



UNIVERSIDADE FEDERAL DE
CAMPINA GRANDE

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA**

**PRODUTIVIDADE DE ALFACE EM FUNÇÃO DE DIFERENTES
ESPAÇAMENTOS E ÉPOCAS DE PERMANÊNCIA DO AGROTÊXTIL**

RAYANA PEREIRA FERREIRA

POMBAL – PB

2016

RAYANA PEREIRA FERREIRA

**PRODUTIVIDADE DE ALFACE EM FUNÇÃO DE DIFERENTES
ESPAÇAMENTOS E ÉPOCAS DE PERMANÊNCIA DO AGROTÊXTIL**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à
Coordenação do curso de Agronomia da
Universidade Federal de Campina Grande, Campus
de Pombal-PB, como requisito para obtenção do
Grau de Bacharel em Agronomia.

Orientador: D. Sc. Roberto Cleiton Fernandes de
Queiroga

POMBAL - PB

2016

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCG

F383p

Ferreira, Rayana Pereira.

Produtividade de alface em função de diferentes espaçamentos e épocas de permanência do agrotêxtil / Rayana Pereira Ferreira. – Pombal, 2016.
41 f. : il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, 2016.

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

1. Agronomia. 2. Alface - Produtividade. 3. Alface - Cultivo - Temperatura. I. Queiroga, Roberto Cleiton Fernandes de. II. Título.

CDU 63(043)

RAYANA PEREIRA FERREIRA

**PRODUTIVIDADE DE ALFACE EM FUNÇÃO DE DIFERENTES
ESPAÇAMENTOS E ÉPOCAS DE PERMANÊNCIA DO AGROTÊXTIL**

Trabalho de conclusão de curso apresentada à
Coordenação de Agronomia da Universidade
Federal de Campina grande, Campus Pombal –
PB, como requisito para obtenção do Grau de
Bacharel em Agronomia.

APROVADA em: ____/____/____

BANCA EXAMINADORA:

Orientador - Prof. D. Sc. Roberto Cleiton Fenandes de Queiroga
(UAGRA – UFCG)

Membro - Prof. D. Sc. Ancélio Ricardo de Oliveira Gondim
(UAGRA – UFCG)

Membro - Prof. D. Sc. Franciscleudo Bezerra da Costa
(UATA – UFCG)

**POMPAL-PB
2016**

À Deus, pela minha vida. Aos meus pais, Geraldo e Francisca Lúcia. A minha irmã Raylene. Aos meus avôs paternos Raimundo Agostinho e Romilda (em memória), aos maternos Raimundo Cirilo e Maria José. A meu noivo João Batista. Ao professor Roberto Queiroga. Aos meus braços direito e esquerdo Zaquel Lopes e Lamartine. Aos meus amigos e colegas de curso, em especial Juliana, Ilana, Adriana, Alzira, Maílson, Robson, Rafael e Fagin.

DEDICO!

AGRADECIMENTOS

À Deus; Por tudo de bom e maravilhoso que Ele tem feito em minha vida e que, sem dúvida, não existe palavras no universo, que eu possa usar pra descrever, porque realmente foram muitas coisas.

À toda minha família (Agostinho e Pereira), principalmente, meus pais Geraldo e Francisca Lúcia, por todo amor, carinho, dedicação e incentivo dado incondicionalmente e por terem me dado a melhor educação que alguém poderia ter recebido.

A minha irmã Raylene, que é muito mais que uma irmã e sim minha alma gêmea, pela força que sempre me dá e por acreditar que eu sempre posso vencer até mesmo naqueles momentos que eu mesma duvido de mim.

A meu noivo João Batista, por tolerar com muito carinho e amor todos os meus momentos de estresse, que não foram poucos! E por mim apoiar sempre nas minhas decisões.

A meu orientador Roberto Queiroga, pela oportunidade, dedicação e imensa paciência com que sempre me tratou. Aos Professores Ancélio e Franciscleudo, pelas contribuições dadas. A Zaquel Lopes e Lamartine pela imprescindível ajuda e apoio.

As minhas queridas irmãs de coração que a vida me deu de presente e que nunca vou esquecer; Angra Clecia, Marília Costa, Zélia Brito, Mere Xavier, Marcia Lacerda e Raiana Almeida.

Aos meus companheiros de Graduação pelos bons momentos vividos, Juliana Formiga, Ilana Cavalcante, Adriana Santos, Alzira Silva, Maílson Cordão, Robson Felipe, Rafael Dias e Fagner Nogueira.

À Universidade Federal de Campina Grande e ao Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, pelo espaço cedido.

Muito Obrigada!

“Paciência e perseverança tem o efeito mágico de fazer as dificuldades desaparecerem e os obstáculos sumirem.”

John Quincy Adams

SUMÁRIO

01- INTRODUÇÃO	9
2.0 - REVISÃO DE LITERATURA	11
2.1 – Espaçamento de plantio.	11
2.2 – Sombreamento.	12
3.0 - MATERIAL E MÉTODOS.	16
3.1 – Caracterização da área experimental e da matéria prima.	16
3.2 – Delineamento experimental e tratamentos.	16
3.3 – Condução do experimento.	17
3.4 - Características avaliadas.	17
3.5 - Análise estatística.	18
4.0 - RESULTADOS E DISCUSSÃO.	19
4.1 – Massa seca do caule, das folhas e da parte aérea.	19
4.2 – Altura da planta, diâmetro da parte aérea e número de folhas por planta.	22
4.3 – Massa fresca da parte aérea e produtividade.	26
5.0 – CONCLUSÕES	33
6.0 - REFERÊNCIAS.	34

FERREIRA, Rayana Pereira. Produtividade de alface em função de diferentes espaçamentos e épocas de permanência do agrotêxtil. 2016. 41 f. Trabalho de conclusão de curso (Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias) - Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Pombal - PB, 2016.

RESUMO

Apesar das condições climáticas da região do semiárido paraibano não serem as mais adequadas para o cultivo da alface, já existe cultivares e técnicas culturais que podem ser utilizadas com o intuito de promover o crescimento e o desenvolvimento das plantas elevando, assim, a sua produção. Objetivou-se avaliar a produção de alface em função de distintos espaçamentos de plantio e da cobertura com o agrotêxtil em diferentes épocas de cultivo da alface em Pombal – PB. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com os tratamentos alocados em esquema fatorial do tipo 3 x 4, com três repetições. Esses tratamentos foram provenientes da combinação de três espaçamentos de plantio (20 x 20, 25 x 25 e 30 x 30 cm) e quatro épocas de permanência do agrotêxtil (0, 10, 20 e 30 dias após o transplântio - DAT). As parcelas experimentais apresentaram uma área total de 0,8, 1,0 e 1,20 m² com dezesseis plantas por parcela, distribuídas em quatro fileiras, considerando como úteis às quatro plantas das duas fileiras centrais. Durante a execução do experimento foram determinadas as seguintes variáveis: altura de plantas, diâmetro da parte aérea, massas seca de caule, folhas e da parte aérea, número de folhas por planta, massa fresca da parte aérea e produtividade. A massa fresca da parte aérea da alface foi maior nos espaçamento de 20 x 20 e 25 x 25 apenas quando a planta foi coberta pelo agrotêxtil por 10 dias. Independente do espaçamento testado houve redução na massa fresca da parte aérea e da produtividade com o prolongamento da cobertura com agrotêxtil até 30 DAT. A produtividade máxima obtida foi de 22,41 e 17,22 Kg.ha⁻¹ nas épocas de permanência do agrotêxtil de 4,8 e 12,3 DAT quando as plantas foram cultivadas nos espaçamentos de plantio de 20 x 20 e 25 x 25 cm. Apesar da redução da radiação incidente em 38.9% proporcionada pelo agrotêxtil, o aumento da temperatura no interior do túnel proporcionou um menor acúmulo de massa seca e produtividade da alface independente do espaçamento de plantio.

Palavras-chave: temperatura, radiação, sombreamento.

FERREIRA, Rayana Pereira. Produtividade de alface em função de diferentes espaçamentos e épocas de permanência do agrotêxtil. 2016. 41 f. Trabalho de conclusão de curso (Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias) - Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Pombal - PB, 2016.

ABSTRACT

Although climatic conditions in the semiarid region of Paraíba are not the most suitable for lettuce crop, there are already cultivars and manage of plants that can be used in order to promote the growth and development of plants, thus increasing their production. The objective of this study was evaluate the lettuce yield as a function of different planting spacings and row cover in different seasons in Pombal - PB. The experimental design was a randomized complete block with squeme factorial 3 x 4, with three replications. These treatments came from the combination of three planting spacings (20 x 20, 25 x 25 and 30 x 30 cm) and four row cover times (0, 10, 20 and 30 days after transplanting - DAT). The experimental plots presented a total area of 0.8, 1.0 and 1.20 m² with sixteen plants per plot, distributed in four rows, considering as useful to the four plants of the two central rows. During the execution of the experiment, the following variables were determined: plant height, shoot diameter, dry mass of stem, leaves and aerial part, number of leaves per plant, fresh mass of shoot and productivity. The fresh mass os lettuce was larger at 20 x 20 and 25 x 25 spacing only when the plant was covered by the row cover for 10 days. Regardless of the spacing tested, there was a reduction in fresh mass of shoot and productivity with the extension of the cover with row cover up to 30 DAT. The maximum yield obtained was 22.41 and 17.22 Kg.ha⁻¹ at the row cover in the times of 4.8 and 12.3 DAT when the plants were grown at the planting spacings of 20 x 20 and 25 x 25 cm. In spite of the reduction of the 38.9% incident radiation provided by the row cover increase of the temperature inside the tunnel provided a lower accumulation of dry mass and lettuce productivity independent of the plant spacing.

Key words: *Lactuca sativa* L., temperature, radiation and shading.

01- INTRODUÇÃO

A alface (*Lactuca sativa* L.), pertencente à família das asteráceas, é a hortaliça folhosa de maior importância no Brasil, tendo uma área cultivada de aproximadamente 35 mil hectares (NEVES et al., 2016). No Brasil, essa cultura é de suma importância, principalmente, em estabelecimentos familiares, pois ocupa pequenas áreas de produção com produção em curto espaço de tempo; o consumo dessa hortaliça no país é aproximadamente de 1,3 kg por pessoa ao ano (IBGE, 2015).

Por ser originária de regiões de clima temperado, muitos avanços têm sido feitos por meio do melhoramento genético desta espécie, e constata-se uma ampla diversificação nos grupos de alface cultivada (SANTANA; ALMEIDA; TURCO, 2009). Assim, a alface necessita para a sua adaptação a regiões de clima tropical que se amenize os efeitos deletérios das altas temperaturas e da elevada densidade de fluxo de radiação solar incidente.

Em condições de temperatura elevadas verifica-se aceleração do metabolismo com incremento do processo respiratório e desnaturação proteica, além do pendoamento precoce que torna as folhas amargas, e, portanto, imprestáveis para o consumo afetando a qualidade (BEZERRA NETO et al., 2005).

Para reduzir o impacto negativo que a temperatura e a radiação excessiva provocam no crescimento e desenvolvimento da alface em condições do semiárido nordestino é essencial que se adote práticas de manejo nas plantas que minimizem os feitos negativos sob a produtividade. Assim, a realização de estudos com modificações no espaçamento de plantio e no tempo de permanência da cobertura do agrotêxtil sob as plantas poderão elevar a produção e qualidade da alface.

Por outro lado, a utilização do agrotêxtil poderá reduzir a temperatura e a radiação incidente, uma vez que esta vai servir como uma barreira protetora entre a planta e a atmosfera. Alguns trabalhos têm demonstrado a importância de se trabalhar com o manejo do agrotêxtil, provavelmente em função da estação de cultivo, espécie e cultivar testada e a remoção por período determinado promoverá respostas mais favoráveis do que a sua manutenção durante todo o ciclo inteiro da planta (FELTRIM et al., 2003).

A utilização de coberturas nos cultivos em locais de temperatura e luminosidade elevadas conduz as hortaliças de folhas dentro de uma variação ótima de luminosidade, reduzindo a intensidade da energia radiante com melhor ajuste na sua distribuição. Esses benefícios acarretam outros fatores favoráveis à necessidade da planta, principalmente no

aumento da fotorrespiração, o que contribui para melhor desempenho da cultura, podendo ocorrer maior produtividade e qualidade das folhas, em comparação com o cultivo a céu aberto (SILVA, 2000; ROCHA, 2007).

Em experimento conduzido em Ponta Grossa-PR, com o objetivo de avaliar diferentes períodos com agrotêxtil (10, 20, 30 e 38 dias após o transplante) no cultivo da alface verificou-se que as duas cultivares testadas apresentaram respostas lineares nas características de altura e número de folhas, no entanto, esse comportamento não resultou em aumento de produção (FELTRIN et al., 2003).

No cultivo da alface tem-se verificado que o espaçamento exerce grande influencia nas plantas, afetando-lhes a arquitetura, o desenvolvimento, o peso, a qualidade e conseqüentemente a produção (SILVA et al., 2000). Estudos relacionados ao adensamento de plantas visam algumas vantagens como elevar a população de plantas por hectare, reduzir a infestação de plantas daninhas, aumentar a cobertura e proteção do solo, a eficiência e o aproveitamento dos fertilizantes e os recursos disponíveis no meio, porém torna-se desvantajoso quando atinge o ponto de competição (SILVA et al., 2011). Além disso, o espaçamento pode influenciar diretamente na competição intraespecífica e na retenção de água no solo pelo maior sombreamento (SILVA et al., 2016). Em trabalho desenvolvido por Medeiros (2015) testando três cultivares de alface em quatro espaçamentos de plantio foi observado que as cultivares apresentaram produtividades semelhantes, com uma média de $9,58 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ e constatou-se também que a redução no espaçamento de plantio resultou em maior produtividade sem, no entanto, interferir na massa fresca das folhas.

Portanto, em razão de que na região do semiárido paraibano são escassas as informações a respeito do cultivo de alface em condições de alta temperatura e radiação, o presente trabalho tem como objetivo avaliar a produtividade da alface, cultivada sob diferentes espaçamentos e tempo de permanência do agrotêxtil em Pombal – PB.

2.0 - REVISÃO DE LITERATURA

2.1 – Espaçamento de plantio.

A alface como as demais hortaliças folhosas e outros tipos de cultivo também responde aos efeitos provocados pelo espaçamento utilizados, os quais exercem uma grande influência no crescimento e desenvolvimento das plantas, interferindo na arquitetura, no peso, na qualidade e conseqüentemente na produção em razão do aumento da população de plantas por unidade de área, embora nem sempre possa ser obtido o produto de alto valor comercial desejado (SILVA et al., 2000).

As opções de espaçamento e densidade de plantio, para a maioria das culturas, têm procurado atender as necessidades específicas dos tratos culturais e a melhoria da produtividade. Mesmo assim mudanças que ocorrem nos espaçamentos e na densidade populacional induzem uma série de modificações no crescimento e desenvolvimento das plantas, e estas precisam ser mais bem conhecidas (BARROS JUNIOR et al, 2005).

Para Zanine; Santos (2004) uma maior ou menor densidade de plantas, em uma determinada área, gera um comportamento produtivo diferenciado, em função de competição por espaços, água, luz e nutrientes que se estabelece na comunidade vegetal.

A maior vantagem dos plantios adensados é o ganho de produtividade com menor custo de produção. Porém, quando se aumenta a população por unidade de área, cada planta começa a competir por recursos de crescimento. A resposta das plantas, depois de iniciada a competição, está ligada a fatores como espécies, cultivares, doses de adubação, irrigação e esquema de plantio (CORREIA et al., 2014).

Escher et al. (2001), estudando dois espaçamentos (20 x 20 e 25 x 25 cm) em cultivares de alface do tipo Crespa (Vera, Verônica AF 257, Brisa, Marisa e Grand Rapids), constataram uma maior produtividade média (37,24 t.ha⁻¹) para o menor espaçamento, independente da cultivar.

Em estudo desenvolvido por Silva et al. (2016) verificando a influência da população de plantas sob o crescimento e a produção orgânica de alface no Sertão paraibano em quatro espaçamentos: 0,25 x 0,30; 0,25 x 0,25; 0,20 x 0,25 e 0,20 x 0,20 m com cinco repetições registrou que plantas de alface cv. Cristina quando cultivada em maiores adensamentos embora altere algumas características de arquitetura não reduz sua produção.

Silva et al. (2011) desenvolvendo trabalho com o objetivo de avaliar o efeito de espaçamentos entrelinhas e entre plantas sobre o crescimento e a produtividade do repolho roxo em esquema fatorial 4 x 3 com os tratamentos de espaçamentos entrelinhas 0,40; 0,60; 0,80 e 1,0 m e os espaçamentos entre plantas 0,30; 0,40 e 0,50 m. verificaram que com os menores espaçamentos entrelinhas e/ou entre plantas houve redução do número de folhas, da área foliar, massa seca das folhas externas e massa fresca da “cabeça”, enquanto o índice de área foliar e a produtividade aumentaram. Adicionalmente registraram que a maior produtividade (4,56 kg m²) foi estimada no espaçamento 0,60 m entrelinhas e 0,30 m entre plantas.

2.2 – Sombreamento.

A cadeia produtiva da alface no Brasil é afetada por vários fatores ambientais. Dentre esses, destacam-se a alta incidência luminosa e, principalmente, as altas temperaturas. No entanto, vários são os métodos utilizados que buscam amenizar seus efeitos. Nessa olerícola, condições climáticas desfavoráveis, principalmente altas temperaturas, ocasionam grandes perdas no seu rendimento e na qualidade do produto final (MONTEIRO NETO et al., 2014).

A alface possui uma maior adaptabilidade às condições de menor fluxo de energia radiante, pelo motivo de que a intensidade da luz afeta diretamente o crescimento e o desenvolvimento das plantas. Quando se cultiva uma planta dentro de uma faixa ótima de luminosidade com outros fatores favoráveis, a fotossíntese é elevada a respiração é normal e a quantidade de matéria seca é alta (BEZERRA NETO et al., 2005).

Plantas jovens quando expostas à luz solar plena pode resultar na queda do potencial hídrico das folhas, causada por alta demanda evaporativa provocada pela alta radiação sendo responsável por aumentar a temperatura da mesma e pela restrição estomática à transpiração que, eventualmente, intensifica os efeitos da fotoinibição (ARAUJO; DEMINICIS, 2009).

A fotoinibição da fotossíntese é um fator que reduz a produção da alface e esta ocorre devido ao elevado nível de radiação incidente; a fotoinibição é conhecida atualmente como uma condição de estresse e definida como um complexo conjunto de processos moleculares que promovem a inibição da fotossíntese através do excesso de luz (FU et al., 2012).

Uma das possibilidades existente para diminuir os efeitos negativos da temperatura estaria na utilização de ambientes protegidos. Atualmente pode ser encontrada no mercado uma grande quantidade de empresas fabricantes de filmes plásticos, com vários modelos em

termos de espessura, tamanhos que protegem o material contra a ação dos raios ultravioletas, além disso, os filmes contém aditivos controladores que influenciam no processo de fotossíntese e possibilitam a adequação das temperaturas (YURI et al., 2004).

O cultivo protegido se caracteriza pela construção de uma estrutura, para proteger as plantas contra os agentes meteorológicos e que permita a passagem da luz, já que essa é de vital importância para a realização da fotossíntese. Este é um sistema de produção agrícola especializado, que permite certo controle das condições edafoclimáticas como: temperatura, umidade do ar, radiação, solo, vento e composição atmosférica (SANTOS et al., 2010).

Tem-se utilizado também o cultivo da alface em túneis plásticos baixos. Além de suas estruturas serem de porte menor se comparados às estufas e aos túneis altos, os gastos com os custos são bem menores e são de fácil construção, possibilitam a proteção das plantas aos fatores ambientais externos. O uso da técnica resulta em ganho na precocidade e na qualidade de produção da cultura da alface (STRECK et al., 2007).

Nesse contexto, têm crescido bastante a utilização do agrotêxtil como material para cobertura de plantas. O agrotêxtil é confeccionado a partir de longos filamentos de polipropileno que são colocados em camadas e soldados entre si por temperaturas apropriadas, constituindo-se um material muito leve e de resistência suficiente para sua utilização na agricultura. Provavelmente, em função da estação de cultivo, espécie e cultivar testada, a permanência por período determinado promoverá respostas mais favoráveis do que a sua manutenção durante todo o ciclo da planta (FELTRIM et al., 2003).

No Brasil os trabalhos de pesquisa com agrotêxtil iniciaram no final dos anos 90, na região dos Campos Gerais no estado do Paraná. Alguns dos pontos positivos que podem ser observados com a sua utilização em cultivo protegido é a possibilidade de sua colocação e retirada em qualquer fase de desenvolvimento da cultura e alternativa também a de ser colocado diretamente sobre as plantas ou solo, sem a necessidade de utilizar estruturas de sustentação e também com a utilização de uma estrutura de apoio (túneis) (BARROS JUNIOR et al., 2004).

Esse material diminui a incidência direta dos raios solares, o que favorece as espécies que precisam de menor fluxo de energia radiante ocorrendo assim uma redução da temperatura; essa menor incidência de energia solar pode contribuir para a redução dos efeitos extremos da radiação, principalmente a fotorrespiração, e proporcionar melhores condições ambientais aumentando a produtividade e qualidade das folhas para consumo (BLIND; SILVA FILHO, 2015). Entretanto, a utilização desse material visando amenizar a temperatura

e irradiância elevadas, pode apresentar o inconveniente de reduzir o fluxo de luz a níveis inadequados, resultando no prolongamento do ciclo, estiolamento das plantas e redução da produtividade (SANTOS et al., 2010).

Diversos trabalhos vêm sendo realizados e mostram a importância de se trabalhar com o manejo do sombreamento das plantas. De acordo com Silva et al. (2014) no cultivo da alface o desempenho de cinco cultivares de alface submetidas a quatro tipos de telas de sombreamento observaram que o cultivo em campo aberto proporcionou maior produtividade de matéria fresca de alface ante o cultivo protegido por telas de sombreamento em período de verão-outono.

Em outro trabalho Neves et al. (2016) em ambiente protegido avaliou o desempenho de cultivares de alface tipo americana sob cinco diferentes ambientes em condições de altas temperaturas; esses autores verificaram que as médias de produtividade e massa fresca comercial variaram de 22,09 a 24,13 t ha⁻¹ e 134,17 a 144,83 g planta⁻¹, respectivamente, entre as cultivares e os ambientes que proporcionaram as maiores médias foram as telas de sombreamento e termorefletora 50%. Observaram ainda que as cultivares de alface americana Teresa e Gloriosa são as mais indicadas para o cultivo em condições de alta temperatura, pois, entre as que apresentaram maior compactidade da cabeça, foram as que obtiveram menores comprimentos de caule e proporção da altura do caule dentro da cabeça, não sendo observada diferença entre as cultivares para a produtividade.

Trabalho desenvolvido com rúcula cultivada sob diferentes telados de sombreamento e a campo aberto com duas cultivares (Cultivada e Folha Larga) x quatro ambientes de cultivo (campo aberto, telado com sombrite 30, 40 e 50%) foi observado que as cultivares Folha Larga e Cultivada apresentaram produção satisfatória: a produção em campo aberto apresentou valores aceitáveis, mostrando-se viável o cultivo no período de inverno em Cáceres-MT, mesmo sob temperaturas cálidas, principalmente para colheitas antecipadas por volta dos 37 dias após a semeadura; porém, o cultivo de rúcula é favorecido sob tela preta 50%, que pode incrementar a produção em cerca de 43% (COSTA et al., 2011).

Aquino et al. (2014) avaliaram a influência de diferentes ambientes e espaçamentos na produção e tolerância ao pendoamento de alface-romana cultivar Sophia composto por dois espaçamentos (30 x 30 cm e 25 x 25 cm) e cinco ambientes de cultivo (tela de sombreamento 30 e 50% , tela termorefletora de 30 e 50% e ambiente aberto). Esses autores observaram que o espaçamento de 25 x 25 cm entre plantas e o ambiente aberto proporcionaram maior

produtividade da alface-romana. Porém, o tempo para pendoamento das plantas no ambiente aberto foi menor que nos ambientes com as telas de sombreamento ou termorrefletora.

Na cultura da alface em Ponta Grossa – PR verificou-se que à medida que se prolongou a permanência do agrotêxtil sob as plantas, de 10 para 38 dias, houve resposta positiva na massa fresca da cabeça e na produção que, dependeu da cultivar; na cultivar Maravilha das Quatro Estações, a manutenção do agrotêxtil por períodos prolongados, influenciou negativamente na qualidade, com ‘cabeças’ frouxas, sem compacidade e com precocidade de colheita (FELTIN et al., 2003).

3.0 - MATERIAL E MÉTODOS.

3.1 – Caracterização da área experimental e da matéria prima.

O experimento foi realizado na Universidade Federal de Campina Grande no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar localizado no município de Pombal – PB, durante o período de março a maio de 2016. O município de Pombal possui as coordenadas geográficas: 6° 46'13" de latitude sul e 37° 48'06" de longitude a oeste de Greenwich. O solo da área experimental é classificado como sendo do tipo Neossolo Flúvico (EMBRAPA, 2013). Durante o período experimental, com a utilização de um termohigrômetro, modelo Incoterm, foi obtida a média das temperaturas mínima e máxima dentro do túnel que foi de 22,9 e 48,6 °C e fora do túnel que foi de 20,9 e 40,0 °C. Da mesma forma foi obtida a média da umidade relativa do ar mínima e máxima dentro do túnel que foi de 16,8 e 71,8% e fora do túnel que foi de 32,8 e 82,1%. Durante uma vez por semana foi avaliada por meio de ceptômetro modelo LP-80 os níveis de radiação incidente dentro e fora do túnel com médias, mínimas e máximas de 1391,0 e 2277,0 $\mu\text{mol m}^2\text{s}^{-1}$.

A cultivar de alface utilizada foi a Aurélia que é do tipo lisa caracteriza-se por apresenta folhas lisas, delicadas e macias, com nervuras pouco salientes, com aspecto oleoso (“manteiga”), de coloração verde clara.

3.2 – Delineamento experimental e tratamentos.

Foi utilizado o delineamento de blocos casualizados com os tratamentos sendo alocados em um esquema fatorial do tipo 3 x 4, com três repetições. Esses tratamentos foram provenientes da combinação de três espaçamentos de plantio (20 x 20, 25 x 25 e 30 x 30 cm) e quatro épocas de permanência do agrotêxtil (0, 10, 20 e 30 dias após o transplântio - DAT). As parcelas experimentais foram de 0,8, 1,0 e 1,2 m² para o espaçamento de 20 x 20, 25 x 25 e 30 x 30 cm, respectivamente. A parcela continha dezesseis plantas, distribuídas em quatro fileiras, considerando como úteis às quatro plantas das duas fileiras centrais.

3.3 – Condução do experimento.

A semeadura ocorreu em 12 de março de 2016 em bandejas de polietileno de 162 células preenchidas com o substrato agrícola comercial recomendado para a produção de mudas de hortaliças. As plântulas foram irrigadas três vezes ao dia dentro de estufa. Durante a fase de produção das mudas foram realizados dois desbastes, sendo o primeiro aos cinco dias após o início da emergência deixando duas plantas por célula, e o segundo aos cinco dias após a realização do primeiro desbaste, resultando em uma planta por célula.

O preparo do solo constou de gradagem e, posteriormente, confecção de canteiros com 1,20 m de largura, 20 cm de altura e 20,0 m de comprimento. A adubação de plantio foi realizada apenas com esterco bovino curtido na proporção de 10,0 t.ha⁻¹ de massa seca quinze dias antes do transplante das mudas.

O transplantio das mudas foi realizado em 07/04/2016 quando essas apresentavam de três a quatro folhas definitivas o que ocorreu aos 26 dias após a semeadura (DAS).

Os canteiros foram cobertos por meio de túneis com agrotêxtil (manta - TNT). Foi utilizado o agrotêxtil branco com gramatura de 15 g.m⁻². Foi utilizado também o mulching que consiste em uma lâmina de polietileno recortada na largura do canteiro contendo orifícios na posição que se localiza as plantas e também por se constituir como um método eficiente de controle das plantas daninhas e na manutenção da umidade do solo.

Após o transplantio e fechamento dos túneis foi realizada de forma parcelada a cada cinco dias a adubação de cobertura apenas com nitrogênio na forma de ureia via fertirrigação na dose de 300 Kg/ha.

A irrigação foi realizada diariamente sendo parcelada em duas vezes por meio do sistema de irrigação com gotejadores autocompensantes espaçados de 10 cm e apresentando vazão de 2,0 L.h⁻¹ visando manter o solo na capacidade de campo.

A colheita iniciou-se em 17/05/2016 quando as plantas atingiram seu máximo desenvolvimento vegetativo, ou seja, 40 DAT.

3.4 - Características avaliadas.

Todas as quatro plantas da área útil foram amostradas e serviram para as seguintes determinações: altura de plantas (cm), medida do nível do solo até a extremidade das folhas mais altas sendo realizada em campo; diâmetro de plantas (cm), medindo-se a distância em

cm das margens opostas do disco foliar sendo realizada em campo. A partir da colheita foram analisadas em laboratório: massa seca do caule, das folhas e da parte aérea após colocação em estufa com circulação forçada de ar a 65⁰C durante 72 h sendo expressa em g.planta⁻¹; número de folhas por planta por meio da contagem dessas, desprezando as folhas amarelecidas e/ou secas, partindo-se das folhas basais até a última folha aberta; massa fresca da parte aérea de todas as plantas da parcela útil por meio do peso de suas folhas e caule (g.planta⁻¹) e produtividade total (Mg.ha⁻¹) estimada para 1,0 ha.

3.5 - Análise estatística.

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo software SAEG (2007). Após isso, foi utilizado o teste de Tukey para comparação de médias dos tratamentos referentes aos espaçamentos de plantio e análise de regressão para os efeitos das épocas de permanência do agrotêxtil (JANDEL SCIENTIFIC, 1991). A escolha das equações de regressão foi com base na sua resposta biológica, significância dos parâmetros da equação de regressão e no coeficiente de determinação.

4.0 - RESULTADOS E DISCURSÃO.

4.1 – Massa seca do caule, das folhas e da parte aérea.

Foi observado que não houve efeito significativo da interação dos fatores espaçamento de plantio x época de permanência do agrotêxtil sob a massa seca do caule, das folhas e da parte aérea da alface; nessas características observou-se apenas efeito do fator isolado época de permanência do agrotêxtil ($p < 0,05$) (Tabela 1).

Tabela 1 – Resumo da análise de variância para a massa seca do caule (MSCA), das folhas (MSFO) e da parte aérea (MSPA) de alface. CCTA/UFCG, Pombal – PB, 2016.

Fontes de Variação	Quadrados médios		
	MSCA	MSFO	MSPA
Espaçamento (E)	0,0815 ^{ns}	0,4289 ^{ns}	0,4997 ^{ns}
Época de permanência do agrotêxtil (EPA)	0,2331*	9,6776*	12,4716*
E x EPA	0,0378 ^{ns}	1,2115 ^{ns}	1,5839 ^{ns}

*Significativo ao nível de 5 % de probabilidade.

No que se refere aos valores médios da massa seca do caule, das folhas e da parte aérea de plantas de alface observa-se que não houve diferença significativa em função do espaçamento de plantio (Tabela 2). Observou-se apenas uma tendência de maior acúmulo de massa seca das folhas e da parte aérea em plantas cultivadas no espaçamento 25 x 25 cm provavelmente em razão de um maior equilíbrio na competição intraespecífica, sobretudo em relação à luminosidade. Nesse sentido, verifica-se que essa tendência de obter maior valor para a massa seca da parte aérea foi mais influenciada pela massa seca das folhas que representou quase 85% do acúmulo na parte área do que propriamente da massa seca do caule.

A tendência de obtenção em termos de valor absoluto do maior acúmulo de massa seca da cabeça das plantas de alface no espaçamento 25 x 25 cm demonstra a eficiência do espaçamento na captação e retenção de nutrientes às plantas a partir da solução do solo, bem com a condição de luminosidade mais promissora para a formação da massa seca na planta. Segundo Filgueira (2005), experimentalmente se comprova que a adequada intensidade luminosa corresponde na elevação da atividade fotossintética, resultando em maior produção de massa seca nas plantas.

Outro fato a ser observado é que apesar do espaçamento 30 x 30 cm apresentar menor competição entre plantas pelos fatores do ambiente, tais como, água luz e nutrientes, não foi suficiente para alterar de forma significativa o acúmulo de massa seca na planta.

Em trabalho desenvolvido com a alface por Silva et al. (2016) verificou-se resultado contraditório em que obteve o maior acúmulo de massa seca da parte aérea na maior população de plantas (187.000), ou seja, espaçamento mais adensado de 0,20 x 0,20 m, demonstrando eficiência do espaçamento na captação e retenção de nutrientes às plantas a partir da solução do solo, pois nestas condições o espaço destinado favoreceu o desenvolvimento da parte aérea das plantas.

Tabela 2 – Valores médios da massa seca do caule, das folhas e da parte aérea de plantas de alface em função do espaçamento de plantio. CCTA/UFCG. Pombal – PB, 2016.

Espaçamento	Massa seca do caule (g.planta ⁻¹)	Massa seca da folha (g.planta ⁻¹)	Massa seca da parte aérea (g.planta ⁻¹)
20 x 20	0,773 a	3,735 a	4,508 a
25 x 25	0,678 a	4,050 a	4,728 a
30 x 30	0,609 a	3,911 a	4,520 a
CV(%)	23,66	23,91	20,97

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

No que se refere à época de permanência do agrotêxtil podemos verificar uma resposta quadrática sob a massa seca do caule com valor máximo estimado de 0,818 g.planta⁻¹ obtidos com a permanência do agrotêxtil até 6,7 DAT (Figura 1). A partir dessa época houve uma redução estimada de 28,0 % na massa seca do caule com a permanência do agrotêxtil até 30,0 DAT.

Por outro lado, registrou-se uma resposta linear decrescente com redução estimada de 46,8 e 44,8% em relação as massa secas da folha e da parte aérea, respectivamente, com a permanência do agrotêxtil até 30 DAT (Figura 1). Esse comportamento era esperado em razão da massa seca das folhas representarem a maior parte do acúmulo de massa na planta. Além disso, o sombreamento com o agrotêxtil por um período mais prolongado pode ter resultado em menor taxa fotossintética da planta e, desta forma, resultar em menor crescimento.

Como em qualquer tipo de cultivo protegido, o agrotêxtil também modifica o ambiente sob proteção, atuando como uma barreira mais ou menos permeável à água, à radiação e à ventilação e que separa a cultura do ambiente externo, vindo a gerar uma série de modificações microclimáticas sob a radiação, temperatura, umidade do solo e do ar (OLIVEITA et al., 2006). De acordo com os resultados obtidos nesse trabalho, as melhores

respostas quanto à massa seca das folhas e da parte aérea foram sem a proteção do agrotêxtil, provavelmente em razão do efeito negativo que a temperatura exerceu no crescimento da planta do que propriamente dos benefícios que a diminuição da radiação incidente promoveu no interior do túnel que baixou em média de 2277 para 1391 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$

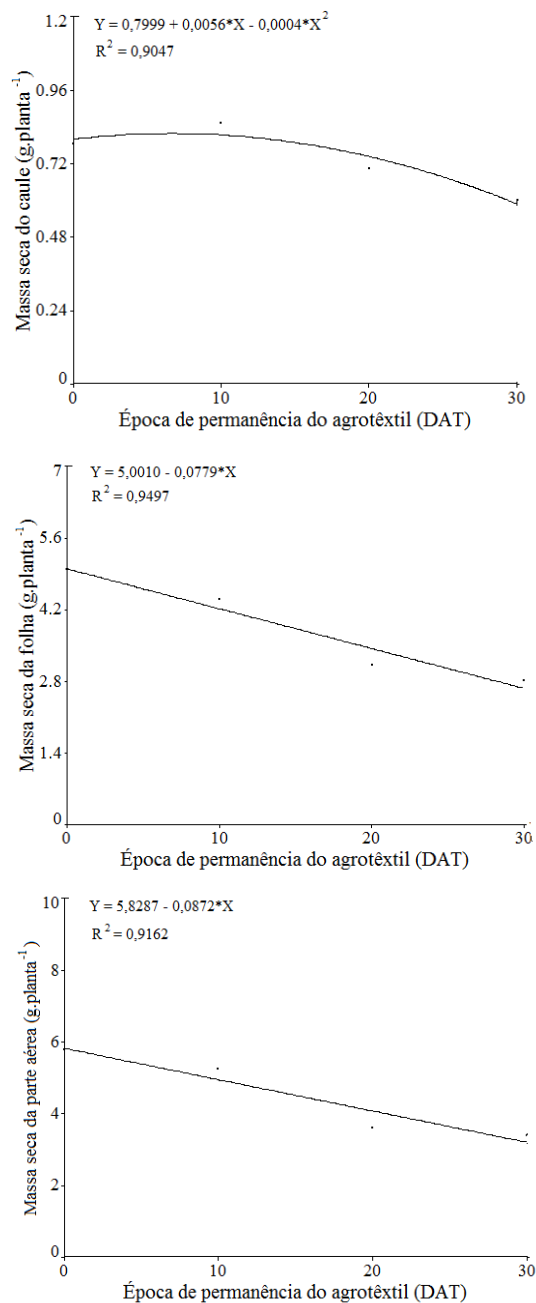


Figura 1 – Funções de resposta ajustadas para a massa seca do caule, massa seca da folha e massa seca da parte aérea de alface em função da época de permanência do agrotêxtil. CCTA/UFCG, Pombal – PB, 2016.

Durante o período em que se desenvolveu o experimento, março a maio de 2016, a média de temperatura mínima e máxima dentro do túnel foi de 22,9 e 48,6 °C e fora do túnel

de 20,9 e 40,0 °C, respectivamente. Essas temperaturas são desfavoráveis ao cultivo da alface, pois a variação ótima é de 4 a 27 °C (PUIATTI; FINGER, 2005).

Em trabalho desenvolvido com alface Romana em diferentes ambiente foi encontrado que para a massa seca da planta observou-se que o ambiente aberto e a tela termorrefletora 30% foram os que proporcionaram as maiores médias, 71,25 g e 64,38 g, respectivamente, compara a tela de 50% (AQUINO et al., 2014). Resultado que se assemelha aos obtidos por Santana *et al.* (2009), que observaram maiores médias de massa seca no cultivo a pleno sol em comparação com telas de sombreamento (30 e 50%). Os autores relatam que a maior produção de massa seca das folhas pode ser atribuída à maior captação de luz.

4.2 – Altura da planta, diâmetro da parte aérea e número de folhas por planta.

Foi observado que não houve efeito significativo da interação dos fatores espaçamento de plantio x época de permanência do agrotêxtil sob a altura da planta, diâmetro da parte aérea e número de folhas por plantas de alface; nessas características observou-se efeito dos fatores isolados sob a altura de plantas e apenas da época de permanência do agrotêxtil sob o diâmetro da parte aérea da alface e número de folhas por planta ($p < 0,05$) (Tabela 3).

Tabela 3 – Resumo da análise de variância para a altura da planta (ALT), diâmetro da planta (DP) e número de folhas por planta (NFPL) de alface. CCTA/UFCEG, Pombal – PB, 2016.

Fontes de Variação	Quadrados médios		
	ALT	DP	NFPL
Espaçamento (E)	17,5219*	4,7108 ^{ns}	21,6386 ^{ns}
Época de permanência do agrotêxtil (EPA)	20,6165*	40,4077*	95,5503*
E x EPA	5,3993 ^{ns}	2,9886 ^{ns}	55,9612 ^{ns}

*Significativo ao nível de 5 % de probabilidade.

Comparando os espaçamentos de plantio verificou-se que a maior altura da planta foi registrada no espaçamento 20 x 20 cm que diferiu apenas do espaçamento menos adensado de 30 x 30 cm (Tabela 4). Esse resultado pode ter ocorrido provavelmente em razão do maior sombreamento encontrado nos espaçamentos mais adensados que proporcionou o estiolamento da planta em busca da radiação incidente que já estava limitada pelo uso do agrotêxtil.

Em trabalho desenvolvido com a cultura da alface avaliando diferentes populações de plantas no semiárido paraibano verificou-se que o espaçamento 20 x 20 cm favoreceu o alongamento das plantas e que em razão desse fato, essas alcançaram maior altura; isso provavelmente aconteceu devido o menor espaçamento ter promovido acentuada competição entre as plantas por luz, ou seja, o maior adensamento causou o desenvolvimento das plantas em altura, porém este aumento não promoveu estiolamento suficiente para causar a perda de qualidade comercial das plantas (SILVA et al., 2014). Fato esse comprovado também por Santos et al. (2007), cujas pesquisas demonstram que o espaçamento influencia diretamente na arquitetura da planta, no desenvolvimento, no tamanho e na produção da alface.

Semelhantemente considerando o efeito do espaçamento de plantio sobre a altura das plantas verificou-se uma variação média de 11,92 a 13,58 cm, com destaque para o tratamento 15 x 15 cm, que foi superior ao de 30 x 30 cm e, portanto, acredita-se que a maior competição por luz nos espaçamentos mais adensados contribuiu para que as plantas atingissem alturas mais elevadas (MEDEIROS, 2015).

Por outro lado, quando se observa o comportamento do crescimento da planta em diâmetro e em número de folhas ficou evidenciado que o espaçamento de plantio não alterou de forma significativa essas variáveis (Tabela 4). De acordo com Lima et al. (2007), menores densidades de cultivo não provoca competição por água, luz e nutrientes. Em contrapartida irá ocorrer quando o número de plantas excede a capacidade que a área poderá fornecer os recursos necessários em quantidade suficiente para proporcionar o desenvolvimento satisfatório de determinada cultura.

O número de folhas é de grande importância tanto para o produtor, pois indica a adaptação do material genético ao ambiente, quanto para a comercialização (DIAMANTE et al., 2013). Por ser comercializada por unidade, atingir o máximo de área foliar em alface é uma característica decisiva durante a comercialização (REGHIN et al., 2002).

Em se tratando do número de folhas, observa-se um pequeno acréscimo da variável em questão, quando as plantas foram cultivadas nos espaçamentos de 20 x 20 e 25 x 25 cm. A utilização desses diferentes espaçamentos que geram distintas populações de plantas não promoveu redução drástica na quantidade de folhas; possivelmente quando a alface foi cultivada em maior espaçamento os nutrientes requeridos pela cultura foram carregados e metabolizados para favorecer o desenvolvimento normal da planta, não interferindo, portanto, nessa característica. Resultado semelhante foi obtido no cultivo de alface com diferentes populações de plantas (SILVA et al., 2016).

Tabela 4 – Valores médios de altura, diâmetro da parte aérea e número de folhas por planta de alface em função do espaçamento de plantio. CCTA/UFMG. Pombal – PB, 2016.

Espaçamento	Altura da planta (cm)	Diâmetro da parte aérea (cm)	Nº de folhas por planta
20 x 20	16,8 a	22,6 a	28,03 a
25 x 25	15,5 ab	22,2 a	28,77 a
30 x 30	14,4 b	21,3 a	26,16 a
CV(%)	13,81	11,02	18,66

Médias seguidas pela mesma letra nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Em relação época de permanência do agrotêxtil verificou-se para a altura da planta uma resposta linear decrescente com redução de 19,1% em seu valor quando comparada a planta sem cobertura a aquela que passaram até 30 DAT sob o agrotêxtil (Figura 2). Efeito diferente foi registrado para o diâmetro da parte aérea e número de folhas por planta que obtiveram uma resposta quadrática com valores máximos estimados de 23,7 cm e 30,3 folhas por planta com a permanência do agrotêxtil até 4,6 e 3,3 DAT, respectivamente (Figura 2).

Na maioria dos trabalhos citados na literatura fica evidenciado que o sombreamento excessivo resulta em aumento da altura da planta que busca a radiação para o processo de fotossíntese. No entanto, nesse trabalho a altura diminuiu em plantas que passaram mais tempo sob o agrotêxtil. Esse fato pode estar relacionado ao efeito negativo que a temperatura promove no crescimento da alface, sendo esse fator mais importante do que propriamente a luminosidade para o seu crescimento. Fato semelhante ao observado para a altura da planta foi encontrado para o diâmetro e número de folhas, pois essas plantas cresceram menos quando o agrotêxtil permaneceu por mais tempo, ou seja, até 30 DAT, indicando assim, que a temperatura excessiva em baixo do túnel afetou de forma significativa a emissão de novas folhas e o acúmulo de massa seca na planta.

Conforme dados climáticos demonstrados anteriormente verifica-se que a utilização do agrotêxtil reduziu em 38.9% a radiação incidente no interior do túnel. No entanto, devido o fechamento lateral da estrutura de túnel montada por meio de arcos houve redução da ventilação no interior deste, o que ocasionou um aumento considerável da temperatura média que passou de 30,5 para 35,8 °C durante o ciclo da cultura. Assim, constata-se que a média da temperatura máxima do ar no interior do túnel atingiu valores elevados e se situaram acima dos limites considerados ótimos ao crescimento da alface. Da mesma forma, a média da temperatura mínima do ar situou-se acima da temperatura ótima de crescimento. Portanto, é

de se esperar que nessas condições de elevada temperatura haja efeitos negativos sob os fenômenos fisiológicos como a taxa respiratória, o transporte dos assimilados e a absorção hídrica e mineral que são essenciais para o crescimento adequado das plantas (SEGOVIA et al., 1997).

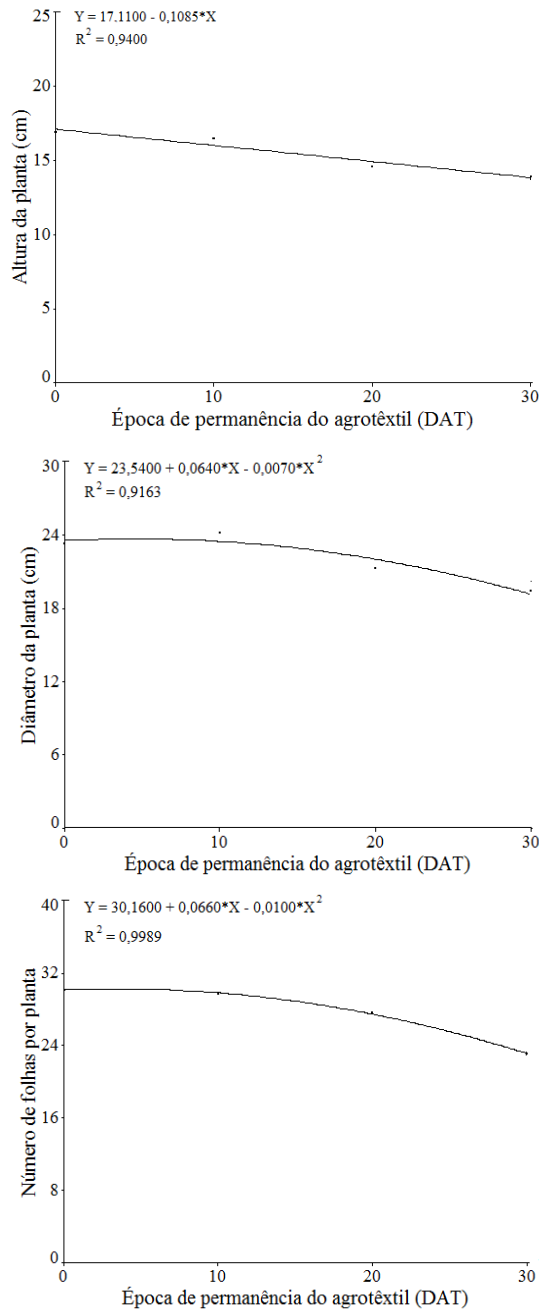


Figura 2 – Funções de resposta ajustadas para a altura de plantas, diâmetro da planta e número de folhas por planta de alface em função da época de permanência do agrotêxtil. CCTA/UFCG, Pombal – PB, 2016.

Em trabalho realizado com a alface foi verificado que no ambiente aberto e em aqueles com menor porcentagem de sombreamento (tela de sombreamento e termorreletoira a 30%)

foram encontradas as maiores médias do número de folhas por planta (AQUINO et al., 2014). Esses resultados que concordam com os de Bezerra Neto *et al.* (2005) ao estudarem a produtividade de alface em razão de sombreamento, temperatura e luminosidade elevadas, em Mossoró-RN. Esses autores observaram que sob tela de sombreamento as médias do número de folhas foram menores quando comparadas à do campo aberto.

Quando observado as diferenças de resultados entre as épocas de permanência do agrotêxtil de 0 a 30 DAT, pode-se inferir que a variação do clima está interligada diretamente no desenvolvimento da cultura. Assim, pressupõe-se que este regula a taxa de crescimento diário, podendo interferir nos processos fisiológicos da planta como fechamento e abertura de estômatos e aproveitamento da intensidade da luz para realizar os seus processos fotossintéticos (COSTA et al., 2011).

4.3 – Massa fresca da parte aérea e produtividade.

Foi observado efeito significativo da interação dos fatores espaçamento de plantio x época de permanência do agrotêxtil sob a massa fresca da parte aérea e produtividade de plantas de alface ($p < 0,05$) (Tabela 5).

Tabela 5 – Resumo da análise de variância para a massa fresca da parte aérea (MFPA) e produtividade (PROD) de alface. CCTA/UFCG, Pombal – PB, 2016.

Fontes de Variação	Quadrados médios	
	MFPA	PROD
Espaçamento (E)	597,2595*	304,8915*
Época de permanência do agrotêxtil (EPA)	5010,8280*	104,3823*
E x EPA	909,5238*	26,8917*

*Significativo ao nível de 5 % de probabilidade.

Foi registrado que apenas na época de permanência do agrotêxtil de 10 DAT, plantas cultivadas nos espaçamentos de 20 x 20 e 25 x 25 cm apresentaram maior massa fresca da parte aérea quando comparado às plantas cultivadas no espaçamento de plantio de 30 x 30 cm (Tabela 6). Nas demais épocas de permanência do agrotêxtil em estudo não houve alteração significativa no valor dessa variável nos diferentes espaçamentos de plantio. Esse fato pode ter ocorrido em razão de que aos 10 DAT as plantas de alface apresentam crescimento lento e os espaçamentos mais adensados ainda não tinha exercido sob as plantas a interferência em seu crescimento em relação aos principais fatores de crescimento como água, luz e nutrientes.

Em termos de valor absoluto verifica-se que aos 30 DAT quando as plantas já exerciam sobre as outras uma competição mais acentuada verificou-se que nos espaçamentos menos adensados 25 x 25 e 30 x 30 cm maior valor de massa fresca da parte aérea demonstrando que a competição é menor em espaçamentos mais amplos.

Tabela 6 – Valores médios do desdobramento da interação da massa fresca da parte aérea e da produtividade de alface em função do espaçamento e da época de permanência do agrotêxtil. CCTA/UFCG. Pombal – PB, 2016.

Época de permanência do agrotêxtil (dias)	Massa fresca da parte aérea (g.planta ⁻¹)			Produtividade (Kg.ha ⁻¹)		
	Espaçamento de plantio			Espaçamento de plantio		
	20 x 20	25 x 25	30 x 30	20 x 20	25 x 25	30 x 30
0	88,9 A	97,4 A	83,4 A	17,64 A	13,91 B	7,66 C
10	121,5 A	135,3 A	81,5 B	23,50 A	18,32 A	7,11 B
20	78,2 A	75,8 A	72,8 A	15,96 A	12,75 AB	6,80 B
30	54,4 A	79,9 A	58,8 A	9,73 A	11,84 A	5,81 B
CV (%)	23,20			15,59		

Médias seguidas pela mesma letra nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

De forma geral observou-se uma tendência de se obter maiores valores de massa fresca da parte aérea nos espaçamentos mais adensados de 20 x 20 e 25 x 25 cm. Esse fato não era esperado, pois apesar de o espaçamento mais adensado favorecer a produtividade por hectare, os maiores espaçamentos entre plantas corroboram para o aumento da massa fresca por planta de alface. Esse fato é devido à menor competição por água, luz e nutrientes, possibilitar que as plantas se tornem maiores e mais pesadas, característica essa desejada, pois aumenta o valor de mercado. (AQUINO et al., 2014). De acordo com Silva et al. (2016) quando a alface tem uma área adequada para seu desenvolvimento torna-se capaz de atingir uma máxima produção vegetal, ou seja, o espaçamento utilizado favorece satisfatoriamente a relação entre a quantidade de nutriente disponíveis na área e o número de plantas presentes. Lima et al. (2007) afirmam que à medida que o espaçamento diminui e a densidade populacional aumenta e dentro de certos limites, há um aumento na produção total por área, podendo resultar em maior rentabilidade para o produtor.

Uma resposta quadrática foi obtida para a massa fresca da parte aérea de alface com valores máximos estimados de 110,5 e 125,4 g.planta⁻¹ nas épocas de permanência do agrotêxtil de 6,5 e 11,3 DAT, respectivamente, quando essas plantas foram cultivadas nos

espaçamentos de plantio de 20 x 20 e 25 x 25 cm (Figuras 3A e 3B). A partir dessas épocas (6,5 DAT em plantas cultivadas no espaçamento de 20 x 20 cm) e (11,3 DAT em plantas cultivadas no espaçamento de 25 x 25 cm) registrou-se uma queda de 54,5 e 40,9% na massa fresca das plantas de alface. No espaçamento menos adensado de 30 x 30 cm houve uma resposta linear decrescente onde as plantas cobertas com o agrotêxtil até 30 DAT quando comparadas a plantas não cobertas durante todo o ciclo reduziram a sua massa fresca em 51,5% (Figura 3C).

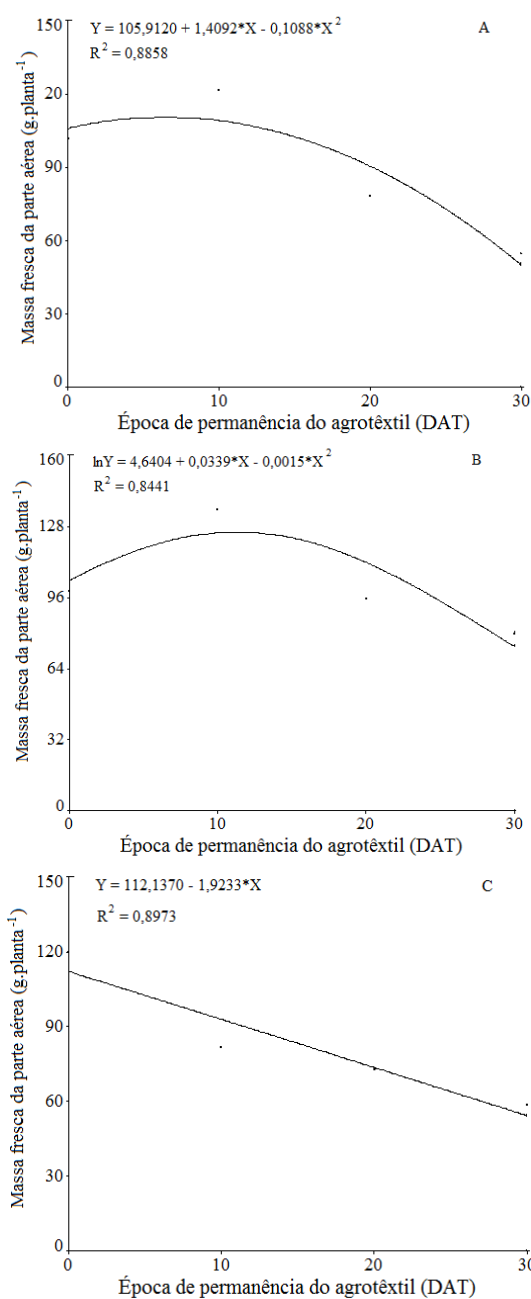


Figura 3 – Funções de resposta ajustadas para a massa fresca da parte aérea de alface cultivada nos espaçamentos (A - 20 x 20 cm; B – 25 x 25 cm e C – 30 x 30 cm) em função da época de permanência do agrotêxtil. CCTA/UFCG, Pombal – PB, 2016.

Como em qualquer tipo de cultivo ambiente sob proteção, o agrotêxtil atua como uma barreira mais ou menos permeável à água, à radiação e à ventilação e que separa a cultura do ambiente externo, vindo a gerar uma série de modificações microclimáticas, tais como, radiação, temperatura, umidade do solo e do ar, etc (OLIVEIRA et al., 2016).

Adicionalmente, a expressão do potencial genético de um cultivar depende das condições edafoclimáticas onde são produzidos os materiais, o que pode ter influenciado nos diferentes resultados para produção de massa fresca de plantas. A temperatura pode influenciar significativamente a cultura, alterando suas características (massa, qualidade) e, principalmente, sua produção (SILVA et al., 2000).

Foi registrado maior valor para a produtividade de alface no espaçamento 20 x 20 cm quando as plantas ficaram durante todo o seu ciclo descobertas; com 10 e 30 DAT plantas cultivadas nos espaçamentos 20 x 20 e 25 x 25 cm não diferiram quanto à produtividade, porém essa foi superior ao espaçamento adotado de 30 x 30 cm; com 20 DAT houve apenas diferença significativa do espaçamento 20 x 20 cm quando comparado ao de 30 x 30 cm quanto à produtividade da alface (Tabela 6).

Essa maior produtividade da alface nos espaçamentos mais adensados decorre principalmente do maior número de plantas por área em relação aos espaçamentos menos adensados, uma vez que, independente da época de permanência do agrotêxtil, só foi observada diferença no acúmulo de massa fresca da parte aérea da alface quando o agrotêxtil foi retirado aos 10 DAT.

Para a produtividade da alface, foi observado um maior valor quando as plantas foram cultivadas no espaçamento 0,20 x 0,20 m, entretanto provavelmente o maior adensamento proporcionado pelo menor espaçamento resultou em um maior sombreamento do solo, formando um possível microclima adequado ao desenvolvimento da cultura. Segundo Flesch e Vieira (2004), a utilização de espaçamentos menores permitirá uma melhor distribuição espacial das plantas, a cobertura mais rápida do solo e a melhor utilização da água e nutrientes, favorecendo o aumento da produtividade, principalmente em condições adversas, a exemplo das altas temperaturas existentes em Pombal-PB.

Em relação à época de permanência do agrotêxtil foi encontrado para a produtividade da alface uma resposta quadrática com valores máximos estimados de 22,41 e 17,22 Kg.ha⁻¹ nas épocas de 4,8 e 12,3 DAT, respectivamente quando essas plantas foram cultivadas nos espaçamentos de plantio de 20 x 20 e 25 x 25 cm (Figuras 4A e 4B). A partir dessas épocas (4,8 DAT em plantas cultivadas no espaçamento de 20 x 20 cm) e (12,3 DAT em plantas

cultivadas no espaçamento de 25 x 25 cm) registrou-se uma queda de 59,0 e 38,59% na produtividade da alface. No espaçamento menos adensado de 30 x 30 cm houve uma resposta linear decrescente onde as plantas cobertas com o agrotêxtil até 30 DAT quando comparadas a plantas não cobertas durante todo o ciclo reduziram a sua massa fresca em 46,9% (Figura 4C).

Resultado contraditório foi obtido em trabalho desenvolvido com a cultura da alface em condições de clima mais ameno em Ponta Grossa – PR, verificou-se que à medida que se prolongou a permanência do agrotêxtil sob as plantas, de 10 para 38 dias, houve resposta positiva na massa fresca da parte aérea e na produção que dependeu da cultivar (FELTIN et al., 2013).

Nas nossas condições, em razão das elevadas temperaturas registradas dentro e fora do túnel conforme relatado anteriormente constatou-se que a permanência do agrotêxtil até 30 DAT não resultou em ganhos na produção, pelo contrário, houve decréscimo acentuado no crescimento e formação da parte aérea da alface. Isso demonstra que para a formação da produtividade na cultura da alface a temperatura tem maior influência do que a radiação incidente que reduziu em torno de 38,9% com a presença do agrotêxtil. Vale salientar que essa maior temperatura foi devido à falta de ventilação no interior do túnel que permaneceu fechado até as épocas de retirada do agrotêxtil.

Esse material diminui a incidência direta dos raios solares, o que favorece as espécies que precisam de menor fluxo de energia radiante ocorrendo assim uma redução da temperatura quando a ventilação no interior do túnel não é restringida; essa menor incidência de energia solar pode contribuir para a redução dos efeitos extremos da radiação, principalmente a fotorrespiração, e proporcionar melhores condições ambientais aumentando a produtividade e qualidade das folhas para consumo (BLIND; SILVA FILHO, 2015). Entretanto, a utilização desse material visando amenizar a temperatura e irradiância elevadas, pode apresentar o inconveniente de reduzir o fluxo de luz a níveis inadequados, resultando no prolongamento do ciclo, estiolamento das plantas e redução da produtividade (SANTOS et al, 2010).

Plantas jovens quando expostas à luz solar plena pode resultar na queda do potencial hídrico das folhas, causada por alta demanda evaporativa provocada pela alta radiação sendo responsável por aumentar a temperatura da mesma e pela restrição estomática à transpiração que, eventualmente, intensifica os efeitos da fotoinibição (ARAUJO; DEMINICIS, 2009). A fotoinibição da fotossíntese é um fator que reduz a produção da alface e esta ocorre devido ao

elevado nível de radiação incidente; a fotoinibição é conhecida atualmente como uma condição de estresse e definida como um complexo conjunto de processos moleculares que promovem a inibição da fotossíntese através do excesso de luz (FU et al., 2012).

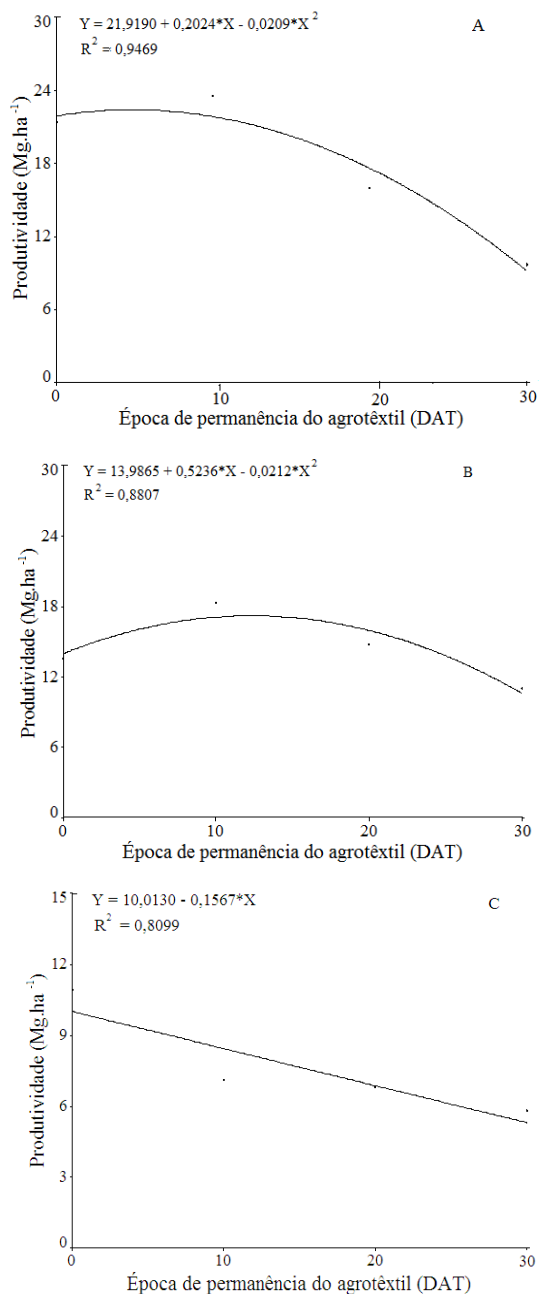


Figura 4 – Funções de resposta ajustadas para a produtividade de alface cultivada nos espaçamentos (A - 20 x 20 cm; B - 25 x 25 cm e C - 30 x 30 cm) em função da época de permanência do agrotêxtil. CCTA/UFCG, Pombal – PB, 2016.

Souza *et al.* (2013), avaliando seis cultivares de alface americana em Cáceres-MT, no período de outono, obtiveram médias de produção comercial variando de 371,0 a 479,6 g por planta, valores superiores aos obtidos nesse estudo. No trabalho de Souza *et al.* (2013), as cultivares

Lucy Brow e Tereza atingiram produção acima das 400 g por planta, enquanto que no presente estudo, elas atingiram 135,3 g por planta no espaçamento 25 x 25 cm (Tabela 6). Fato esse que pode ser atribuído ao fechamento do túnel por períodos mais prolongados, visto que, além dos efeitos negativos provocados pelas temperaturas o que gera perdas diretas à produção comercial da planta.

5.0 – CONCLUSÕES

- A produtividade da alface foi afetada pelos espaçamentos de plantio e pela época de permanência do agrotêxtil.
- A massa fresca da parte aérea da alface foi maior nos espaçamentos de 20 x 20 e 25 x 25 apenas quando a planta foi coberta pelo agrotêxtil por 10 dias.
- Independente do espaçamento testado houve redução na massa fresca da parte aérea e da produtividade com o prolongamento da cobertura com agrotêxtil até 30 DAT.
- A produtividade máxima obtida foi de 22,41 e 17,22 Kg.ha⁻¹ nas épocas de 4,8 e 12,3 DAT quando as plantas foram cultivadas nos espaçamentos de plantio de 20 x 20 e 25 x 25 cm.
- A redução da radiação incidente em 38,9% proporcionada pelo agrotêxtil e o aumento da temperatura no interior do túnel proporcionou um menor acúmulo de massa seca e produtividade da alface, independente do espaçamento de plantio.

6.0 - REFERÊNCIAS.

ARAUJO, S. A. C., DEMINICIS, B. B. Fotoinibição da Fotossíntese. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 7, n. 4, p. 463-472, out./dez. 2009.

AQUINO, C.R.; SEABRA JÚNIOR, S.; CAMILI, E.C.; DIAMANTE, M.S.; COSTA PINTO, E. S. Produção e tolerância ao pendoamento de alface-romana em diferentes ambientes. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 61, n.4, p. 558-566, 2014.

BARROS JUNIOR, A. P., GRANJEIRO, L. C., BEZERRA NETO, F., NEGREIROS, M. Z., SOUZA, J. O., AZEVEDO, P. E., MEDEIROS, D. C. Cultivo da Alface em Tuneis Baixos de Agrotexil. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.22, n.4, p. 801-803, out-dez 2004.

BARROS JUNIOR, A. P., BEZERRA NETO, F., NEGREIROS, M. Z., OLIVEIRA, E. Q., SILVEIRA, L. M., CÂMARA, M. J. T., Desempenho agronômico do bicultivo em sistemas consorciados com cenoura em faixas sob diferentes densidades populacionais. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 3, jul-set, 2005.

BEZERRA NETO, F.; ROCHA, R.C.C.; NEGREIROS, M.Z.; ROCHA, R.H.; QUEIROGA, R.C.F. Produtividade de alface em função de condições de sombreamento e temperatura e luminosidade elevadas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, n.2, p.189-192, abr-jun 2005.

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

COSTA, C.M.F.; SEABRA JÚNIOR, S.; ARRUDA, G.R.; SOUZA, S.B.S. Desempenho de cultivares de rúcula sob telas de sombreamento e campo aberto. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, n. 1, p. 93-102, 2011.

CORREIA, C.V.; CARDOSO, A.I.I.; SOUZA, L.G.; ANTUNES, W.L.P.; MAGOLBO, L.A.; Produção de beterraba em função do espaçamento. **Horticultura Brasileira**, v.32, n.1, p. 111-114, 2014.

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 Agronômica**, 44:133-140, 2013.

ECHER, M.M.; GUIMARÃES, V.F.; GOTO, R. & PURQUERIO, L.F.V. Comportamento de cultivares de alface em função do espaçamento. **Revista de Agricultura**, 76:267-275, 2001.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Produção de Informações (SPI). Brasília, Embrapa, 2013. 3ª Edição, 353p.

FENTRIM, A. L., REGHIN, M. Y., VINNE, J. V. D. **Cultivo Da Alface Com Agrotexil Em Diferentes Períodos**, Ponta Grossa-PR, abril 2003.

FLESCHE, R. D.; VIEIRA, L. C. Espaçamentos e densidades de milho com diferentes ciclos no oeste de Santa Catarina, Brasil. **Ciência Rural**, v.34, n.1, p.25-31, 2004.

FILGUEIRA, F.A.R. **Novo Manual de Olericultura**. Viçosa: UFV. 2005.402p.

FU, W.; LI, P.; WU, Y. Effects of different light intensities on chlorophyll fluorescence characteristics and yield in lettuce. **Scientia Horticulturae**, v.135, p.45-51, 2012.

GUALBERTO, R.; RESENDE, F.V.; BRAZ, L.T. Competição de cultivares de alface sob cultivo hidropônico ‘NFT’ em três diferentes espaçamentos. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.17, n. 2, p. 155-158, julho, 1999.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA -IBGE – Censo Agropecuário 2006. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl.asp?c=818&z=p&o=2&i=P>. Acesso em: 16/04/2016.

LIMA, S.S.L. NETO, F.B.; NEGREIROS, M.Z.; FREITAS, K.K.; JÚNIOR, A.P.P.B.; Desempenho agroecônômico de coentro em função de espaçamento e em dois cultivos. **Revista Ciência Agronômica**, v.38, n.4, p. 407-413, 2007.

MEDEIROS, F.B.A. **Produção e qualidade de alface americana em função do espaçamento de plantio**. 2015, 49f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Fitotecnia). Universidade Federal Rural do SemiÁrido (UFERSA). Mossoró – RN, 2015.

MONTEIRO NETO, J. L. L., SILVA, A. C. D., SAKAZAKI, T. R., TRASSATO, L. B.,ARAÚJO, F. **Tipos de coberturas de solo no cultivo de alface (*Lactuca sativa* L.) sob as condições climáticas de Boa Vista, Roraima**. Roraima v8(2): 47-52. 2014.

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

OLIVEIRA, S.K.L; GRANJEIRO, L.C.; NEGREIROS, M.Z.; SOUZA, B.S.; SOUZA, S.R.R. Cultivo de alface com proteção de agrotêxtil em condições de altas temperatura e luminosidade. **Revista Caatinga**, v.19, n.2, p.112-116, abril/junho 2006.

PUIATTI, M.; FINGER, F. L. Fatores climáticos. In: PAULO, C. R. F. **Olericultura: teoria e prática**. Rio Branco: Suprema Gráfica e Editora, 2005. cap. 2, p. 17 -38. v. 1.

REGHIN, M. Y., PRIA, M. D., OTTO, R. F., FELTRIM, A. L., VINNE, J. V. D. Sistemas de cultivo com diferentes espaçamentos entre plantas em alface mini. **Horticultura Brasileira**, v. 20, n. 2, julho, 2002.

ROCHA, R. C. **Uso de diferentes telas de sombreamento no cultivo protegido do tomateiro**. 2007. Tese (Doutorado em Agronomia, Horticultura) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

SANTANA, C. V. S., ALMEIDA, A. C., TURCO, S. H. N. Produção de alface roxa em ambientes sombreados na região do submédio São Francisco-BA. **Revista Verde de**

Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, Mossoró- RN, v.4, n.3, p. 01- 06, jul/set de 2009.

SANTOS, C. L., SEABRA JUNIOR, S., LALA, J. G., THEODORA, V. C. A., NESPOLI, A. Desempenho de Cultivares de Alface Tipo Crespa Sob Altas Temperaturas em Cáceres-MT. **Agarian**, v. 2, n. 3, p. 87-98, jan./mar. 2009.

SANTOS, L. L., SEABRA JUNIOR, S., NUNES, M. C. M. Luminosidade, Temperatura do ar e Do Solo em Ambientes de Cultivo Protegido. **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, Alta Floresta, v. 8, n. 1, p. 83-93, 2010.

SEGOVIA, J.F.O.; et al. Comparação do crescimento e desenvolvimento da alface (*Lactuca sativa* L.) no interior e no exterior de uma estufa de polietileno em Santa Maria,RS. **Revista Ciência Rural**, v.27, n.1, p.37-41, 1997.

SILVA, V. F.; BEZERRA NETO, F.; NEGREIROS, M.Z.; PEDROSA, J. F. Comportamento de cultivares de alface em diferentes espaçamentos sob temperatura e luminosidade elevadas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 18 n. 3, p. 183-187, novembro 2000.

SILVA, G. S.; CECÍLIO FILHO, A. B.; BARBOSA, J. C.; ALVES, A. U. Espaçamentos entrelinhas e entre plantas no crescimento e na produção de repolho roxo. **Bragantina**, Campinas, v.70, n.3, p.538-543, 2011.

SILVA, R.A.; SILVA, A.; VARGAS, P. F.; FERRARI, S.; PAVARINI, G. M. P. Telas de sombreamento no desempenho de cultivares de alface. **Nucleus**, v.11, n.2, 2014

SILVA, I.C.M.; DANTAS, M.V.; COSTA, C.C.; SARMENTO, J.J.A.; LOPES, K.P. Influência da população de plantas sob o crescimento e produção orgânica de alface no Sertão paraibano. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**. v. 11, n.2, p. 55-59, 2016.

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

STRECK, L., SCHNEIDER, F. M., BURIO, G. A., LUZZA, J., SANDRI, M. A. Sistema de produção de alface em ambiente parcialmente modificado por túneis baixos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.37, n.3, p.667-675, mai-jun, 2007.

YURI, J. E., RODAS, C. L., SOUSA, R. J., RESENDE, G. M., RODRIGUES JUNIOR, J. C., JUSTINO, G. J., ANDRADE JUNIOR, V. C. Comportamento da Alface-Americana a Diferentes Tipos de Filme Plástico Em Cultivo Sobre Túnel Alto. **Horticultura Brasileira**, Vargem-MG, v. 2, n. 2, jul. 2004.

ZANINE, A.M.; SANTOS, E.M.; Competição entre espécies de plantas – Uma revisão. **Revista da FZVA**, Uruguaiana, v.11, n.1, p.10-30, 2004.