

FISIOLOGIA E CRESCIMENTO DA ALFACE CULTIVADA EM DESTINTOS AMBIENTES NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

Daniele Ferreira de Melo¹
Adriana Maria dos Santos²
Fabiana Terezinha Leal de Morais³
Dermeval Araújo Furtado⁴

RESUMO

Objetivou-se com este trabalho avaliar o desempenho de duas cultivares da alface cultivadas em diferentes ambientes, realizado entre os meses de agosto a outubro de 2017, em área experimental da Universidade Federal de Campina Grande, no município de Campina Grande-PB. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com seis repetições, sendo os tratamentos arranjados em esquema fatorial (2 x 2), em que os fatores foram os ambientes de cultivos (campo e estufa) e cultivares da alface (regina e mimosa vermelha). Para a obtenção das respostas do melhor desempenho das cultivares foram analisadas as variáveis de desenvolvimento e fisiológicas das cultivares, sendo estas analisadas aos 21 dias após o transplante, além das variáveis agrometeorológicas. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F ($p < 0,05$) e os que obtiveram diferença significativa, realizou-se teste de comparação de médias, através do teste de Tukey ao nível de 5 % de probabilidade. De acordo com as variáveis fisiológicas a cultivar Regina apresentou melhor desempenho e em relação ao ambiente, a estufa foi a que proporcionou melhores condições de desenvolvimento as cultivares quando comparado a produção das mesmas em campo.

Palavras-chave: Ambiência vegetal, Produção agrícola, Microclima, Condições agrometeorológicas, Elementos climáticos.

INTRODUÇÃO

A alface (*Lactuca Sativa L.*) é uma hortaliça folhosa amplamente consumida pela população mundial, sendo que o Brasil teve aproximadamente 39 mil hectares de área plantada no ano de 2017, ocupando a segunda posição entre as hortaliças produzidas, e em razão da demanda, associada à alta perecibilidade do produto e a grande extensão do Brasil, o cultivo da alface deve ser realizado em todas as regiões, para que se possam ofertar produtos de qualidade (GARCIA FILHO, 2017).

¹ Doutoranda do Curso de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, danimelo.ufcg@hotmail.com;

² Mestre do Curso de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, ttstadriana@gmail.com;

³ Mestranda do Curso de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, fabianaleal_morais@hotmail.com;

⁴ Prof. Doutor do Curso de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, araujdermeval@gmail.com;

O cultivo em regiões áridas e semiáridas do Nordeste brasileiro, limitam a produção da alface, tendo em vista que as condições meteorológicas abrangem alta radiação solar, baixa nebulosidade, altas temperaturas, baixas taxas de umidade relativa do ar e baixo índice pluviométrico, distribuídos irregularmente no tempo e no espaço, e limitados a um período muito curto do ano (ANDRADE-LIMA 1981).

A radiação solar é considerada uma das principais variáveis meteorológicas e de maneira indireta influência na temperatura, pressão atmosférica, vento, precipitação, umidade relativa do ar, além de atuar como fonte primária de energia para a maioria dos processos terrestres, em especial a fotossíntese, fenômeno responsável pela produção de energia para os vegetais (HIPPS et al., 1983; JONES e KINIRY, 1986; VIANA, 2012).

Técnicas agrícolas vêm sendo implantadas para minimizar os efeitos ocasionados pelas condições climáticas em especial na produção vegetal, visando aumento da produção e elevado o índices de produtividade (VIANA, 2012; COBAPLA, 2017).

Nesse contexto a presente pesquisa tem como objetivo avaliar a produção de duas cultivares da alface, regina e a mimosa vermelha, cultivadas em sistema de cultivo convencional à campo e em ambiente protegido, com o propósito de avaliar a influência do elementos climáticos em sua produção.

METODOLOGIA

O experimento foi desenvolvido entre agosto à outubro de 2017, em área experimental da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), localizado na zona centro oriental do estado da Paraíba, no Planalto da Borborema ($7^{\circ}13'11''S$; $35^{\circ}53'31''O$ e 547 m de altitude), região do semiárido de acordo com Köppen (1948) o clima da região é classificado como o tipo (AS'), com características climáticas, quente e úmido com temperatura máxima anual de $28,6^{\circ}C$ e mínimo de $19,5^{\circ}C$ e pluviosidade média anual de 765 mm.

Conduzido em dois ambientes distintos, sendo um ambiente protegido, em estufa tipo arco, não climatizada, disposta no sentido leste-oeste, com estrutura em ferro galvanizado, laterais revestidas com tela de sombreamento com índice de proteção de 80% de fio de polietileno e cobertura com filme plástico de polietileno de baixa densidade (PEND), com espessura de 150 μm , com 32 metros de comprimento e 20 de largura, área de 640 m^2 e altura de pé direito de 3,5 m. O experimento também foi conduzido á campo em área próxima à estufa, sem sofrer nenhuma interferência construtiva.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC), com seis repetições, em que cada repetição foi representada por uma linha do sistema de cultivo e para amostragem da repetição o mesmo foi composto por duas plantas, sendo os tratamentos arranjados em esquema fatorial (2 x 2) (Figura 1). Os fatores estudados foram ambientes e cultivares, sendo os ambientes a estufa e o campo e as cultivares a Regina e Mimosa Vermelha.



Figura 1: Produção da alface em canteiro.

Em cada ambiente de cultivo havia 72 plantas de cada cultivar, sendo que para cada repetição foram transplantadas 12 plântulas, e aos 21 dias após o transplântio (DAT) foram feitas as avaliações.

O sistema de cultivo utilizado nos ambientes foi em canteiro, com contenção de alvenaria com dimensões de 4,0 m x 1,5 m x 0,3 m, com um volume total de 1,8 m³ de solo, disposto no sentido norte-sul. Para auxiliar na retenção da água a base e laterais dos canteiros foram cobertas com lona plástica, visando manter a disponibilidade da água para cultura e minimizar as perdas por percolação.

O solo utilizado no preenchimento dos canteiros foi classificado como franco arenoso (EMBRAPA, 2006), coletado no município de Lagoa Seca – PB. Para a realização da caracterização química após a coleta, as amostras de solo foram secas ao ar, destorroadas, homogeneizadas e encaminhadas para o laboratório de irrigação e salinidade – LIS.

A análise dos atributos químicos do solo utilizado no preenchimento dos canteiros foram pH em água 5,90, matéria orgânica 1,41 %, Fósforo assimilável 0,65 mg/100g, Potássio 0,26 meq/100g de solo, Cálcio 2,08 meq/100 g de solo, Magnésio 1,47 meq/100 g de solo,

Sódio 0,08 meq/100 g de solo, Enxofre 3,86 meq/100 g de solo, Hidrogênio 4,96 meq/100 g de solo, Alumínio 0,1 meq/100 g de solo, Ausente de Carbono de cálcio qualitativo, Carbono Orgânico 0,82 meq/100 g de solo, Nitrogênio 0,08 meq/100 g de solo, Condutividade Elétrica 0,2 mmhos/cm.

A adubação do solo foi realizada através de recomendações do Laboratório de Irrigação e Salinidade, conforme metodologia de Cavalcanti (2008), em que para o plantio as doses de Nitrogênio (N), Fósforo (P_2O_5) e Potássio (K_2O), respectivamente, foram de 30, 120 e 60 ($kg\ ha^{-1}$), adubação está distribuída a lanço sobre a superfície dos canteiros e incorporados à profundidade de 15 cm, quanto à adubação de cobertura foi realizado a fertilização nitrogenada após 15 dias do plantio com $40\ kg\ ha^{-1}$, seguindo as mesmas orientações realizadas na adubação de plantio.

O transplantio das mudas foi realizado de maneira direta, onde foram retiradas as mudas dos perfis hidropônicos e transplantados em canteiro experimental já adubado previamente.

Realizaram-se o controle manual de plantas daninhas. Aos três dias após o transplantio (DAT) das mudas, iniciou-se o experimento para fins de avaliação, sendo os três dias o intervalo de tempo utilizado como fase de adaptação da cultivar com o novo ambiente de cultivo.

A irrigação foi realizada através de um acionador automático para irrigação, o “acionador simplificado para irrigação”. A água utilizada para suprimento das necessidades hídricas da cultura foi do sistema de abastecimento local (CAGEPA).

O acionador composto por uma cápsula cerâmica (ou vela de filtragem residencial de água) conectada por um tubo flexível a um pressostato de máquina de lavar roupa. O procedimento de montagem consiste na instalação da cápsula porosa no substrato de cultivo, a um desnível (h) do pressostato, e no preenchimento da tubulação com água.

Em decorrência da evaporação do cultivo, o conteúdo de água no substrato diminui, provocando a formação de uma tensão dentro da cápsula que se transmite pelo tubo flexível até o pressostato. Com esta tensão, o diafragma do pressostato aciona uma bomba que estabelece a passagem de corrente elétrica através de fios elétricos, permitindo o acionamento de uma bomba hidráulica e/ou a abertura de uma válvula solenóide, e dessa forma, a passagem de água da tubulação de derivação para a linha de emissores.

Após o acionamento do sistema a água é fornecida ao solo umedecendo o substrato, fornecendo a cápsula à informação que o solo já se encontra na umidade ideal, previamente estabelecida na qual foi adotada a capacidade de campo como ideal, fazendo com que a tensão na cápsula seja aliviada e se estabeleça uma pressão positiva no pressostato, o qual cortasse a corrente de alimentação do sistema de irrigação (bomba e/ou válvula solenóide) e cessar o fornecimento de água.

A variação deste desnível representa a possibilidade de ajuste no funcionamento do dispositivo, por meio do qual, para suprir as necessidades hídricas da cultura o desnível do presente estudo foi de 0,4 m.

As cultivares da alface (*Lactuca Sativa L.*) utilizadas foram a regina (verde lisa) e a mimosa vermelha (crespa roxa). As mudas foram adquiridas do Hortifrut Sempre Verde, localizado no município de Lagoa Seca – PB. Com aproximadamente 8 folhas definitivas (30 dias de cultivo), as mesmas foram transportadas para Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, onde foram transplantadas para os canteiros em ambos os ambientes de cultivo.

Para caracterização dos ambientes estudados, a variáveis meteorológicos avaliados foram temperatura do ar, umidade relativa do ar, velocidade do vento.

As variáveis de produção e fisiológicas foram analisadas aos 21 dias após o transplântio. As avaliações destrutivas foram realizadas no laboratório de fisiologia vegetal da Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola da UFCG, localizada no Laboratório de Engenharia de Irrigação e Drenagem - LEID.

As variáveis meteorológicas foram coletadas durante todo período experimental, em intervalo de leitura a cada hora durante o dia inteiro. Para representar os dados do ambiente externo (a campo), foram utilizados dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), já no interior da estufa os parâmetros foi mensurada através de uma mini estação meteorológica.

O número de folhas foi determinado através do desfolhamento das plantas e contagem direta.

Para determinação do comprimento e diâmetro do caule foi utilizado paquímetro digital com precisão de 0,05 mm.

A área foliar (AF), expressa em cm^2 , foi estimada pelo método proposto por Benincasa (2003), onde uma amostra com área conhecida de 9 e/ou 4 cm^2 , foi retirada da folha, e encaminhada para estufa afim de se obter a massa seca da amostra. Posteriormente a área

foliar total de cada planta foi determinada pela razão entre o produto da área da amostra e a massa seca total das folhas, pela massa seca da amostra (Equação 1).

$$AFT = \frac{(\text{Área da amostra} * \text{massa da folha seca total})}{\text{Massa seca da amostra}} \quad (\text{Eq. 1})$$

As determinações do teor de clorofila em laboratório, foi realizado através do procedimento da retirada de três discos foliares com diâmetro de 0,771 mm, por meio de um furador, entre a borda e a nervura central da folha, com o peso da amostra variando entre 50-200g. Os teores de clorofilas a, b, clorofilas totais e os carotenóides foram quantificados por meio da extração dos pigmentos das amostras retiradas das folhas frescas que, após pesadas, foram trituradas em placas de petri em ambiente com mínima luminosidade, e colocadas em recipientes contendo 6 mL de acetona a 80 %, mantendo-as ao abrigo da luz e sob refrigeração durante 72 horas, após esse período, coletou-se o sobrenadante em cada amostra.

Para a quantificação dos teores de clorofila a e b foi utilizado o equipamento espectrofotômetro da marca Spectrum SP-2000UV, nos comprimentos de onda a 470, 647 e 663 nanômetros. Os valores de absorbância foram convertidos em conteúdo de clorofila a, b, total. Os procedimentos seguiram a metodologia proposta por Arnon (1949), Lichtenthaler e Welburn (1983):

$$\text{Clorofila a} = (12,7 \times A_{663} - 2,79 \times A_{647}) \quad (\text{Eq. 2})$$

$$\text{Clorofila b} = (22,9 \times A_{647} - 5,10 \times A_{663}) \quad (\text{Eq. 3})$$

$$\text{Clor. Total} = \text{Clor. a} + \text{Clor. b} \quad (\text{Eq. 4})$$

Os valores das equações foram expressos em µg de pigmento por mL de extrato. Posteriormente foram convertidos a µg de pigmento por g de matéria fresca foliar.

As trocas gasosas foram mensuradas através do equipamento IRGA (Infra Red Gas Analyser). Onde as avaliações foram realizadas em folha da região mediana do caule completamente expandidas e não sombreadas de cada repetição.

O equipamento forneceu leituras de fotossíntese líquida ou taxa de assimilação de CO₂ (A) (µmol m⁻² s⁻¹) (µmol m⁻² s⁻¹), transpiração (E) (mmol m⁻² s⁻¹), condutância estomática (gs) (mol m⁻² s⁻¹) e temperatura na câmara foliar (Tch).

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F ($p < 0,05$) e para os que obtiveram significância, foi realizado teste de comparação de médias, através do teste de Tukey ao nível de 5 % de probabilidade através do programa computacional Sisvar (Ferreira, 2009).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificou-se diferença significativa ($P < 0,05$) entre os ambientes em todas as variáveis meteorológicas analisadas. A temperatura média do ar (Figura 1) nos horários mais quentes do dia ficou nos dois ambientes acima da faixa recomendado para a cultura da alface, que deve estar compreendida entre 7 a 25 °C (SEDIYAMA et al., 2007; MALDONADE et al., 2014), sendo a média diária mais elevada no interior da estufa ($29,10 \pm 2,82$) em relação ao ambiente aberto ($24,24 \pm 2,35$). Na estufa os valores médios ficaram 4,10 °C acima da temperatura ótima para o cultivo da alface, embora algumas cultivares possa suportar geadas leves e outras temperaturas do ar mais elevadas, a depender da carga genética. Segundo Diamante et al. (2013) alfaces cultivadas sob altas temperaturas podem ter florescimento precoce e alongamento do caule, o que afeta a formação da cabeça da planta.

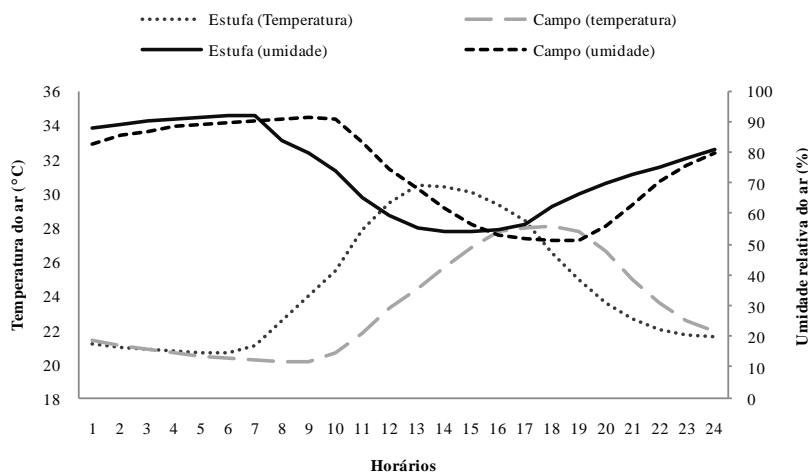


Figura 2: Médias da temperatura e umidade relativa do ar referente a estufa e ao campo durante os horários do dia.

A média da umidade relativa do ar (UR) na estufa e no campo resultou uma curva senoidal inversamente proporcional a temperatura e, foram de $54,19 \pm 8,60$ e $67,93 \pm 8,60\%$, respectivamente, com uma redução de 13,74% na UR na estufa, salientando que o melhor

desenvolvimento da alface ocorre com UR entre 60 a 80% (CERMEÑO, 1990; MARTINEZ, 2006), portanto observa-se que o ambiente a campo propiciou condições ideais ao seu desenvolvimento (Figura 1), e a estufa ficou com média ligeiramente abaixo da ideal.

A velocidade do vento na estufa foi de $0,88 \pm 0,45 \text{ m s}^{-1}$ e no campo de $4,42 \pm 0,72 \text{ m s}^{-1}$, e a redução ocorrida na estufa pode ser justificado pela proteção da cobertura e das laterais da estufa com filme plástico, o que funcionou como uma barreira a ventilação. Este comportamento das variáveis ambientais no interior da estufa pode ser explicado pela influência da película plástica que ocasiona o efeito estufa, elevando a temperatura do ar, reduzindo a umidade relativa do ar e impedindo a movimentação das massas de ar no seu interior, fatos também constatados por Radin et al. (2004), Ojeda et al. (2012) e Santana et al. (2014).

A radiação no interior da estufa foi de $441,48 \pm 82,15 \text{ w m}^{-2}$ e a campo de $547,46 \pm 169,50 \text{ w m}^{-2}$, com uma redução de 19,35% da radiação solar incidente no interior da estufa. Martins et al. (1999) citam que essa redução pode variar entre 5 e 35%, com isso, a disponibilidade da radiação solar no interior do ambiente protegido é diminuída devido à reflexão e à absorção pelo material de cobertura do teto e das paredes da estufa (BECKMANN et al., 2006). Elevadas radiações solares em regiões de clima quente pode promover elevação na temperatura do solo, podendo causar estresse à planta, acelera o metabolismo, dificulta a absorção de nutriente e afeta negativamente o desenvolvimento das raízes (CORTEZ et al., 2015).

Em nível de variáveis fisiológicas constatou-se que para o fator cultivar só ocorreu diferença estatística para a variável temperatura de câmara foliar a 1% de probabilidade. Já no que se refere ao fator ambiente observa-se que não ocorreu variação estatística para a variável fotossíntese líquida e transpiração, no entanto, a variável clorofila total, condutância estomática e temperatura da câmara foliar apresentaram comportamento similar, diferindo estatisticamente a 1% de probabilidade (Tabela 1). Ocorrendo interação entre os fatores apenas para temperatura da câmara foliar (Tch).

Tabela 1: Análise de variância referente às variáveis, clorofila total, fotossíntese líquida (A), transpiração (E), condutância estomática (gs) e a temperatura da câmara foliar (Tch) aos 21 dias após transplântio (DAT).

FV	GL	Quadrados médios				
		Clor. total	A	E	Gs	Tch

Época 3 (21 DAT)						
Cultivar	1	1.1074,23ns	0,02ns	0,005ns	0,03ns	1,18**
Ambiente	1	35.902,78**	0,02ns	0,02ns	0,07**	7,60**
Ambiente x Cultivar	1	11.528,17ns	0,004ns	0,07ns	0,0002ns	0,85*
Erro	15	5,019,29	0,0045	0,06	0,009	0,12
Total corrigido	23	-	-	-	-	-
CV (%)		10,85	19,53	8,32	22,15	1,22

*, **, ns. Significativo a 5%, 1% e não significativo, respectivamente; CV %: coeficiente de variação.

No que se refere a cultivar, verificou-se uma temperatura média da câmara foliar de 28,23°C para cultivar Regina e 27,79°C para cultivar Mimosa Vermelha.

O teste de comparação de médias demonstrou que houve influência significativa dos ambientes para condutância estomática e clorofila total, com aumento significativo destas variáveis no cultivo em estufa. A temperatura da câmara foliar diminuiu significativamente no interior da estufa quando comparadas a campo, quando confrontamos com o valor da variável meteorológica obtida no interior da estufa e no ambiente campo pode-se observar que a temperatura da câmara foliar apresentou comportamento inverso ao da temperatura do ar (Tabela 2).

Tabela 2: Clorofila total (Clor. Total), condutância estomática (gs) e a temperatura da câmara foliar (Tch) aos 21 DAT em função do fator ambiente.

Fator Ambiente	Clorofila totais (μg de pigmento/g de MFF)		Tch ($^{\circ}\text{C}$)
	de pigmento/g de MFF)	gs ($\text{mol}/\text{m}^2 \text{ s}^{-1}$)	
Estufa	691,39	0,49	27,45
Campo	614,04	0,38	28,58

Notou-se um aumento significativo de clorofila nas plantas cultivadas no ambiente protegido, com uma diferença percentual de 11,18% em relação as plantas cultivadas em campo. Fato que pode ser justificado por Andriolo (2000), que afirma que a radiação direta, associada à alta temperatura, pode degradar os pigmentos de clorofila, reduzir a

fotoassimilados e aumentar a respiração da planta, contribuindo para diminuição do crescimento e do acúmulo de fitomassa, fato observado no ambiente campo.

A condutância estomática também aumentou nas plantas em ambiente protegido, com uma média de $0,49 \text{ mol/m}^2\text{s}^{-1}$ na estufa e $0,38 \text{ mol/m}^2\text{s}^{-1}$ a campo, provavelmente a ocorrência de uma maior condutância estomática associado a maiores concentrações de clorofila produzida pelas plantas justifica as respostas de fitomassa obtidas para as cultivares produzidas no interior da estufa, pois segundo Edmond et al. (1967) esses fatores, em conjunto com outros, traduz-se em uma maior produção de biomassa.

Guerra et al. (2017) e Santos et al.(2010), encontraram resultados de condutância estomática (gs) que corroboram com estudo atual, com maiores incrementos desta variável na alface cultivada sob sombreamento, o que pode ter auxiliado na menor temperatura da câmara foliar das cultivares produzidas no interior da estufa redução esta de 3,51% quando comparadas com as cultivadas em campo, por favorecer a ocorrência da evapotranspiração das plantas auxiliando com isto na perda de energia calorífica ocasionando a redução da temperatura da câmara foliar.

A interação realizada entre os fatores ambiente x cultivar mostrou diferença estatística significativa apenas para a temperatura da câmara foliar, demonstrando que houve influência significativa dos ambientes avaliados para ambas as cultivares (Figura 3).

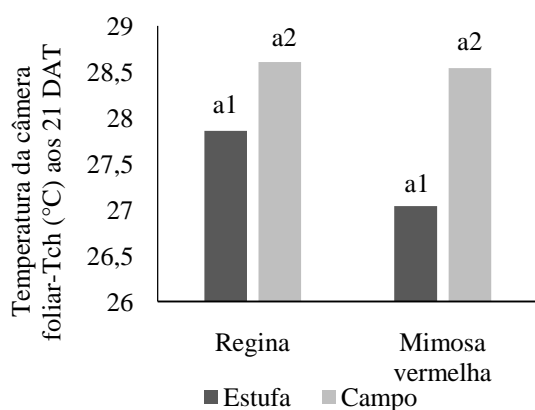


Figura 3: Temperatura da câmara foliar aos 21 DAT em função da interação ambiente x cultivar.

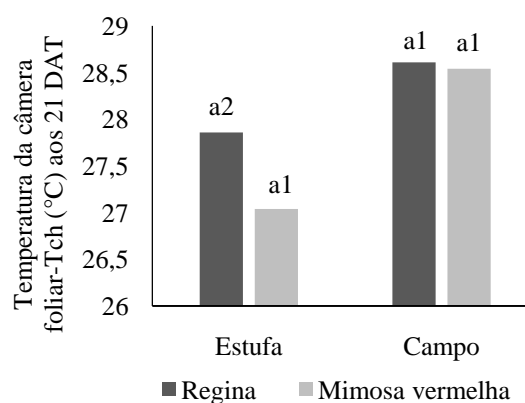


Figura 4: Temperatura da câmara foliar aos 21DAT em função da interação cultivar x ambiente.

Analisando a influência que cada ambiente proporcionou nas cultivares, observou-se que a Regina apresentou temperaturas significativamente maiores que a Mimosa Vermelha no

interior da estufa, no entanto, à campo a temperatura da câmara foliar não diferiu estatisticamente entre as cultivares (Figura 4).

No que se refere às variáveis de crescimento para o fator cultivar diferiu estatísticas a 5% de probabilidade, o comprimento do caule por sua vez não diferiu entre as cultivares. Para o fator ambiente a única variável que apresentou diferença estatística significativa ($P < 0,05$) foi o número de folhas. Quanto a interação entre os fatores ambiente x cultivar ocorreu diferença estatística significativa a 1% de probabilidade para a área foliar e 5% de probabilidade para diâmetro do caule (Tabela 3).

Tabela 3: Análise de variância referente às variáveis números de folhas (NF), área foliar (AF), comprimento de caule (CC) e diâmetro do caule (DC) aos 21 dias após transplântio (DAT).

FV	L	Quadrados médios			
		NF	AF	CC	DC
Época (21 DAT)					
Cultivar		1.980,17**	23.843.145,13**	1,7174ns	0,32**
Ambiente		57,0417*	536.398,23ns	1,1354ns	0,07ns
Ambiente x Cultivar		42,67ns	6.708.706,02**	0,0011ns	0,11*
Erro	5	11,2833	8714783.48	0,5108	0,02
Total corrigido	3	-	-	-	-
CV (%)		11,94	21,801	19,33	9,79

*, **, ns. Significativo a 5%, 1% e não significativo, respectivamente; CV %: coeficiente de variação. ¹Os dados originais foram transformados para \sqrt{x} .

Observa-se quanto o fator cultivar que o número de folhas da cultivar Regina foi superior ao da cultivar Mimosa vermelha, resultando em uma diferença média percentual de 48,83% entre elas. As variáveis de área foliar e diâmetro do caule foram maiores para cultivar Regina, com diferença média percentual entre as cultivares de 58,60 e 15,43%, respectivamente (Tabela 4), resultando em um maior desempenho para a cultivar Regina.

Tabela 4: Valores médios das variáveis, número de folha (NF), área foliar (AF) e diâmetro caulinar (DC), entre o fator cultivar.

Fator Cultivar	NF	AF (cm ²)	DC (mm)
----------------	----	-----------------------	---------

Regina	37,21a	3401,85a	1,49a
Mimosa Vermelha	19,04b	1408,40b	1,26b

Radin et al. (2004) avaliando três cultivares de alface (Regina, Marisa e Verônica) cultivada em estufa e a campo, constataram que a cultivar Regina foi a que obteve o maior número de folhas em ambos os ambientes, atingindo 38 folhas, enquanto a Marisa e a Verônica 22 e 21 folhas, respectivamente, resultados semelhante foram obtidos no presente trabalho para a cultivar Regina. O mesmo estudo também relata que o ambiente da estufa influência na área foliar da alface, mas ressalta que o nível de resposta varia de acordo com a cultivar, destacando-se que a cultivar Regina obteve os maiores valores de área foliar, o mesmo foi observado no presente trabalho.

O desempenho observado em particular a cultivar Regina pode ser atribuído as particularidades genéticas da cultivar, já que esta cultivar apresenta características genéticas que a torna mais volumosa em número de folhas e área foliar, quando comparadas a cultivar mimosa vermelha (HENZ et al., 2009; FAVARATO et al., 2017).

Brzezinski et al.(2017) avaliando o efeito dos ambientes de cultivo túnel baixo de polietileno e campo aberto no cultivo da alface, também constataram diferença estatística entre as cultivares de alface americana (Angelina, Rubette, Grandes Lagos 659 e Tainá), para a variável diâmetro do caule, corroborando com estudo atual.

Quanto ao fator ambiente de cultivo verificou-se diferença significativa a 5% de probabilidade para variável número de folhas, com maiores incrementos para a alface cultivada em estufa com média de 29,67 folhas por plantas, enquanto a campo o valor médio obtido foi 26,58 folhas por planta, com diferença média percentual de 10,41%.

Resultados semelhantes foram relatados por Viana (2012), Radin et al. (2004), Blat et al. (2011) e Brzezinski (2017), em que a variável número de folhas, cultivada em estufa e a campo, apresentaram respostas semelhantes a da atual pesquisa. Radin et al. (2004) concluíram em estudo realizado no Rio Grande do Sul, que as alfases cultivadas em estufa apresentaram um número final de folhas superior as cultivadas a campo. Assim como Brzezinski et al. (2017) avaliando o efeito de diferentes ambientes de cultivo (protegido e a campo), no município de União da Vitória-PR, constataram diferença significativa para o número comerciais de folhas da alface, sendo o ambiente protegido mais favorável ao cultivo, entretanto, não houve diferença significativa deste fator sobre o comprimento de caule.

Segundo Rebouças et al. (2015) essa diferença produtiva pode estar associada ao microclima existente no ambiente protegido, que modificou a temperatura, a umidade relativa

do ar, a radiação solar e a velocidade do vento, influenciando no desenvolvimento e no crescimento da cultura, variação dos elementos meteorológicos constatado no presente trabalho.

Quanto a estética das folhas mesmo com a variação da velocidade do vento durante o dia, verificou-se que mesmo no ambiente campo com seus picos de velocidade média do ar de $5,2 \text{ m s}^{-1}$, não constatou danificações nas folhosas cultivadas no mesmo.

Observou-se quanto à interação realizada entre os ambientes e as cultivares analisadas, que apenas a variável área foliar e diâmetro do caule, apresentaram diferença estatística significativa. O teste de comparação de médias para a área foliar demonstrou que houve influência significativa dos ambientes apenas para cultivar Regina (Figura 5), com um produção média no interior estufa para a variável área foliar de 4080 cm^2 e de 2723 cm^2 para as cultivadas no ambiente campo. A cultivar Mimosa vermelha por sua vez, apresentou desempenho similar em ambos os ambientes não diferindo estatisticamente entre si.

O diâmetro do caule seguiu o mesmo padrão de resposta, com efeito significativo dos ambientes observados apenas na cultivar Regina (Figura 6), resultando em uma diferença média percentual entre os ambientes de 14,90%.

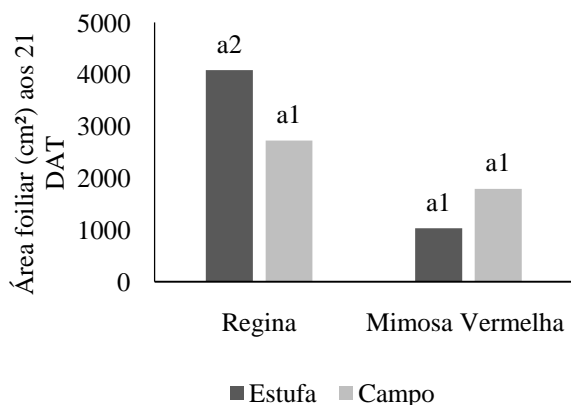


Figura 5: Área foliar aos 21 DAT das cultivares em função dos ambientes.

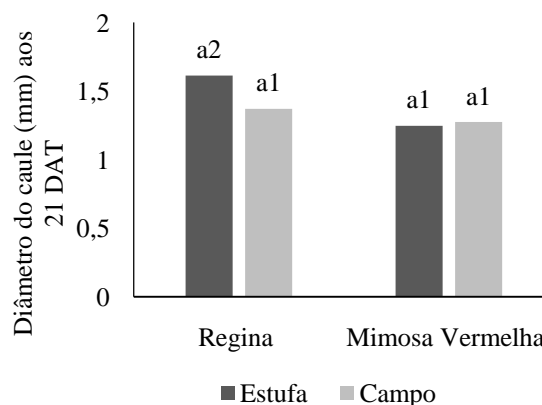


Figura 6: Diâmetro de caule aos 21 DAT das cultivares em função dos ambientes.

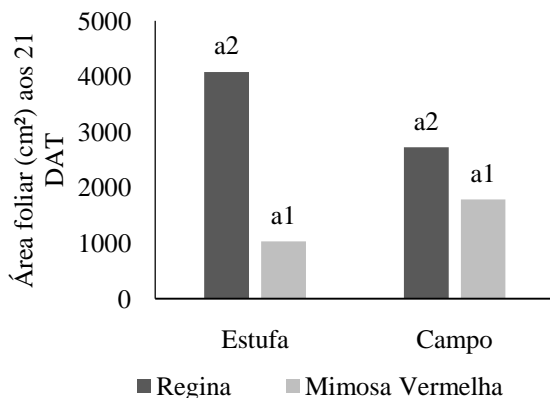


Figura 7: Área foliar aos 21 DAT dos ambientes em função das cultivares.

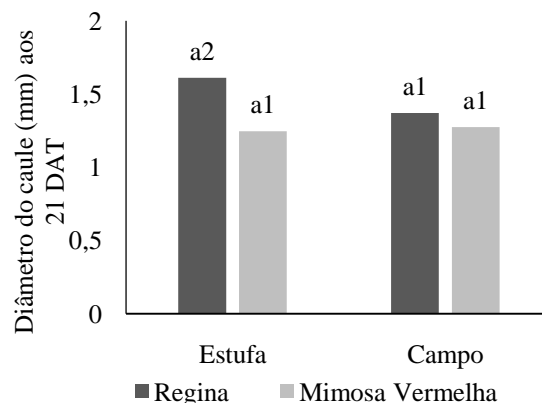


Figura 8: Diâmetro de caule aos 21 DAT dos ambientes em função das cultivares.

O ambiente interferiu no incremento da área foliar das cultivares da alface, onde as cultivares produzidas na estufa apresentou médias de área foliar maiores, e o mesmo foi constatado por Radin et al. (2004), Blat et al. (2011), Viana (2012), e Brzezinski (2017)

A cultivar Regina apresentou incrementos significativos em relação a cultivar Mimosa Vermelha em ambos os ambientes de cultivo (Figuras 7 e 8), com maiores médias de área foliar e diâmetro do caule. Essas diferenças observadas são em decorrência, provavelmente, da carga genética de cada cultivar (HENZ et al., 2009).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

- A cultivar Regina apresentou melhor desempenho que a alface Mimosa vermelha, de acordo com as respostas das variáveis analisadas em especial a área foliar;
- Em relação ao ambiente, a estufa apresentou melhores condições ao desenvolvimento da cultivar Regina, quando comparado ao desenvolvimento da mesma cultivada à campo.

REFERÊNCIAS

ANDRADE-LIMA, D. The Caatinga dominium. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 4, p. 149-153, 1981.

ANDRIOLO, J. L. Fisiologia da produção de hortaliças em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 18, p. 26-33, 2000.

ARNON, D. I. Copperenzymes in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidases in *Beta vulgaris*. **Plant Physiology**, v.24, p.1-15, 1949.

- BECKMANN, M. Z.; DUARTE, G. R. B.; PAULA, V. A. D.; MENDEZ, M. E. G.; PEIL, R. M. N. Radiação solar em ambiente protegido cultivado com tomateiro nas estações verão-outono do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, p. 86-92, 2006.
- BENINCASA, M. M. P. Análise do crescimento de plantas: noções básicas. **Jaboticabal: FUNEP**, p. 42, 2003.
- BLAT, S. F.; SANCHEZ, S. V.; ARAÚJO J. A. C.; BOLONHEZI D. Desempenho de cultivares de alface crespa em dois ambientes de cultivo em sistema hidropônico. **Horticultura Brasileira**. v. 29, p. 135-138, 2011.
- BRZEZINSKI, C. R.; ABATI, J.; GELLER, A.; WERNER, F.; ZUCARELI, C. Produção de cultivares de alface americana sob dois sistemas de cultivo. **Revista Ceres**, Viçosa, v.64, n.1, p. 083-089, 2017.
- CAVALCANTI, F. J. A. **IPA – Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária. Recomendações de Adubação para o Estado de Pernambuco (2ª aproximação)**. 2. ed. Recife: Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária, 2008. 199 p.
- CERMEÑO, Z.S. **Estufas - Instalações e manejo**. Lisboa. Litexa Editora, Ltda. 1990. 355 p.
- COBAPLA - Comitê Brasileiro de Desenvolvimento e Aplicação de Plásticos na Agricultura. **Relatório de atividades, 2017**. Disponível em: <http://cobapla.com.br/index.php/perfil-brasileiro-de-empresarios-rurais-em-cultivos-intensivos-plasticultura/>. Acessado em: 09 abr. 2019.
- CORTEZ, J. W.; NAGAHAMA, H. J.; OLSZEWSKI, N.; PATROCINIO, FILHO A. P.; SOUZA, E. B. Umidade e temperatura de argissolo amarelo em sistemas de preparo e estádios de desenvolvimento do milho. **Engenharia Agrícola**, v. 35, n. 4, p. 699-710, 2015.
- DIAMANTE, M. S.; JÚNIOR, S. S.; INAGAKI, A. M. SILVA, M. B.; DALLACORT, R. Produção e resistência ao pendoamento de alfaces tipo lisa cultivadas sob diferentes ambientes. **Revista Ciência Agronômica**, v. 44, n. 1, p. 133-140, 2013.
- EDMOND, J. B.; SENN, T. L.; ANDREWS, F. S. Princípios de horticultura. México: **Continental**, p.119-134, 1967.
- EMBRAPA – **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro)**. Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 2006. 306 p.
- FAVARATO, L. F.; GUARÇONI, R. C.; SIQUEIRA, A. P. Produção de alface de primavera/verão sob diferentes sistemas de cultivo. **Revista Científica Intelletto**, v. 2, n. 1, p. 16-28, 2017.

- FERREIRA, D.F. Sisvar: Um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, v. 6, p. 36-41, 2009.
- GARCIA FILHO, E.; NAKATINO, J. K.; PINTO, M. J. A.; NEVES, M. F.; ASERTA, P. G.; KALAKI, R. B.; GEBASI, T. **Mapeamento e Quantificação da Cadeia Produtiva das Hortaliças**. Brasília-DF, 2017. 79 p.
- 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.
- HENZ, G. P.; SUINAGA, F. A. **Tipos de alface cultivados no Brasil. Embrapa Hortaliças- Comunicado Técnico (INFOTECA-E)**, 2009.
- HIPPS, L. E.; ASRAR, G.; KANEMASU, E. T. Assessing the interception of photosynthetically active radiation in winter wheat. **Agricultural Meteorology**, Amsterdam, v. 28, p. 253-259, 1983.
- JONES, C.; KINIRY, J. **Ceres-N Maize: asimulation model of maize growth and development**. Texas: A & M University Press, 1986.
- LICHTENTHALER, H. K.; WELBURN, A. R. Determination of total carotenoids and chlorophylls a and b of leaf extracts in different solvents. **Biochemical Society Transactions**, v.11, n. 3, p. 591-592, 1983.
- MALDONADE, I. R.; MATTOS, L. M.; MORETTI, C. L. **Manual de Boas Práticas na Produção de Alface**. Brasília, Embrapa Hortaliças, 1 ed. 2014. 44p.
- MARTINEZ, H. E. P. **Manual prático de hidroponia**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2006. 271p.
- OJEDA, A. D.; LIGARRETO, G. A.; MARTÍNEZ, O. Effects of environmental factors on the morphometric characteristics of cultivated lettuce (*Lactuca sativa L.*). **Agronomia Colombiana**, v. 30, n. 3, p. 351-358, 2012.
- RADIN, B.; REISSER J. C.; MATZENAUER, R. Crescimento de cultivares de alface conduzidas em estufa e a campo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.22, n. 2, p. 178-181, 2004.
- SANTANA, M. N.; TERESO, M. J.; ABRAHÃO, R. F. Conforto térmico em estufas de produção de tomates, 2014.
- SANTOS, C. M. Atividade fotossintética em alface (*Lactuca sativa L.*) submetidas a diferentes compostagens de resíduos agroindustriais. **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**, v. 3, n. 3, p. 103-112, 2010.

SEDIYAMA, M. A. N.; RIBEIRO, J. M. O.; PEDROSA, M. W. **Alface**. In: PAULA JÚNIOR, T. J. de.; VENZON, M. (Coord.). 101 culturas: manual de tecnologias agrícolas. Belo Horizonte: EPAMIG, 2007. 53-62 p.

VIANA, Elaine Priscila Targino. **Desempenho de cultivares de alface em diferentes condições ambientais**. Dissertação Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2012