



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

**CLAUDIO DE OLIVEIRA COSTA JÚNIOR**

**PRODUÇÃO E QUALIDADE DE HÍBRIDOS DE ALFACE EM  
FUNÇÃO DE NÍVEIS DE SOMBREAMENTO**

**POMBAL - PB  
2018**

**CLAUDIO DE OLIVEIRA COSTA JÚNIOR**

**PRODUÇÃO E QUALIDADE DE ALFACE EM FUNÇÃO DE  
DISTINTOS NÍVEIS DE SOMBREAMENTO E HÍBRIDOS.**

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  
2018**

C837p

Costa Júnior, Claudio de Oliveira.

Produção e qualidade de alface em função de distintos níveis de sombreamento e híbridos / Claudio de Oliveira Costa Júnior. – Pombal, 2018.

59 f. : il. color.

Dissertação (Mestrado em Horticultura Tropical) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, 2018.

"Orientação: Prof. Dr. Roberto Cleiton Fernandes de Queiroga, Prof. Dr. Evandro Franklin de Mesquita".

Referências.

1. *Lactuca sativa* L. 2. Fotoinibição. 3. Luminosidade. 4. Temperatura. 5. Rendimento. I. Queiroga, Roberto Cleiton Fernandes de. II. Mesquita, Evandro Franklin de. III. Título.

CDU 635.52(043)

CLAUDIO DE OLIVEIRA COSTA JUNIOR

PRODUÇÃO E QUALIDADE DE ALFACE EM FUNÇÃO DE  
DISTINTOS NÍVEIS DE SOMBREAMENTO E HÍBRIDOS.

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.

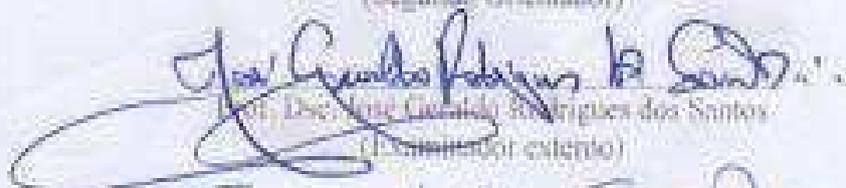
Aprovada em 17 maio 2018



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



Prof. Dr. Evandro Franklin de Mesquita  
PPGHT/UEPB  
(Segundo Orientador)



Prof. Dr. José Antônio Rodrigues dos Santos  
(Examinador externo)



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

A Deus, por todo o sentido que tem dado à minha existência.  
A minha Família, especialmente a minha avó, Maria de Lourdes  
Lopes de Lima, por ter sido para mim a mais importante referência de  
amor, caráter e dignidade  
Dedico

## **AGRADECIMENTOS**

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

A minha mãe, Luzinete Lopes de Lima, por todo o amor e dedicação que foram de suma importância na obtenção dessa vitória.

A minha irmã, Claudinete Lígia Lopes Costa, por ter sido sempre uma das minhas fontes de apoio e motivação.

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 Cídia Cilene, Francisco De Assis, Juliara Santos, Valeria Sousa e Lucimar da Silva, que foram de grande importância no decorrer das atividades.

Ao grupo de pesquisa que me auxiliou na condução do experimento, em especial a Caio Silva, Lucimara e Daniel.

A todos os professores, colegas e funcionários do PPGHT e aos demais amigos que de alguma forma me auxiliaram na conquista desse objetivo.

Obrigado!

*“Tente uma, duas, três vezes e se possível tente a quarta, a quinta e quantas vezes for necessário. Só não desista nas primeiras tentativas, a persistência é amiga da conquista. Se você quer chegar a onde a maioria não chega, faça o que a maioria não faz”.*

*(Bill Gates)*

## 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, 2017. .... 22
- Tabela 2** - Análise química da água utilizada no experimento. UEPB/CCHA. Catolé do Rocha-PB, 2017. .... 23
- Tabela 3** - Caracterização química do esterco bovino utilizado como fonte de matéria orgânica no experimento. UEPB/CCHA. Catolé do Rocha-PB, 2017. .... 25
- Tabela 4** - Valores médios da temperatura do solo em função dos níveis de sombreamento e da camada do solo. UEPB/CCHA. Catolé do Rocha-PB 2017. .... 29
- Tabela 5** - Valores médios da temperatura do solo em função do híbrido e da camada do solo. UEPB/CCHA. Catolé do Rocha-PB 2017. .... 31
- Tabela 6** - Valores médios da temperatura do solo em função níveis de sombreamento e híbridos. UEPB/CCHA. Catolé do Rocha-PB 2017. .... 32
- Tabela 7** - Valores médios da temperatura do ar e da umidade relativa do ar em função níveis de sombreamento. UEPB/CCHA. Catolé do Rocha-PB 2017. .... 33
- Tabela 8** - Valores médios da radiação medida em cima e abaixo das telas de sombreamento aos 15 e 30 dias após o transplântio. UEPB/CCHA. Catolé do Rocha-PB 2017. .... 35
- Tabela 9** - Valores médios da altura da planta, diâmetro e comprimento do caule, comprimento da raiz, diâmetro da cabeça, número de folhas e área foliar da planta em função de níveis de sombreamento e híbridos. UEPB/CCHA. Catolé do Rocha-PB, 2017 ..... 37
- Tabela 10** – Valores médios da fitomassa seca da folha, do caule e da raiz da planta da alface em função de níveis de sombreamento e híbridos. UEPB/CCHA. Catolé do Rocha-PB, 2017. .... 40
- Tabela 11** - Valores médios da fitomassa seca total e relação parte aérea raiz da planta da alface em função de níveis de sombreamento e híbridos. UEPB/CCHA. Catolé do Rocha-PB, 2017. .... 44
- Tabela 12** - Valores médios da fitomassa fresca da planta e da produtividade da alface em função de níveis de sombreamento e híbridos. UEPB/CCHA. Catolé do Rocha-PB, 2017. .... 46
- Tabela 13** - Valores médios do pH, acidez total e sólidos solúveis da alface em função de níveis de sombreamento e híbridos. UEPB/CCHA. Catolé do Rocha-PB, 2017. .... 49

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1:** Utilização do Termohigrômetro (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 tela de sombreamento. UEPB/CCHA. Catolé do Rocha-PB, 2017. ....23
- Figura 2:** Preparação dos canteiros para recebimento do esterco bovino, fita gotejadora e da tela de sombreamento na área experimental. UEPB/CCHA. Catolé do Rocha-PB, 2017. .... 25
- Figura 3:** Cultivo de híbridos de da alface com a utilização das telas com diferentes níveis de sombreamento (A) e a céu aberto (B). UEPB/CCHA. Catolé do Rocha-PB, 2017.....26

# SUMÁRIO

RESUMO .....	x
ABSTRACT.....	xi
1 INTRODUÇÃO .....	12
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	14
2.1. Origem e importância da cultura da alface .....	14
2.2. Grupos de alface.....	15
2.3. Exigências Edafoclimáticas.....	17
2.4. Utilização de tela de sombreamento .....	20
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	23
3.1. Localização e caracterização da área experimental.....	23
3.2. Delineamento Experimental e Tratamentos .....	23
3.3. Condução do experimento.....	24
3.4. Características avaliadas .....	27
3.4.1. Temperatura do ar e do solo, umidade relativa do ar e radiação .....	27
3.4.2. Crescimento e partição de massa da planta da Alface.....	27
3.4.3. Produtividade e qualidade da Alface .....	28
3.5. Análises Estatística.....	28
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	29
4.4.1. Avaliação das Temperaturas do Solo, Temperatura do Ar, Umidade Relativa do ar e da Radiação Incidente .....	29
4.4.2. Características de Crescimento e Partição de Massa em Plantas de Alface .....	36
4.4.3. Características de produção e qualidade das planta de alface .....	45
5. CONCLUSÕES.....	51
6. REFERÊNCIAS .....	52
7. ANEXOS.....	59

## RESUMO

COSTA JÚNIOR, Claudio de Oliveira. **Produção e qualidade de alface em função de distintos níveis de sombreamento e híbridos**. 2018. 59 f. Dissertação (Mestrado em Horticultura Tropical) – Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Pombal - PB, 2018.

O cultivo da alface em regiões com temperatura e luminosidade elevadas pode afetar o seu crescimento e desenvolvimento resultando perdas de produção e qualidade de suas folhas. O objetivo desse trabalho foi avaliar o crescimento, partição de massa, produção e qualidade de híbridos de alface cultivados sob diferentes níveis de sombreamento nas condições do semiárido paraibano. O experimento foi conduzido em área experimental do Campus IV da Universidade Estadual da Paraíba, no município de Catolé do Rocha - PB, no período de julho a setembro de 2017. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, em parcelas subdivididas do tipo 4 x 4, com 4 repetições. A parcela constou de diferentes níveis de sombreamento (0, 30, 50 e 70%) oriundos de tela de sombreamento de coloração preta e nas subparcelas por quatro híbridos de diferentes dos grupos da alface (Americana Irene, Boston Branca, Regina de Verão e Mimosa), cultivados no espaçamento de 25 x 25 cm. Por ocasião da coleta de dados foram avaliadas características relacionadas ao clima, crescimento, partição de massa, produção e qualidade da alface. Os níveis de sombreamento adotados de 50 e 70% se destacaram em promover o maior crescimento da planta e particionamento de massa direcionado a parte aérea em comparação ao cultivo a céu aberto. O cultivo da alface com o híbrido Americana Irene apresentou folhas em menor número, porém de maior tamanho independentemente do nível de sombreamento adotado. A maior massa fresca da planta e produtividade foi obtida no híbrido Americana Irene quando cultivado com as telas de sombreamento de 50 e 70% em comparação ao cultivo a céu aberto. A elevação dos níveis de sombreamento elevou os valores de pH e reduziram a acidez total e os sólidos solúveis em plantas de alface. Os valores de sólidos solúveis foram maiores no híbrido Boston Branca apenas quando comparado ao Americana Irene independentemente do nível de sombreamento.

**Palavra-chaves:** *Lactuca sativa* L, fotoinibição, luminosidade, temperatura e rendimento.

## ABSTRACT

COSTA JÚNIOR, Claudio de Oliveira. **Yield and quality of lettuce according to different levels of shading and hybrids.** 2018. 59 f. Dissertation (Masters in Tropical Horticulture) - Federal University of Campina Grande (UFCG), Pombal - PB, 2018.

The crop of lettuce in regions with high temperature and luminosity can affect its growth and development resulting in losses of yield and quality of its leaves. The objective of this work was to evaluate the growth, mass partition, yield and quality of lettuce hybrids grown under different levels of shading under the conditions of the Paraíba semi - arid region. The experiment was conducted in an experimental area of Campus IV of the State University of Paraíba, in the municipality of Catolé do Rocha - PB, from July to September, 2017. The experimental design was a randomized complete block in split plots 4 x 4, with 4 replicates. The plot consisted of different levels of shading (0, 30, 50 and 70%) from black shading canvas and in the subplots by four hybrids of different lettuce groups (American Irene, Boston White, Regina de Verão and Mimosa), grown at spacing of 25 x 25 cm. At the time of data collection were evaluated characteristics related to climate, growth, mass partition, production and quality of lettuce. It was obtained that the values of the temperature soil, air and radiation under lettuce plants were reduced in greater proportion with the elevation of the shading levels up to 70% and the relative humidity of the air was higher in the shading screen of 50 %. The shading levels adopted of 50 and 70% stood out in promoting the greater growth of the plant and partitioning of directed mass to shoot in comparison to the open crop. Lettuce crop with the American Irene hybrid showed fewer leaves, but bigger leaves regardless of the level of shading adopted. The highest fresh mass of the plant and yield was obtained in the American Irene hybrid when grown with shade screens of 50 and 70% compared to the open crop. The elevation of shading levels increased pH values and reduced total acidity and soluble solids in lettuce plants. The soluble solids values were higher in the Boston White hybrid only when compared to American Irene regardless of the level of shading.

**Key words:** *Lactuca sativa* L, photoinhibition, luminosity, temperature and yield

## 1. INTRODUÇÃO

A alface (*Lactuca sativa L.*) é uma hortaliça folhosa que apresenta ampla adaptação a diversos ambientes, baixo custo de produção, baixa suscetibilidade a pragas e doenças, fácil manejo, ciclo curto, alta produtividade e rentabilidade econômica, que fazem dessa espécie uma das mais cultivadas em todas as regiões brasileiras (ARAÚJO NETO et al., 2012).

Essa olerícola é originária de países de clima temperado, o que torna o cultivo da alface em regiões de clima com alta luminosidade e temperatura, um desafio para os produtores em razão da baixa produtividade e da má qualidade de suas folhas.

O excesso de radiação solar pode causar fotoinibição às plantas, afetando a assimilação de CO<sub>2</sub> através do processo fotossintético, sendo bastante comum em plantas que possuem as chamadas folhas de sombras, normalmente com mecanismo fotossintético C<sub>3</sub>, com características estruturais e concentração de pigmentos adaptados a baixas intensidades luminosas. (PINHEIRO, 2015). Além disso, esse aumento nos níveis de radiação tendem a elevar a temperatura do ar e do solo (FU et al., 2012). Temperaturas acima de 20 °C estimulam o pendoamento da alface, que é acelerado à medida que essa variável climática aumenta, o que se torna mais crítico associado a dias longos (SANTI et al., 2010), resultando em colheita antecipada e plantas de baixa qualidade; por outro lado, se a alface for cultivada com sombreamento excessivo, pode apresentar, contudo, o inconveniente de reduzir o fluxo de luz a níveis inadequados, promovendo prolongamento do ciclo, estiolamento das plantas e redução da produtividade (BLIND; FILHO, 2015).

No Nordeste brasileiro, essa hortaliça quando cultivada, principalmente em localidades do semiárido em que os ambientes apresentam elevação nos valores de temperaturas e luminosidade, a cultura não consegue crescer e se desenvolver de acordo com o seu máximo potencial genético. Assim, nessas condições as plantas podem reduzir o seu ciclo, estimular a emissão precoce do pendão e as suas folhas tornam-se amargas, fibrosas e pequenas, reduzindo a sua qualidade (LUZ et al., 2009). Esse processo pode ser amenizado com a utilização do cultivo protegido ou com a utilização de telas de sombreamento que tem a função de reduzir os efeitos deletérios das altas radiação e temperaturas que afetam o crescimento da planta, a produção e qualidade da alface (SILVA et al., 2015). Nesse sentido, torna-se importante que se faça o adequado manejo da planta com a utilização de híbridos adaptados a essas condições, bem como, a utilização de telas com distintos níveis de sombreamento.

A avaliação do potencial dos diferentes híbridos pertencentes aos distintos grupos de alface é imprescindível para o aumento da produtividade e da qualidade da cultura, e isso está diretamente relacionada à utilização de materiais que sejam mais adaptados as condições de cultivo do semiárido paraibano. Adicionalmente, na indicação de genótipos tem que se levar em consideração quais desses materiais mais se adaptam a ampla variação dos diferentes ambientes de cultivo.

As telas de sombreamento podem proporcionar condição microclimática apropriada para o desenvolvimento da cultura, reduzindo os efeitos nocivos da alta taxa de incidência da radiação solar e da temperatura sobre a planta. Essas malhas tem como finalidade combinar a proteção física com a filtração diferencial da radiação solar, proporcionando respostas fisiológicas específicas que são reguladas pela luz (BRANT et al., 2009). Assim, as alterações no metabolismo induzidas pela intensidade luminosa são decorrentes de várias respostas fisiológicas da planta, destacando-se as modificações no crescimento, no comportamento estomático, na transpiração, na atividade fotossintética e por fim, acúmulo de massa seca (GUERRA et al., 2017).

Alguns trabalhos de pesquisas tem demonstrado o efeito do uso de telas de sombreamento na cultura da alface, especialmente na sua morfologia. As plantas apresentam folhas maiores e mais tenras. Esse resultado pode ser atribuído ao aumento da área foliar devido a necessidade de 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 (HIRATA; HIRATA, 2016).

Em trabalho desenvolvido por Gonçalves et al. (2017), com o objetivo de avaliar o crescimento e a produtividade de cultivares de alface em ambiente protegido com e sem tela termorrefletora com distintas cultivares de alface crespa (Itapuã, Paola, Vera e Verônica) verificaram que o uso da tela termorrefletora interferiu no desenvolvimento da alface provocando redução nas taxas de crescimento e no acúmulo de massa fresca; a cultivar Paola não apresentou bom desempenho nas condições de estudo e o uso da tela termorrefletora reduziu a produtividade da alface em 19% e não correspondeu à expectativa de melhoria no desempenho produtivo da cultura.

O objetivo desse trabalho foi avaliar características relacionadas ao crescimento, produção e a qualidade de diferentes grupos da alface e níveis de sombreamento nas condições do semiárido paraibano.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Origem e Importância da Cultura da Alface

A alface é uma hortaliça nativa da bacia do Mediterrâneo e uma das espécies botânicas mais antigas (MOCELIN; FIGUEIREDO, 2009). Evidências arqueológicas indicam que esta planta tem sido cultivada desde 4500 anos a.C. em pinturas nos túmulos do Egito. Provavelmente a alface evoluiu até o fenótipo atual, por meio de seleções e mutações, originárias da espécie silvestre *Lactuca serriola* L. que era utilizada como cultura forrageira e oleaginosa. A partir de sua domesticação, a alface foi disseminada pela região do Mediterrâneo, nas eras Gregas e Romana e a partir desta região, para o resto do continente europeu (SUINAGA et al., 2013a).

No Brasil, sua introdução foi feita pelos portugueses em 1650 onde foram semeadas as primeiras sementes de cultivares europeias de alface nos cinturões verdes dos estados do Rio de Janeiro, Minas Gerais, São Paulo e posteriormente, difundida para outras regiões do país. Até a década de 80 havia um padrão de consumo de alface do tipo "manteiga", também conhecida como alface Lisa. As cultivares mais conhecidas na época eram "White Boston" e a "San Rivale", ambas lisa do tipo repolhuda, que se mantiveram no domínio do mercado até o início da década de 90, onde o volume comercializado correspondia a 51% (SILVA, 2014).

No Brasil, a alface é considerada a hortaliça folhosa mais comercializada e consumida, devido a sua possibilidade de produção durante todo o ano, suas características culinárias e aceitação cultural (ABCSEM, 2017). Por ser proveniente de clima temperado, houve a necessidade de desenvolvimento de novas cultivares mais adaptadas às condições tropicais (ARANTES et al., 2014), existindo assim no Brasil uma série de cultivares nacionais e importadas de outras regiões tropicais.

Essa hortaliça, no ano de 2016, gerou um montante superior 288 milhões de reais na comercialização em atacado, 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 (ABCSEM, 2017).

A alface é uma cultura de grande importância econômica por ser a hortaliça mais consumida no mundo (PEREIRA, 2015). Apresenta elevada importância em valor no mercado brasileiro (BERTINI et al., 2010), sendo uma das hortaliças mais populares e consumidas no Brasil, por sua produção durante o ano inteiro e facilidade de aquisição (SALA; COSTA,

2012). Essa espécie é considerada uma das olerícolas de maior volume de comercialização no Brasil, sendo cultivada de forma intensiva e normalmente produzida na agricultura familiar, responsável pela geração de cinco empregos diretos por hectare (ALENCAR et al., 2012)

Esta hortaliça folhosa apresenta grande importância nutritiva por ser um alimento rico em vitaminas e sais minerais, se destacando entre as mais consumidas em todo o mundo, sendo consumida, principalmente, *in natura*, na forma de saladas (SANTI et al., 2013). Quando consumida crua, a alface proporciona todas as propriedades nutritivas, além de ser um dos alimentos mais saudáveis, excelente fonte de vitamina A, vitaminas B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>6</sub>, cálcio, ferro, potássio, proteínas, muitas fibras e poucas calorias (TOSTA et al., 2009).

Além do aspecto nutricional, a alface também é uma cultura de grande relevância do ponto de vista social, sendo cultivada principalmente por agricultores familiares próximos aos grandes centros urbanos, nos chamados “cinturões verdes”; sua alta perecibilidade e fragilidade no transporte faz com que seu cultivo ocorra próximo aos centros consumidores, sendo produzida nas mais diferentes regiões do Brasil, ao longo do ano, a fim de atender o mercado consumidor (SILVA, 2015).

Em função principalmente da sua fácil adaptação às variadas condições ambientais, além de ciclo curto, possibilitando vários cultivos ao longo do ano, a alface é uma das culturas preferidas do pequeno produtor (MEDEIROS et al., 2007). No Brasil, conforme dados obtidos por Sala e Costa (2012), os principais tipos de alface cultivados em ordem de importância econômica são a crespa, americana, lisa e a romana.

## 2.2 Grupos da Alface

Existe grande variedade entre as cultivares de alfaces disponíveis que são classificadas basicamente de acordo com as características apresentadas; tamanho e coloração das plantas, formato da folha, (SUINAGA et al., 2013b). A definição dos tipos de alface é importante porque a diversidade nas características morfológicas e fisiológicas entre os grupos determina grandes diferenças nos aspectos de manuseio e na conservação pós-colheita (SUINAGA et al., 2013a).

De acordo com Filgueira (2012), as cultivares de alface são classificadas em seis grupos: Repolhuda-crespa (Americana), Repolhuda manteiga, Solta-lisa, Solta-crespa, Mimosa e Romana.

A Americana Irene consiste em cultivar pertencente ao tipo Repolhuda-Crespa (Americana). De modo geral, cultivares pertencentes a esse grupo possuem folhas caracteristicamente crespas, com nervuras destacadas, consistentes, formando uma cabeça compacta; suas folhas internas são mais claras e mais crocantes que as externas; esse tipo foi introduzido para atender às redes de lanches prontos, sendo apropriado para integrar sanduíches, resistindo melhor ao contato com ovo estalado ou bife quente; essa alface ganhou popularidade nos últimos anos também para consumo na forma de salada, sendo que a demanda vem crescendo; é resistente ao transporte e conserva-se melhor após a colheita, em relação a outros tipos; a cultivar típica é a norte-americana Great Lakes, da qual há várias seleções; atualmente outras cultivares têm sido desenvolvidas no Brasil, ou introduzidas, sendo preferidas, exemplificando-se com Madona, Tainá, e Lucy Brown; nos últimos anos, aumentou o interesse de produtores e consumidores pelo tipo “repolhuda crespa ou americana”, já ofertada de forma regular em todos os mercados brasileiros (FILGUEIRA, 2012).

A Boston Branca foi a cultivar escolhida dentro do Grupo Repolhuda Manteiga, possuindo dentre suas características, a presença de folhas lisas, repolhuda, coloração verde-claro e sementes brancas (ISLA, 2015). A cultivar típica desse grupo é a norte-americana White Boston, que já é considerada padrão de excelência em alface, no entanto devido as diversificações nos hábitos de consumo, atualmente vem sendo substituída por outras cultivares, como a Carolina e a Brasil 303 (FILGUEIRA, 2012).

A cultivar Regina de Verão, enquadrada no grupo Solta-Lisa, possui folhas lisas e soltas, grandes e macias, de coloração verde clara, não havendo formação de cabeça; de acordo com Magalhães et al. (2005), a preferência do consumidor do nordeste do Brasil é por alface de folhas soltas, lisas e verde escuras; uma das cultivares de folhas lisas bem aceita pelos seus consumidores é a Babá de Verão, a qual apresenta excelente adaptação às condições do nordeste do Brasil, ciclo de 50 a 70 dias, folhas lisas, soltas e com coloração verde clara (FELTRIN, 2012).

A Salad Bowl foi a cultivar selecionada dentro do Grupo Mimosa, caracterizando-se pelas suas folhas soltas com bordas recortadas e coloração verde-clara (ISLA, 2015); este é um tipo que recentemente vem adquirindo certa relevância; suas folhas possuem um aspecto “arrepido”; além da Salad Bowl, outro bom exemplo de cultivar integrante desse grupo é a Greenbowl (FILGUEIRA, 2012).

Pesquisas realizadas em diversas situações têm demonstrado um comportamento diversificado, conforme a cultivar. Portanto, a escolha da cultivar a ser plantada em determinada região é, portanto, decisiva para o sucesso do sistema de cultivo.

## **2.3 Exigências Edafoclimáticas**

### **2.3.1 Solo**

A alface é uma hortaliça cujas folhas formam a parte utilizável e a maior parte da planta, logo a nutrição é fator determinante para a formação de um produto comercial com qualidade (FONSECA, 2009). Devido à superficialidade de seu sistema radicular, as alfaces em geral produzem bem e adaptam-se melhor em solos de textura média, bem drenados destorroados, ricos em matéria orgânica, exigindo boa disponibilidade de nutrientes nas camadas superficiais (FONTANETTI et al., 2006).

A alface é exigente em fertilidade do solo e não tolera acidez. Para uma boa produção, o pH do solo deve estar entre 6,0 e 6,8. Para se obter maior produtividade, é fundamental o uso de insumos que melhorem as condições químicas, físicas e biológicas do solo. As maiores produções podem ser obtidas a partir da melhoria das características químicas e físico-químicas do solo, o que pode ser obtida com a elevação de doses de compostos orgânicos (FILGUEIRA, 2012).

Quando o solo não é capaz de fornecer os nutrientes em quantidades e proporções adequadas, realiza-se a adição de elementos químicos necessários ao desenvolvimento das plantas com suficiência para que exerçam seu potencial de produção. A adubação deve se basear nos resultados da análise química do solo e objetiva completar a quantidade exigida pela cultura e melhorar a eficiência das adubações (FONSECA, 2009).

Torna-se indispensável à utilização de incrementos férteis para a cultura, quando o solo não possui condições naturais de prover a necessidade requerida pela espécie uma vez que veiculam níveis de rendimento e qualidade (MALAVOLTA, 1992).

### **2.3.2 Água**

O fator água é limitante à produção agrícola, sendo necessária ao pleno crescimento das culturas. A água proveniente de precipitação pluviométrica é muitas vezes suficiente para a obtenção de uma produtividade adequada, contudo, em regiões onde a precipitação é irregular ou deficitária, a necessidade hídrica é complementada por meio de irrigação. Como a

necessidade hídrica varia ao longo do seu ciclo e entre as espécies, 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 maiores (LIMA et al., 2012).

A água tem grande importância ecológica, pois está envolvida, direta ou indiretamente, em quase todos os processos fisiológicos das plantas, desempenhando funções como: solvente, constituinte, reagente, manutenção de estruturas moleculares, manutenção da turgescência e regulação térmica dos tecidos das plantas (MORENO-FONSECA, 2009). Por isso, o déficit hídrico no solo é considerado um dos fatores mais limitantes ao desenvolvimento da planta, podendo ser acentuado por mudanças climáticas globais (ALISHAH; AHMADIKHAH, 2009).

Quanto às necessidades hídricas, a alface é uma das hortaliças mais exigentes em água. Experimentos demonstraram que a maior disponibilidade em água útil no solo tende a elevar a produtividade desta hortaliça, motivo pelo qual o teor deve ser mantido acima de 80% durante todo o ciclo da cultura (ALISHAH; AHMADIKHAH, 2009).

A alface é altamente exigente em água, portanto, as irrigações devem ser abundantes e frequentes, devido à ampla área foliar e à evapotranspiração intensiva, bem como ao sistema radicular superficial e delicado e à elevada capacidade de produção (FILGUEIRA, 2012).

As principais consequências na cultura da alface devido o estresse hídrico relacionam-se a redução da expansão das folhas, redução no desenvolvimento celular, no fechamento estomático, redução na translocação de assimilados e aceleração da senescência e da abscisão das folhas (TAIZ; ZEIGER, 2017).

### **2.3.3 Radiação Solar**

Toda energia proveniente do sol que atinge a terra é denominada radiação solar. Essa radiação é o fator primordial que determina o clima da região, influenciando assim no desenvolvimento e crescimento das plantas, bem como no processo fotossintético, na transpiração, formação e crescimento dos tecidos (BECKMANN et al., 2006).

A radiação que atinge a superfície terrestre é denominada irradiância solar global ( $R_g$ ), sendo composta pela irradiância solar direta ( $R_d$ ) e pela irradiância solar difusa ( $R_c$ ). De toda radiação solar incidente na superfície da terra, apenas parte da  $R_g$  é disponível às plantas para realização de fotossíntese, sendo esta fração denominada de radiação fotossinteticamente ativa, o que corresponde em torno de 50% da radiação solar global (QUERINO et al., 2011).

A radiação de onda curta influencia o crescimento da planta em dois aspectos: a radiação fotossinteticamente ativa (400 a 700 nm) é necessária para a fotossíntese (TAIZ; ZEIGER, 2004), enquanto que a radiação global altera a transpiração (CUNHA et al., 2001).

Estudos microclimáticos realizados por Monteith e Unsworth (2008), indicam que em ambiente protegido necessitam focar na radiação solar plena e no saldo de radiação, considerando que esses elementos determinam a disponibilidade de energia para processos como aquecimento do ar e do solo, evapotranspiração e fotossíntese; Portanto, a radiação solar é de suma importância em todos os processos vitais das plantas, tais como a fotossíntese, transpiração, fotoperiodismo, crescimento dos tecidos e floração, entre outras (GUISELINI et al., 2010).

Quando um raio luminoso atinge a superfície do material de cobertura, a sua energia se divide em três diferentes frações, sendo parte refletida, outra transmitida e outra absorvida; a parte refletida é perdida para a atmosfera e a parte absorvida irá aquecer o material de cobertura, o qual, posteriormente, emitirá a energia absorvida nas duas direções; por isso, considera-se que somente a metade, aproximadamente, da energia solar absorvida pelo material será recuperada pela cultura; a parte transmitida passa diretamente para o interior do ambiente protegido onde está a cultura. Nesse ambiente, uma competição pela energia luminosa se estabelece entre todos os materiais existentes e as plantas e, como as estruturas de sustentação e condução das plantas, além do solo. Este último é um grande absorvedor de energia luminosa, principalmente pelo calor latente de vaporização da água que está contida em seu interior (ANDRIOLO, 1999).

A menor radiação sobre a cultura da alface, obtida sob tela, promove produção de folhas maiores e mais tenras, em razão da diminuição do tecido paliádico e do aumento do lacunoso, o que induz a uma maior área foliar específica, ou seja, relação superfície da folha/massa seca da folha (PUIATTI; FINGER, 2005). De acordo com Randin (2004), a fotossíntese em ambientes com menos luz é compensada pela maior radiação difusa, favorecendo uma maior quantidade de massa por planta.

A elevada densidade de fluxo de radiação solar incidente e as elevadas temperaturas do ar contribuem para o pendoamento precoce das plantas e o acúmulo de látex nas folhas; conhecer as características de transmissividade da radiação de um material de cobertura é importante para avaliar os benefícios potenciais dos diferentes materiais, pois é conhecido que pequenas diferenças na transmitância de um material à radiação solar podem ter efeito significativo no crescimento e desenvolvimento da cultura (FILGUEIRA, 2012).

Com isso, a escolha do material de cobertura é fator importante para a manutenção e desenvolvimento da cultura, podendo alterar a radiação solar transmitida ao interior da estufa, favorecendo as plantas de acordo com suas exigências (GUISELINI et al., 2004).

#### **2.3.4 Luminosidade**

Alguns fatores do clima podem interferir de forma positiva ou negativa na produção de hortaliças (SANTOS et al., 2010). Um exemplo é com relação à intensidade luminosa que afeta o desenvolvimento das plantas. Quando conduzidas dentro de uma variação ótima de luz, dentre outros fatores positivos, a fotossíntese é elevada (RIBEIRO et al., 2007) e a quantidade de matéria seca acumulada é alta (BEZERRA NETO et al., 2005). Porém, geralmente no verão, a maioria das cultivares de alface não se desenvolve bem (menor número de folhas, cabeças menos compactadas, ou não formação de cabeças) em decorrência do calor intenso e dias longos. (FILGUEIRA, 2012).

O desenvolvimento da cultura da alface é muito influenciado pelas diferentes condições ambientais. A sua exposição a condições de altas temperaturas e elevado índice de luminosidade impede que a cultura expresse o seu potencial genético ao máximo, afetando o desenvolvimento das folhas, tornando-as mais fibrosas, e afetando intimamente sua produção, devido à antecipação da sua fase reprodutiva; o fotoperíodo, a intensidade luminosa e a temperatura podem influenciar o crescimento e o desenvolvimento dessa cultura (FILGUEIRA, 2012).

Atenção especial deve ser destinada a cultura da alface, por ser uma planta originária de clima ameno, quando cultivada sob alta luminosidade e temperatura, seu ciclo vegetativo tende a ser antecipado, tornando precoce a fase reprodutiva, em detrimento da produtividade e qualidade do produto, o que resulta em acúmulo excessivo de látex e, conseqüentemente, promove folhas amargas, rígidas e de tamanho e número reduzido (BEZERRA NETO et al., 2005).

#### **2.3.5 Temperatura**

A alface é uma planta bastante influenciada por condições ambientais. A cultura é adaptada a temperaturas amenas, sendo que o ideal para o seu desenvolvimento está na faixa

de 15,5 a 18,3°C, apesar de tolerar temperaturas de 26,6 a 29,4 °C, por alguns dias, desde que as temperaturas noturnas sejam baixas (FILGUEIRA 2012).

Temperaturas na faixa de 21,1 a 26,6 °C por longos períodos promovem a alongação do caule e prejudicam a formação de “cabeças” comerciais; temperaturas muito elevadas podem ocasionar queima de bordas das folhas externas, formar “cabeças” pouco compactas, além de contribuir para a ocorrência de deficiência de cálcio, desordem fisiológica conhecida como *tip-burn* (JACKSON et al., 2016).

Por se tratar de uma hortaliça tipicamente de regiões de climas amenos, o cultivo da alface sob altas temperaturas fica suscetível a incidência de doenças e a ocorrência de desequilíbrios nutricionais nas plantas, principalmente no verão brasileiro, caracterizado por dias chuvosos e temperaturas elevadas (SOUZA et al., 2013). Segundo Diamante et al. (2013), a temperatura pode influenciar significativamente a cultura da alface, alterando a sua estrutura, ciclo, resistência ao pendoamento, peso, qualidade e, conseqüentemente, sua produção.

Conforme Filgueira (2012), a temperatura do ar é o elemento climático que exerce maior influência nos processos fisiológicos das plantas de alface, podendo acelerar ou retardar as reações metabólicas, sob condição de temperatura ótima ou inferiores a esta, respectivamente.

De acordo com Filgueira (2012), de um modo geral, em temperaturas elevadas, as respostas mais comuns ao estresse são: mudança no ângulo das folhas para diminuir a absorção e aumentar a reflexão de radiação; redução na área das folhas, com alongamento e estreitamento delas e queda das folhas.

Estudos realizados por Silva (2014), verificaram que as condições climáticas têm efeito negativo no cultivo de alface na região semiárida, principalmente, por temperaturas elevadas, alta luminosidade e baixa umidade relativa do ar propiciando perdas consideráveis na produção e qualidade dessa folhosa. Com isso, conhecer a influência da temperatura do ambiente, é de suma importância para obtenção de boa produtividade da cultura.

## **2.4 Utilização da Tela de Sombreamento**

As telas de sombreamentos consistem em uma proteção instalada com o intuito de proteger as plantas da exposição excessiva à luz solar e ao calor. Esse material possui

diferentes densidades, disponíveis de acordo com as condições que afetam a planta; pode ser feita de malha de polietileno ou de tecido de polipropileno (AGRÍCOLA, 2012).

A tela oriunda de sombrite de polietileno é mais resistente e durável que o de polipropileno, contudo é a opção mais cara. Essas telas são permeáveis à água e bastantes maleáveis, facilitando seu manuseio para instalação; são destinadas para o controle solar em diversas culturas agrícolas, onde seu uso correto garante maior produtividade, homogeneidade no crescimento e melhor sanidade das plantas (AGRÍCOLA, 2012).

No mercado existem muitas variações de tipos de tela e de porcentagem de sombreamento e alguns estudos estão sendo realizados no intuito de auxiliar a escolha do material adequado para o sistema de produção proposto.

O uso de telas de sombreamento se destaca entre as técnicas utilizadas para a redução da temperatura por ser uma das soluções de menor custo econômico. A tela de sombreamento é, portanto, uma das opções utilizada a fim de reduzir também a incidência direta dos raios solares, proporcionando temperaturas mais amenas (GONÇALVES et al., 2017).

A má escolha na utilização do ambiente pode promover um incremento da radiação infravermelha e calorífica, ocasionando um aumento na temperatura no interior do ambiente e, por conseguinte, causando um estresse térmico na planta, juntamente com diversos danos, como a aceleração do metabolismo com incremento do processo respiratório e desnaturação proteica, podendo causar redução da fotossíntese (SANTOS et al., 2010).

Em muitas regiões de clima quente, alta temperatura pode ser fator limitante para a produção econômica de muitas hortaliças. Nesse ambientes quando a temperatura do ar aumenta, a temperatura da folha também aumenta, o que poderá ocasionar a desestruturação, pelo calor, do protoplasma celular (FONTES, 2005). Dessa forma, o cultivo sobre telado é um fator que pode auxiliar no aumento da produção em condições tropicais, pois alteram a intensidade luminosa no interior do ambiente protegido e modificam outros parâmetros agrometeorológicos, como temperatura do ar e do solo e umidade relativa (SEABRA JUNIOR et al., 2009).

De acordo com Silva (1999) o uso de telas de sombreamento juntamente com cultivares que sejam adequadas às condições de temperatura e luminosidade elevadas na produção de mudas de alface podem contribuir para diminuição dos efeitos da radiação, resultando em mudas vigorosas, de boa qualidade para transplante e, conseqüentemente, aumento na produtividade e na qualidade das folhas para consumo. Diante deste fato, uma

alternativa para se estender seu cultivo até a produção da cabeça seria através da utilização de ambientes protegidos como o emprego de sombrites.

Portanto, a utilização de telas de sombreamento em locais de temperatura e luminosidade elevadas pode contribuir para diminuir os efeitos extremos da radiação, principalmente a fotorrespiração e proporcionar maior conforto térmico e conseqüentemente maior produtividade e qualidade das folhas de alface para consumo (SILVA, 2014).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Localização e Caracterização da Área Experimental.

O experimento foi conduzido em condições de campo, em uma área experimental do Centro de Ciências Humanas e Agrárias, da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB) no período de julho a setembro de 2017. O município de Catolé do Rocha - PB, está localizado sob as coordenadas geográficas: 6°20'38" latitude Sul e 37° 44'48" longitude Oeste e uma altitude de 275m. O clima da região segundo Koppen é BSwH, seco e muito quente, com duas estações climáticas: uma seca que vai geralmente de junho a janeiro, e uma chuvosa, de fevereiro a maio.

O solo é classificado como NEOSSOLO FLÚVICO Eutrófico (SANTOS et al., 2013), não salino e relevo suavemente plano. As amostras de solo foram coletadas 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, 2017

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, 2017.

pH	C.E	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>+2</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>-2</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	RAS	Classif.
	ds <sub>m</sub> <sup>-1</sup>	mL <sup>-1</sup>	mmolc L <sup>-1</sup>						mmolc 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 de um Termohigrômetro, modelo Icoterm, nos diferentes níveis de sombreamento e no cultivo a céu aberto. Foi medido por meio do Ceptômetro, Modelo LP-80, os níveis de radiação incidente em cima e abaixo de cada tela de sombreamento, em duas avaliações realizadas aos 15, e 30 dias após o transplântio. (Figura 1).



**Figura 1** - Utilização do Termohigrômetro (A) para medição da temperatura e da umidade relativa do ar e do Ceptômetro (B) para medição da radiação incidente na parte superior e inferior das tela de sombreamento. UEPB/CCHA. Catolé do Rocha-PB, 2017.

### 3.2 Delineamento Experimental e Tratamentos

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, em parcelas subdivididas do tipo 4 x 4, com 4 repetições. Na parcela constou de diferentes níveis de sombreamento (0, 30, 50 e 70%) utilizando tela de sombreamento de coloração preta e nas subparcelas por híbridos de diferentes grupos de alface (Repolhuda Crespa: American Irene,

Repolhuda Manteiga: Boston Branca, Solta Lisa: Regina de Verão e Mimosa: Salad Bowl) perfazendo um total de dezesseis tratamentos e 64 unidades experimentais.

### 3.3 Condução do Experimento

Os híbridos da alface foram selecionadas de modo que cada uma delas representou um grupo. As cultivares utilizadas foram: Americana Irene (Repolhuda Crespa), Boston Branca (Repolhuda Manteiga), Regina de Verão (Grupo Solta Lisa) e Mimosa Green Salad Bowl (Grupo Mimosa).

A sementeira ocorreu em 22 de julho de 2017 em bandejas de poliestireno de 162 células, contendo substrato comercial próprio para produção de mudas de hortaliças. Foram semeadas em média quatro sementes por célula à uma profundidade média de 0,5 cm, onde permaneceram em casa de vegetação até o transplântio. Foram realizados dois desbastes, o primeiro cinco dias após a germinação, deixando duas plantas por célula e o segundo, cinco dias após a realização do primeiro desbaste deixando apenas uma planta por célula.

Antes da instalação do experimento a área foi preparada com aração e gradagem. Posteriormente, foram levantados canteiros com 1,25 m de largura, 13 metros de comprimento e 0,20 m de altura (Figura 2), nos quais foi incorporado esterco bovino com as seguintes características químicas (Tabela 3) para elevar o teor de matéria orgânica de 1,15% para 3% (15kg), 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.



**Figura 2** - Preparação dos canteiros para recebimento do esterco bovino, fita gotejadora e da tela de sombreamento na área experimental. UEPB/CCHA. Catolé do Rocha-PB, 2017.

**Tabela 3** - Caracterização química do esterco bovino utilizado como fonte de matéria orgânica no experimento. UEPB/CCHA. Catolé do Rocha-PB, 2017.

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	2,57	16,79	15,55	4,02	5,59	60	22	8550	325	396,0	229,7	18:1

MOS= Matéria orgânica do solo

O transplântio das mudas ocorreu quando as plantas apresentaram em torno de dois pares de folhas definitivas, 20 dias após a sementeira, em 11 de agosto de 2017. O espaçamento de cultivo utilizado foi de 25 x 25 cm com a parcela contendo dezesseis plantas.

Por ocasião do transplântio os canteiros foram cobertos por meio de estruturas de madeira para receber as telas de sombreamento. A tela utilizada foi a de coloração preta de polipropileno, com diferentes níveis de sombreamento (30, 50 e 70%) conforme informações fornecidas pela Empresa Polysack, e instalado a uma altura de 50 cm do nível do canteiro. Os híbridos que não foram cultivados sob as telas de sombreamento, se desenvolveram em área a céu aberto (Figura 3). A temperatura média do solo nas camadas superficial, de 0-10 e 10 a 20 cm foram coletadas diariamente em todos os tratamentos. Semelhantemente à temperatura do solo, foi avaliada diariamente a temperatura do ar e a umidade relativa do ar nos diferentes ambientes, desde o céu aberto até os níveis de sombreamento de 30, 50 e 70%. Aos 15 e 30 dias após o transplante foi realizado a leitura dos níveis de radiação incidente acima e abaixo das telas de sombreamento, por meio do ceptômetro modelo LP-80



**Figura 3** - Cultivo de híbridos de alface com a utilização das telas com diferentes níveis de sombreamento (A) e a céu aberto (B). UEPB/CCHA. Catolé do Rocha-PB, 2017.

As irrigações das plantas foram realizadas diariamente pelo método de irrigação localizada, adotando o sistema por gotejamento, de acordo com a evapotranspiração da cultura-ETc (mm dia<sup>-1</sup>). O cálculo foi feito com base na evapotranspiração de referência (Eto, mm dia<sup>-1</sup>), estimada pelo tanque classe A e corrigida pelo Kc da cultura de acordo com o estágio de desenvolvimento da planta, obtendo o uso consuntivo (Uc) considerando o percentual de área molhada (P) = 100%. Com isso, para fins do cálculo da lâmina de irrigação líquida diária (LLD = ETc), teve-se LLD = Uc x P/100 (mm dia<sup>-1</sup>); a partir deste valor, determinou-se a lâmina a ser aplicada. As variáveis atribuídas no experimento foram: coeficiente do tanque classe A (Kp) = 0.75; coeficiente de cultivo variável de acordo com o estágio da cultura (Kc): para o período de 0-8 dias, considerou-se 0,30; 9-16 dias 0,52 e 17-24 dias 0,93; 25-33 dias 0,87 34 -38 dias 1,02 conforme sugestão Santana et al. (2016).

A vazão do gotejador (q) = 2,0 L h<sup>-1</sup> foi obtida através de teste em campo com os emissores instalados a cada 0.1 m na linha, resultando em uma área (AS) = 0.1 m<sup>2</sup> por emissor. O consumo total de água por subparcela foi de 300 litros, equivalente a 300 mm ciclo.

As capinas foram feitas manualmente em número de duas, aos 10 e aos 20 dias após o transplantio.

A colheita foi realizada aos 31 dias após o transplântio, em 10 de setembro de 2017, quando as plantas atingiram o ponto de colheita comercial.

### **3.4 Características Avaliadas**

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

A temperatura do ar ( $^{\circ}\text{C}$ ) foi avaliada por meio da utilização de Termohigrometro colocado em baixo das telas de sombreamento e a céu aberto e realizada diariamente as 9 e 16 h. A temperatura do solo ( $^{\circ}\text{C}$ ) foi avaliada por meio da utilização de termômetro digital da marca Incoterm, colocado sobre a superfície e a 10 e 20 cm de profundidades nos tratamentos com a presença das telas de sombreamento e a céu aberto e realizada diariamente as 9 e 16 h.

A umidade relativa do ar (%) foi avaliada por meio da utilização de Termohigrometro colocado em baixo das telas de sombreamento e a céu aberto e realizada diariamente as 9 e 16 h. A radiação incidente ( $\text{MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ ) foi avaliada por meio da utilização de um Ceptômetro e as medições foram realizadas a partir do meio dia aos 15 e 30 dias após o transplântio das mudas.

#### **3.4.2 Crescimento e Partição de Massa da Planta da Alfaca**

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 da cabeça (cm), verificado no sentido longitudinal e transversal e medido por meio do uso de fita métrica.

Foram analisadas em laboratórios por ocasião da colheita as seguintes variáveis: o comprimento do caule (cm) que foi determinado por meio da medição logo após a separação do sistema radicular e das folhas; o diâmetro do caule (mm), que foi medido com a utilização de um paquímetro digital, onde foi aferido no colo da planta; comprimento de raiz (cm) foi medido e realizado logo após a separação do sistema radicular da parte aérea com auxílio de uma régua graduada em cm; o número de folhas por planta, avaliado por meio de contagem dessas, desprezando as folhas amareladas e/ou secas, partindo-se das folhas basais até a última folha aberta; a área foliar obtida relacionando-se a massa seca de 8 discos foliares de área conhecida ( $1,34 \text{ cm}^2$ ) 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 (cm<sup>2</sup>), 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 em sacos de papel Kraft e levadas para secar em estufa com circulação forçada de ar a 65°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).

### **3.4.3 Produtividade e Qualidade da Alface**

A massa fresca da cabeça (g.planta<sup>-1</sup>) 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 (t.ha<sup>-1</sup>) foi obtida por meio da estimativa 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 determinação dos sólidos solúveis foi realizado após a extração do sumo das folhas com uso de refratômetro digital (Atago PR-100), com compensação automática de temperatura a 25°C. Os resultados foram expressos em porcentagem, segundo a metodologia da AOAC (1992).

Para a medida de acidez total titulável, utilizou-se uma alíquota de 10 mL de suco, em duplicata, à qual foram adicionados 40 mL de água destilada e três gotas do indicador fenolftaleína alcoólica a 1% e, em seguida, procedeu-se a titulação com solução de NaOH 0,1 N até o ponto de viragem, com os resultados expressos em % de ácido cítrico (IAL, 1985).

O potencial hidrogeniônico (pH) foi determinado diretamente no material homogeneizado utilizando-se um potenciômetro digital modelo (HI 9321 da Hanna Instruments) calibrado com soluções tampão de pH 4, 0 e 7,0 (IAL, 1985).

### **3.5 Análises Estatística**

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade, utilizando o software SAEG (2007).

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Avaliação das Temperaturas do Solo, Temperatura do Ar, Umidade Relativa do ar e da Radiação Incidente

#### 4.1.1. Temperatura do Solo

A temperatura média do solo nas camadas superficial, de 0-10 e 10 a 20 cm foram coletadas diariamente em todos os tratamentos. De acordo com os dados observados foi registrado que a temperatura do solo na camada superficial quando comparado a média das somas das temperaturas das camadas do solo de 0-10 a 10-20 cm, proporcionaram valores que variarem de 47,2 a 29,8, 38,0 a 28,1, 34,0 a 27,0 e 31,4 a 24,9<sup>0</sup>C nos diferentes níveis de sombreamento de 0, 30, 50 e 70%, respectivamente, independentemente do híbrido testado; por outro lado, a temperatura do solo variou também quando comparado o cultivo da alface que foi realizado a céu aberto com a média da soma das temperaturas do solo no cultivo com a utilização de telas de sombreamento de 30, 50 e 70%, que apresentaram valores que variaram de 47,2 a 34,5; 30,5 a 27,4 e 29,0 a 25,9<sup>0</sup>C, respectivamente, nas diferentes camadas do solo, independentemente do híbrido testado (Tabela 4).

**Tabela 4** – Valores médios da temperatura do solo em função dos níveis de sombreamento e da camada do solo. UEPB/CCHA. Catolé do Rocha-PB 2017.

		Temperatura do solo ( <sup>0</sup> C)		
		Camadas do solo (cm)		
Níveis de sombreamento (%)	Camada Superficial	0-10	10-20	Média: 0-10 a 10-20
0	47,2	30,5	29,0	29,8
30	38,0	28,5	27,6	28,1
50	34,0	27,3	26,7	27,0
70	31,4	26,5	23,3	24,9
Média: 30, 50 e 70%	34,5	27,4	25,9	-

Os valores da temperatura do solo reduziram com o aumento dos níveis de sombreamento e nas camadas mais profundas do solo. Assim, foi observada uma redução nos valores da temperatura do solo nas camadas superficial em relação média da soma dos valores encontrados para a camada do solo de 0-10 e 10-20 cm que foram de 36,7, 26,1, 20,6 e 20,7%,

nos níveis de sombreamento de 0, 30, 50 e 70%, respectivamente. Adicionalmente, registrou-se uma redução nos valores da temperatura do solo quando comparado o cultivo a céu aberto com a média da soma dos valores de temperatura do solo encontrado no cultivo com a utilização de telas de sombreamento de 30, 50 e 70% que foram de 26,9, 10,2 e 10,7% nas camadas superficial, 0-10 e 10-20 cm, respectivamente. Essa redução da temperatura do solo a medida que se aumentou a profundidade de coleta de seus valores associado com o aumento dos níveis de sombreamento deve-se principalmente em razão dos menores valores da radiação incidente abaixo da tela nessas condições de cultivo. A radiação incidente é um dos fatores do clima que pode alterar os valores de temperatura do solo em suas diferentes camadas.

Assim é importante que o impacto dessas telas de sombreamento na temperatura do solo seja avaliado, especialmente em localidade que apresentam altas temperaturas e radiação. Resultados semelhantes foram obtidos por Hirata e Hirata (2016) que desenvolveram um experimento com o objetivo de avaliar a temperatura do solo na profundidade de 0,5 e 5,0 cm no cultivo de alface sob diferentes telas de sombreamento e manejos do solo no verão. Esses autores utilizaram telas de cor prata e preta nos níveis de 35 e 50% e o tratamento a céu aberto e, constaram que as telas de sombreamento reduziram a temperatura na superfície do solo em cerca de 4°C no cultivo da alface no verão. Adicionalmente, as telas preta e prata de 35% promoveram temperatura do solo ligeiramente superior que as mesmas telas com 50% de sombreamento.

Os valores da temperatura do solo reduziram de maneira mais substancial quando avaliado nas camadas mais profundas do solo. Foi registrado também que a temperatura do solo na camada superficial quando comparado com a média das somas das temperaturas do solo nas profundidades do solo de 0-10 a 10-20 cm, apresentaram valores que variaram de 37,5 a 29,9; 38,0 a 27,8; 37,6 a 27,8 e 37,4 a 27,7<sup>0</sup>C nos diferentes híbridos denominados de Americana Irene, Boston Branca, Regina de Verão e Mimososa, respectivamente, independentemente do nível de sombreamento; por outro lado, obteve-se pequenas variações na temperatura do solo de 0,6, 0,1 e 0,2<sup>0</sup>C nas camadas superficial, 0-10 e 10-20 cm, respectivamente, quando se utilizou os diferentes híbridos, independentemente do nível de sombreamento (Tabela 5).

Nesse contexto foi observada uma redução nos valores da temperatura do solo nas camadas superficial em relação média da soma das temperaturas do solo com valores

encontrados para a camada do solo de 0-10 e 10-20 cm que foram de 20,3, 26,8, 26,1 e 25,9%, nos híbridos Americana Irene, Boston Branca, Regina de Verão e Mimosa, respectivamente.

**Tabela 5** - Valores médios da temperatura do solo em função do híbrido e da camada do solo. UEPB/CCHA. Catolé do Rocha-PB 2017.

Híbrido de alface	Camada Superficial	Temperatura do solo (°C)		
		Profundidade do solo (cm)		
		0-10	10-20	Média: 0-10 e 10-20
Americana Irene	37,5	28,2	27,5	27,9
Boston Branca	38,0	28,2	27,4	27,8
Regina de Verão	37,6	28,1	27,4	27,8
Mimosa	37,4	28,1	27,3	27,7
Média	37,6	28,2	27,4	-

Os valores mais elevados da temperatura do solo na camada superficial é devido o contato direto com a radiação incidente. Assim, a medida que se aprofunda a leituras de temperatura do solo espera-se menores valores na camada de 10 a 20 cm, independentemente do híbrido utilizado e do nível de sombreamento. Adicionalmente, em todas as camadas do solo, os valores da temperatura do solo não oscilaram de forma acentuada com os híbridos, provavelmente, em razão desses genótipos terem promovido a cobertura total do solo não permitindo a incidência dos raios solares diretamente na superfície do terreno, dando assim, uma condição semelhante em termos de temperatura para todos os tratamentos. De acordo com Prevedello (2010) o solo, além de armazenar e permitir os processos de transferência de água, solutos e gases, também armazena e transfere calor.

Hirata e Hirata (2016) utilizando a cultivar de alface Vanda constataram que na profundidade de 5,0 cm as temperaturas no cultivo sob as telas com 50% de sombreamento foram ligeiramente menores, com diferença entre o tratamento a pleno sol e o da tela prata 50% na superfície de 4,2°C. No referido trabalho, os híbridos utilizados não promoveram alterações relevantes na temperatura do solo. Em todo caso, a menor temperatura do solo na zona radicular em comparação a camada superficial é um fator importante para o cultivo de hortaliças nessas localidade, uma vez que estas plantas são adaptadas a condições de temperatura mais amena. Assim, essa diferença de temperatura pode se tornar um fator decisivo para o sucesso do cultivo em regiões de temperatura e luminosidades elevadas.

Por fim, observou-se que nos híbridos avaliados não houve variações bruscas na temperatura do solo de 0,3, 0,7, 0,5 e 0,2<sup>o</sup>C quando se cultivou a alface nos níveis de sombreamento de 0, 30, 50 e 70%, respectivamente; por outro lado, os valores da temperatura do solo reduziram quando comparado o cultivo da alface a céu aberto com a média da soma dos valores de temperatura do solo que variaram de 35,4 a 29,6, 35,7 a 29,8, 35,7 a 29,5 e 35,4 a 29,4<sup>o</sup>C nos híbridos Americana Irene, Boston Branca, Regina de Verão e Mimosa, respectivamente, independentemente da camada do solo (Tabela 6).

A temperatura do solo não variou muito nos diferentes híbridos testados independentemente do nível de sombreamento, provavelmente devido a baixa variação da umidade do solo em razão do cultivo irrigado e pela ocupação da área do terreno de forma simultânea resultante do crescimento da planta nos diferentes híbridos avaliados. No entanto, o maior sombreamento proporcionado pelas telas nos seus diferentes níveis ocasionou uma redução na radiação incidente que resultou em menores valores da temperatura do solo.

**Tabela 6** - Valores médios da temperatura do solo em função de níveis de sombreamento e híbridos. UEPB/CCHA. Catolé do Rocha-PB 2017.

Níveis de sombreamento (%)	Temperatura do solo ( <sup>o</sup> C)				
	Híbridos				
	Americana Irene	Boston Branca	Regina de Verão	Mimosa	Média
0	35,4	35,7	35,7	35,4	35,6
30	31,6	31,5	31,3	30,9	31,3
50	29,2	29,6	29,1	29,4	29,3
70	28,0	28,2	28,1	28,0	28,1
Média: 30, 50 e 70%	29,6	29,8	29,5	29,4	-

#### 4.1.2. Temperatura do Ar e Umidade Relativa do Ar

Foi encontrada uma variação na temperatura do ar quando se comparou o cultivo a céu aberto com a cultura da alface sob as telas de sombreamento de 30, 50 e 70%. Essa variação foi de 37,5 a 35,1<sup>o</sup>C, de 37,5 a 35,0<sup>o</sup>C e de 37,5 a 34,2<sup>o</sup>C que corresponde a 6,4, 6,7 e 8,8%, nas telas de sombreamento de 30, 50 e 70%, respectivamente (Tabela 7).

Quanto a umidade relativa do ar, verificou-se que o ambiente de cultivo da alface a céu aberto foi o que proporcionou menor valor médio, de 15%, para esta característica durante a realização do experimento. A umidade relativa do ar apresentou ganhos de 122,7, 139,3 e

70,7%, nos cultivos que utilizaram tela de sombreamento de 30, 50 e 70%, respectivamente, em relação ao céu aberto (Tabela 7).

As diferenças entre os tratamentos se devem, provavelmente, aos níveis de sombreamento das telas utilizadas como cobertura das plantas. As diferentes telas de sombreamento alteram o particionamento da radiação incidente durante o dia no cultivo da alface hidropônica, como citado por Sales et al. (2014), conseqüentemente o balanço de energia dos ambientes de cultivo, resulta em modificações nas temperaturas médias do ambiente. De acordo com Costa et al. (2009) a utilização da tela de sombreamento preta tem efeito direto na redução da quantidade da radiação solar incidente; assim, têm efeito significativo na redução da temperatura com a elevação dos níveis de sombreamento.

**Tabela 7** - Valores médios da temperatura do ar e da umidade relativa do ar em função níveis de sombreamento. UEPB/CCHA. Catolé do Rocha-PB 2017.

Níveis de sombreamento (%)	Temperatura do ar (°C)	Umidade relativa do ar (%)
0	37,5	15,0
30	35,1	33,4
50	35,0	35,9
70	34,2	25,6
Média: 30, 50 e 70%	34,8	31,6

O cultivo de alface com a utilização de telas de sombreamento quando comparado ao cultivo a céu aberto apresenta vantagens, sobretudo pelas modificações promovidas por esses materiais sob os elementos climáticos, tais como, temperatura do ar e do solo que reduziu com o aumento dos níveis de sombreamento e a umidade relativa do ar que se elevou nessas condições de cultivo. Além disso, essa proteção que a planta recebe contra elementos climáticos desfavoráveis, pode resultar em melhores condições de crescimento e produtividade de cultivares de alface (GONÇALVES et al.,2017). Ademais, em função da redução da ação dos ventos e da radiação solar incidente, o consumo hídrico no cultivo com a utilização de telas de sombreamento é menor, o que aumenta a eficiência do uso da água de irrigação (BANDEIRA et al., 2011).

Segundo Filgueira (2012), a alface tolera uma amplitude térmica que varia de 6 a 30°C.Quando essas condições não são atendidas, pode ocorrer um retardo no

desenvolvimento, se submetida a baixas temperatura, ou o pendoamento precoce com baixo desenvolvimento vegetativo, em altas temperaturas.

Segundo Novo et al. (2008), a tela de sombreamento por apresentar um baixo custo econômico vem se difundindo entre as técnicas utilizadas para diminuir a temperatura. Santos et al. (2010) ao realizar estudo com telas termorefloras e sombrites com intensidade de 30, 40 e 50% observaram uma redução da temperatura no ambiente de cultivo.

Em trabalho desenvolvido por Lima Sales et al. (2014) com o objetivo de avaliar o efeito de diferentes tipos de telas de sombreamento utilizadas como subcobertura no cultivo hidropônico de alface houve constatação que o uso das telas alterou os padrões da temperatura, quando o uso das telas termorreflora e preta reduziu a temperatura máxima em 4,7 e 3,6°C, respectivamente, em relação ao ambiente controle, permitindo um menor acúmulo térmico no período experimental.

No presente estudo, para todos os ambientes, os valores de temperatura do ar e da umidade relativa do ar estiveram fora da faixa ótima exigida para a alface está entre 7 e 29°C, devendo esses valores de temperatura estarem conjugados com o valores de umidade relativa do ar de 60 a 70% (PINHEIRO, 2015). Daí a importância de se estudar o comportamento de diferentes grupos e genótipos de alface em condições de temperatura e luminosidades elevadas.

#### **4.1.3. Radiação**

Pelos dados apresentados abaixo pode-se afirmar que a medida que se aumentou o nível de sombreamento de 30 até 70% houve uma redução na radiação emitida em baixo das telas tanto aos 15 dias quanto aos 30 dias após o transplante em comparação ao cultivo a céu aberto. Essa redução variou de 35,6 a 61,2 e 37,5 a 61,9% aos 15 e 30 dias após o transplante, respectivamente. (Tabela 8).

O sombreamento proporcionado pelo uso das telas nos seu diferentes níveis levou a uma redução gradativa na temperatura do ar e do solo em todos os tratamentos, sendo, portanto, uma característica favorável para o cultivo da alface, sobretudo na região do semiárido paraibano.

**Tabela 8** - Valores médios da radiação medida em cima e abaixo das telas de sombreamento aos 15 e 30 dias após o transplântio. UEPB/CCHA. Catolé do Rocha-PB 2017.

Níveis de sombreamento (%)	Radiação incidente (MJ m <sup>-2</sup> dia <sup>-1</sup> )						
	15 dias após o transplântio			30 dias após o transplântio			Média: 15 e 30 dias
	Acima da tela	Abaixo da tela	Redução (%)	Acima da tela	Abaixo da tela	Redução (%)	
0 (solo)		2393,5	-		1774,0	-	-
30	2256,0	1453,0	35,6	2002,7	1252,0	37,5	36,6
50	2062,2	1148,2	44,3	1817,2	866,5	52,3	48,3
70	2218,5	861,5	61,2	1919,0	730,0	61,9	61,6

O controle das variáveis meteorológicas, como temperatura e luminosidade, bem como a seleção de cultivares de alface adaptadas a determinadas condições ambientais, é fundamental para garantir melhor qualidade e maior produção dessa hortaliça (Silva et al., 2015).

Para Costa et al.(2009), a utilização de telas de coloração preta imprimem ao ambiente uma redução da quantidade da radiação solar incidente. Além disso, a produtividade da alface também é reduzida pelo processo fisiológico da fotoinibição, causada por luminosidade elevada (Fu et al., 2012). Assim, a espécie requer sombreamento para produção de maior quantidade de massa fresca por planta, decorrente da diminuição do tecido paliçádico e do aumento do lacunoso, o que aumenta a área foliar específica (Silva et al., 2015).

Esta constatação comprova a capacidade das telas de sombreamento na redução da quantidade de radiação solar incidente no ambiente com a tela modificando o saldo de radiação e conseqüentemente as temperaturas do solo e do ar, como também constatado por Guiselini e Sentelhas (2004). Gonçalves et al. (2017) explicam que há menor disponibilidade energética para o processo de transferência de calor latente em ambientes com tela de sombreamento, em função da atenuação da radiação solar pela tela, menor temperatura do ar e maior umidade relativa do ar.

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

### 4.2.1. Crescimento

Não houve interação significativa entre os níveis de sombreamento e híbridos sob a altura da planta, comprimento e diâmetro do caule, comprimento da raiz, diâmetro da cabeça, número de folhas e área foliar da planta ( $p \geq 0,05$ ); porém, os níveis de sombreamento

influenciaram de forma significativa a altura da planta, comprimento e diâmetro do caule, comprimento da raiz e diâmetro da cabeça, enquanto que, a presença dos híbridos alteraram a altura da planta e comprimento do caule, bem como, o número de folhas e a área foliar da planta ( $p < 0,05$ ) (Anexo A).

Foi registrada diferença significativa na altura da planta e no diâmetro do caule com maior valor obtido nas plantas cultivadas apenas na tela de sombreamento de 70% quando comparado ao cultivo a céu aberto; já para o comprimento do caule os níveis de sombreamento de 50 e 70% se sobressaíram em relação ao cultivo sem sombreamento; quanto ao comprimento da raiz registrou-se maior valor nos níveis de sombreamento de 50 e 70% em relação ao nível de sombreamento de 30% e ao cultivo a céu aberto e, no diâmetro da cabeça, apenas o nível de sombreamento de 70% promoveu diferenças significativas em relação ao cultivo a céu aberto. Por outro lado, o número de folhas por planta e a área foliar não se alteraram de forma significativa com a mudança nos níveis de sombreamento da cultura.

Pelos resultados encontrados percebe-se que a redução da radiação promovida pela introdução das telas de sombreamento, sobretudo nos tratamentos de 50 e 70% proporcionaram um maior crescimento da planta em termos de altura, diâmetro e comprimento do caule, comprimento da raiz e diâmetro da cabeça. Essa redução nos níveis de radiação em baixo da tela medida aos 15 e 30 dias após o transplante foi em média de 48,3 e 61,6% nas telas de sombreamento de 50 e 70%, respectivamente. Com isso, a planta de alface cresceu em termos de altura e comprimento do caule em busca da luz pelo estiolamento natural que o sombreamento promove no alongamento do caule. Confirmando os resultados obtidos neste trabalho, Luz et al. (2009) estudando telas de sombreamento de 30, 40 e 50%, observaram que os ambientes sombreados proporcionaram maiores alturas de plantas e comprimentos de caule.

Adicionalmente, a redução da intensidade luminosa promovida pela utilização das telas de sombreamento de 50 e 70% resultou numa menor temperatura do ar. Nesses dois tratamentos a temperatura do ar foi reduzida em média de 2,5 e 3,3<sup>o</sup>C e a umidade relativa do ar abaixo dessas telas de sombreamento aumentou de 15% no cultivo a céu aberto para 35,9 e 35,6% nos cultivos com tela de sombreamento de 50 e 70%, respectivamente. Assim, foi criado um microclima nos tratamentos que utilizaram a tela em seus diferentes níveis resultante da redução da radiação e da temperatura do ar, bem como, da elevação da umidade relativa do ar que promoveu uma maior crescimento as plantas de alface.

**Tabela 9** - Valores médios da altura da planta, diâmetro e comprimento do caule, comprimento da raiz, diâmetro da cabeça, número de folhas e área foliar da planta em função de níveis de sombreamento e híbridos. UEPB/CCHA, Catolé do Rocha-PB, 2017.

Níveis de sombreamento (%)	Altura da planta (cm)	Diâmetro do caule (cm)	Comprimento do caule (cm)	Comprimento da raiz (cm)	Diâmetro da cabeça (cm)	Nº de folhas	Área foliar (cm <sup>2</sup> planta <sup>-1</sup> )
0	14,5 b	1,55 b	2,94 b	12,38 b	26,34 b	21,44 a	103,11 a
30	15,9 ab	1,70 ab	3,85 ab	13,17 b	28,34 ab	22,27 a	107,83 a
50	17,0 ab	1,81 ab	4,48 a	14,63 a	29,94 a	22,69 a	110,07 a
70	17,8 a	1,99 a	4,92 a	15,59 a	30,80 a	23,20 a	98,78 a
DMS	3,16	0,39	1,37	1,37	3,36	3,35	19,12
Híbridos	-	-	-	-	-	-	-
American Irene	17,3 a	1,66 a	3,00 c	13,90 a	28,65 a	18,67 b	136,11 a
Boston Branca	17,1 a	1,71 a	4,57 ab	14,05 a	28,23 a	26,34 a	96,55 b
Regina de Verão	15,5 b	1,85 a	3,71 bc	13,39 a	29,48 a	23,83 a	83,58 b
Mimosa	15,4b	1,73 a	4,97 a	14,49 a	29,23 a	20,79 b	103,01 b
DMS	1,50	0,21	0,87	1,13	1,50	2,79	32,89

As médias seguida pela mesma letra nas colunas não direrem entre sí ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

Salienta-se também, que a utilização das telas de sombreamento por proporcionarem a redução da radiação incidente sob as plantas e o solo, reduziu também a temperatura do solo principalmente quando se utilizou os níveis de sombreamento de 50 e 70% que registram valores médios nas camadas de 0-10 e 10-20- cm de 27,0 e 24,9<sup>0</sup>C quando comparado ao cultivo a céu aberto que foi de 29,8<sup>0</sup>C. Essa redução na temperatura do solo favoreceu o crescimento da raiz e da parte aérea, em termos de diâmetro da cabeça, independentemente do híbrido utilizado.

Adicionalmente, no geral, alfes sob condições de restrição de luz investem na procura de luz resultando em maior comprimento de caule, pois a redução da intensidade da luz pelo Sombrite 60% leva a formação de plantas estioladas (SILVA et al., 2016).

O número de folhas por planta é um fator de grande importância, pois indica a adaptação do material genético ao ambiente (Diamante et al., 2013). No entanto, essa melhoria nas condições de cultivo da planta com a utilização das telas de sombreamento de 50 e 70% não foi suficiente para alterar o número de folhas e consequentemente a sua área foliar dos híbridos testados. Más, observa-se uma tendência de que plantas com sombreamento excessivo, 70%, essas produziram uma maior quantidade de folhas, no entanto, essas folhas apresentaram menor tamanho, refletindo na compensação ocorrida para os resultados encontrados para a sua área foliar.

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, a luz interfere diretamente no crescimento da mesma. No presente trabalho, os ambientes com

maior grau de sombreamento não proporcionaram condições favoráveis para que as plantas de alface elevassem de forma significativa a sua área foliar.

Assim, de fato, neste estudo, o uso da tela de sombreamento de 70% não proporcionou os efeitos desejados de melhor desenvolvimento da alface em função da atenuação da radiação solar incidente em termos de número de folhas e área foliar da planta, sobretudo em relação ao cultivo a céu aberto.

Os maiores valores registrados para as variáveis estudadas sob a condição de sombreamento em relação ao cultivo a céu aberto se deu provavelmente em razão da radiação necessária para o desenvolvimento da cultura. Sabe-se que as plantas para se desenvolverem satisfatoriamente necessitam de condições adequadas como, temperatura e radiação. No estudo em questão o sombreamento proporcionou melhor crescimento para as plantas de alface, visto que a luminosidade e a radiação solar excessiva foram minimizadas quando comparados ao cultivo a céu aberto.

De posse dos resultados deste estudo e em comparação com a literatura, é importante levar em consideração a radiação incidente na região de cultivo, visto que os valores de radiação incidente transmitidos pela tela de cobertura deve ser superior ao ponto de saturação da fotossíntese, pois esse fato ajuda a evitar um possível estiolamento das plantas, fato não registrado nesse experimento.

Corroborando com o resultado deste estudo, Neves et al. (2016) e Diamante et al. (2013) ao cultivarem alface em condições de sombreamento e a campo aberto, observaram que as plantas sob sombreamento apresentaram maiores diâmetros quando comparadas ao cultivo a pleno sol. Esse fato se deve ao campo aberto receber maior radiação e apresentar temperaturas maiores que os ambientes sombreados.

O diâmetro do caule, comprimento da raiz e diâmetro da cabeça não se alteraram entre os híbridos testados apesar desses serem de diferentes grupos de alface independentemente do nível de sombreamento adotado. Assim, pode-se inferir que esses híbridos apresentam um padrão de crescimento do caule e diâmetro da cabeça que independe do nível de sombreamento e é característico do material genético. Por outro lado, na altura da planta se observou maior valor para o híbrido Americana Irene, no entanto, o seu comprimento do caule foi o menor entre os híbridos testados. Isso indica que o comportamento desse híbrido em relação a arquitetura de suas folhas apresenta-se mais ereto, o que resultou em maior altura. Já o híbrido Mimosa apresentou menor altura de plantas e um maior comprimento do

caule. Nesse caso, revela que a arquitetura da planta é mais prostrada, ou seja, as folhas sobrepostas uma sobre as outras e seus ápices estão mais próximas do nível do solo.

O maior número de folhas por planta foi registrado nos híbridos Boston Branca e Regina de Verão que se sobressaíram sobre os híbridos Mimosa e Americana Irene. O número de folhas por planta é importante pois as folhas são a parte comestível da planta e sobretudo pela maior emissão de folhas que podem alterar a área foliar da planta.

Esse fato revela comportamento diferenciado entre os híbridos em relação a área foliar. O híbrido Americana Irene registrou um menor número de folhas, no entanto, foi o que apresentou uma maior área foliar indicando que apesar do menor número suas folhas, essas foram maiores o que compensou a perda em número. Por outro lado, os híbridos Boston Branca e Regina de Verão foram os que apresentaram maior número de folhas, porém as suas áreas foliares foram as menores, indicando que o aumento do número de folhas registrados nesses híbridos não foi suficiente para compensar a perda de área devido o seu menor tamanho, refletindo, assim, numa menor área foliar. Isso também pode estar relacionado com o melhoramento genético da cultura, que tornou alguns cultivares mais tolerantes a altas temperaturas, conforme documentado por Zuffo et al. (2016).

Vieira (2016), observou que o sombreamento das plantas resultou em folhas maiores, mais finas e com maior área foliar específica. A restrição de luz imposta pelas diferentes telas sombreamento, pode ter acentuado ainda mais o efeito de sombra afetando o desenvolvimento das plantas sob essa tela, especialmente no híbrido American Irene que apresentou menor número de folhas e maior área foliar da planta.

#### **4.2.2. Partição de Massa na Planta**

Foi observada interação significativa entre os níveis de sombreamento x híbridos sob a fitomassa seca da raiz e a relação parte aérea: raiz da alface; por outro lado foi verificado efeito isolados sob a fitomassa seca da folha, do caule e total em relação aos níveis de sombreamento e da fitomassa seca da folha e do caule em função dos híbridos avaliados ( $p < 0,05$ ) (Anexo B).

Ao se avaliar o efeito isolado dos níveis de sombreamento sob a fitomassa seca da folha e do caule registrou-se maiores valores dessas variáveis quando as plantas foram cultivadas nos níveis de sombreamento de 50 e 70% em comparação com as plantas provenientes do cultivo a céu aberto (Tabela 10). Esse resultado encontrado para os diferentes órgãos da parte

aérea da planta contribuiu de forma significativa para que a fitomassa seca total da planta fosse superior em plantas sombreadas em relação às plantas que não foram sombreadas (Tabela 10), sobretudo em razão, da maior fitomassa seca das folhas que representa a maior proporção em massa em relação a planta como um todo.

A maior fitomassa dos diferentes órgãos da planta encontradas no cultivo da alface em condições sombreadas está diretamente relacionada a redução nos níveis de radiação nessas condições, bem como, da consequente redução da temperatura do ar e do solo que proporcionaram um ambiente mais adequado para o crescimento e desenvolvimento das plantas da alface.

**Tabela 10** – Valores médios da fitomassa seca da folha, do caule e da raiz da planta da alface em função de níveis de sombreamento e híbridos. UEPB/CCHA. Catolé do Rocha-PB, 2017.

		Fitomassa seca da raiz (g.planta <sup>-1</sup> )				
		Desdobramento da interação				
		Híbridos				
Níveis de sombreamento (%)	Fitomassa seca da folha (g.planta <sup>-1</sup> )	Fitomassa seca do caule (g.planta <sup>-1</sup> )	Americana Irene	Boston Branca	Regina de Verão	Mimosa
0	5,61 b	1,12 b	1,25 D	2,12 A	1,70 B	1,55 C
30	6,85 ab	1,33 ab	1,23 D	2,64 A	1,51 B	1,76 C
50	7,45 a	1,47 a	1,54 B	2,47 A	1,62 B	1,54 B
70	7,52 a	1,55 a	1,46 C	1,88 B	2,26 A	1,76 B
DMS	1,33	0,34	0,13			
Híbridos	-	-	Níveis de sombreamento (%)			
			0	30	50	70
Americana Irene	7,91 a	1,05 c	0,76 B	1,23 AB	1,54 A	1,46 AB
Boston Branca	6,55 b	1,27 bc	1,50 C	2,64 A	2,47 AB	1,88 BC
Regina de Verão	6,40 b	1,53 ab	1,41 B	1,51 B	1,62 AB	2,26 A
Mimosa	6,61 b	1,60 a	1,13 A	1,76 A	1,84 A	1,76 A
DMS	0,91	0,29	0,75			

As médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

A radiação em baixo das telas de sombreamento reduziram 36,6, 48,8 e 61,6% nos níveis de 30, 50 e 70%, respectivamente. Esse fato resultou na redução da temperatura do ar de 37,5<sup>o</sup>C no cultivo a céu aberto para 34,8<sup>o</sup>C em média em baixo dos diferentes níveis de sombreamento. Adicionalmente, a umidade relativa do ar no cultivo a céu aberto foi de 15% e elevou-se em média para 31,6% nos diferentes níveis de sombreamento avaliados.

O crescimento da alface é bastante influenciado pelas condições ambientais, dentre as quais se destaca a temperatura do ar. Segundo Taiz e Zeiger (2017), a temperatura afeta a velocidade das reações químicas e dos processos internos de transporte dos solutos e o desenvolvimento normal das plantas. Adicionalmente, durante a condução do experimento, verificaram-se valores de umidade relativa do ar abaixo dos considerados ideais para o cultivo

da alface que varia de 60 a 70% (PINHEIRO, 2013). Esses fatores do clima contribuíram para a formação de um microclima mais adequado para o crescimento e desenvolvimento da alface, que refletiu nos maiores valores de fitomassa seca da folha, do caule e total nessas condições, embora não se chegou aos valores de temperatura e umidade relativa do ar mais adequados para a cultura.

Em relação a fitomassa seca da raiz e a relação parte aérea raiz foi observado efeito significativo da interação dos fatores em estudo ( $p < 0,05$ ) (ANEXO B); nesse sentido, realizando o desdobramento da interação estudando os diferentes híbridos dentro de cada condição de sombreamento (Tabela 10), constatamos que nessas condições o híbrido Boston Branca se destacou em comparação com os demais híbridos apresentando uma maior fitomassa seca da raiz. Esse comportamento se estendeu quando esse híbrido foi cultivado também nos níveis de sombreamento de 30 e 50%, respectivamente. Vale salientar também que nas condições de maior sombreamento, 70%, os híbridos Regina de Verão, Boston Branca e Mimosa superaram o híbrido American Irene em relação a essa variável em estudo. Adicionalmente, ficou evidenciado que o híbrido American Irene quando comparado aos demais híbridos foi o que apresentou o menor acúmulo de massa na raiz independentemente dos níveis de sombreamento avaliados.

O híbrido Boston Branca se destacou em relação aos demais, só sendo superado em termos de valor absoluto no nível de sombreamento de 70% pelo híbrido Regina de Verão quando se trata da fitomassa seca das raízes. Foi observado que o cultivo dos diferentes híbridos nos distintos níveis de sombreamento não resultou em alterações acentuadas da temperatura do solo. Em relação ao cultivo a céu aberto, em média a temperatura do solo das camadas de 0-10 e 10-20 cm reduziu 5,8, 5,9, 6,0 e 6,2<sup>0</sup>C quando se utilizou os híbridos Americana Irene, Boston Branca, Regina de Verão e Mimosa, respectivamente.

A menor fitomassa seca da raiz obtida no híbrido Americana Irene independentemente do nível de sombreamento adotado está relacionado ao registro das diferenças observadas na temperatura do solo nas camadas superficial e na média dos perfis de 0-10 e 10-20 cm, respectivamente. O cultivo desse híbrido resultou numa redução na temperatura na camada superficial do solo em relação à média dos perfis de 0-10 e 10-20 cm de 7,6<sup>0</sup>C, enquanto que houve redução da temperatura do solo em média nos perfis de 0-10 e 10-20 de 10,2, 9,8 e 9,7<sup>0</sup>C para os híbridos Boston Branca, Regina de Verão e Mimosa, respectivamente. Assim, esses híbridos se destacaram mais no acúmulo de massa na raiz impulsionados pela melhor

condição de crescimento de suas raízes em função das menores temperatura do solo observadas nesses tratamentos.

Ao se avaliar o efeito isolado dos híbridos, registrou-se uma maior fitomassa seca da folha no híbrido Americana Irene comparado aos demais que não diferiram entre si (Tabela 10). Esse resultado acompanha o obtido na área foliar da planta que registou maior valor para o híbrido Americana Irene que apresentou folhas em menor número, porém de maior área. Adicionalmente, os híbridos Mimosa e Regina de Verão que apresentaram os menores valores médios de fitomassa seca das folhas foram os que registraram maior valor para fitomassa seca do caule. Esses dados foram influenciados pelos maiores valores de diâmetro do caule observados nesses híbridos e de comprimento do caule observado, sobretudo no híbrido Mimosa que se destacou em relação aos demais híbridos nessa variável.

Apesar da maior fitomassa seca das folhas obtidas no híbrido Americana Irene não foi suficiente para alterar a fitomassa seca total da planta em razão da menor fitomassa seca do caule registrada para esse híbrido em relação aos demais. Com isso, em razão da parte aérea da planta constituir a maior proporção em massa comparado com o sistema radicular, houve uma compensação na fitomassa seca total da planta nesse híbrido devido ao menor crescimento do caule em comprimento e em massa acumulada.

A maior acumulação de fitomassa seca da folha no híbrido Americana Irene é o reflexo da maior área foliar, pois o valor dessa variável está associado diretamente ao da área fotossintética da planta. Plantas com maior área fotossintética, conseqüentemente, terão maior produção de fotoassimilados, resultando em crescimento e desenvolvimento. Guimarães et al. (2011), ao trabalhar com 20 acessos de alface para produção orgânica em vasos, obtiveram resultados de produção de massa seca da parte aérea semelhantes aos obtidos neste experimento.

A massa seca das plantas está diretamente associada à capacidade de fixação de CO<sub>2</sub> atmosférico, por fotossíntese, e esta é tanto mais elevada quanto maior for a área foliar da planta. Entretanto, o ganho de massa não pode ser atribuído apenas à área foliar, mas também à capacidade de aproveitamento da energia luminosa, que envolve, sobretudo o mecanismo de fixação de carbono, que é o responsável principal por governar o crescimento e o desenvolvimento vegetal (CARON et al., 2012). Já Santos et al. (2009), ao verificarem que os cultivares de alface expostos a altas temperaturas do ar, com médias mínima e máxima de 20,3 e 35,3 °C, respectivamente, apresentaram reduções significativas da massa seca total, variando de 52,5 a 111,5 g planta<sup>-1</sup>.

Analisando o desdobramento da interação dos fatores níveis de sombreamento dentro de cada híbridos sob a fitomassa seca das raízes registrou-se um comportamento diferenciado dos níveis de sombreamento nos diferentes híbridos avaliados (Tabela 10). Para o híbrido Americana Irene, o acúmulo de fitomassa seca nas raízes foi maior apenas no nível de sombreamento adotados de 50% comparado ao cultivo a céu aberto. Já para o híbrido Boston Branca registrou-se o maior acúmulo de fitomassa seca nas raízes quando esse foi cultivado sob o nível de sombreamento de 30% quando comparado ao nível de 70% e ao cultivo a céu aberto. Adicionalmente o híbrido Regina de Verão registrou maior valor para fitomassa seca das raízes na condição de sombreamento de 70% quando comparado aos níveis de 30 e ao cultivo a céu aberto. Por fim, verificou-se que o nível de sombreamento adotado não alterou de forma significativa a fitomassa seca das raízes nem quando comparado com o cultivo a céu aberto para o híbrido Mimosa. Esses resultados indicam o comportamento diferenciado desse híbridos em relação as condições de cultivo os quais estavam expostos.

Pelos resultados obtidos verificou-se que o maior acúmulo de massa nas raízes nos híbridos Americana Irene e Regina de Verão ocorreu quando a temperatura do solo se encontrava com menores valores de 29,2 e 28,1<sup>0</sup>C nos níveis de sombreamento de 50 e 70%, respectivamente. Nesse caso, a menor temperatura do solo nessas condições favoreceu o crescimento do sistema radicular dessas plantas. Por outro lado, o híbrido Boston Branca registrou maior acúmulo de massa seca com a temperatura do solo mais elevada de 31,5<sup>0</sup>C em relação ao obtido na temperatura do solo de 29,6 e 28,2<sup>0</sup>C nas condições de 50 e 70% de sombreamento. Adicionalmente, a temperatura do solo não influenciou no crescimento da raiz em termos de massa nos diferentes níveis de sombreamento adotados para o híbrido Mimosa, indicando uma maior tolerância desse híbrido quanto ao crescimento da raiz mesmo quando cultivado a céu aberto.

A interação dos fatores níveis de sombreamento e híbridos foi significativa também para a relação parte aérea: raiz (Tabela 11). Nesse caso, estudando o comportamento dos híbridos dentro de cada nível de sombreamento podemos constatar que o híbrido Americana Irene se destacou em relação aos demais materiais. No cultivo a céu aberto o híbrido Americana Irene se sobressaiu em relação aos híbridos Boston Branca e Regina de Verão quanto ao crescimento da parte aérea em relação a raiz. Já na condição de sombreamento de 30%, esse híbrido superou os híbridos Boston Branca e Mimosa, na condição de sombreamento de 50% superou apenas o híbrido Boston Branca e por fim na condição de sombreamento de 70% foi superior aos demais híbridos quanto a relação parte aérea raiz.

O resultado encontrado para essa variável está em sintonia com os dados observados para o híbrido Americana Irene nas características de área foliar da planta e fitomassa seca da folha que apresentaram maiores valores e para a fitomassa seca da raiz que registrou menor valor nesse híbrido, o que resultou no aumento da relação parte aérea: raiz.

A relação parte aérea raiz nos revelou que o híbrido Americana Irene apesar de apresentar uma menor fitomassa seca de raízes entre os híbridos avaliados resultou em um maior acúmulo de fitomassa na parte aérea das plantas. Esse fato revela que esse híbrido foi mais eficiente do que os demais híbridos em promover a absorção e translocação de água e nutrientes para suprir as demandas nutricionais e fisiológicas da planta mesmo com menor sistema radicular disponível.

**Tabela 11** - Valores médios da fitomassa seca total e relação parte aérea raiz da planta da alface em função de níveis de sombreamento e híbridos. UEPB/CCHA. Catolé do Rocha-PB, 2017.

		Relação parte aérea : raiz			
		Híbridos			
Níveis de sombreamento (%)	Fitomassa seca total (g.planta <sup>-1</sup> )	Americana Irene	Boston Branca	Regina de Verão	Mimosa
0	7,93 b	7,56 A	3,98 B	4,88 BC	5,44 AB
30	9,97 a	7,54 A	3,35 B	5,24 AB	4,41 B
50	10,70 a	5,90 A	3,24 B	5,56 AB	6,56 A
70	10,91 a	7,45 A	4,92 B	3,53 B	5,02 B
DMS	1,87	2,42			
Híbridos	-	Níveis de sombreamento (%)			
		0	30	50	70
Americana Irene	10,21 a	9,34 A	7,54 AB	5,90 B	7,45 AB
Boston Branca	9,95 a	4,42 A	3,35 A	3,24 A	4,92 A
Regina de Verão	9,63 a	5,19 A	5,24 A	5,56 A	3,53 A
Mimosa	9,77 a	5,63 A	6,41 A	6,56 A	5,02 A
DMS	0,96	2,39			

As médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

Por outro lado, estudando os efeitos dos níveis de sombreamento dentro de cada híbrido testado observa-se que apenas no híbrido Americana Irene a relação parte aérea raiz foi maior no cultivo a céu aberto em relação ao cultivo de alface em condições de 50% de sombreamento. Nos demais híbridos avaliados, não se observaram diferenças significativas na relação parte aérea raiz nos diferentes níveis de sombreamentos avaliados em razão de que nesses genótipos se observaram maiores valores de fitomassa seca das raízes e menor crescimento da parte aérea em relação ao híbrido Americana Irene, o que resultou numa menor relação parte aérea raiz independentemente do nível de sombreamento adotado.

Essa ausência de diferença significativa na relação parte aérea raiz quando os híbridos estavam sob a cobertura das telas de sombreamento variou de 0,7, 0,5 e 0,2°C nos diferentes

níveis de sombreamento de 30, 50 e 70%, respectivamente. Adicionalmente, um fator que pode ter contribuído para a equalização desses valores de temperatura do solo é que a cultura da alface é irrigada, sendo o solo mantido úmido (HIRATA; HIRATA, 2016).

### **4.3. Características de Produção e Qualidade de Plantas de Alface**

#### **4.3.1. Produção da Alface**

Em relação à produção da alface não se observaram diferenças significativas da interação dos fatores níveis de sombreamento e híbridos; porém se registrou efeitos isolados dos fatores níveis de sombreamento e híbridos sob a massa fresca da cabeça e produtividade, da alface (ANEXO C).

Foi observado maior massa fresca da planta e produtividade da alface quando essas foram cultivadas nos níveis de sombreamento de 50 e 70% em relação as plantas oriundas do cultivo a céu aberto, que não diferiu das plantas sombreadas a 30% (Tabela 12). Apesar do número de folhas por planta não ter apresentado diferenças significativas com o aumento dos níveis de sombreamento, houve uma tendência de elevação nos valores dessa variável à medida que o sombreamento se acentuou até 70%, o que pode ter contribuído para os maiores valores de massa fresca da planta, uma vez que, as folhas representam a maior proporção da parte aérea da planta em relação ao caule.

Adicionalmente, o comprimento e diâmetro do caule, o diâmetro da cabeça, as fitomassa secas de folhas, caule e total também se elevaram quando se aumentou os níveis de sombreamento na planta de 50 e 70%, o que pode ter ajudado para que se observassem os maiores valores de massa fresca da planta e da produtividade nessas condições de cultivo da alface.

Essas características citadas acima se beneficiaram dos menores valores de radiação em baixo da tela, sobretudo quando a alface foi cultivadas nas telas de 50 e 70% que resultou em decréscimo nos índice de radiação incidente de 48,3 e 61,6%, respectivamente (Tabela 8). Assim, a redução na radiação em baixo das telas resultou em menores valores de temperatura do ar e do solo, bem como, da elevação da umidade relativa do ar com o aumento dos níveis de sombreamento até 70%. Tais variáveis climáticas contribuíram para melhoria do microclima em baixo das telas de sombreamento refletindo assim, no aumento da massa fresca da planta e produtividade da cultura.

**Tabela 12** - Valores médios da fitomassa fresca da planta e da produtividade da planta da alface em função de níveis de sombreamento e híbridos. UEPB/CCHA. Catolé do Rocha-PB, 2017.

Níveis de sombreamento (%)	Massa Fresca da planta (g.planta <sup>-1</sup> )	Produtividade (t.ha <sup>-1</sup> )
0	102,51 b	10,825 b
30	134,95 ab	14,252 ab
50	155,72 a	16,444 a
70	172,12 a	18,177 a
DMS	46,57	4,91
Híbridos	-	-
Americana Irene	161,20 a	17,024 a
Boston Branca	140,85 ab	14,874 ab
Regina de Verão	135,66 b	14,325 b
Mimosa	129,92 b	13,719 b
DMS	24,55	2,59

As médias seguida pela mesma letra nas colunas não direrem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

Essas características citadas acima se beneficiaram dos menores valores de radiação em baixo da tela, sobretudo quando a alface foi cultivadas nas telas de 50 e 70% que resultou em decréscimo nos índice de radiação incidente de 48,3 e 61,6%, respectivamente (Tabela 8). Assim, a redução na radiação em baixo das telas resultou em menores valores de temperatura do ar e do solo, bem como, da elevação da umidade relativa do ar com o aumento dos níveis de sombreamento até 70%. Tais variáveis climáticas contribuíram para melhoria do microclima em baixo das telas de sombreamento refletindo assim, no aumento da massa fresca da planta e produtividade da cultura.

O menor acúmulo térmico nos ambiente de cultivo com tela preta e com tela termorrefletora pode significar melhores produções de alface, pois, em altas temperaturas o desenvolvimento vegetativo da cultura é afetado, em razão da aceleração da fase de juvenildade, passando precocemente para a fase reprodutiva, com baixo acúmulo de matéria seca (LIMA SALES et al., 2014).

As temperaturas elevadas durante o ciclo da alface reduzem a capacidade da expressão do potencial genético, sendo responsáveis pelas mudanças fisiológicas e morfológicas das plantas, afetando o crescimento, a produção e a qualidade, impedindo os genótipos de expressar todo seu potencial. Com isso, diferenças de produção em diferentes experimentos desenvolvidos em condições ambientais diferentes estão relacionados não só ao manejo, mas a adaptação climática do genótipo; assim, a produção satisfatória obtida neste estudo está relacionado a termo tolerância destes genótipos, já que a região apresenta temperaturas que restringem o cultivo (SOUZA et al., 2013).

A produtividade da alface também é reduzida por fotoinibição, causada por radiação solar elevada. A espécie requer sombreamento para produção de maior quantidade de massa

fresca por planta, decorrente da diminuição do tecido paliçádico e do aumento do lacunoso, o que aumenta a área foliar específica (FU et al., 2012). A fotossíntese em ambientes com menos luz é compensada pela maior radiação difusa, o que contribui para maior quantidade de massa por planta (RADIM et al., 2004).

Em trabalho desenvolvido por Silva et al. (2015) com o objetivo de avaliar o desempenho agrônômico de duas cultivares de alface, lisa (Baba de Verão) e crespa (Vera), no Acre, sob diferentes níveis de sombreamento, épocas de plantio e preparo do solo em sistema orgânico verificaram que a menor radiação sobre a cultura da alface foi obtida no cultivo com telas de sombreamento que promoveram uma produção de folhas maiores e mais tenras.

Adicionalmente, para avaliar o efeito de telas de sombreamento em relação ao pleno sol sobre a capacidade fotossintética e a produtividade de alface crespa cultivar Elba nas condições climáticas de Santarém – PA, verificou-se que houve um ganho de produtividade (49,26% e 48,47%, respectivamente, em relação ao cultivo a pleno sol) em virtude do maior número de folhas, peso de uma planta e alocação de massa seca para as folhas (GUERRA et al., 2017). Esses mesmos autores constaram que o aumento de produtividade para alface cultivado sob as telas de sombreamento se deram através de incrementos na atividade fotossintética das plantas.

Tomando como base a comparação entre os híbridos verificou-se tanto para a massa fresca da planta quanto para a produtividade da alface que o híbrido Americana Irene se destacou em relação aos híbridos Regina de Verão e Mimosa. O híbrido Boston Branca apresentou valores intermediários que não diferiu significativamente entre o grupo formado pelo híbrido American Irene e o grupo formado pelos híbridos Regina de Verão e Mimosa.

Neste estudo, pode-se afirmar que os incrementos em produtividade sobretudo no híbrido Americana Irene são devidos a maior área foliar e das fitomassas fresca e seca das folhas, favorecendo o acúmulo individual de massa fresca, resultado da alteração dos níveis de radiação incidente e da temperatura em baixo das telas de sombreamento.

Em estudo realizado com a cultura da alface, foi observado a maior acumulação de fitomassa seca da parte aérea e total no cultivar Americana Rafaela®; os autores desse estudo relatam que é o reflexo da maior área foliar, pois o valor dessa variável está associado diretamente ao da área fotossintética da planta; plantas com maior área fotossintética, conseqüentemente, terão maior produção de fotoassimilados, resultando em crescimento e desenvolvimento (GONÇALVES et al., 2017).

Salienta-se que para o ótimo crescimento e desenvolvimento das plantas, os fatores ambientais que interferem nesse processo (fotossíntese, transpiração, respiração, absorção de água e elementos minerais e seu transporte) devem ajustar-se a níveis considerados ótimos, já que a relação que há entre eles depende da taxa ou velocidade do processo fotossintético e, por consequência, o crescimento das plantas (ZUFFO et al., 2016).

#### **4.3.2. Qualidade da Alfaca**

Quanto a qualidade das plantas da alfaca não se observaram diferenças significativas da interação dos fatores níveis de sombreamento e híbridos; porém se registrou efeito significativo isolados dos níveis de sombreamento sob o pH e os sólidos solúveis e efeito significativo dos híbridos sob apenas os sólidos solúveis. (ANEXO C).

Analisando a qualidade das folhas da alfaca foi observado comportamento distinto entre as variáveis avaliadas (ANEXO C). Os valores de pH aumentaram e os da acidez total e dos sólidos solúveis reduziram com o aumento dos níveis de sombreamento de 0 para 70% (Tabela 13). Nesse sentido foram registrados maior valor para pH quando a alfaca foi cultivada sob sombreamento de 50 e 70% em relação ao cultivo a céu aberto, enquanto que, nos sólidos solúveis se observou comportamento inverso com maior valor registrado no cultivo a céu aberto comparado com os demais níveis de sombreamento de 30, 50 e 70%, respectivamente. No tocante a acidez total, não houve alteração significativa com o aumento dos níveis de sombreamento na cultura até 70%.

Os resultados encontrados neste trabalho evidenciam que, quando comparado os diferentes níveis de sombreamento resultou em alterações significativas no pH do tecido vegetal da alfaca. Bezerra Neto et al. (2006) trabalhando com a cultivar ‘Tainá’ em consórcio com cenoura nas condições de Mossoró, RN, também não encontrou efeito significativo sob essa variável, e seus valores variaram de 6,17 a 6,27. Desta forma fica evidente que o pH da alfaca é influenciado pelas condições ambientais e varia de cultivar pra cultivar.

Pelos dados médios observados verifica-se a tendência de que a medida que se aumentou o pH se reduziu a acidez total com o aumento dos níveis de sombreamento. Já em relação aos sólidos solúveis houve redução dos seus valores com o aumento do nível de sombreamento. Nessa condição, a planta cresceu mais em condições sombreadas, porém reduziu a proporção de açúcares disponíveis na folha.

**Tabela 13** - Valores médios do pH, acidez total e sólidos solúveis da alface em função de níveis de sombreamento e híbridos. UEPB/CCHA. Catolé do Rocha-PB, 2017.

Níveis de sombreamento (%)	pH	Acidez total	Sólidos solúveis (%)
0	6,17 b	5,48 a	3,49 a
30	6,27 ab	5,21 a	2,74 b
50	6,32 a	5,07 a	2,60 b
70	6,36 a	4,74 a	2,12 c
DMS	0,13	0,84	0,38
Híbridos	-	-	-
Americana Irene	6,20 a	4,61 a	2,55 b
Boston Branca	6,33 a	5,22 a	2,91 a
Regina de Verão	6,32 a	5,52 a	2,85 ab
Mimosa	6,25 a	5,13 a	2,61 ab
DMS	0,16	0,83	0,32

As médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

O teor de sólidos solúveis nas folhas da alface cultivada nos diferentes níveis de sombreamento provavelmente se deu em função do ajustamento da planta as condições da radiação incidente. Assim, pode inferir que a redução da radiação é benéfica ao acúmulo de massa seca na planta em detrimento da acumulação de açúcares na folha da alface. Bezerra Neto et al. (2006) encontraram valores médios de °BRIX para cultivar ‘Tainá’ variando de 3,59 a 3,15°Brix.

Levando em consideração o efeito de híbridos sob as variáveis de qualidade da planta da alface, verificou-se que o pH e a acidez total não se alteraram nos diferentes híbridos testados. No entanto, em relação aos sólidos solúveis houve diferença significativa apenas entre os híbridos Boston Branca e Americana Irene, no qual o primeiro apresentou maior valor para essa variável. O maior número de folhas observados no híbrido Boston Branca em relação ao Americana Irene pode ter contribuído para elevação da taxa fotossintética na planta e proporcionado a maior translocação de fotoassimilados após a fase de crescimento da planta refletindo no maior acúmulo de açúcares nas folhas.

A variação entre os resultados encontrados neste trabalho e na literatura em relação ao pH, acidez total e sólidos solúveis deve-se provavelmente a divergência genética e ambiental utilizada, evidenciando assim que o desenvolvimento e a composição química das plantas podem variar entre diferentes espécies e mesmo dentro de cada espécie, de acordo com as condições ambientais as quais são submetidas (FREIRE et al., 2009).

## 5. CONCLUSÕES

- Os níveis de sombreamento adotados de 50 e 70% se destacaram em promover o maior crescimento da planta e particionamento de massa direcionado a parte aérea em comparação ao cultivo a céu aberto.
- O híbrido Americana Irene apresentou folhas em menor número, porém de maior tamanho independentemente do nível de sombreamento adotado.
- A relação parte aérea raiz foi maior no híbrido Americana Irene em relação ao demais híbridos apenas quando se utilizou o nível de sombreamento de 70%.
- A maior massa fresca da planta e produtividade foi obtida no híbrido Americana Irene quando cultivado com as telas de sombreamento de 50 e 70% em comparação ao cultivo a céu aberto.
- A elevação dos níveis de sombreamento elevou os valores de pH e reduziram a acidez total e os sólidos solúveis em plantas de alface.
- Os valores de sólidos solúveis foram maiores no híbrido Boston Branca apenas quando comparado ao Americana Irene independentemente do nível de sombreamento.

## 6. REFERÊNCIAS

- ANDRIOLO, J.L. **Fisiologia das culturas protegidas**. Santa Maria: UFSM, 1999. 142 p.
- AGRICOLA, S. **Sombrite Telas**. 2012. Disponível em: <<http://www.agenciaweber.com.br/arquivos/sites/sombritetelas/produtos.php>> Acesso em: 01 de março de 2018.
- ALENCAR, T.A.; TAVARES, A.T.; CHAVES, P.P.N.; FERREIRA, T.A.; NASCIMENTO, I.R. Efeito de intervalos de aplicação de urina bovina na produção de alface em cultivo protegido. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.7, n.3, p.53-67, 2012.
- 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.
- ARANTES, C. R. D. A.; JUNIOR, S. S.; CAMILI, E. C.; DIAMANTE, M. S.; PINTO, E. S. C. Produção e tolerância ao pendoamento de alface-romana em diferentes ambientes. **Revista Ceres**, v.61, n.5. p.558-566, 2014.
- ARAÚJO NETO, S. E. et al. Rentabilidade da produção orgânica de alface em função do ambiente, preparo do solo e época de plantio. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 43, n.4, p. 783-791, 2012.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemistry**. 12. ed. Washington: JAOAC, 1992. 1015 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO COMERCIO DE SEMENTES E MUDAS – ABCSEM. **Dados do setor**. Disponível em: <<http://www.abcsem.com.br/dados-do-setor>>. Acesso em: 15 de março de 2018.
- BANDEIRA, G.R.L.; PINTO, H.C.S.; MAGALHÃES, P.S.; ARAGÃO, C.A.; QUEIROZ, S.O.P.; SOUZA, E.R.; SEIDO, S.L. Manejo de irrigação para cultivo de alface em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, v.29, n.2, p.237-241, 2011.
- BECKMANN, M.Z.; DUARTE, G.; BURCK, R.; PAULA, V. A. Radiação solar em ambiente protegido cultivado com tomateiro nas estações verão-outono do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, v.36, n.1, p.86-92, 2006.
- BERTINI, C.H.M.; PINHEIRO, E.A.R.; NÓBREGA, G.N.; DUARTE, M. L. Desempenho agrônômico e divergência genética de genótipos de coentro. **Revista Ciência Agrônômica**, v.41, n.3, p.409-416, 2010.
- 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.; ROCHA, H. C.; QUEIROGA, R. C. F. Produtividade de alface em função de condições de sombreamento, temperatura e luminosidade elevadas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, n.2, p.189-192, 2005.

BEZERRA NETO, F. et al. Qualidade nutricional de cenoura e alface cultivadas em Mossoró-RN em função da densidade populacional. **Horticultura Brasileira**, v.24, n.4, p.476-480, 2006.

BLIND, A.D.; FILHO, D.F.S.. Desempenho de cultivares de alface americana cultivadas com e sem mulching em período chuvoso da Amazônia1. **Revista Agro@mbiente On-line**, v. 9, n. 2, p. 143-151, 2015.

BRANT, R.S.; PINTO, J.E.B.P.; ROSA, L.F.; ALBUQUERQUE, C.J.B.; FERRI, P.H.; CORRÊA, R.M. Crescimento, teor e composição do óleo essencial de melissa cultivada sob malhas fotoconversoras. **Ciência Rural**, v.39, n.3, p. 1401-1407, 2009.

CARON B.O.; SOUZA, V.Q, TREVISAN R.; BEHHLING, A., SCHMIDT, D.; BAMBERG, R. & ELOY, E. Eficiência de conversão da radiação fotossinteticamente ativa interceptada em fitomassa de mudas de eucalipto. **Revista Árvore**, v.36, n.2, p.833-842, 2012.

COSTA, E. SANTOS, L. C. R.; VIEIRA, L. C. R. Produção de mudas de mamoeiro utilizando diferentes substratos, ambientes de cultivo e recipientes. **Engenharia Agrícola**,v.29, n.4, p.528-537. 2009.

COSTA, C. M. F. et al. Desempenho de cultivares de rúcula sob telas de sombreamento e campo aberto. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 32, n. 1, p. 93-102, 2012.

CUNHA, A.R. **Parâmetros agrometeorológicos de cultura de pimentão (*Capsicum annuum* L.) em ambientes protegido e campo**. Faculdade de Ciências Agrônômicas, 2001 128 p. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu-SP, 2001.

DIAMANTE, M.S.; SEABRA JÚNIOR, S.; INAGAKI, A.M.; SILVA, M.B.; DALLACORT, R. Produção e resistência ao pendoamento de alfaces tipo lisa cultivadas sob diferentes ambientes. **Revista Ciência Agrônoma**, v. 44, n. 1, p. 133-140, 2013.

FELTRIN. **Alface Babá de verão**. 2012. Disponível em: <<https://www.sementesfeltrin.com.br/Produto/alface-baba-de-verao-MANTEIGA>>. Acesso [em: 25 de fevereiro 2018].

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.

FONSECA, J. R. O. **Cultivos consorciados entre alface, cenoura, manjeriço e melissa**. 2009. 151p. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias, área de concentração em

Agroecologia) – Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais: Montes Claros, 2009.

FONTANÉTTI, A.; CARVALHO G.J.; GOMES, L.A.A.; ALMEIDA K.; MORAES, S.R.G; TEIXEIRA, C.M. Adubação verde na produção orgânica de alface americana e repolho. **Horticultura Brasileira**, v. 24, n.2, p.146-150, 2006.

FONTES, P.C.R. **Olericultura**: teoria e prática. 1 ed. Viçosa: UFV, 2005. 486p.

FREIRE, A.G.; OLIVEIRA, F.A.; CARRILHO, M.J.S.; TEIXEIRA, M.K.; FREITAS, D.C. Qualidade de cultivares de alface produzidas em condições salinas. **Revista Caatinga**, v.22, n.4, p.81-88, 2009.

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.

GONÇALVES, E.D.V.; DARTORA, J.; MENDOÇA, H.F.C.; RISATO, B.B.; DILDEY, O.D.; COLTRO-RONCATO, S.; SANTANA, J.C.; KLOSOWSKI, E.S.; ECHER, M.M.; TSUTSUMI, C.Y.; Crescimento e produtividade de cultivares de alface em ambiente protegido com e sem telas termorefletoras. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 16, n. 2, p. 193-199, 2017.

GUERRA, A.M.N.M.; COSTA, A.C.M.; TAVARES, P.R.F. Atividade fotossintética e produtividade de alface cultivada sob sombreamento. **Revista Agropecuária Técnica**, v. 38, n. 3, p. 125-132, 2017.

GUIMARÃES, M.A; MANDELLI, M.S. & SILVA, D.J.H. Seleção de genótipos de *Lactuca sativa* L. para a produção com adubação orgânica. **Revista Ceres**, v.58, n. 2, p.202-207, 2011.

GUISELINI, C.; SENTELHAS, P. C.; PANDORFI, H.; HOLCMAN, E. Manejo da cobertura de ambientes protegidos: Radiação solar e seus efeitos na produção da gérbera. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n.6, p.645–652, 2010.

GUISELINI, C.; SENTELHAS, P. C.; OLIVEIRA, R. C. Uso de malhas e sombreamento em ambiente protegido II: Efeito sobre a radiação solar global e a fotossinteticamente ativa no crescimento e produção da cultura de pimentão. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.11, n.1, p.15-26, 2004.

GUISELINI, C.; SENTELHAS, P.C. Uso de malhas de sombreamento em ambientes protegidos. I - Efeito na temperatura e na umidade relativa do ar. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.12, n.1, p.9-17, 2004.

HIRATA, A.C.S.; HIRATA, E.K. Telas de sombreamento no cultivo de hortaliças folhosas. **Pesquisa e Tecnologia**, v.13, n.1, Jan – Jun, 2016. Disponível em: <http://www.aptaregional.sp.gov.br/pesquisar-em-todo-o-site.html?q=Telas+de+sombreamento+no+cultivo+de+hortali%C3%A7as+folhosas>  
>Acessado em 20 de outubro de 2017.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 3ª ed. São Paulo: Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz. 1985, 553 p.

ISLA. **Alface Boston Branca**. Disponível em: < [https://isla.com.br/produto/Alface-Boston-Branca-\(Manteiga\)/27](https://isla.com.br/produto/Alface-Boston-Branca-(Manteiga)/27) >. Acesso em 25 de janeiro de 2018.

JACKSON, L; MAYBERRY, K; LAEMMLEN, F; KOIKE, S; SCHLUBACK, K. **Iceberg lettuce production in California**. Disponível em: <[anrcatalog.ucdavis.edu/pdf/7215.pdf](http://anrcatalog.ucdavis.edu/pdf/7215.pdf)>. Acessado em 15 de outubro 2017

LIMA, M.E.; CARVALHO, D.F.; SOUZA, A.P.; ROCHA, H.S.; GUERRA, J.G.M. Desempenho do cultivo da berinjela em plantio direto submetida a diferentes lâminas de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, n. 6, p. 604-610, 2012.

LIMA SALES, F. A.; BARBOSA FILHO, J. A. D.; BARBOSA, J.P.R.A.D.; VIANA, T.V.A.; FREITAS, C.A.S. Telas agrícolas como subcobertura no cultivo de alface hidropônica. **Ciência Rural**, v.44, n.10, p.1755-1760, 2014.

LUZ, A.O.; SEABRA JÚNIOR, S.; SOUZA, S. B. S.; NASCIMENTO, A. S. Resistência ao pendoamento de genótipos de alface em ambientes de cultivo. **Agrarian**, v.2, n.6, p.71-82, 2009.

MAGALHÃES, A. G. ; MESQUITA, J. C. P. ; MENEZES, D. ; Resende, L. V. ; MELO, R. O. LINHAGENS E CULTIVARES DE ALFACE DE FOLHAS LISAS SOB CULTIVO HIDROPÔNICO.. In: **45º Congresso Brasileiro de Olericultura**., 2005, Fortaleza: SOB (CD-ROM)

MALAVOLTA, E. 1980. Elementos de nutrição mineral de plantas. São Paulo. Agronômica Ceres.251p.1992. ABC da análise de solos e folhas São Paulo: Agronômica Ceres, 124p.

MEDEIROS, D.C.; LIMA, B.A.B.; BARBOSA, M.R.; ANJOS, R.S.B.; BORGES, R.D.; CAVALCANTE NETO, J.G.; MARQUES, L.F. Produção de mudas de alface com biofertilizantes e substratos. **Horticultura Brasileira**, v. 25, n. 3, p. 433-436, 2007.

MOCELIN, A.F.B.; FIGUEIREDO, P.M.S. Avaliação Microbiológica e Parasitológica das Alfases Comercializadas em São Luís – MA. **Revista de Investigação Biomédica do Uniceuma**, v.1, n.1, p.97-107, 2009.

MONTEITH, J.L.; UNSWORTH, M.L. **Principles of environmental physics**. London: Edward Arnold, 2008. 418p.

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.

MORENO-FONCECA, L.P. Respuesta de las plantas al estrés por déficit hídrico: Una revisión. **Agronomía Colombiana**, v. 27, n. 2, p. 179-191, 2009.

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

NOVO, A.A.C.; J.F.; SOUZA, C.H.E.; PEREIRA, P.R.G.; MARTINEZ, H.E.P.; FONTES, P.C.R.; COMETTI, N.N. Influência de sombreamento sobre o crescimento e teores de nitrato em hortaliças folhosas em hidroponia. **Revista Universo acadêmico**, v. 13, n. 1, p. 1-16 2008.

PEREIRA, AKS. **Épocas de aplicação e doses de nitrato de cálcio em alface americana**. 2015. 33p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual de Goiás, Ipameri-GO, 2015.

PINHEIRO, R.R. **Malhas de sombreamento fotoseletiva no crescimento e produção de alface hidropônico**. 2015. 33p. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Agricultura e Ambiente) - Universidade Federal de Santa Maria, UFSM - RS, 2015.

PREVEDELLO, C.L. Energia Térmica do Solo. In: VANLIER, Q., ed. **Física do solo**.: SBCS, 2010.cap.5 p.178-211.

PUIATTI, M.; FINGER, F. L. Fatores climáticos. In: FONTES, P.C.R. **Olericultura: teoria e prática**. Viçosa, 2005. p.17-30.

QUERINO, C.A.S.; LIMA MOURA, M.A.; QUERINO, J.A.S. RADOW, C.V.; MARQUES FILHO, A.O. Estudo da radiação solar global e do índice de transmissividade (KT), externo e interno, em uma floresta de mangue em Alagoas-Brasil. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.26, n.2, 204 - 294, 2011.

RADIN, B.; REISSER JÚNIOR, C.; MATZENAUER, R.; BERGAMASHI, H. Crescimento de cultivares de alface conduzidas em estufa e a campo. **Horticultura brasileira**, v.22, n.2, p. 178-181, 2004.

RIBEIRO, M. C. C.; BENEDDITO, C. P.; LIMA, M. S.; FREITAS, R.S., MOURA, M.C.F. Influência do sombreamento da alface em cultivo hidropônico. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.2, n.2, p. 69-72, 2007.

SAEG - Sistema para Análises Estatísticas, Versão 9.1: Fundação Arthur Bernardes - UFV - Viçosa, 2007.

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

SALES et al. Telas agrícolas como subcobertura no cultivo de alface hidropônica. **Ciência Rural**, v. 44, n. 10, p. 1755-1760, 2014.

SANTANA, M. J. DE.; RIBEIRO, A. A.; MANCIN, C. A. Evapotranspiração e coeficientes de cultura para o alface e a rúcula cultivadas em Uberaba-MG. **Revista Inova Ciência amp; Tecnologia**, v.2, n.2, p.7-13, 2016

SANTI, A.; CARVALHO, M. A. C.; CAMPOS, O. R.; SILVA, A. F.; ALMEIDA, J. L.; MONTEIRO, S. Ação de material orgânico sobre a produção e características comerciais de cultivares de alface. **Horticultura Brasileira**, v. 28, n.1, p. 87-90, 2010.

- SANTI, A; SCARAMUZZA, W.L.M.P; NEUHAUS, A; DALLACORT, R; KRAUSE, W; TIEPPO, RC. Desempenho agrônomo de alface americana fertilizada com torta de filtro em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, v.31, n.2, p.338-343, 2013.
- 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**, v.8, n.1, p.83- 93, 2010.
- SANTOS, C.L.; SEABRA JÚNIOR, S.; LALLA, J.G.; THEODORO, V.C.A.; NESPOLI, A. Desempenho de cultivares de alface tipo crespa sob altas temperaturas em Cáceres-MT. **Agrarian**, v.2, n.3, p.87-98, 2009.
- 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.
- SEABRA JÚNIOR, 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**, v.27, n.2, p.3171-3176, 2009.
- SILVA, V.F. **Cultivares de alface em diferentes espaçamentos sob temperatura e luminosidade elevadas**. ESAM, 1999. 25p. Dissertação (Mestrado) -, Escola Superior de Agricultura de Mossoró, Mossoró, RN, 1999.
- SILVA, O.M.P. **Desempenho produtivo e qualitativo de cultivares de alface em diferentes épocas de plantio em Mossoró- RN**, UFRSA, 2014. 102p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró, RN, 2014.
- SILVA, E. M. N. C. P. et al. Desempenho agrônomo de alface orgânica influenciado pelo sombreamento, época de plantio e preparo do solo no Acre. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 50, n. 6, p. 468-474, 2015.
- SILVA, D.F.; SOARES, P.R.; NOGUEIRA, P.V.; PECHE, P.M. & VILLA, F. The production on *Physalis* spp. Seedling grown under different-colored shade nets. **Acta Scientiarum**, v.38, n.2, p.257-263, 2016.
- 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.
- SUINAGA, F.A.; BOITEUX, L.S.; CABRAL, C.S., RODRIGUES, C.S. Desempenho produtivo de cultivares de alface crespa. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, Embrapa Hortaliças, n. 89, 2013a, 15 p.
- SUINAGA, F.A; BOITEUX, L.S.; CABRAL, C.S.; RODRIGUES, C.S. **Métodos de avaliação do florescimento precoce e identificação de fontes de tolerância ao calor em cultivares de alface do grupo varietal crespa**. Brasília: Embrapa Hortaliças, (Comunicado técnico). 2013b.
- TAIZ, L.; ZIEGER, E. **Fisiologia vegetal**. 6.ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 888p.

TOSTA, M.A.; BORGES, F.S.P.; REIS, L.L.; TOSTA, J.S.; MENDONÇA, V.; TOSTA, P.A.F. Avaliação de quatro variedades de alface para cultivo de outono em Cassilândia-MS. **Agropecuária Científica no Semi-Árido**, v.5, n.1, p.30-35, 2009.

VIEIRA, J.C.B. **Desempenho de quatro cultivares de alface em diferentes ambiente e épocas de cultivo no município de Viçosa – MG**. 2016. 53 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG, 2016.

ZUFFO, A.M.; JÚNIOR, J.M.Z.; SILVA, L.M.A.; SILVA, R.L.; MENEZES, K.O. Análise de crescimento em cultivares de alface nas condições do sul do Piauí. **Revista Ceres**, v. 63, n.2, p. 145-153, 2016

## 7. ANEXOS.

**QUADRO A** - Resumo da análise de variância para as variáveis de altura da planta (AP), diâmetro do caule (DC), comprimento do caule (CC), comprimento da raiz (CR), diâmetro da cabeça (DCAB), número de folhas (NF) e área foliar da planta (AF) da alface em função de níveis de sombreamento e híbridos. UEPB/CCHA. Catolé do Rocha-PB, 2017.

. Fontes de variação	GL	Quadrados médios						
		AP	DC	CC	CR	DCAB	NF	AF
Bloco	3	4,237	0,025	0,895	2,273	3,210	10,192	2457,371
Sombreamento (S)	3	34,342*	0,394*	12,944*	31,506*	65,806*	12,034 <sup>ns</sup>	610,278 <sup>ns</sup>
Erro A	9	11,042	0,128	1,565	1,547	9,295	9,277	300,781
Híbridos (H)	3	12,057*	0,103 <sup>ns</sup>	6,563*	1,249 <sup>ns</sup>	3,253 <sup>ns</sup>	151,013*	5833,462*
Interação S x H	9	1,152 <sup>ns</sup>	0,016 <sup>ns</sup>	1,684 <sup>ns</sup>	1,243 <sup>ns</sup>	0,914 <sup>ns</sup>	2,292 <sup>ns</sup>	1728,883 <sup>ns</sup>
Erro B	36	2,482	0,049	0,851	1,421	2,485 <sup>ns</sup>	8,614	1192,890
CV A (%)	-	20,33	20,47	30,78	8,89	10,54	13,58	16,55
CV B (%)	-	9,64	12,74	22,70	8,52	5,45	13,09	32,95

**QUADRO B** - Resumo da análise de variância para as variáveis de fitomassa seca da folha (FSFO), do caule (FSCA), da raiz (FSRA), total (FSTO) e relação parte aérea raiz (RPARA) da planta da alface em função de níveis de sombreamento e híbridos. UEPB/CCHA. Catolé do Rocha-PB, 2017.

Fonte de variação	GL	Quadrados médios				
		FSFO	FSCA	FSRA	FSTO	RPARA
Bloco	3	0,823	0,004	0,063	1,331	0,152
Sombreamento (S)	3	12,371*	0,622*	1,507*	29,707*	3,787*
Erro A	9	1,461	0,096	0,199	2,887	1,282
Híbridos (H)	3	5,109*	0,829*	1,557*	0,474 <sup>ns</sup>	26,126*
Interação S x H	9	1,632 <sup>ns</sup>	0,121 <sup>ns</sup>	0,355*	1,626 <sup>ns</sup>	5,378*
Erro B	36	0,929	0,097	0,143	1,018	1,709
CV A (%)	-	17,59	22,68	26,81	17,18	20,72
CV B (%)	-	14,03	22,81	22,93	10,20	23,92

**QUADRO C** - Resumo da análise de variância para as variáveis de massa fresca da planta (MFPL), produtividade (PROD), ph, acidez total (AT) e sólidos solúveis (SS) da planta da alface em função de níveis de sombreamento e híbridos. UEPB/CCHA. Catolé do Rocha-PB, 2017.

Fonte de variação	GL	Quadrados médio				
		MFPL	PROD	pH	AT	SS
Bloco	3	334,540	3,730	0,015	1,387	0,158
Sombreamento (S)	3	15397,47*	171,702*	0,105*	1,276 <sup>ns</sup>	5,131*
Erro A	9	1774,778	19,902	0,015	0,577	0,120
Híbridos (H)	3	3609,117*	40,246*	0,057 <sup>ns</sup>	1,449 <sup>ns</sup>	0,391*
Interação S x H	9	360,656 <sup>ns</sup>	4,021 <sup>ns</sup>	0,016 <sup>ns</sup>	0,189	0,063 <sup>ns</sup>
Erro B	36	664,151	7,406	0,031	0,766	0,110
CV A (%)	-	29,77	29,76	1,96	14,85	12,73
CV B (%)	-	18,16	18,17	2,81	17,09	12,17