa seca da parte aérea e da raiz melhores resultados se obterão. Alguns autores testando lâminas de irrigação encontraram os melhores valores de massa seca da parte aérea e raiz nas maiores lâminas e conseqüentemente também será maior a relação parte aérea/raiz.

Magalhães et al. (2015) testando diferentes lâminas de irrigação (50, 75, 100 e 125%) em três cultivares de alface, observaram que houve um efeito quadrático na matéria seca da parte aérea da cultivar Simpson que obteve o maior resultado de 100,4 g m<sup>-2</sup> na lâmina estimada de 102,5% da ETc, no entanto, para mesma cultivar a massa seca das raízes houve um efeito linear crescente, sendo o maior resultado de 11,15 foi na lâmina de 125%. Santos et al. (2015) trabalhando diferentes lâminas de irrigação (50, 100 e 150 da ETc) e diferentes adubos, constaram uma elevação nos valores de massa seca da parte aérea e das raízes a medida em que se aumentou a lâmina de irrigação.

Houve aumento linear crescente do índice de qualidade de Dickson com o aumento de lâmina de irrigação com o maior índice de 0,709 alcançado na lâmina de 120% o que representa um aumento de 38,74% comparado à lâmina de 60% (Figura 10 B). Essa variável tem grande relevância quando se trata de produção da alface, pois com elas se tem a real estimativa do desenvolvimento até a parte produtiva, pois elas envolvem diversos fatores para se obter o resultado final. Fonseca et al. (2002) explica

que o IQD é um dos melhores indicadores da qualidade, pois leva em consideração outros parâmetros morfológicos avaliados de grande importância. Dessa forma fica evidente que o conteúdo de água no solo influencia todas as fases fenológicas da cultura da alface na região semiárida.



## 5 CONCLUSÕES

- ✓ O sombreamento com agrotêxtil amarela com irrigação de 109,31% proporcionaram a maior produtividade de alface;
- ✓ A lâmina de irrigação de 109,28% propiciou a maior massa fresca da cabeça quando associada à cor de sombreamento amarela.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFIA

- ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S; RAES, D.; SMITH, M. Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements. Roma, FAO, **Irrigation and Drainage** (Paper 56). 300p. 1998.
- ALISHAH, O.; AHMADIKHAH, A. The effects of drought stress on improved cotton varieties in Golestan province of Iran. **International Journal of Plant Production**, v.3, n.1, p. 17-26, 2009.
- ANDRADE, A. R. S. DE.; SOUZA, B. M. DE.; NETO, A. H. G.; BEZERRA, T. M. E.; ALVES, A. J. P.; SANTOS, G. M. CRESCIMENTO E CLOROFILA DA ALFACE SOB DIFERENTES COLORAÇÕES DE TELA (TNTs). **III inovagri internacional meeting**. Fortaleza. 2015.
- ARAÚJO, B. A.; DEMONTIÊZO, F. L. L, ARAÚJO, D. A.; SILVA, E. S.; JÚNIOR M. V.; MOREIRA, F. J. C. Desenvolvimento de eruca sativa l. sob diferentes lâminas de irrigação e substratos. **Revista Brasileira Agrícola Irrigada Edição Especial**, V WINOTEC, Fortaleza, p. 2731 – 2739, 2018.
- ARAÚJO, W. F. et al. Rendimento e eficiência do uso da água pela alface em função da lâmina de irrigação. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 23, n. 4, p. 115-120, out.-dez., 2010.
- BARROS JUNIOR, A. P.; GRANJEIRO, L. C.; BEZERRA NETO, F.; NEGREIROS, M. Z. de.; SOUZA, J. O.; AZEVEDO, P. A. de.; MEDEIROS, D.C. Cultivo da alface em túneis baixos de agrotêxtil. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.22, n.4, p. 801-803, 2004.
- BERTINO, A. M. P.; MESQUITA, E. F.; SÁ, F.V.S.; CAVALCANTE, L. F.; FERREIRA, N. M.; PAIVA, E. P.; BRITO, M. E. B.; BERTINO, A. M. P. Growth and gas exchange of okra under irrigation, organic fertilization and cover of soil. **African Journal of Agricultural Research**, v. 10, n.40, p.3832-3839, 2015.
- BEZERRA NETO, F.; ROCHA, R. C. C.; NEGREIROS, M. Z. de; ROCHA, R. H. C.; QUEIROGA, R.C. F. de. Produtividade de alface em função de condições de sombreamento e temperatura e luminosidade elevadas. **Horticultura Brasileira**, v.23, p.189/192, 2005.
- BRZEZINSKI, C. R.; ABATI, J.; GELLER, A.; WERNER, F.; ZUCARELI, C. Produção de cultivares de alface americana sob dois sistemas de cultivo. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 64, n.1, p. 083-089, jan/fev, 2017.
- CANTU, R. R.; GOTO, R.; JUNGLAUS, R. W.; GONZATTO, R.; CUNHA, A. R. da. Uso de malhas pigmentadas e mulching em túneis para cultivo de rúcula: efeito no ambiente e nas plantas modelo. **Ciência Rural**, v.43, n.5, p. 810-815, 2013.
- CASA DO AGRICULTOR. **Produção em Ambiente protegido**. Campinas, ano 14. n.3. p. 10-18. 2011.



- COSTA, C.M.F.; SEABRA JÚNIOR, S.; ARRUDA, G.R.; SOUZA, S.B.S.  
Desempenho de cultivares de rúcula sob telas de sombreamento e campo aberto. **Semina**, Londrina, v.32, n.1, p.93-102, 2011.
- COSTA, E.; LEAL, P. A. M. PRODUÇÃO DE ALFACE HIDROPÔNICA EM TRÊS AMBIENTES DE CULTIVO **Engenharia Agrícola**, v.29, n.3, p.358-369, 2009.
- DIAMANTE, M. S.; SEABRA JUNIOR, S.; INAGAKI, A. M.; SILVA, M. B. da; DALLACORT, R. Produção e resistência ao pendoamento de alfaces tipo lisa cultivadas sob diferentes ambientes. **Revista Ciência Agronômica**, v. 44, n. 1, p. 133-140, 2013.
- DICKSON, A.; LEAF, A. L.; HOSNER, J. F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **Forest Chronicles**, v. 36, n. 1, p. 10-13, 1960.
- FARIAS, D. B. S.dos .; LUCAS, A. A. T.; MOREIRA, M. A.; NASCIMENTO ANDRADE, L. F. de.; FILHO SÁ J. C. F. de. Cobertura do solo e adubação orgânica na produção de alface. **Revista Ciência Agrárias**, v. 60, n. 2, p. 173-176, abr./jun. 2017.
- FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3. ed. revista e ampliada. Viçosa: UFV, 2012. 412 p.
- FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: Agrotecnologia moderna para a produção de hortaliças**. 4ª ed. Viçosa-MG: UFV, 2008. 421 p.
- FONSECA, É. D. P.; VALÉRI, S. V.; MIGLIORANZA, É.; FONSECA, N. A. N.; COUTO, L. Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume, produzidas sob diferentes períodos de sombreamento. **Revista Árvore**, v. 26, n. 4, p. 515-523, 2002.
- FU, W.; LI, P.; WU, Y. Effects of different light intensities on chlorophyll fluorescence characteristics and yield in lettuce. **Scientia Horticulturae**, v. 135, n.1, p. 45-51, 2012.
- GAMA, D. R. DA S. et al. Different shading environments impact growth and yield of three mini-tomato cultivars. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 30, n. 2, p. 324 – 334, abr.-jun., 2017.
- GONÇALVES, D. E. V.; DARTORA, J.; MENDONÇA, H. F. C.; RISSATO, B. B.; DILDEY, O. D. F.; RONCATO, S. C.; SANTANA, J.C. DE.; KLOSOWSKI, É.S.; ECHER, M. M.; TSUTSUMI, C. Y. Crescimento e produtividade de cultivares de alface em ambiente protegido com e sem tela termorrefletora. **Scientia Agraria Paranaensis**. Marechal Cândido Rondon, v. 16, n. 2, p. 193-199, 2017.
- GUERRA, A. M. N. M. de.; COSTA, A. C. M; TAVARES, P. R. F. de. Atividade fotossintética e produtividade de alface cultivada sob sombreamento. **Revista Agropecuária Técnica**, Areia-PB, v. 38, n. 3, p. 125-132, 2017.
- HACHMANN, T. L.; DALASTRA, G. M.; ECHER, M. M de.; RISSATO, B. B. Cultivo de alface mimosa sobre diferentes materiais de cobertura de solo e sob agrotêxtil. **Pesquisa Agropecuaria Gaúcha**, Porto Alegre, v.23, ns.1/2, p. 10-21, 2017.
- HIRATA, A. C. S.; HIRATA, E. K. Telas de sombreamento no cultivo de hortaliças folhosas. **Pesquisa & Tecnologia**, vol. 13, n. 1, 2016.

- HORTIBRASIL, 2013. **Alface em números**. Disponível em: <[http://hortibrasil.org.br/jnw/index.php?option=com\\_content&view=article&id=1131:alface-em-numeros&catid=64:frutas-e-hortalicas-frescas&Itemid=82](http://hortibrasil.org.br/jnw/index.php?option=com_content&view=article&id=1131:alface-em-numeros&catid=64:frutas-e-hortalicas-frescas&Itemid=82)>. Acesso em 02 /JAN / 2018.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Agropecuário de 2006. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/>> Acesso: em 10 mai. 2019.
- ILIĆ, Z. S. et al. Light modification by color quality of lettuce from summer production. **Scientia Horticulturae**, v. 226, p. 389-397, set. 2017.
- KIRNAK, H.; TAŞ, I.; GÖKALP, Z.; KARAMAN, s. Effects of different irrigation levels on yield of lettuce grown in an unheated greenhouse. **Current trends in natural sciences**. v.5, n. 9, p. 145-151, 2016.
- KLUGE, R. A.; TEZOTTO ULIANA, J. V.; SILVA, P. P. M. Aspectos Fisiológicos e Ambientais da Fotossíntese. **Revista Virtual Química**. V. 7, n. 1, p. 56-73, 2015.
- LIMA JR., J. A.; PEREIRA, G. M.; GEISENHOF, L. O.; VILAS BOAS, R. C.; SILVA, W. G.; SILVA, A. L. P. Produtividade da alface americana submetida a diferentes lâminas de irrigação. Semina: **Ciências Agrárias**, v.33, p.2681- 2688, 2012.
- LIMA JÚNIOR, J. A. de; PEREIRA, G. M.; GEISENHOF, L. O.; COSTA, G. G.; VILAS BOAS, R. C.; YURI, J. E. Efeito da irrigação sobre o efeito produtivo da alface americana, em cultivo protegido. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 14, n. 8, p. 797-803, 2010.
- LUZ, A.O.; SEABRA JUNIOR, S.; BATISTA, S.; SOUZA, S.; NASCIMENTO, A S. Resistencia ao pendoamento de genótipos de alface em ambiente de cultivo. **Agrarian**, v.2, n.6 p 71-82. 2009.
- MAGALHÃES, F. F., CUNHA F. F. da, GODOY, A. R; SOUZA, E. J.de, SILVA,T. R. da. Produção de cultivares de alface tipo crespa sob diferentes lâminas de irrigação. **Water Resources and Irrigation Management**, v.4, n.1-3, p.41-50, 2015.
- MARENCO, R.A.; LOPES, N.F. 2009. **Fisiologia vegetal**: fotossíntese, respiração, relações hídricas e nutrição mineral. 3 ed. Editora UFV, Viçosa, MG. 486 pp.
- MENESES, N. B.; MOREIRA. M. A.; SOUZA, I. M. DE.; BIANCHINI, F. G. Crescimento e produtividade de alface sob diferentes tipos de cobertura do solo **Revista Agrombiente On-line**, Roraima, v. 10, n. 2, p. 123 - 129, 2016.
- MINUZZI, R. B.; FREDERICO, C. A do.; SANTOS, R. R. dos. Características comerciais de alface Rosabela e Robusta em ambiente com malha foto conversora vermelha. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v.7, n.4, p.28-33, 2017.
- MORAES L.; SANTOS, R.K.; WISSER, J.Z. & KREEPEK, R.A. Avaliação da área foliar a partir de medidas lineares simples de cinco espécies vegetais sob diferentes condições de luminosidade. **Revista Brasileira Biociências**, v.11, n.4, p.381-387, 2013.
- MOTA, W. F.; PEREIRA, R. D.; SANTOS, G. S.; VIEIRA, J. C. B. Agronomic and economic viability of intercropping onion and lettuce. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.30, p. 349-354, 2012.

NEVES, J. F. ; NODARI, I. D. E.; SEABRA JÚNIOR, S.; EHLE, D. L. D.; SILVA L.B.da.; DALLACORT. R. Produção de cultivares de alface americana sob diferentes ambientes em condições tropicais1. **Revista Agro@mbiente On-line**, v. 10, n. 2, p. 130 - 136, 2016.

NOHAMA, M. T. R.; SEABRA JUNIOR, S. S.; SILVA, M. B. da.; RODRIGUES, L. F. O. S.; OLIVEIRA, R. G. de.; INAGAKI, A. M.; NUNES, M. C. M. Produção de cultivares de salsa em diferentes níveis de luminosidade. **Revista cultivando o sabor**, v. 10, n. 1, p. 82 a 89. 2017.

NORETO, L. M.; MATTIELLO, V. D.; PARO, P.; KLEIN, J.; RICIERI, R. P.; SANTOS, R. F.; FAGUNDES, R. S. Produção de alface submetida a diferentes frações de irrigação. **Cultivando o Saber**, v, 5, pg.157-164, 2012.

OLIVEIRA, G. C.et al. Photosynthetic behavior, growth and essential oil production of *Melissa officinalis* L. cultivated under colored shade nets. **Chilean Journal of Agricultural Research**, Chillán, v. 76, n. 1, p. 123-128, 2016.

OTTO, R.F.; REGHIN, M.Y.; NIESING, P.C.; REZENDE, B.L.A. Respostas produtivas de alface em cultivo protegido com agrotêxtil. **Bragantia**, Campinas, v. 69, n. 4, p.855-860, 2010.

OTTO, R.F.; REGHIN, M.Y.; SÁ, G.D. Utilização do 'não tecido' de polipropileno como proteção da cultura de alface durante o inverno de Ponta Grossa - Pr. **Horticultura Brasileira**, v.19, n.1, p.49-52, 2001.

QUEIROGA, R. C. F.; BEZERRA NETO, F.; NEGREIROS, M. Z.; OLIVEIRA, A. P.; AZEVEDO, C. M. S. B. Produção de alface em função de cultivares e tipos de tela de sombreamento nas condições de Mossoró. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 19, n. 3, p. 192-196, 2001.

QUEIROZ, J.P.S; COSTA, A. J. M; NEVES, L. G; SEABRA JUNIOR, S; BARELLI, M. A. A. Estabilidade fenotípica de alfases em diferentes épocas e ambientes de cultivo1. **Revista Ciência Agronômica**. v. 45, n. 2, p. 276-283, 2014.

REBOUÇAS, P. M.; DIAS, I. F.; ALVES, M. A.; BARBOSA FILHO, J. A. D. Radiação solar e temperatura do ar em ambiente protegido. **Revista Agro Geoambiental**, Pouso Alegre, v. 7, n. 2, p. 115-125, 2015.

RAMPAZZO, R.; SEABRA JUNIOR, S.; NUNES, M. C. M.; NEVES, S. M. A. S.; FERREIRA, R. F. Eficiência de telas termorefloras e de sombreamento em ambiente protegido tipo telado sob temperaturas elevadas. **Engenharia na agricultura**, viçosa, v.22 n.1, p. 33-42. 2014.

SAHIN, U.; KUSLU, Y.; KIZILOGLU, F. M. CAKMAKCI, T. GROWTH, yield, water use and crop quality responses of lettuce to different irrigation quantities in a semi-arid region of high altitude. **Journal of Applied Horticulture**, v.18 n.3, p.195-202, 2016.

SALA F.C.; COSTA, C.P. Retrospectiva e tendência da alfacultura brasileira. **Horticultura Brasileira**, v.30, n.2, p. 187-194, 2012.

SANTOS, L. L.; SEABRA JUNIOR, S.; NUNES, M. C. M. Luminosidade, temperatura do ar e do solo em Ambientes de cultivo protegido. **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, Alta Floresta, v.8, n.1, p.83- 93, 2010.

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

SANTOS, M. A. L. dos., SANTOS, D. P. dos., MENEZES, S. M. de., LIMA, D. F. L., VIEIRA, J. P. S. dos. Produção da cultura da alface (*lactuta sativa* l.) em função das lâminas de irrigação e tipos de adubos. **Ciência Agrícola**, Rio Largo, v. 13, n. 1, p. 33-39, 2015.

SEABRA JUNIOR, R. S.; SOUZA, S. B. S.; THEODORO, V. C. A.; NUNES, M. C. M.; AMORIN, R. C.; SANTOS, C. L.; NEVES, L. G. Desempenho de cultivares de alface tipo crespa sob altas temperaturas. **Horticultura Brasileira**. Brasília. v. 27, p.171-3176. 2009.

SCHOENINGER, V.; GIACOMIM, F.; MONTEIRO, D. P. S.; SANTOS, R. F. dos. Variação da incidência de radiação solar na cultura da alface (*Lactuca sativa* L. cv. Elisa). **Revista Cascavel**, v.4, n.3, p.1-8, 2011.

SILVA JÚNIOR, J. M. et al. Variações anatômicas de *Laelia purpurata* var. cárnea cultivada in vitro sob diferentes intensidades e qualidade espectral de luz. **Ciência Rural**, v.42, n.3, p.480- 486, 2012.

SILVA, V. D. da., QUEIROZ, S. O. P. de. Manejo de água para produção de alface em ambiente protegido. **Irriga, Botucatu**, v. 18, n. 1, p. 184-199, janeiro-março, 2013.

SILVEIRA, L. de.; ROSA, H. A., MULLER, F.; SANTOS, R. F. Eficiência de diferentes níveis de irrigação na cultura da alface americana (*lactuca sativa* L.). **Revista Cultivando o Saber**. Edição Especial, p. 25 – 34. 2015.

SOUZA, A.L.; SEABRA JÚNIOR, S.; DIAMANTE, M.S.; SOUZA, L.H.C.; NUNES, M. C. M. Comportamento de cultivares de alface americana sob clima tropical. **Revista Caatinga**, v.26, n.4, p.123–129, 2013.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5.ed. Porto Alegre: Artmed, 2013.

TAIZ, L.; ZIEGER, E. **Fisiologia vegetal**. 6.ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 888p.

PRADO, C. H. B. A.; CASALI, C.A. Fisiologia vegetal: práticas em relações hídricas, fotossíntese e nutrição mineral. Barueri, SP: Manole, 2006. 448 p.