



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA



DISSERTAÇÃO

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: CONSTRUÇÕES RURAIS E AMBIÊNCIA

**DESEMPENHO DE CULTIVARES DE ALFACE EM DIFERENTES CONDIÇÕES
AMBIENTAIS**

ELAINE PRISCILA TARGINO VIANA

Campina Grande, PB
Fevereiro, 2012

ELAINE PRISCILA TARGINO VIANA



**DESEMPENHO DE CULTIVARES DE ALFACE EM DIFERENTES CONDIÇÕES
AMBIENTAIS**

ORIENTADOR: Prof. Dr. **RENILSON TARGINO DANTAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola do Centro de Tecnologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande, em cumprimento às exigências para obtenção do Título de Mestre (M.Sc.) em Engenharia Agrícola - Área de concentração: Construções Rurais e Ambiente.

Campina Grande, PB
Fevereiro, 2012

DIGITALIZAÇÃO:
SISTEMOTECA - UFCG

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCG

V614d Viana, Elaine Priscila Targino.
Desempenho de cultivares de alface em diferentes condições ambientes / Elaine Priscila Targino Viana.-- Campina Grande, 2012.
58 f. : il. color.

Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, 2012.

"Orientação: Prof. Dr. Renilson Targino Dantas".
Referências.

1. *Lactuca Sativa* L. 2. Análise de Crescimento. 3. Produtividade. 4. Teor de Umidade. I. Dantas, Renilson Targino. II. Título.

CDU 635.52(043)



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA



PARECER FINAL DO JULGAMENTO DA DISSERTAÇÃO DA MESTRANDA

ELAINE PRISCILA TARGINO VIANA

**DESEMPENHO DE CULTIVARES DE ALFACE EM DIFERENTES
CONDIÇÕES AMBIENTAIS**

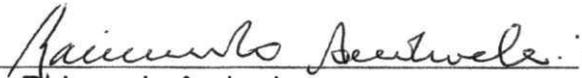
BANCA EXAMINADORA

PARECER

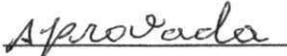


Dr. Renilson Targino Dantas
Orientador (UACA/CTRN/UFPG)





Dr. Raimundo Andrade
Examinador (CCHA/UEPB)





Dr. José Dantas Neto
Examinador (UACA/CTRN/UFPG)



FEVEREIRO - 2012

Dedico

A minha mãe Maria Otília, minha melhor amiga, companheira e incentivadora, e a ela devo tudo que sou.

Agradecimentos

A DEUS, por me abençoar e por sempre ter mostrado uma luz nos momentos difíceis por me ajudar a enfrentar todos os obstáculos encontrados na minha caminhada.

Aos meus pais, e a todos os meus familiares pela dedicação, amizade sincera e companheirismo sempre.

Ao meu namorado Rodolfo Thiago Santino Silva, pelo amor, companheirismo, paciência e apoio no decorrer desse trabalho.

Ao colega José Henrique pelo apoio imprescindível durante a pesquisa.

Aos amigos (as) Rayanna, Whellyson, Flávio e Valquíria pela amizade, e pela ajuda no decorrer desse trabalho.

Ao Professor Dr. Renilson Targino Dantas pela orientação, confiança e amizade e por me oferecer algo valiosíssimo que é o conhecimento.

Aos colegas de curso pelo apoio nas horas difíceis e parceria nas horas alegres.

Ao Curso de Pós-graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande por mais esta oportunidade de qualificação profissional.

A CAPES pela concessão da bolsa de estudos durante o curso.

Aos professores que contribuíram para minha qualificação profissional e formação humana.

À funcionária da Coordenação de Pós-graduação, D. Cida pelo apoio dado sempre que precisei.

Enfim, agradeço a todas as pessoas que direta ou indiretamente, contribuíram para a concretização dessa conquista.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	VIII
LISTA DE FIGURAS	IX
RESUMO	X
ABSTRACT	XI
1 INTRODUÇÃO	1
2 OBJETIVOS	2
2.1 Objetivo geral	2
3.1 Objetivos específicos	2
3 REVISÃO DE LITERATURA	3
3.1 Origem da Alface	3
3.2 Botânica e morfologia	4
3.3 Aspectos edafoclimáticos	4
3.4 Casas de vegetação	7
3.5 Temperatura e Umidade relativa do ar	9
3.6 Água e Nutrientes	10
3.7 Parâmetros de crescimento	14
3.7.1 Altura de planta	14
3.7.2 Número de folhas	14
3.7.3 Área foliar	15
3.7.4 Massa fresca e seca	16
4 MATERIAL E MÉTODOS	18
4.1 Local de realização do experimento	18
4.2 Clima do município	18
4.3 Solo	19
4.4 Caracterização do experimento	20
4.5 Condução do experimento	21
4.6 Parâmetros de crescimento	22
4.6.1 Altura da planta	22
4.6.2 Tamanho do dossel	23
4.6.3 Número de Folhas	23
4.6.4 Área foliar	24
4.6.5 Massa fresca e seca	24
4.6.6 Taxa de crescimento absoluto	25
4.6.7 Taxa de crescimento relativo	25
4.6.8 Percentual de água nas plantas	26
4.7 Monitoramento Ambiental	26
4.8 Delineamento experimental e Análise estatística	27

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
5.1 Altura das plantas	28
5.2 Tamanho do dossel.....	30
5.3 Número de folhas.....	31
5.4 Área foliar.....	33
5.5 Massa fresca.....	35
5.6 Massa seca.....	37
5.7 Taxa de crescimento absoluto	39
5.8 Taxa de crescimento relativo	42
5.9 Percentual de água na planta	45
5.10 Análise do rendimento agrícola.....	47
5.10.1 Custo de produção	48
5.10.2 Rentabilidade.....	48
6 CONCLUSÕES	50
7 RECOMENDAÇÕES	51
8 REFERÊNCIAS	52
APÊNDICE	57

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -Características químicas do solo	19
Tabela 2 - Características físicas do solo	20
Tabela 3 -Altura de planta (Análise das variedades em ambientes diferentes)..	28
Tabela 4 - Altura de planta (Análise das variedades entre si)	29
Tabela 5 -Tamanho do dossel (Análise das variedades em ambientes diferentes)..	30
Tabela 6 - Tamanho do dossel (Análise das variedades entre si)	31
Tabela 7 -Número de folhas (Análise das variedades em ambientes diferentes)	32
Tabela 8 - Número de folhas (Análise das variedades entre si).	33
Tabela 9 –Área foliar (Análise das variedades em ambientes diferentes)	34
Tabela 10 -Área foliar (Análise das variedades entre si)	35
Tabela 11 -Massa fresca (Análise das variedades em ambientes diferentes)	36
Tabela 12 - Massa fresca (Análise das variedades entre si).	37
Tabela 13 -Massa seca (Análise das variedades em ambientes diferentes).	38
Tabela 14 - Massa seca (Análise das variedades entre si)..	39
Tabela 17 - Orçamento	48
Tabela 18 - Rentabilidade.....	48

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Localização Geografica do Município de Campina Grande-PB.....	18
Figura 2 – Visão parcial da área experimental	21
Figura 3 – Visão dos canteiros quando as plantas atingiram o ponto de colheita	22
Figura 4 – Mensuração da altura da planta.....	23
Figura 5 – Mensuração do tamanho do dossel	23
Figura 6 – Desfolhamento da planta	24
Figura 7 – Determinação da área foliar	24
Figura 8 – Instrumentos utilizados para secar e pesar as plantas.....	25
Figura 9 – Equipamentos utilizados para o monitoramento ambiental: Termômetros de máxima e mínima e termohigrômetro.....	27
Figura 10 – Taxa de crescimento absoluto da VAR 1 cultivada em duas condições ambientais.....	40
Figura 11 – Taxa de crescimento absoluto da VAR 2 cultivada em duas condições ambientais.....	40
Figura 12 – Taxa de crescimento absoluto das VAR 1 e VAR 2 cultivadas em casa de vegetação.....	41
Figura 13 – Taxa de crescimento absoluto das VAR 1 e VAR 2 cultivadas em campo	42
Figura 14 – Taxa de crescimento relativo da VAR 1 cultivada em duas condições ambientais.....	43
Figura 15 – Taxa de crescimento relativo da VAR 2 cultivada em duas condições ambientais.....	43
Figura 16 – Taxa de crescimento relativo das VAR 1 e VAR 2 cultivadas em casa de vegetação	44
Figura 17 – Taxa de crescimento relativo das VAR 1 e VAR 2 cultivadas em campo	45
Figura 18 – Percentual de água na VAR 1 cultivada em duas condições ambientais	45
Figura 19 – Percentual de água na VAR 2 cultivada em duas condições ambientais	46
Figura 20 – Percentual de água nas VAR 1 e VAR 2 cultivadas em casa de vegetação	47
Figura 21 – Percentual de água nas VAR 1 e VAR 2 cultivadas em campo	47

RESUMO

A alface é a hortaliça folhosa mais consumida no Brasil, sendo ela a preferida entre os olericultores tanto os que cultivam a campo como dos que cultivam em ambiente protegido. Objetivou-se avaliar o crescimento e o desenvolvimento de variedades de alface em diferentes condições ambientais. O experimento foi realizado no Centro de Tecnologia de Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande, localizada no município de Campina Grande – PB, entre os meses de junho e agosto de 2011. O experimento foi conduzido em dois ambientes, em casa de vegetação (AMB1) e a campo (AMB2). As variedades utilizadas foram: a Alface Crespa Verde (VAR1) e a Alface Vitória de Verão (VAR2). Em cada canteiro foram utilizadas 60 plantas, sendo 30 Crespa Verde e 30 Vitória de Verão. De acordo com os parâmetros de crescimento os resultados foram os seguintes: Altura de planta, tamanho do dossel, número de folhas, área foliar e massa fresca foi maior no AMB1 para as duas variedades, com relação a massa seca não houve diferença significativa para nenhum dos tratamentos. No entanto no estudo comparativo entre as variedades no mesmo ambiente de cultivo os resultados foram os seguintes: A VAR1 apresentou maior altura de planta nos dois ambientes, o tamanho do dossel foi superior no AMB1 para a VAR1, porém no AMB2 não houve diferença significativa entre as variedades. No número de folhas só houve diferença significativa no AMB2 onde a VAR2 apresentou maior quantidade de folhas. A área foliar e a massa fresca não diferiram estatisticamente. No AMB1 a VAR1 obteve maior massa seca, já no AMB2 as variedades não diferiram entre si. A casa de vegetação ofereceu as melhores condições energéticas para o crescimento, desenvolvimento e rendimento das duas variedades estudadas. A taxa de crescimento absoluto (TCA) do ciclo para a VAR 1 e VAR 2 foi maior no AMB 1. Nos AMB 1 e AMB 2 a maior TCA ocorreu na VAR 1. A taxa de crescimento relativo (TCR) da VAR 1 foi maior no AMB 1 e na VAR 2 foi maior no AMB 2. O maior percentual de água nas plantas foi encontrado em casa de vegetação. Entre as variedades a VAR 2 teve maior percentual de água no dois ambientes estudados. Em casa de vegetação ambas as cultivares tiveram o ciclo antecipado.

ABSTRACT

Lettuce is a leafy vegetable most consumed in Brazil, she being the favorite among both olericultores who cultivate the field as they grow in a greenhouse. The objective was to evaluate the growth and development of lettuce varieties under different environmental conditions. The experiment was conducted at the Technology Center of Natural Resources, Federal University of Campina Grande, located in the city of Campina Grande - PB, between June and August 2011. The experiment was conducted in two environments in the greenhouse (AMB1) and field (AMB2). The varieties used were: Crespa Verde (VAR1) and Vitória de Verão (VAR2). In each plot 60 plants were used, 30 Crespa Verde and 30 Vitória de Verão. According to the results of growth parameters were: plant height, canopy size, leaf number, leaf area and fresh weight was higher AMB1 in both varieties, with dry weight did not differ for any treatment. However in the study of the varieties cultivated in the same environment the results : The VAR1 showed higher plant height in both environments, the size of the canopy was higher in AMB1 for VAR1, but in AMB2 no significant difference between varieties. The number of leaves only significant difference in AMB2 where VAR2 had higher amounts of leaves. The number of leaves only significant difference in AMB2 where VAR2 had higher amounts of leaves. Leaf área and fresh weight did not differ statistically. In the VAR1 AMB1 obtained greater dry mass, now AMB2 varieties did not differ. The greenhouse energy offered the best conditions for growth, development and yield of two varieties. The absolute growth rate(TCA) cycle for VAR 1 and VAR 2 was higher in an AMB 1. AMB 1 and in a second AMB 2 was in the highest TCA a VAR 1. The relative growth rate (TCR) for a VAR1 was higher in the AMB 1, the VAR 2 was higher in the AMB 2. The higher percentage of water in plants was found in a greenhouse. Among the varieties VAR 2 had higher percentage of water in the two environments. In the greenhouse both cultivars had anticipated the cycle.

1 INTRODUÇÃO

A alface é a hortaliça folhosa mais consumida no Brasil, amplamente cultivada em diversos países e bastante consumida em todo o mundo, sendo componente básico de diversas saladas.

O Brasil possui uma área de aproximadamente 35.000 hectares plantados com alface, caracterizados pela produção intensiva, pelo cultivo em pequenas áreas e por produtores familiares (COSTA; SALA, 2005).

As características mais marcantes das hortaliças são em caráter intensivo, a utilização do solo, os tratos culturais, mão de obra e os insumos agrícolas (sementes, defensivos e adubos), devendo ser compensados por alta renda líquida, por hectare cultivado. A produção de mais de uma safra de hortaliça por ano, permite maior utilização do solo possibilitando um retorno mais rápido e mais elevado, em relação a outras culturas que exigem mais tempo até a colheita (DANTAS et al., 1996).

A cultura da alface possui grande capacidade de adaptação a diferentes condições climáticas, possibilidade de cultivos sucessivos no mesmo ano, boa preferência e demanda, fazendo com que seja a hortaliça folhosa mais produzida no país e a preferida entre os olericultores que a cultivam em condições de campo ou protegido.

Contudo, quando cultivada em épocas muito quentes a alface tende a apresentar baixa produtividade e pendoamento precoce, tornando as folhas mais amargas e impróprias para o consumo. E nas épocas do ano onde as precipitações são intensas a hortaliça também pode apresentar estresse hídrico, afetando assim o seu desenvolvimento e crescimento. Por esta razão é de fundamental importância testar cultivares em localidades diferentes.

Considerando que as plantas de um modo geral respondem em função das condições ambientais, tanto do ponto de vista atmosférico, quanto do solo, assim como em relação à qualidade da água e verificando que a estrutura atual existente na unidade acadêmica de Engenharia Agrícola oferece condições de verificar a influência do meio ambiente no crescimento, desenvolvimento e rendimento de culturas agrícolas em casa de vegetação e em condições externas, instalou-se o experimento de forma a aproveitar estas condições ambientais e estruturais.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Avaliar o crescimento e o desenvolvimento de duas variedades de alface em diferentes condições ambientais.

2.2 Objetivos Específicos

- Monitoramento da altura, tamanho do dossel, número de folhas, área foliar, massa fresca e massa seca da cultura.
- Monitoramento da temperatura e umidade relativa do ar.
- Testar duas variedades de alface, verificando melhor produtividade.
- Analisar o rendimento agrícola da cultura.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Origem da Alface

O provável centro de origem da alface (*Lactuca sativa* L.) é a região da Bacia do Mediterrâneo. As primeiras indicações de sua utilização datam de 4.500 anos a.C. em pinturas nos túmulos do Egito. Durante o processo de domesticação, foram valorizadas as partes vegetativas, ou seja, comestíveis da planta. As espécies selvagens de alface são ervas daninhas que estão disseminadas por todo o Mar Mediterrâneo e são muito comuns nos Estados Unidos da América (WHITAKER, 1974, citado por HOTTA, 2008).

Existem várias teorias que explicam a sua provável origem. A primeira teoria seria que a alface cultivada é originária de raças selvagens de *Lactuca sativa* L., a segunda considera que foi originada diretamente de *Lactuca serriola* L., e a terceira propõe que a alface cultivada se originou da hibridação entre diferentes espécies selvagens. Outras três teorias que tentam explicar como ervas daninhas com folhas lanceoladas e pontiagudas evoluíram para a alface cultivada, estas se baseiam em duas linhas de estudo; a primeira e a segunda teoria defendem que a variabilidade existente surgiu por mutações e posterior seleção, a terceira acredita que a hibridação com espécies selvagens seja a explicação para a variabilidade da alface cultivada. Um dos argumentos sobre a terceira teoria seria como uma planta de autopolinização poderia apresentar elevados níveis de hibridação. Existe uma constatação que muitas espécies de plantas tendem a alogamia perto do centro de origem, mas evoluíram para a autogamia na periferia da área de distribuição. É possível que as espécies selvagens de alface tenham apresentado maior taxa de alogamia próxima ao centro de origem no Mediterrâneo o que tornou a hibridação mais frequente e a origem híbrida da alface domesticada muito mais possível. Os híbridos, de acordo com esta teoria, dariam origem a várias linhas evolutivas que, por sua vez, originariam os vários grupos de alface cultivada atualmente (LINDQVIST, 1960, citado por HOTTA, 2008).

3.2 Botânica e Morfologia

A alface pertence a família das Compostas ou Asteraceae e dentro desta ao gênero *Lactuca* que inclui mais de cem espécies. A espécie tem a designação de *Lactuca sativa* L., correspondente à alface selvagem, a partir da qual se originou as diversas variedades hoje cultivadas (RIPADO, 1993).

A alface é herbácea, delicada, com caule diminuto, ao qual se prendem as folhas. Estas são amplas e crescem em roseta, em volta do caule, podendo ser lisas ou crespas, formando ou não uma cabeça, com coloração em vários tons de verde, ou roxa, conforme a cultivar, e são essas características que determinam a preferência do consumidor. O sistema radicular é muito ramificado e superficial, explorando apenas os primeiros 0,25m do solo, quando a cultura é transplantada. Em sementeira direta, a raiz pivotante pode atingir até 0,60m de profundidade (FILGUEIRA, 2003).

O cultivo é realizado normalmente com um espaçamento de 0,25 a 0,30 m entre plantas por 0,25 a 0,30 m, entre linhas, sendo feito em patamares ou em canteiros (FAHL et al., 1998, citado por LIMA, 2007). O período de cultivo varia de 40 a 70 dias dependendo do sistema (semeadura direta ou transplante de mudas), época de plantio (verão ou inverno), cultivar utilizado e sistema de condução, no campo ou protegido (LIMA, 2007).

No caso de alface e outras hortaliças folhosas, o manuseio pós-colheita segue basicamente as seguintes etapas: colheita; limpeza e sanitização; embalagem; transporte; comercialização. (KASMIRE, 1992, citado por HENZ et al., 2008).

3.3 Aspectos Edafoclimáticos

O solo ideal para o cultivo dessa hortaliça é o de textura média, rico em matéria orgânica e com boa disponibilidade de nutrientes. Para se obter maior produtividade, é necessário o uso de insumos que melhorem as condições físicas, químicas e biológicas do solo. As maiores produções podem ser obtidas a partir da melhoria das características químicas e físico-química do solo, o que poder ser obtida com o acréscimo de doses crescentes de compostos orgânicos (SOUZA et al., 2005).

A alface é uma hortaliça muito exigente em água e tem seu desenvolvimento e rendimento influenciado pelas condições climáticas e umidade do solo (ANDRADE JUNIOR et al., 1992).

Há muitos cultivares, de diversos grupos diferenciados, podendo ser plantados em campo, em estufas e em hidroponia, durante o ano todo. Não tolera geada. A partir da alface selvagem, muitos melhoramentos e experimentações, conduziram a criação de numerosas variedades (RIPADO, 1993).

Radiação solar, temperatura e umidade do ar, ventilação e precipitação são importantes agentes ambientais a considerar no verão para produzir vegetais de interesse comercial. Um exemplo é a proteção ao impacto das chuvas e de granizo, principalmente das olerícolas (TIBIRIÇÁ et al, 2004).

O estudo da fisiologia do seu ciclo de desenvolvimento compreende as fases vegetativa e reprodutiva, influenciadas pelos fatores climáticos. Na fase vegetativa, a planta desenvolve caule curto (10 a 15cm de comprimento), ao redor do qual nascem as folhas, formando-se uma roseta; essa fase encerra-se quando a cabeça está completamente desenvolvida. Na sequência, inicia-se a fase reprodutiva, na qual o caule sofre alongamento e se ramifica: cada ramificação forma uma inflorescência (TIBIRIÇÁ et al., 2004).

Outros fatores que afetam a produtividade da cultura estão diretamente relacionados com o clima. Geralmente, no verão, a maioria das cultivares de alface não se desenvolve bem devido ao calor intenso, dias longos e o excesso de chuva. Estas condições favorecem o pendoamento precoce, tornando as folhas leitosas e amargas, perdendo seu valor comercial (FILGUEIRA, 2003).

A utilização de práticas que tenham por objetivo diminuir os efeitos da temperatura e da luminosidade podem contribuir para o aumento da produtividade sob condições climáticas desfavoráveis (AQUINO et al., 2007).

Vieira e Cury (1997), citado por Lima (2007), verificou a temperatura do ar é o elemento climático que exerce maior influencia nos processos fisiológicos das plantas de alface, podendo acelerar ou retardar as reações metabólicas, sob condição de temperatura ótima ou inferiores a esta, respectivamente.

Para todas as cultivares de alface, a ocorrência de dias curtos e temperaturas amenas favorecem a etapa vegetativa, sendo estas, inclusive, resistentes à baixas temperaturas e geadas leve (FILGUEIRA, 2003).

Ao contrário dos seres humanos e da maioria dos animais, a alface, como todos os vegetais, é incapaz de manter suas células à temperatura constante, ou seja, não possui mecanismos de termo-regulação. No entanto, tem maior amplitude de suporte em relação à energia do meio, ainda que susceptível a valores mínimos e máximos. Às condições estressantes impostas por altas ou baixas temperaturas, a alface tem diferentes respostas. Em regiões quentes, ou em época de verão, se a alface é exposta a temperaturas elevadas durante o crescimento vegetativo, ela passa rapidamente para a fase reprodutiva, ocorrendo o estiolamento (alongamento do caule) e, posteriormente, o surgimento da inflorescência, o que desvaloriza a produção comercial ao promover colheitas antecipadas e de qualidade inferior. De um modo geral, em altas temperaturas, as respostas mais comuns ao estresse são: mudança no ângulo das folhas para diminuir a absorção e aumentar a reflexão de radiação; redução na área das folhas, com alongamento e estreitamento delas; queda das folhas (TIBIRIÇÁ et al., 2004).

Segundo Wien (1997), a faixa ideal de temperaturas para o crescimento da alface deve ser de 7 a 24°C (média de 18°C).

Para Sganzerla (1997), as temperaturas ótimas para a alface dependem do estágio de desenvolvimento da cultura: na germinação 15 a 20°C e no desenvolvimento 14 a 18°C durante o dia e 5 a 20°C durante a noite, devendo estes valores de temperatura estarem conjugados com umidade relativa do ar entre 60 e 70%.

Panduro (1986), citado por Tibiriçá et al., (2004), Constatou que bloqueando 55% da radiação solar global, constatou que a alface transplantada teve um rendimento de 24,9% maior que a alface de semeadura direta. Estudando sistemas de produção direta e transplantada, para verificar a influência de diferentes intensidades de energia radiante (100%, 60% e 45%) sobre o desenvolvimento e a produção de cultivares de alface, concluiu que, quanto ao florescimento, às plantas de alface cultivadas sob telados de 60% e 45% de radiação solar retardaram em até 30 dias o início do florescimento, em relação às plantas de alface cultivadas com 100% de luz.

O ciclo da cultura é diminuído com o aumento da temperatura e varia de 50 a 90 dias após a germinação, dependendo da cultivar (HENZ et al., 2008).

Segundo Nagai e Lisbão (1980) a tolerância ao calor compreende um conjunto de características que permite o cultivo no período quente do ano, tais

como: bom desenvolvimento vegetativo, formação de cabeça fechada, lento florescimento prematuro, resistência a doenças de solo, ao “tip burn” (queima dos bordos) e tolerância a chuvas pesadas.

A expansão da cultura da alface para áreas de clima tropical enfrentou problemas devido às altas temperaturas e a pluviosidade elevada, característica destas regiões. No Brasil, o plantio de cultivares importadas da Europa ficou restrito a época de inverno limitou-se a regiões de clima tropical de altitude durante os meses de verão, compreendidas pelo cinturão verde do estado de São Paulo, Serra da Mantiqueira (MG) e Serra dos Órgãos (RJ) (CONTI, 1994).

No Brasil, alguns programas foram desenvolvidos visando à adaptação ao calor dos principais grupos variedades de alface, com o objetivo de efetuar plantios no verão e expandir o cultivo para outras regiões. As cultivares tradicionais da Europa foram cruzadas com cultivares de lento florescimento prematuro e a seleção foi efetuada em plantios de verão (HOTTA, 2008).

Segundo Nagai e Lisbão (1980) a tolerância ao calor compreende um conjunto de características que permite o cultivo no período quente do ano, tais como: bom desenvolvimento vegetativo, formação de cabeça fechada, lento florescimento prematuro, resistência a doenças de solo, ao “tip burn” (queima dos bordos) e tolerância a chuvas pesadas.

3.4 Casas de Vegetação

Podem-se definir as casas de vegetação não apenas como uma estrutura coberta e abrigada artificialmente, para diferentes tipos de plantas e cultivos, protegendo-os contra os agentes meteorológicos externos; mas também como um meio controlado no qual o crescimento da planta depende de fatores como a água, a iluminação, os fertilizantes, o oxigênio e o dióxido de carbono (CO₂) (BELTRÃO et al., 2002).

As casas de vegetação são ambientes construídos pelo homem para abrigar e promover melhores condições de cultivo dos vegetais e tornaram-se, sob diferentes formas, interessantes soluções arquitetônicas para vencer as adversidades impostas pelo clima. Hoje, uma necessidade é contribuir com soluções que permitam o acesso de pequenos produtores ao uso desse tipo de ambiente construído, inclusive quanto à eficiência energética (TIBIRIÇÁ et al, 2004).

Oliveira (1995), citado por Beltrão (2002), afirmou que há quatro tipos de estrutura de casa de vegetação: de vidro climatizadas; de vidro semi-climatizadas, produzindo o efeito estufa; casas de plástico semi-climatizadas, efeito estufa presente e casas de plástico tipo "guarda chuva", as quais não são climatizadas.

As principais características de uma casa de vegetação é a eficiência e a funcionalidade. Entende-se por 'eficiência' a faculdade que a mesma tem de oferecer um determinado elemento do clima não de maneira estática, porém dentro dos limites de exigências fisiológicas da cultura. A 'funcionalidade' é um conjunto de requisitos que permitem a melhor utilização da casa de vegetação, tanto do ponto de vista técnico como econômico. Estas características devem estar completamente harmonizadas com o objetivo de definir um sistema produtivo capaz de obter colheitas fora da época normal, com mercado e rentabilidade adequada à sobrevivência do empreendimento. Para se alcançar estes objetivos na construção de uma casa de vegetação, é preciso primeiro analisar os recursos naturais e humanos disponíveis na área onde se pretende instalar a estrutura, e em segundo lugar proceder a um estudo rigoroso sobre as possibilidades de mercado e comercialização dos produtos olerícolas obtidos com a construção das casas de vegetação (REIS, 2005).

Ao longo de mais de 25 anos de pesquisas no campo e em casas de vegetação (vidro, plástico, telados, abertos e fechados e casas de guarda-chuva) em várias localidades do Brasil, em especial no Nordeste, próximo ao Equador, verificou-se que existem resultados para uma mesma variável e fator estudados, dentro de uma mesma espécie e até cultivar, obtidos em casa de vegetação, contraditórios e muitas vezes opostos, devido a uma série de fatores aqui chamados de passíveis de controle e os incontroláveis intrínsecos e extrínsecos. Entre tais fatores destacam-se: orientação e estrutura da casa de vegetação, tamanho, tipo e cor dos vasos, cultura a ser estudada e objetivos do trabalho (tipo de estudo, variáveis e fatores a serem estudados) (BELTRÃO et al., 2002).

O sucesso da agricultura moderna está relacionado, de maneira intrínseca, com o gerenciamento eficiente da produção, em todas as suas formas, visando à qualidade do produto e eficiência do processo com a redução dos custos na busca de uma relação custo-benefício adequada. Particularmente, o cultivo em casas de vegetação já não é mais tratado como um sistema tradicional, tendo evoluído rapidamente, aplicando-se instrumentação, controle automático e tecnologias de

informação, em busca da adaptação às demandas e exigências dos mercados consumidores (TERUEL, 2010).

As casas de vegetação provocam grandes alterações nos elementos meteorológicos, que apresentam importância vital às plantas para sua manutenção e desenvolvimento, através da fotossíntese, evapotranspiração, fototropismo, morfogenia, formação de pigmentos, entre outros (ARAÚJO et al., 2010).

O ambiente, juntamente com o componente genético, são os grandes responsáveis pelas mudanças fisiológicas e morfológicas das plantas, como crescimento, floração e senescência. O cultivo comercial de hortaliças em estufas plásticas é uma atividade consolidada e crescente, principalmente nas proximidades das grandes concentrações urbanas, onde a capacidade de produção intensiva em pequenas áreas atende a grande demanda que esses locais apresentam, tanto em quantidade como em qualidade de produtos hortifrutigranjeiros (ARAÚJO et al, 2010).

3.5 Temperatura e Umidade Relativa do Ar

A temperatura do ar é um elemento meteorológico que varia significativamente com o tempo, sendo afetada por uma série de outras variáveis e fatores (TERUEL, 2010).

Segundo Pereira et al., (2002), o desenvolvimento das culturas está associado normalmente a diversos fatores ambientais, sendo a temperatura do ar um dos mais importantes. A temperatura influencia, entre outros, a velocidade das reações químicas e os processos internos de transporte da planta.

A ação da temperatura do ar é um fator determinante nas mudanças dos estágios de desenvolvimento das plantas, sendo que, para diversas espécies de interesse agrícola, a temperatura do ar é o principal elemento do ambiente condicionante do desenvolvimento, interferindo tanto na emissão de folhas quanto na mudança dos estágios fenológicos (HERMES et al., 2001).

De acordo com Figueira (1982), a temperatura máxima do ar tolerada pela alface é de 30°C e a mínima é de 6°C. Joubert e Coertze (1982), citado por Araújo et al (2010), mencionaram que a temperatura diurna favorável para o crescimento da alface situa-se entre 17 e 28°C.

Segundo Sanches (1989), citado por Araújo et al., (2010), as máximas de 21°C e as mínimas de 4°C são consideradas as extremas para promoverem o crescimento e desenvolvimento desta cultura.

O controle da umidade relativa do ar durante o crescimento das plantas é oportuno, devido à sua influência na prevenção de doenças, na carga térmica, seja de aquecimento ou de resfriamento, e na redução do uso de água nas casas de vegetação. O controle da umidade através da ventilação pode ser usado para reduzir a umidade interna em casas de vegetação em períodos quentes, uma vez que valores de umidade acima de 90% devem ser evitados, por serem críticos no controle de doenças e pragas (TERUEL, 2010).

Quando há uso de ventilação forçada em casas de vegetação localizadas em regiões de clima subtropical, o controle da umidade relativa do ar é mais eficiente em razão da diferença entre a umidade relativa do ar externo e o interno, sendo recomendado o uso de sistemas de resfriamento adiabático (MARTINEZ, 1994).

A umidade relativa do ar tende a ser mais elevada dentro das casas de vegetação do que fora delas, embora apresente valores inferiores no período diurno devido ao aumento da temperatura (BURIOL et al., 2000).

A umidade relativa mais adequada ao bom desenvolvimento da alface varia de 60 a 80%, mas em determinadas fases de seu ciclo apresenta melhor desempenho com valores inferiores a 60%. Umidade muito elevada favorece a ocorrência de doenças, fato que constitui um dos problemas da cultura produzida em estufa plástica (CERMEÑO, 1990, citado por, RADIN et al, 2004).

3.6 Água e Nutrientes

Para Albuquerque e Andrade (2001), citados por Paulino et al., (2009), a disponibilidade dos recursos hídricos para a irrigação está se tornando cada vez mais escasso.

Com isso, a expansão da agricultura irrigada tem-se tornado preocupante, devido ao elevado consumo de água e às restrições dos recursos hídricos, principalmente, quando afeta o sistema solo-água-planta, acarretando um problema ambiental de solução complexa (SANTIAGO et al., 2004).

Segundo Gliessman (2005), por sua vez, ressalta que a utilização da irrigação deve compensar a sustentabilidade a longo prazo, viabilizando os custos ecológicos e econômicos.

A baixa disponibilidade dos recursos hídricos, sobretudo em regiões áridas e semiáridas onde a água é o fator limitante, o manejo de irrigação deve ser considerado prática importante para obtenção de alta qualidade e produtividade da cultura (BERNARDO et al., 2006).

De acordo com Albuquerque e Andrade (2001), citado por Paulino (2009), essa prática permite decidir quando e quanto de água aplicar nas culturas, otimizando a produção agrícola e reduzindo o consumo desnecessário da água, portanto, conservando os recursos hídricos, melhorando o desempenho e a sustentabilidade dos sistemas de irrigação.

O solo funciona como um reservatório de água, o qual tem como limite máximo a capacidade de campo (Cc), ou seja, quantidade de água que o solo pode reter sem causar danos à planta, além de evitar a lixiviação de nutrientes, o escoamento superficial e a percolação profunda. Enquanto o ponto de murcha permanente (Pm), a água existente no solo não está mais disponível às plantas, pois a força de retenção exercida pelo solo sobre a água é maior que a capacidade da planta em absorvê-la (MANTOVANI et al., 2007).

De acordo com Marouelli et al., (1996) citado por Paulino (2009), No cultivo de hortaliças, verifica-se, de modo geral, que as mesmas têm como características um elevado teor de água em seus tecidos. Flutuações no teor de água no solo afeta o desenvolvimento vegetativo da planta, por tanto, extremidades do teor de água no solo como o déficit hídrico ou o excesso de água diminui a qualidade e reduz a produtividade.

Cuppini et al., (2010) concluiu que o tratamento correspondente à lâmina de irrigação equivalente a 50% da evaporação do Tanque Classe A proporcionou a melhor eficiência de uso de água, e conseqüentemente, menores custos com água e energia elétrica, levando a uma maximização da atividade e proporcionando maiores lucros para os produtores.

A umidade do solo afeta diretamente o desenvolvimento vegetativo da alface, sendo necessária uma aplicação de água com maior frequência e menor intensidade de aplicação ao longo do ciclo da cultura (SANTOS; PEREIRA, 2004).

O estudo e o monitoramento das condições de solo e clima durante o desenvolvimento da cultura permitem proporcionar, com alta precisão, a quantidade requerida de água no momento oportuno, a partir de instrumentos de medida e controle instalados no campo (PAZ et al., 2000 citado por PAULINO et al., 2009).

A agricultura irrigada depende tanto da quantidade como da qualidade da água. A importância da qualidade da água só começou a ser reconhecida a partir do início deste século. A falta de atenção a este aspecto foi devido à disponibilidade de águas de boa qualidade e de fácil utilização, mas esta está mudando em vários lugares, em função do aumento de consumo por águas de qualidade, restando como alternativa o uso de águas de qualidade inferior (AYERS; WESTCOT 1991, citado por GERVÁSIO et al., 2000).

Dentre as características que determinam a qualidade da água para a irrigação, a concentração de sais solúveis ou salinidade é um fator limitante ao desenvolvimento de algumas culturas (BERNARDO, 2007).

Atualmente, têm-se observado expansão no cultivo da alface americana para atender à demanda das redes "fast food". Os produtores que fornecem alface para essas redes geralmente a cultivam em ambiente protegido, com a utilização de "mulching" e irrigação por gotejamento. Normalmente, as adubações, principalmente as nitrogenadas, são realizadas via fertirrigação. Deve-se ter cuidado com adubações pesadas, já que a cultura pode sofrer desequilíbrios vegetativos provocados pela excessiva concentração de sais no solo. Em ambiente protegido, o risco de salinização é maior, devido à ausência da precipitação responsável pela lixiviação de parte desses sais (GERVÁSIO et al, 2000).

A solução nutritiva é fundamental ao desenvolvimento das plantas. Se manejada de forma incorreta provoca redução na produtividade e na qualidade do produto. Dessa forma, vários cultivos hidropônicos realizados no país são legados ao fracasso em função do desconhecimento do manejo nutricional (FURLANI et al., 1999).

As plantas têm grande capacidade de se adaptarem a diferentes soluções nutritivas já que a absorção das mesmas é seletiva. No entanto, deve-se considerar os limites de pH, pressão osmótica e proporção entre nutrientes, para que um não interfira na absorção do outro e não ocorram precipitações de compostos insolúveis. Assim, a manutenção de um meio favorável ao desenvolvimento das plantas não envolve apenas a escolha de uma solução apropriada no plantio, mas do controle

contínuo desta, o qual determinará a adição de sais, ajuste de pH e substituição periódica de toda a solução (MARTINEZ, 2002).

Conforme Goto et al., (2001), a cultura da alface absorve quantidades relativamente pequenas de nutrientes, quando comparada a outras culturas. No entanto, pode ser considerada como exigente em nutrientes, principalmente na fase final do ciclo. Além disso, há exigências nutricionais diferenciadas entre cultivares, merecendo atenção no manejo da adubação. Em relação à reposição de nutrientes na solução nutritiva, vários métodos são descritos na literatura para uso em hidroponia, no entanto, são escassas informações mais detalhadas sobre o desempenho desses métodos durante o desenvolvimento das plantas.

O controle de nutrientes na solução nutritiva através de um sistema automático foi proposto por Nielsen (1984), com base no ajuste do nível de água, da concentração de nutrientes e do pH. Em um nível constante de água, a queda na concentração de sais está correlacionada com a diminuição da condutividade elétrica (CE), a qual pode ser usada como monitor do nível de nutrientes na solução. Neste método, os níveis de nutrientes podem ser mantidos pela adição de soluções de manutenção sendo que as proporções de nutrientes devem ser iguais ao influxo médio da cultura, o qual é igual à proporção de nutrientes na massa seca e pode ser obtida através da análise química da planta.

Em cultivos comerciais, Martinez (2002) considera que, para determinar o momento da renovação ou reposição de nutrientes, pode – se monitorar um elemento de fácil análise e alta exigência pela planta cuja concentração na solução é baixa em relação a outras formulações.

A qualidade de um produto agrícola é resultado de diversos fatores, entre estes os níveis de fornecimento de nutrientes (BERNARDI et al., 2005). De modo geral, a alface apresenta boa resposta à adubação orgânica, que, no entanto, varia de acordo com a cultivar e a fonte de adubo utilizada (FONTANÉTTI et al., 2006).

3.7 Crescimento e Desenvolvimento da Alface

3.7.1 Altura de Planta

As mensurações de altura de plantas podem ser feitas em plantas intactas ou não. São muito úteis e, em alguns casos, são as únicas possíveis (PEIXOTO; PEIXOTO, 2004).

De acordo com Lopes et al (2007) foi a partir da segunda avaliação, aos 20 dias após a sementeira, Golden Mix® foi o substrato que proporcionou menor crescimento em altura, sendo inferior em 2 cm, em média, quando comparado aos demais tratamentos.

Foi observado por Queiroga et al, (2001) o efeito significativo da interação tipos de tela de sombreamento versus cultivares na altura de plantas de alface. No desdobramento da interação observou-se efeito das cultivares apenas sob a tela de cor verde, com a cultivar Great Lakes registrando maior altura de plantas, embora não diferindo estatisticamente das cultivares Verônica e Regina sob as telas branca e preta. Esta maior altura das plantas de alface da cultivar Great Lakes observada sob a tela de cor verde se deve, provavelmente, à menor incidência da radiação solar nas plantas, diminuindo assim a temperatura e favorecendo o crescimento em altura das plantas.

Ramos (1995) citado por Queiroga (2001) reporta que a orientação dos cloroplastos em direção à luz em condições de baixa luminosidade permite absorção máxima. Por outro lado, o desdobramento dos tipos de tela de sombreamento dentro de cada cultivar revelou que as telas diferiram apenas dentro da cultivar Verônica, com a tela de cor branca registrando maiores alturas de plantas.

3.7.2 Número de Folhas

O crescimento pode ser acompanhado a partir da contagem de folhas que podem fornecer informações sobre a fenologia e são, muitas vezes, usadas para detectar diferenças entre os tratamentos estabelecidos (PEIXOTO; PEIXOTO, 2004).

Acredita-se que o número de folhas seja uma característica própria de cada cultivar, sendo que, geralmente, cultivares do grupo lisa apresentam maior número

de folhas em relação aos outros grupos. Esta característica foi observada, uma vez que as cultivares Elisa, Amélia, Regina 2000 e Regina 579 apresentaram maior número de folhas que as demais. (OLIVEIRA et al., 2004).

Queiroga (2001) analisando o crescimento de variedades de alface constatou que ocorreu efeito significativo apenas entre as cultivares, tendo a cultivar Regina destacado-se das demais com relação a esta característica. Este resultado concorda em parte com o obtido por Porto (1999), onde a cultivar Regina destacou-se das cultivares Great Lakes e Tainá quanto ao número de folhas por planta. Estas diferenças observadas para tal característica são devidas, provavelmente, à carga genética de cada cultivar.

3.7.3 Área Foliar

Desde que a estrutura de uma folhagem, pode ser um importante fator para determinar a produtividade de uma comunidade vegetal a avaliação cuidadosa da área foliar é sem dúvida fator que auxilia na tomada de decisão para se eleger uma cultivar mais produtiva. O significado deste parâmetro resume-se na premissa que materiais mais produtivos, possuem uma maior facilidade em manter uma área foliar por um maior período, possibilitando um melhor desempenho do aparato fotossintético (MAGALHÃES, 1979).

Lopes et al, (2007) avaliando crescimento de mudas sob diferentes substratos, constatou que o substrato Plantmax® garantiu maiores áreas foliares até os 30 DAS e a partir deste período, os demais substratos possibilitaram os mesmos ganhos.

Marques, et al (2011), estudando o crescimento de cultivares de alface americana em cultivo hidropônico, na análise dos valores médios de peso foliar específico (PFE: relação entre a massa seca de folhas e a área foliar) indica que a cultivar Kaiser apresenta uma maior capacidade de expansão foliar por unidade de massa seca produzida pelas folhas, ou seja, folhas de menor espessura. Já a cultivar Grandes Lagos apresentou maior PFE que as cultivares Kaiser e Rafaela, o que indica uma maior capacidade de acumular massa seca por unidade de área foliar. A análise conjunta das respostas obtidas para as variáveis de crescimento indica que a cultivar Grandes Lagos apresenta maior adaptação às condições de baixa temperatura e radiação solar predominante durante o inverno em cultivo

hidropônico, e que a cultivar Legacy tem o seu crescimento prejudicado nestas condições.

Goto et al.,(2001) estudando três variedades de alface em ambiente protegido e a campo observou que para área foliar houve um incremento significativo na semana anterior a colheita. A área foliar específica também foi maior em cultivo protegido. A maior expansão foliar em relação ao acúmulo de massa seca no ambiente explica a maior área foliar específica nessas condições.

3.7.4 Massa fresca e seca

É a massa do material em equilíbrio com o ambiente. Geralmente o crescimento da matéria seca é acompanhado pelo aumento do teor de água nos tecidos da planta. Entretanto, existem exceções como é o caso de embebição de sementes, onde se denota aumento de volume, sem, contudo, aumento na massa seca. A desvantagem do uso de massa fresca é conter algumas imprecisões como o tempo entre a colheita e a pesagem, além de destruir o indivíduo. O teor de água é bastante variável a partir da colheita da planta, principalmente dependente da umidade relativa do ar, desde o local da amostragem até o local de pesagem, por exemplo: perda de água por transpiração (REIS; MULLER, 1978). A massa seca é a massa constante de determinada amostra, numa dada temperatura (tecidos vegetais: mais ou menos 65 a 70 graus Celsius). Há também destruição do indivíduo. É muito usado quando se está interessado em produtividade, pois é uma medida bem mais precisa que o peso da matéria fresca (PEIXOTO; PEIXOTO, 2004).

Goto et al.,(2001) estudando três variedades de alface em ambiente protegido e a campo observou que as variedades de alface cultivadas em condições de campo apresentaram uma maior produção (acúmulo de matéria fresca), apesar disso em ambiente protegido estas atingiram o ponto de colheita com aproximadamente uma semana de antecedência, o que pode ser uma grande vantagem para o produtor, resultando em um maior retorno financeiro além de minimizar os riscos.

Analisando o crescimento de mudas de alface em diferentes substratos, Lopes et al, (2007), constatou que a massa seca foi sempre maior nas mudas produzidas no substrato Plantmax®, até os 25 dias após a sementeira, quando Plugmix® garantiu resultado estatisticamente igual aos demais substratos.

Costa et al, (2007) pesquisando a viabilidade agrônômica do consórcio de alface e rúcula, em duas épocas de cultivo onde a matéria fresca ($501,13 \text{ g planta}^{-1}$) e seca ($30,27 \text{ g planta}^{-1}$) da alface na primavera foram superiores em aproximadamente 58 e 102%, respectivamente, em relação ao outono-inverno. Esta diferença, possivelmente ocorreu por uma melhor disponibilidade térmica (graus-dia) para as plantas no período que estiveram no campo.

Segundo Queiroga et al, (2001) foram observados efeitos significativos de tipos de tela de sombreamento e de cultivares sobre a massa seca da parte aérea e produtividade. Os maiores teores de massa seca e produtividade foram registrados sob a tela branca, $2,62 \text{ t/ha}$ e $54,19 \text{ t/ha}$, embora não tenham diferido estatisticamente dos resultados obtidos sob a tela de cor preta. Resultados semelhantes para a produtividade de alface, cultivar Verônica, foram obtidos no segundo experimento, onde a tela de cor branca sobressaiu se das demais, com a produtividade de $62,96 \text{ t/ha}$, embora também não tenha diferido da tela de cor preta.

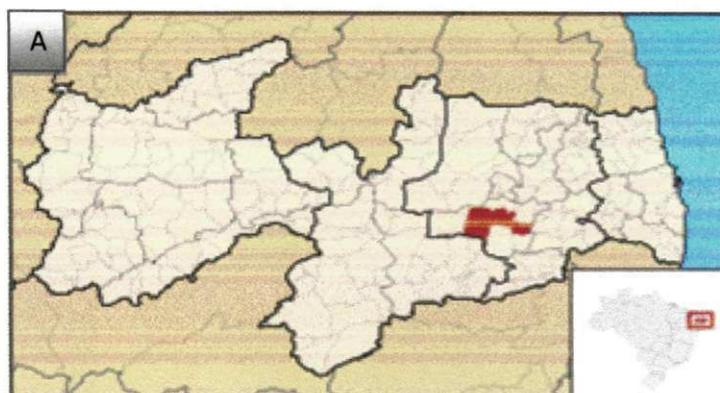
A cultivar Great Lakes apresentou maior quantidade de massa seca, ($2,58 \text{ t/ha}$) e produtividade ($57,92 \text{ t/ha}$) em relação às outras cultivares avaliadas. Esta produtividade superou a média da região de Mossoró que é de 11 t/ha , a qual se deve, dentre outros fatores, ao emprego de cultivares pouco adaptadas a temperatura e luminosidade elevadas, como também a não-adoção de práticas que minimizam os efeitos extremos da temperatura e luminosidade locais. A superioridade da cultivar Great Lakes em relação a Verônica e Regina se deve à sua resistência às condições de temperatura e luminosidade do semi-árido nordestino. (QUEIROGA et al, 2001).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Local de Realização do Experimento

O experimento foi realizado em área experimental do Centro de Tecnologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande, localizada no município de Campina Grande – PB, entre os meses de junho e agosto de 2011.

O município possui uma área de 970 km². De acordo com a Figura 1, a cidade situa-se à uma altitude de aproximadamente 550 metros acima do nível do mar, na região oriental do Planalto da Borborema, distante 130 km da capital do Estado, João Pessoa, ocupando o trecho mais alto do Planalto sendo o seu centro situado à 7°13'11" latitude Sul e 35°52'31" longitude Oeste de Greenwich.



Fonte: Wikipédia

Figura 1 – Localização Geográfica do Município de Campina Grande – PB.

4.2 Clima do Município

Campina Grande, por situar-se no agreste paraibano, entre o litoral e o sertão, possui um clima menos árido do que o predominante no interior do estado (clima tropical semiárido). Além disso, a altitude de 550 metros acima do nível do mar garante temperaturas mais amenas durante todo o ano. As temperaturas máximas são de 30°C nos dias mais quentes de verão e temperaturas mínimas de 18°C em dias de inverno. As temperaturas mínimas ficam em torno de 20°C nos dias mais quentes de verão, ou 13°C nas noites mais frias do ano. O período chuvoso começa

em Abril e termina em agosto (ROCHA, 1996). De acordo com os dados da estação meteorológica da UFCG, a umidade relativa do ar varia entre 69 a 84%.

4.3 Solo

O solo da área experimental da UFCG, Campus I é do tipo Areia Franca, e sua caracterização pode ser observada nas Tabelas 1 e 2.

Tabela 1 – Características Químicas do Solo

Características Químicas	Profundidade (0-20 cm)
Cálcio (meq/100g de solo)	2,43
Magnésio (meq/100g de solo)	2,19
Potássio (meq/100g de solo)	0,07
S (meq/100g de solo)	4,69
Hidrogênio (meq/100g de solo)	0,31
Alumínio (meq/100g de solo)	0,00
T (meq/100g de solo)	5,44
Carbonato de cálcio qualitativo	Ausência
Carbono Orgânico %	0,65
Matéria Orgânica %	1,12
Nitrogênio %	0,06
Fósforo Assimilável mg/ 100g	3,86
pH H ₂ O (1:2,5)	6,35
Cond. Elétrica – mmhos/cm (Suspensão Solo-água)	0,11

Tabela 2 – Características Físicas do solo

Características físicas	Profundidade (0-20 cm)
Granulometria (%)	
Areia	73,41
Silte	20,81
Argila	5,78
Classificação Textural	Areia Franca
Densidade do solo g/cm³	2,73
Densidade de partículas g/cm³	1,46
Porosidade %	46,52
Umidade %	
Natural	0,45
0,10 atm	11,33
0,33 atm	-
1,00 atm	-
5,00 atm	-
10,0 atm	-
15,0 atm	3,77
Água Disponível	7,56

4.4 Caracterização do Experimento

O experimento foi conduzido em dois ambientes, em casa de vegetação e em campo. Foram construídos 8 canteiros em alvenaria, 4 em casa de vegetação e 4 em campo. Os canteiros tiveram as seguintes dimensões: 1,5m de largura e 3,5m de comprimento (Figura 2).



Figura 2 - Visão parcial da área experimental

As variedades utilizadas foram: a Alface Crespa Verde e a Alface Vitória de Verão. Em cada canteiro foram utilizadas 60 plantas, sendo 30 Vitória de Verão e 30 Crespa Verde.

De acordo com a análise de solo foi realizada a adubação com NPK na fórmula 4:14:8 na proporção de 100g/m², utilizou-se também a incorporação de esterco bovino, 5kg/m². A adubação foi realizada com 10 dias de antecedência ao transplântio.

A irrigação foi feita considerando a precipitação pluviométrica, para isto foi utilizado um regador manual com capacidade de 10 litros.

4.5 Condução do experimento

O transplântio das mudas para os canteiros definitivos, situados no interior da casa de vegetação e em campo, foi realizado no dia 30 de junho de 2011 quando as mudas estavam com 30 dias e apresentando de cinco a seis folhas definitivas. A colheita foi realizada aos 35 dias do transplântio (Figura 3).



Figura 3 – Visão dos Canteiros quando as plantas atingiram o ponto de colheita

4.6 Parâmetros de crescimento

Durante o desenvolvimento da cultura foi efetuada análise de crescimento das plantas, através de coletas semanais de quatro plantas de cada variedade por tratamento em um total de 16 amostras. Os parâmetros de crescimento foram: número de folhas, altura da planta, tamanho do dossel, área foliar, massa fresca, massa seca, taxa de crescimento absoluto (TCA) e taxa de crescimento relativo (TCR) e percentual de água na planta.

As coletas foram realizadas aos 7, 14, 21, 28, 35 e 42 dias após o transplântio, sendo realizadas sempre no período da tarde. O corte das plantas foi realizado ao nível do solo e acondicionadas em sacos de plástico, indo posteriormente para o Laboratório de Construções Rurais e Ambiente do Departamento de Engenharia Agrícola da UFCG, onde realizaram-se as mensurações, com exceção da altura da planta e o tamanho do dossel que foram determinados com as plantas ainda no solo.

4.6.1 Altura da Planta

Como mostra a Figura 4 a altura da planta foi realizada semanalmente utilizando-se uma régua milimetrada. A mesma mediu-se entre o nível do solo e a altura máxima das folhas.



Figura 4 – Mensuração da altura da planta

4.6.2 Tamanho do dossel

Para a determinação do tamanho do dossel e altura das plantas utilizou-se uma régua. Sendo que foi determinado o valor médio da distância entre as margens em cm^2 (Figura 5).



Figura 5 – Mensuração do tamanho do dossel

4.6.3 Número de Folhas

Para cada planta foi determinado o número de folhas após o seu desfolhamento. (Figura 6)



Figura 6 – Desfolhamento da Planta

4.6.4 Área foliar

Para determinação da área foliar, utilizou-se o método de área conhecida, ou seja, onde a e a altura correspondem as de um retângulo previamente conhecido. (Figura 7)

$$\text{Área foliar} = \text{Base} \times \text{Altura}$$

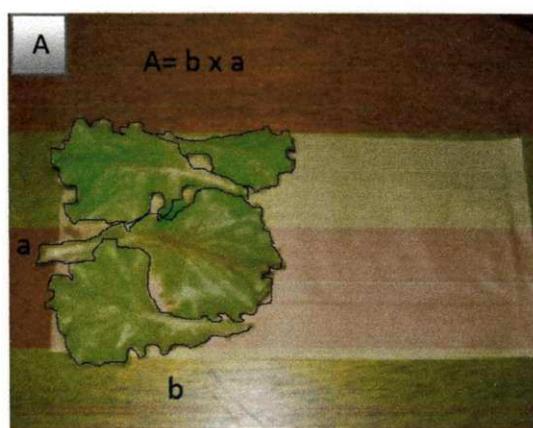


Figura 7 – Determinação da Área Foliar

4.6.5 Massa Fresca e Seca

As plantas foram pesadas em balança de precisão digital com precisão de 0.01g, para mensuração da massa fresca.

Após a determinação da área foliar, as plantas foram acondicionadas em sacos de papel e colocadas para secar em estufa de ventilação forçada a 65°C até

massa constante. Posteriormente as plantas foram pesadas em balança digital com precisão de 0.01g, obtendo-se assim a massa seca das plantas.



Figura 8 - Instrumentos utilizados para secar e pesar as plantas.

Estufa e balança

4.6.6 Taxa de crescimento absoluto.

A taxa de crescimento absoluto é a variação ou o incremento do crescimento em gramas por dia entre duas amostragens ao longo do ciclo (BENINCASA, 2003).

Essa taxa foi calculada pela equação:

$$TCA (g \text{ dia}^{-1}) = \frac{P2 - P1}{t2 - t1} \quad (1)$$

Em que: p = peso massa seca; t = tempo em dias; 1 e 2 amostras sucessivas

4.6.7 Taxa de crescimento relativo

A taxa de crescimento relativo ($g \text{ dia}^{-1}$) de uma planta ou qualquer órgão da planta reflete o aumento da matéria orgânica em um intervalo de tempo, dependente do material pré existente (BENINCASA, 2003).

Essa taxa foi calculada pela equação:

$$TCR (g \text{ g}^{-1} \text{ dia}^{-1}) = \frac{\ln P2 - \ln P1}{t2 - t1} \text{ g} \cdot \text{g}^{-1} \text{ dia ou semana} \quad (2)$$

Em que: p = peso massa seca; t = tempo em dias; 1 e 2 = amostras sucessivas; Ln = logaritmo nepereriano.

4.6.8 Percentual de água nas plantas

A relação entre massa da matéria fresca e massa da matéria seca pode nos informar sobre o Teor de Água (TA) ou Teor Relativo de Água (TRA) nos tecidos, considerado mais preciso (envolve o “peso túrgido”), o que seria um indicativo do “status” de água na planta (PEIXOTO; PEIXOTO, 2004).

Essa quantidade de água foi calculada pela formula:

$$TA = \frac{MF - MS}{MF} . 100\% \quad (3)$$

Em que: MF= massa fresca em gramas, MS= massa seca, TA = Teor de água

4.7 Monitoramento Ambiental

Foi utilizado para a leitura de dados de temperatura e umidade relativa do ar um termohigrômetro digital (Figura 9). As leituras foram realizadas, das 08:00 às 16:00 horas, com intervalos de 02:00 horas entre elas.

Os dados de temperatura máxima e mínima na casa de vegetação foram obtidos através de termômetros de máxima e mínima (Figura 9). Os mesmos dados da área externa foram obtidos utilizando-se um termohigrômetro digital para temperatura máxima e os dados de temperatura mínima foram obtidos Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

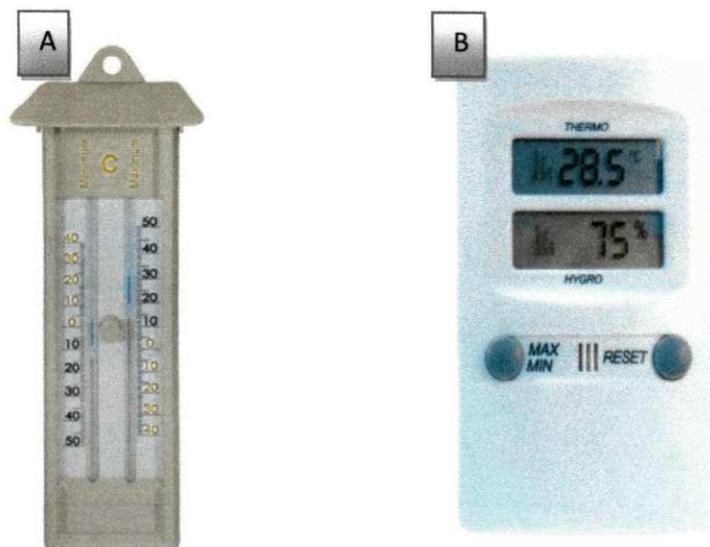


Figura 9 - Equipamentos utilizados para o monitoramento ambiental: Termômetros de máxima e mínima e termohigrômetro.

4.8 Delineamento Experimental e Análise Estatística

O delineamento experimental utilizado foi o delineamento inteiramente casualizado (DIC), com 2 tratamentos, 4 repetições e 2 variedades.

De posse dos dados, foi realizada a análise de variância para cada variável pelo teste F, aos níveis de 1% e 5% de significância. Para realizar as análises utilizou-se o programa SAS.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Altura das Plantas

De acordo com a Tabela 3, houve efeito significativo da casa de vegetação na altura das plantas nas duas variedades a partir da terceira semana que se justifica pelo aumento da temperatura durante as últimas três semanas do plantio, onde na casa de vegetação ocorreu uma diferença média na temperatura de até 3°C com relação ao campo. Isso ocorre porque em temperaturas mais elevadas as plantas aceleram o crescimento.

De acordo com Dantas et al., (1996), estudando a cultura da alface em diferentes condições ambientais, verificou que na sexta semana após o transplântio, quase não existiu diferença entre as alturas das plantas nas casas de vegetação (CV), Leste-Oeste (L-O) e Norte-Sul (N-S), sendo que as mesmas apresentam diferenças da altura das plantas com relação a parcela externa. (EXT). O maior crescimento, em termos de altura de plantas, ocorreu na segunda semana após o transplântio.

Tabela 3. Avaliação da altura das plantas (cm) das duas variedades cultivadas em duas condições ambientais.

Fator	Dias				
	7	14	21	28	35
VAR 1					
Amb 1	8,25	12,12	14,75	20,50	29,25
Amb 2	8,37	11,00	11,75	16,87	19,75
Pr > F	0,8864 ^{ns}	0,2221 ^{ns}	0,0280*	0,0258*	0,0008**
CV (%)	14,27	10,10	11,11	9,32	8,74
VAR 2					
Amb 1	7,75	11,12	14,37	17,25	21,00
Amb 2	7,62	9,75	10,62	12,87	15,75
Pr > F	0,8439 ^{ns}	0,1622 ^{ns}	0,006**	0,0239*	0,0088**
CV (%)	11,19	11,69	6,43	13,67	10,60

** e * = significativo a 1% e a 5% de probabilidade pelo teste F; ns = não significativo.

Como mostra a Tabela 4, em casa de vegetação, a variedade Crespa verde obteve uma maior altura de planta do que a variedade Vitória de Verão durante todo o cultivo, mas só ocorreu diferença estatisticamente significativa na última semana de cultivo.

Já em condições de campo, a variedade Crespa verde obteve uma maior altura de planta do que a variedade Vitória de Verão durante todo o cultivo, ocorrendo diferença estatisticamente significativa nas duas últimas semanas de cultivo.

Durante o período experimental, observou-se que a variedade Crespa verde possui a folha com maior comprimento e menor largura em relação à variedade Vitória de Verão. Nesse caso o comprimento da folha deve ter sido o responsável pela diferença na altura das plantas.

Tabela 4. Avaliação da altura das plantas (cm) de duas variedades cultivadas em Casa de Vegetação e a Campo.

Fator	Dias Após o Transplântio				
	7	14	21	28	35
AMB 1					
Var 1	8,25	12,12	14,75	20,50	29,25
Var 2	7,75	11,12	14,37	17,25	21,00
Pr > F	0,5945 ^{ns}	0,3628 ^{ns}	0,7015 ^{ns}	0,0846 ^{ns}	0,0015 ^{**}
CV (%)	15,73	12,35	9,06	11,80	8,40
AMB 2					
Var 1	8,37	11,00	11,75	16,85	19,75
Var 2	7,62	9,75	10,62	12,87	15,75
Pr > F	0,2070 ^{ns}	0,0941 ^{ns}	0,1755 ^{ns}	0,0099 ^{**}	0,0289 [*]
CV (%)	9,37	8,58	9,26	10,22	11,15

**** e *** = significativo a 1% e a 5% de probabilidade pelo teste F; **ns** = não significativo.

5.2 Tamanho do dossel

De acordo com a Tabela 5, as planta da variedade Crespa Verde obtiveram maior tamanho de dossel em casa de vegetação, entretanto, essa diferença só foi estatisticamente significativa a partir da quarta semana de cultivo. A variedade Vitória de verão também apresentou tamanho de dossel superior em casa de vegetação, ocorrendo diferença estatisticamente significativa aos 14, 28 e 35 dias.

Observou-se durante o experimento que as folhas em casa de vegetação cresceram de maneira mais alongada, o que pode ter interferido diretamente no tamanho do dossel.

Tabela 5. Avaliação do Tamanho do dossel (cm²) de duas variedades cultivadas em duas condições ambientais.

Fator	Dias Após o Transplântio				
	7	14	21	28	35
VAR 1					
Amb 1	132,25	280,00	561,75	1333,50	2066,50
Amb 2	169,50	238,75	338,75	739,25	793,00
Pr > F	0,3826 ^{ns}	0,3785 ^{ns}	0,0658 ^{ns}	0,0251*	< 0,0001**
CV (%)	37,07	23,66	31,19	27,33	5,23
VAR 2					
Amb 1	122,25	235,00	462,00	986,25	1388,50
Amb 2	96,00	164,50	300,00	569,00	711,00
Pr > F	0,1035 ^{ns}	0,0373*	0,0644 ^{ns}	0,0228*	0,0003**
CV (%)	17,73	18,74	26,59	24,97	12,03

** e *= significativo a 1% e a 5% de probabilidade pelo teste F; ns = não significativo.

De acordo com a Tabela 6, na variedade Crespa Verde o tamanho do dossel foi superior a variedade Vitória de Verão durante as 5 semanas de cultivos em casa de vegetação. Ocorreu diferença estatisticamente significativa aos 14 e aos 35 dias de cultivo. Em condições de campo a variedade Crespa Verde também obteve os maiores valores no que se refere ao tamanho do dossel, apesar de não haver diferença estatística significativa.

Durante todo o experimento os valores referentes às duas variedades estudadas foram maiores em casa de vegetação, o que está diretamente ligado as maiores temperaturas durante todo o dia.

Tabela 6. Avaliação do Tamanho do dossel (cm²) de duas variedades cultivadas em Casa de Vegetação e a Campo.

Fator	Dias Após o Transplântio				
	7	14	21	28	35
AMB 1					
Var 1	132,25	280,00	561,75	1333,50	2066,50
Var 2	122,25	235,00	462,00	986,25	1388,50
Pr > F	0,6112 ^{ns}	0,0358*	0,3518 ^{ns}	0,1229 ^{ns}	< 0,0001**
CV (%)	20,73	9,17	27,31	23,59	5,89
AMB 2					
Var 1	169,50	238,75	338,75	739,25	793,00
Var 2	96,00	164,50	300,00	569,00	711,00
Pr > F	0,0974 ^{ns}	0,1729 ^{ns}	0,6110 ^{ns}	0,2900 ^{ns}	0,3153 ^{ns}
CV (%)	39,91	33,67	31,99	31,73	14,08

** e *= significativo a 1% e a 5% de probabilidade pelo teste F; ns = não significativo.

5.3 Número de folhas

Constata-se através da Tabela 7 que o ambiente também influenciou no número de folhas produzidas por planta. A alface, quando cultivada em ambiente protegido, apresentou um número final de folhas maior do que quando cultivada a campo desde a primeira semana de cultivo. Entretanto só ocorreu diferença significativa na variedade Crespa Verde na última semana do cultivo. Na variedade Vitória de Verão houve diferença significativa aos 21 dias, e na última semana de cultivo. O maior crescimento em relação ao número de folhas ocorreu na última semana nos dois ambientes, sendo aproximadamente 14 folhas/ 7 dias na casa de vegetação e 7 folhas/ 7 dias a campo, para a variedade Crespa Verde, enquanto para a variedade Vitória de Verão estes valores oscilaram entre 9 folhas/ 7 dias e 7 folhas/ 7 dias respectivamente para as condições em casa de vegetação e a campo.

Segundo Hermes et al., (2001) a alface necessita de 45,1 GD (graus-dia) para a emissão de uma nova folha. Como o ambiente protegido havia maior temperatura durante o período do experimento, pode-se inferir que houve maior soma de GD, o que provocou aumento no número de folhas das duas cultivares analisadas nesse ambiente. Além disso, as temperaturas mais elevadas aceleram o processo de aparecimento de folhas em diversas espécies de plantas.

Ainda, considerando o trabalho de Segovia et al., (1997), comparando o crescimento e desenvolvimento de algumas cultivares de alface durante o inverno, em casa de vegetação e a campo, mostraram que o número de folhas emitidas na casa de vegetação apresentou tendência de maiores valores.

Também Dantas et al., (1996) constatou que houve maior crescimento na segunda semana após o transplante, e que na última semana, verifica-se que quase não existe diferença entre as direções L-O e N-S, havendo pois diferença entre a parcela externa e as mesmas.

Tabela 7. Avaliação do número de folhas de duas variedades cultivadas em duas condições ambientais.

Fator	Dias Após o Transplante				
	7	14	21	28	35
VAR 1					
Amb 1	5,25	8,00	10,50	13,25	27,5
Amb 2	4,75	7,75	10,50	13,00	20,5
Pr > F	0,2070 ^{ns}	0,6202 ^{ns}	1,000 ^{ns}	0,8394 ^{ns}	0,0415*
CV (%)	10,00	8,60	16,50	12,73	15,96
VAR 2					
Amb 1	6,50	8,75	14,00	19,25	28,50
Amb 2	5,00	8,25	11,25	17,50	24,75
Pr > F	0,0972 ^{ns}	0,2070 ^{ns}	0,0478*	0,0723 ^{ns}	0,0216*
CV (%)	18,78	5,88	12,42	6,19	6,46

** e * = significativo a 1% e a 5% de probabilidade pelo teste F; ns = não significativo.

Na Tabela 8 verifica-se que em casa de vegetação durante as avaliações semanais do número de folhas entre as variedades estudadas, a variedade Vitória

de Verão teve uma maior produção no que se refere a número de folhas durante todo o período experimental.

Ocorreu diferença estatisticamente significativa aos 21 e 28 dias de cultivo. No campo a tendência de produção de folhas foi a mesma durante as avaliações, só ocorreu diferença estatisticamente significativa aos 28 e 35 dias.

Tabela 8. Avaliação o número de folhas de duas variedades de alface cultivadas em Casa de Vegetação e a Campo.

Fator	Dias Após o Transplântio				
	7	14	21	28	35
AMB 1					
Var 1	5,25	8,00	10,50	13,25	27,50
Var 2	6,50	8,75	14,00	19,25	28,50
Pr > F	0,1210 ^{ns}	0,1682 ^{ns}	0,0203*	0,0033**	0,6932 ^{ns}
CV (%)	16,66	8,08	12,91	11,09	12,20
AMB 2					
Var 1	4,75	7,75	10,50	13,00	20,50
Var 2	5,00	8,25	11,25	17,50	24,75
Pr > F	0,6202 ^{ns}	0,2070 ^{ns}	0,5601 ^{ns}	0,0004**	0,0490*
CV (%)	13,89	6,25	15,82	5,99	10,79

** e * = significativo a 1% e a 5% de probabilidade pelo teste F; ns = não significativo.

5.1.4 Área foliar

De acordo com a Tabela 09, constatou-se que os dados obtidos para área foliar indicaram que a casa de vegetação também influenciou este parâmetro. Na variedade Crespa Verde foram obtidos os maiores valores para área foliar em casa de vegetação. Ocorreu diferença estatisticamente significativa aos 7, 14 e 35 dias do cultivo. De acordo com Radin (2004) em casa de vegetação, é onde ocorre menor disponibilidade de energia solar incidente devido à redução de aproximadamente 30% pelo material de cobertura, por isso ocorrem essas diferenças.

Ainda de acordo com resultados de Dale (1988) citado por Radin (2004), o qual observou que, o aumento de sombreamento resulta em folhas maiores embora, mais finas.

Charles-Edwards (1986) também relata que folhas que tiveram sua expansão celular sob condições de baixa disponibilidade de energia solar são mais finas, e tem maior superfície de área foliar do que folhas que se expandiram sob condições de alta disponibilidade de energia solar.

Se o índice de área foliar aumentar muito, a produção de matéria seca não acompanhará devido à grande quantidade de folhas sombreadas e folhas velhas, menos eficientes fotossinteticamente. Radin (2004), estudando o crescimento da alface em casa de vegetação e em campo, constatou que a massa seca foliar e o índice de área foliar indicam que a massa específica das folhas é menor no interior da casa de vegetação. Isso significa que no interior da casa de vegetação as folhas se expandem mais rapidamente, o que pode ser atribuído, principalmente, aos teores mais elevados da umidade relativa do ar existentes no interior da casa de vegetação.

Tabela 9. Avaliação da área foliar (cm²) de duas variedades cultivadas em duas condições ambientais.

Fator	Dias Após o Transplântio				
	7	14	21	28	35
VAR 1					
Amb 1	141,77	365,62	658,27	1762,50	5209,00
Amb 2	115,83	246,06	516,50	1333,75	2704,00
Pr > F	0,0083**	0,0029**	0,2757 ^{ns}	0,0926 ^{ns}	0,0015**
CV (%)	7,37	11,48	28,47	19,60	16,33
VAR 2					
Amb 1	154,21	316,50	833,95	2032,00	4263,50
Amb 2	101,38	212,60	475,96	1232,31	2864,00
Pr > F	0,0683 ^{ns}	0,0266*	0,0073**	0,0130*	0,0180*
CV (%)	26,34	19,01	19,41	19,84	17,22

** e * = significativo a 1% e a 5% de probabilidade pelo teste F; ns = não significativo.

Analisando a Tabela 10, verifica-se que não ocorreu diferença estatisticamente significativa na área foliar entre as variedades estudadas em nenhum dos ambientes.

Tabela 10. Avaliação da área foliar de duas variedades alface cultivadas em Casa de Vegetação e a Campo.

Fator	Dias Após o Transplântio				
	7	14	21	28	35
AMB 1					
Var 1	141,77	365,62	658,27	1762,50	5209,00
Var 2	154,21	316,50	833,95	2032,00	4263,50
Pr > F	0,5300 ^{ns}	0,2428 ^{ns}	0,1554 ^{ns}	0,2419 ^{ns}	0,0646 ^{ns}
CV (%)	17,83	15,72	20,50	15,47	12,50
AMB 2					
Var 1	115,83	246,06	516,50	1333,75	2704,00
Var 2	101,38	212,60	475,96	1232,31	2864,00
Pr > F	0,4076 ^{ns}	0,1628 ^{ns}	0,7044 ^{ns}	0,6815 ^{ns}	0,7456 ^{ns}
CV (%)	21,13	12,97	29,02	25,94	23,92

** e * = significativo a 1% e a 5% de probabilidade pelo teste F; ns = não significativo.

5.5 Massa fresca

A análise da evolução semanal da massa fresca da cultivar de alface Crespa Verde, nos dois ambientes, de acordo com a Tabela 11, indicou que o ambiente tem influência no desenvolvimento e crescimento das plantas.

A Variedade Crespa Verde em ambiente protegido apresentou maior produção de massa fresca, sendo essa diferença estatisticamente significativa apenas aos 35 dias. Na cultivar Vitória de Verão ocorreu diferença estatística significativa da massa fresca aos 14 e 21 dias após o transplântio.

Durante o experimento as plantas cultivadas na área externa apresentaram folhas com tamanho inferior às cultivadas em casa de vegetação, apresentando dessa forma menor massa fresca. Isso ocorre por que em temperaturas mais elevadas as plantas aceleram o crescimento. Sendo este aspecto evidenciado também por uma maior área foliar.

Assim como o número de folhas, o crescimento da massa fresca foi bem maior na última semana, ou seja, aproximadamente 172g/ 7dias na casa de vegetação e 73g/ 7dias no campo, para a variedade Crespa Verde, enquanto para a variedade Vitória de Verão, estes valores variaram entre 114g/ 7dias e 93g/ 7 dias respectivamente em casa de vegetação e no campo.

Radin (2004), estudando as variedades Regina, Marisa e Verônica, em Casa de Vegetação e em Campo constatou também que o ambiente exerce influência no desenvolvimento das plantas, ou seja, as plantas produzidas em ambientes protegidos apresentaram maior produção de massa fresca.

Tabela 11. Avaliação da massa fresca (g) de duas variedades cultivadas em duas condições ambientais.

Fator	Dias Após o Transplântio				
	7	14	21	28	35
VAR 1					
Amb 1	4,42	10,39	23,66	70,55	242,61
Amb 2	4,26	9,02	22,47	68,44	141,58
Pr > F	0,4689 ^{ns}	0,2016 ^{ns}	0,8544 ^{ns}	0,8639 ^{ns}	0,0056 ^{**}
CV (%)	6,84	13,87	37,91	24,00	17,64
VAR 2					
Amb 1	4,50	8,90	28,54	78,03	191,85
Amb 2	3,33	6,57	16,92	52,94	145,61
Pr > F	0,1531 ^{ns}	0,0304 [*]	0,0251 [*]	0,0670 ^{ns}	0,1490 ^{ns}
CV (%)	25,88	15,12	24,37	24,27	23,42

** e *= significativo a 1% e a 5% de probabilidade pelo teste F; ns = não significativo.

Verifica-se através da Tabela 12 que na casa de vegetação não ocorreu diferença significativa entre as variedades estudadas. Já no campo ocorreu diferença significativa na segunda semana de cultivo, entretanto ao final do cultivo não ocorreu diferença entre as variedades.

Na casa de vegetação, no final do período, ou seja, aos 25 dias após o transplântio, o desempenho da variedade Crespa Verde foi maior. De forma quantitativa isto representa, em média, uma diferença de aproximadamente

50g/planta, o que na prática representaria um ganho maior, do ponto de vista financeiro, quanto o cultivo é realizado em escalas maiores, considerando o tempo e o espaço.

Tabela 12. Avaliação da massa fresca (g) de duas variedades de alface: cultivadas em Casa de Vegetação e a Campo.

Fator	Dias Após o Transplântio				
	7	14	21	28	35
AMB 1					
Var 1	4,42	10,39	23,66	70,55	242,61
Var 2	4,50	8,90	28,54	78,03	191,85
Pr > F	0,8936 ^{ns}	0,2035 ^{ns}	0,3557 ^{ns}	0,5127 ^{ns}	0,0673 ^{ns}
CV (%)	18,15	15,31	26,43	20,48	14,82
AMB 2					
Var 1	4,26	9,02	22,47	68,44	141,58
Var 2	3,33	6,57	16,92	52,94	145,61
Pr > F	0,1005 ^{ns}	0,0133*	0,3486 ^{ns}	0,2521 ^{ns}	0,8937 ^{ns}
CV (%)	17,85	12,82	39,19	28,50	28,49

** e *= significativo a 1% e a 5% de probabilidade pelo teste F; ns = não significativo.

5.6 Massa seca

Na avaliação da massa seca total das plantas, como evidencia a Tabela 13, não ocorreu diferença estatística entre os tratamentos para as cultivares analisadas. Entretanto, observou-se diferença, onde as plantas submetidas a casa de vegetação formaram uma maior massa seca total.

Segovia et al., (1997) ao comparar o crescimento e desenvolvimento de algumas variedades da cultura da alface durante o inverno, em casa de vegetação e a campo, constatou que o acúmulo de massa seca apresentou velocidade semelhante, nos dois ambientes, embora com valores menores no campo.

Dantas et al., (1996) ao comparar o desenvolvimento com relação as massas verde e seca da alface em dois tipos de casas de vegetação, constatou que o crescimento maior, ocorre nas segunda e terceira semanas após o transplântio, e que em média, 95% das plantas da casa de vegetação Leste-Oeste são constituídas

de líquidos, 94% das plantas da casa de vegetação Norte-Sul, isso acontece, e que na parcela externa isso representa 92%.

Tabela 13. Avaliação da massa seca (g) de duas variedades cultivadas em duas condições ambientais.

Fator	Dias Após o Transplântio				
	7	14	21	28	35
VAR 1					
Amb 1	0,27	0,55	1,69	3,44	10,46
Amb 2	0,30	0,55	1,83	3,67	7,96
Pr > F	0,3938 ^{ns}	1,0000 ^{ns}	0,7507 ^{ns}	0,5654 ^{ns}	0,0875 ^{ns}
CV (%)	16,21	15,38	31,93	15,53	18,76
VAR 2					
Amb 1	0,28	0,46	1,83	3,31	7,89
Amb 2	0,24	0,39	1,38	2,79	7,57
Pr > F	0,4092 ^{ns}	0,2362 ^{ns}	0,1144 ^{ns}	0,1909 ^{ns}	0,7801 ^{ns}
CV (%)	24,53	16,92	21,71	16,20	19,73

** e * = significativo a 1% e a 5% de probabilidade pelo teste F; ns = não significativo.

De acordo com a Tabela 14, em casa de vegetação a variedade Crespa verde obteve maior produção de massa seca que a variedade Vitória de Verão, que só ocorreu diferença significativa aos 35 dias após o transplântio.

No Campo, a variedade Crespa Verde teve maior produção de massa seca durante todo o cultivo, havendo diferença significativa apenas na segunda semana.

Tabela 14. Avaliação da massa seca (g) de duas variedades de alface cultivadas em Casa de Vegetação e a Campo.

Fator	Dias Após o Transplântio				
	7	14	21	28	35
AMB 1					
Var 1	0,27	0,55	1,70	3,44	10,46
Var 2	0,28	0,46	1,83	3,31	7,89
Pr > F	0,7825 ^{ns}	0,1784 ^{ns}	0,6852 ^{ns}	0,6951 ^{ns}	0,0354*
CV (%)	17,81	15,62	25,41	13,25	14,64
AMB 2					
Var 1	0,30	0,55	1,83	3,67	7,96
Var 2	0,24	0,39	1,38	2,79	7,57
Pr > F	0,2178 ^{ns}	0,0331*	0,2371 ^{ns}	0,0792 ^{ns}	0,7784 ^{ns}
CV (%)	22,83	16,61	30,38	18,28	24,11

** e *= significativo a 1% e a 5% de probabilidade pelo teste F; ns = não significativo.

5.7 Taxa de crescimento absoluto

De acordo com a Figura 10, a VAR 1 apresentou crescimento absoluto linear da primeira a quarta semana experimental, e a partir desta no AMB 1 ocorreu um crescimento acentuado, sendo aproximadamente de 0,75 g dia⁻¹ e no AMB 2 esse crescimento foi de 0,35 g dia⁻¹.

A taxa de crescimento absoluto do ciclo no AMB 1 em média foi de 0,37 g dia⁻¹ e no AMB 2 foi de 0,28 g dia⁻¹.

Esta diferença é justificada devido ao aumento da temperatura nesse período, sendo que em casa de vegetação essa temperatura foi a mais elevada durante a realização do experimento.

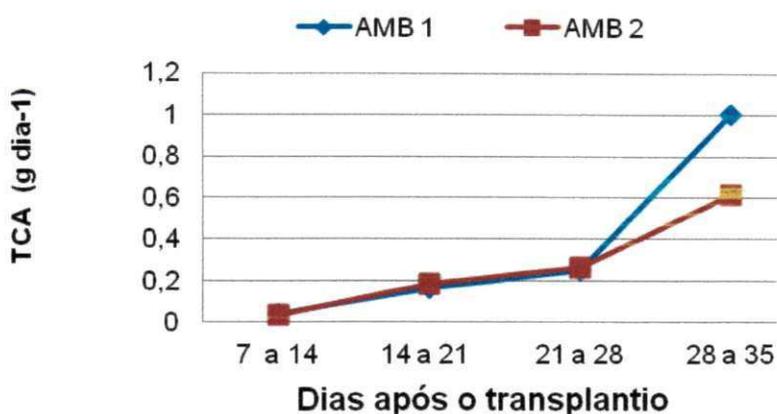


Figura 10: Taxa de crescimento absoluto da VAR 1 cultivada em duas condições ambientais.

Verifica-se através da Figura 11, que a taxa crescimento absoluto da VAR 2 foi praticamente a mesma nos dois ambientes.

A taxa de crescimento absoluto do ciclo no AMB 1 em média foi de $0,27 \text{ g dia}^{-1}$ e no AMB 2 foi de $0,26 \text{ g dia}^{-1}$.

A maior taxa de crescimento absoluto aconteceu entre a quarta e quinta semana, sendo esse crescimento de $0,44 \text{ g dia}^{-1}$ e $0,48 \text{ g dia}^{-1}$ para os AMB 1 e 2 respectivamente.

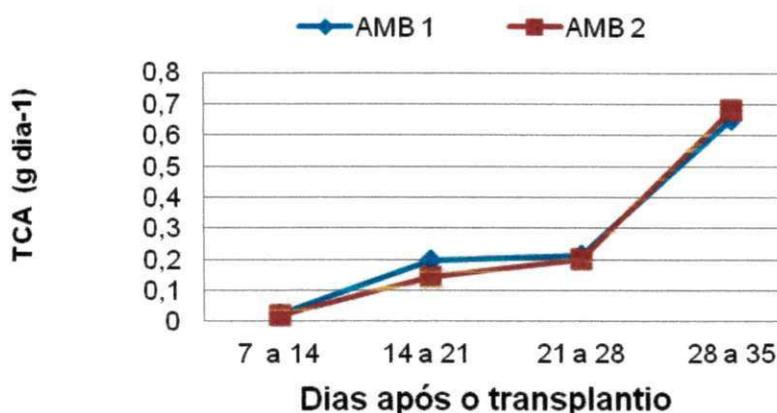


Figura 11: Taxa de crescimento absoluto da VAR 2 cultivada em duas condições ambientais.

De acordo com o Figura 12, no AMB 1 correu crescimento absoluto linear da primeira a quarta semana experimental nas duas variedades, e a partir desta semana no AMB 1 ocorreu um crescimento acentuado nas duas variedades analisadas, sendo aproximadamente de $0,75 \text{ g dia}^{-1}$ para a VAR 1 e de $0,44 \text{ g dia}^{-1}$ para a VAR 2.

A taxa de crescimento absoluto do ciclo para a VAR 1 no AMB 1 foi em média de $0,37 \text{ g dia}^{-1}$ e para VAR 2 no AMB 1 foi de $0,27 \text{ g dia}^{-1}$.

Esta diferença é justificada devido ao aumento da temperatura nesse período, sendo que em casa de vegetação essa temperatura foi a mais elevada durante a realização do experimento.

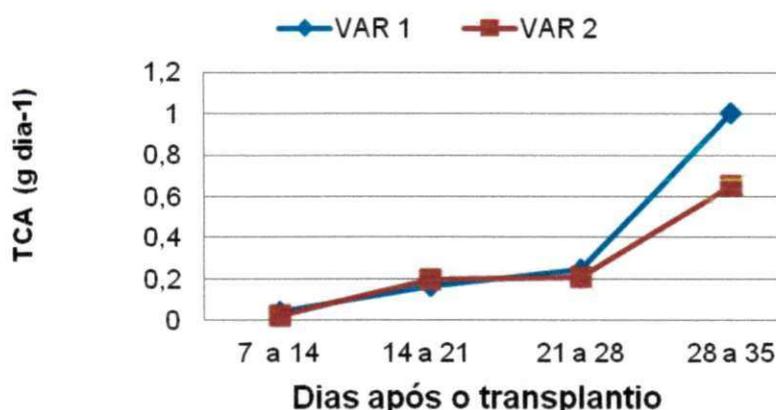


Figura 12: Taxa de crescimento absoluto das VAR 1 e VAR 2 cultivadas em casa de vegetação.

No que concerne a Figura 13, a taxa de crescimento absoluto, foi praticamente o mesmo nas duas variedades no AMB 2.

A taxa de crescimento absoluto do ciclo foi para a VAR 1 no AMB 2 foi em média de $0,27 \text{ g dia}^{-1}$ e para a VAR 2 no mesmo ambiente foi de $0,26 \text{ g dia}^{-1}$

Sendo que, a maior taxa de crescimento absoluto aconteceu entre a quarta e quinta semana, sendo esse crescimento de $0,35 \text{ g dia}^{-1}$ e $0,48 \text{ g dia}^{-1}$ para as VAR 1 e 2 respectivamente.

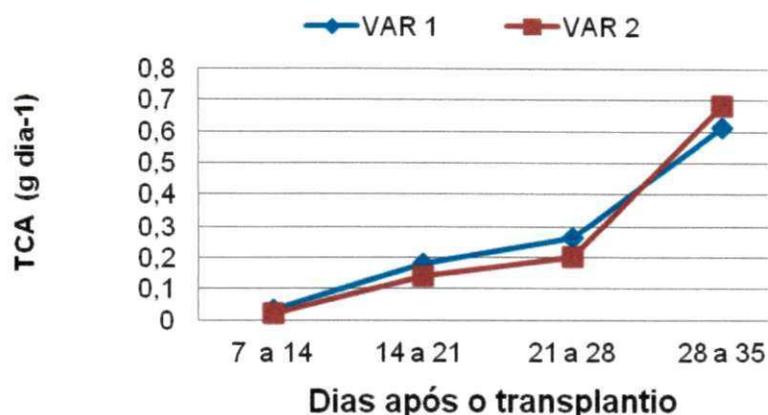


Figura 13: Taxa de crescimento absoluto das VAR 1 e VAR 2 cultivadas em campo.

5.8 Taxa de crescimento relativo

De acordo com o Figura 14, a taxa de crescimento relativo da VAR 1 entre a segunda e a terceira semana de cultivo obteve o maior valor que foi de 0,18 TCR $\text{g g}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ no AMB 2 e de 0,16 $\text{g g}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ no AMB 1. Esse crescimento foi obtido devido ao aumento na temperatura e queda da umidade relativa do ar em ambos os ambientes.

Entretanto, entre a quarta e quinta semana a VAR 1 se sobressaiu no AMB 1 atingindo uma taxa de crescimento relativo de 0,16 $\text{g g}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ onde ocorreu outra elevação de temperatura e queda da umidade relativa do ar, já no AMB 2 a taxa de crescimento relativo foi de 0,12 $\text{g g}^{-1} \text{ dia}^{-1}$, devido a temperatura do campo ter sido inferior cerca de 2°C com relação a temperatura da casa de vegetação.

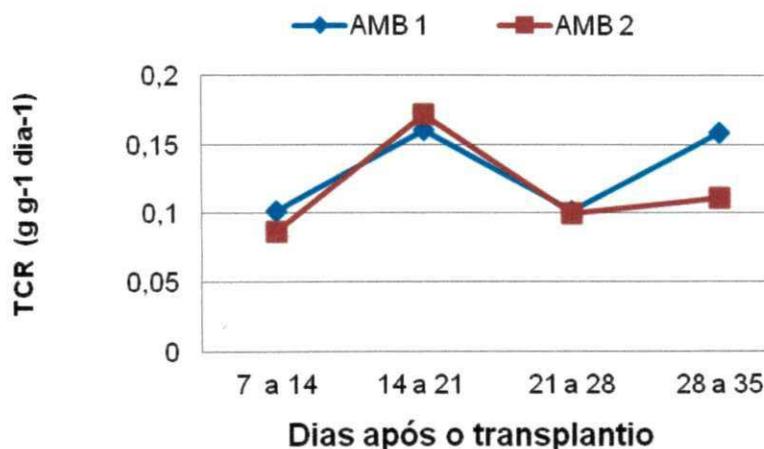


Figura 14: Taxa de crescimento relativo da VAR 1 cultivada em duas condições ambientais.

Como evidencia o Figura 15, a taxa de crescimento relativo da VAR 2 entre a segunda e a terceira semana de cultivo obteve o maior valor que foi de $0,20 \text{ g g}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ no AMB 1 e de $0,18 \text{ g g}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ no AMB 2. Esse crescimento ocorreu devido o aumento na temperatura que acelerou o crescimento das plantas.

Entretanto, entre a quarta e quinta semana a VAR 2 no AMB 2 atingiu uma taxa de crescimento relativo de $0,15 \text{ g g}^{-1} \text{ dia}^{-1}$, já no AMB 1 a taxa de crescimento relativo foi de $0,12 \text{ g g}^{-1} \text{ dia}^{-1}$, devido a temperatura do campo ter sido inferior cerca de 2°C com relação a temperatura da casa de vegetação.

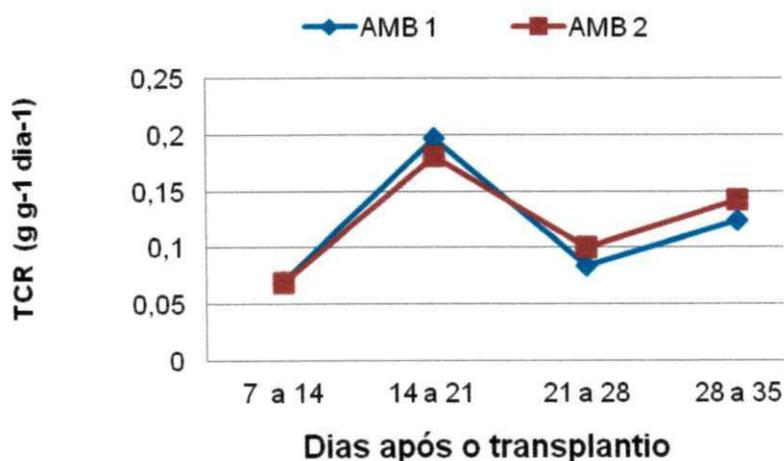


Figura 15: Taxa de crescimento relativo da VAR 2 cultivada em duas condições ambientais.

A taxa de crescimento relativo evidenciada no Figura 16, no AMB 1 entre a segunda e a terceira semana de cultivo obteve o maior valor para as ambas as variedades que foi de $0,16 \text{ g g}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ para a VAR 1 e $0,20 \text{ g g}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ para a VAR 2. O crescimento ocorreu em decorrência do aumento na temperatura e queda da umidade relativa do ar.

Já da quarta para a quinta semana a VAR 1 se sobressaiu atingindo uma taxa de crescimento relativo de $0,16 \text{ g g}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ onde ocorreu outra elevação de temperatura e queda da umidade relativa do ar, já a taxa de crescimento relativo para a VAR 2 foi de $0,12 \text{ g g}^{-1} \text{ dia}^{-1}$.

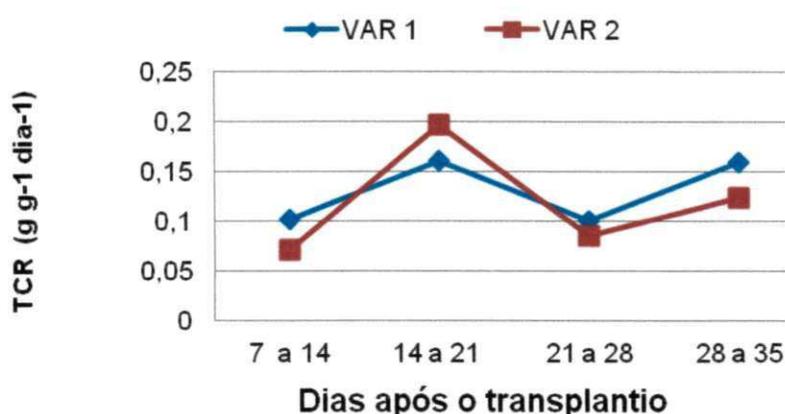


Figura 16: Taxa de crescimento relativo das VAR 1 e 2 cultivadas em casa de vegetação.

De acordo com o Figura 17, a taxa de crescimento relativo no AMB 2 entre a segunda e a terceira semana de cultivo obteve o maior valor para as ambas as variedades que foi de $0,17 \text{ g g}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ para a VAR 1 e $0,18 \text{ g g}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ para a VAR 2. O crescimento ocorreu em decorrência do aumento na temperatura e queda da umidade relativa do ar.

No entanto da quarta para a quinta semana a VAR 2 se sobressaiu atingindo uma taxa de crescimento relativo de $0,14 \text{ g g}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ onde ocorreu outra elevação de temperatura e queda da umidade relativa do ar, já a taxa de crescimento relativo para a VAR 1 foi de $0,11 \text{ g g}^{-1} \text{ dia}^{-1}$.

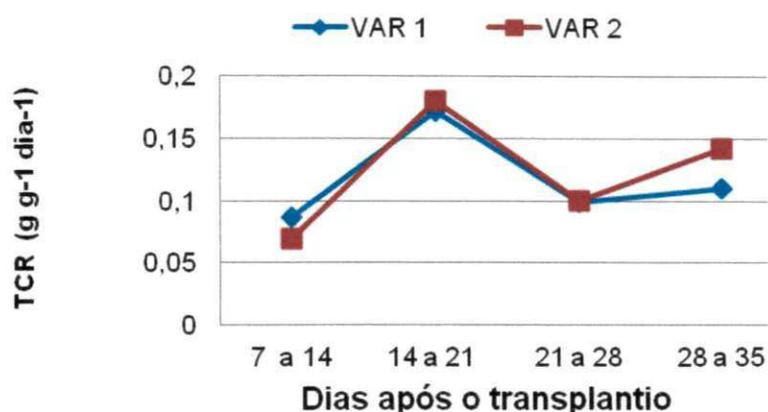


Figura 17: Taxa de crescimento relativo das VAR 1 e VAR 2 cultivadas em campo.

5.9 Percentual de água na planta

De acordo com o Figura 18, na VAR 1 o maior percentual de água foi encontrado em casa de vegetação durante as cinco semanas de cultivo. Isso se deve ao fato de que a massa seca não acompanha o crescimento acelerado da área foliar em temperaturas mais elevadas, justificando assim, a maior quantidade de água nas plantas.

Os menores valores encontrados ocorreram na terceira semana, provavelmente motivado pela menos umidade relativa do ar durante o período experimental, dessa forma, pode-se constatar que a planta perdeu água para o meio. A maior diferença ocorreu na quinta semana, coincidindo com as mais altas temperaturas do período experimental.

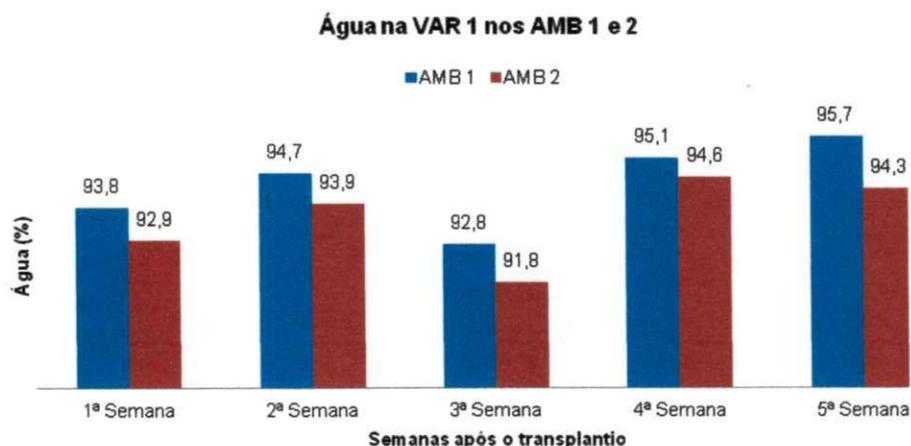


Figura 18: Percentual de água na VAR 1 cultivada em duas condições ambientais.

Na Figura 19, na VAR 2 assim como na VAR 1 obteve-se menor quantidade de água na terceira semana devido a menor umidade relativa do ar.

Na terceira semana ocorreu também a maior diferença com relação à quantidade de água entre os dois ambientes, diferenciando-se da VAR 1 teve maior diferença na quinta semana.

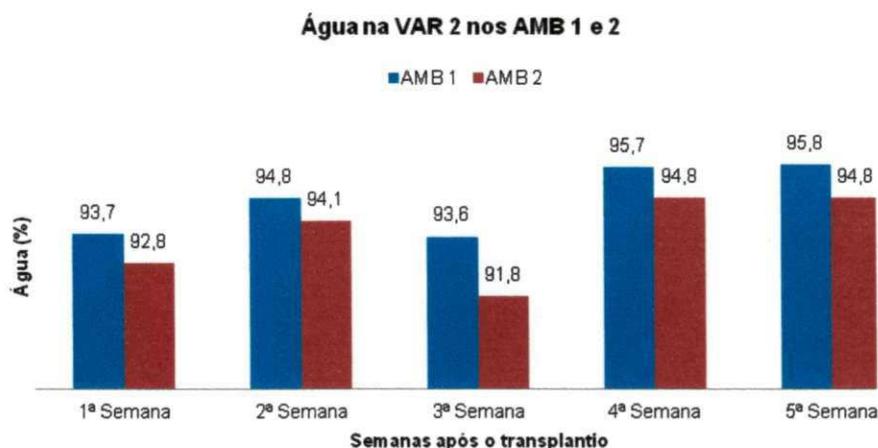


Figura 19: Percentual de água na VAR 2 cultivada em duas condições ambientais.

Conforme a Figura 20, em casa de vegetação avaliando as duas variedades, a VAR 2 apresentou maior quantidade de água que a VAR 1 durante todo o período experimental, sendo que a maior diferença de quantidade de água entre as variedades foi encontrado na terceira semana.

Em ambas as variedades o menor percentual de água foi encontrado na terceira semana de cultivo, isso certamente ocorreu devido aos menores valores de umidade relativa do ar ou teor de umidade do solo.

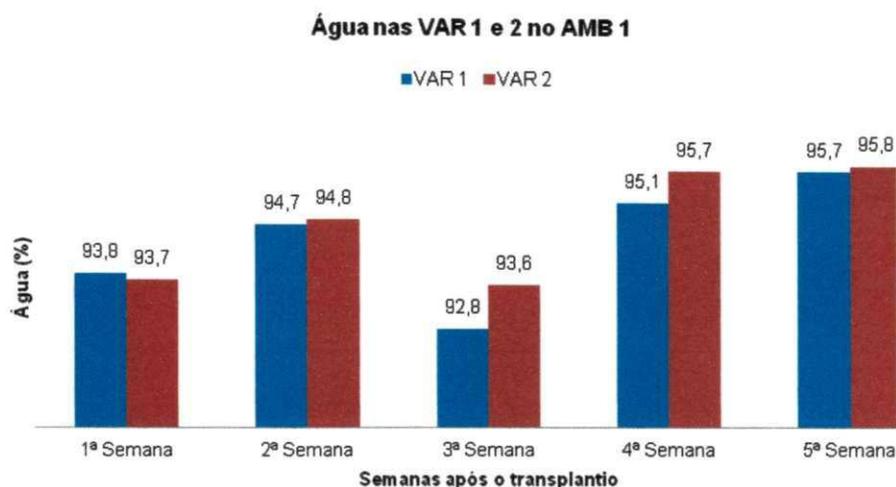


Figura 20: Percentual de água nas VAR 1 e VAR 2 cultivadas em casa de vegetação.

No que se refere a Figura 21, onde ambas as variedades foram cultivadas em campo, a VAR 2 teve maior percentual de água na última semana de cultivo.

Os menores valores de água foram obtidos na terceira semana, confirmando o encontrado a Figura anterior.

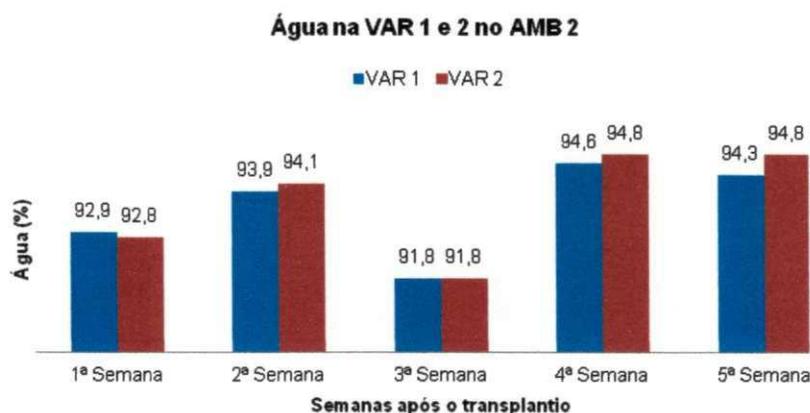


Figura 21: Percentual de água nas VAR 1 e VAR 2 cultivadas em campo.

5.10 Análise do Rendimento Agrícola.

De posse dos dados de crescimento da cultura, pode-se fazer uma análise do rendimento agrícola em cada ambiente de cultivo. Em casa de vegetação as plantas apresentaram diminuição do ciclo de produção, estando em ponto de colheita aos 35 dias de cultivo enquanto o ciclo das plantas cultivadas no campo foi de 42 dias. Não

houve diferença com relação à perda de produção entre os dois ambientes, sendo a mesma em torno de 2%.

5.10.1 Custo de Produção

O custo inicial foi igual para os dois ambientes, levando em consideração que a casa de vegetação já existia, esse custo foi composto de aquisição de mudas, mão de obra, adubação orgânica e química. O custo estimado abaixo foi calculado para uma área de 92,8 m².

Tabela 17- Orçamento

Orçamento			
Itens	Quantidade	Valor Unitário	Total
Aquisição de mudas	480	0,15	72,00
Mão de obra	2	35,00	70,00
Adubação Orgânica	200 Kg	0,00	0,00
Adubação química	4,2 kg	0,8	3,36
Total	-	-	145,36

5.10.2 Rentabilidade

Considerando a perda de 2%.

Tabela 18 - Rentabilidade

Item	Quantidade	Valor Unitário	Total
Plantas	470	0,90	423,00

Lucratividade = Rentabilidade – Custo

Lucratividade = 423,00 -145,36 = **277,64**

A área utilizada para a realização do experimento foi de 92,8 m², extrapolando os valores de lucratividade para uma área de um hectare tem-se os seguintes valores para cada ciclo de cultivo:

1 ha : 10.000 m², portanto, serão necessárias 107 unidades experimentais com área de 92,8 m² para se estimar para hectare a produção obtida.

Custo inicial: R\$ 15.662,54 . ha⁻¹ . ciclo⁻¹

Lucratividade: R\$ 29.915,71 ha⁻¹ . ciclo⁻¹

O ciclo de produção da cultura em casa de vegetação foi de 35 dias, com mais 5 dias para a adubação e mais 35 dias para descanso totalizando 60 dias, podendo ser realizado durante o ano aproximadamente 5 ciclos produtivos, totalizando uma lucratividade anual por hectare de R\$ 149.578,55, já em campo o ciclo produtivo foi de 42 dias, com mais 5 dias para adubação e mais 35 dias de descanso totalizando 82 dias, podendo ser realizado aproximadamente 4 ciclos durante o ano, dando uma lucratividade anual por hectare de R\$ 119., portanto o cultivo da alface a campo apresentou uma menor lucratividade anual por hectare.

Esta lucratividade anual por hectare é superior a realidade, pois se trata de uma estimativa, e não foram levados em consideração outros custos fixos e variáveis, como construção de casa de vegetação, mão-de-obra, pesticidas, energia elétrica e demais insumos inerentes a produção da cultura.

6. CONCLUSÕES

A casa de vegetação ofereceu as melhores condições energéticas para o crescimento, desenvolvimento e rendimento das duas variedades estudadas.

A casa de vegetação acelerou os parâmetros de crescimento das duas variedades de alface.

Na casa de vegetação a variedade Crespa Verde teve maior crescimento e desenvolvimento, principalmente, levando em consideração a área foliar e a massa fresca.

Entre as variedades estudadas, a variedade Crespa Verde obteve o maior crescimento em ambos os tratamentos.

O maior teor de água nas plantas foi encontrado na variedade Vitória de Verão nas duas condições ambientais estudadas.

A produção da cultura em casa de vegetação possibilita retorno financeiro mais rápido ao produtor devido a antecipação da colheita tendo um número maior de ciclos da cultura ao longo do ano.

7. RECOMENDAÇÕES

Para produtores que desejam ou almejam incrementar a produtividade de sua agricultura, seja ela familiar ou comercial, é interessante o investimento em casas de vegetação, pois aumenta o número de ciclos culturais durante o ano tendo um retorno financeiro mais rápido.

A casa de vegetação pode ser construída a partir de materiais alternativos como o Bambu, por exemplo, reduzindo o custo de implantação.

Irrigar a cultura hortícola duas vezes ao dia, pela manhã e ao final da tarde, se possível, quantificando da melhor forma possível as lâminas de irrigação de acordo com as necessidades hídricas da cultura, assim como levar em consideração a qualidade da água.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE JUNIOR, A. S.; DUARTE, R. L. R.; RIBEIRO, V. Q. **Respostas de cultivares de alface a diferentes níveis de irrigação**. EMBRAPA/UEPAE, PI, Olericultura Brasileira. Vol.10, n.2, 1992.

ARAÚJO, S. T.; FIDELES FILHO, J.; KUMAR, K. K.; et al. Crescimento da alface-americana em função dos ambientes, épocas e graus-dias. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, PE, UFRPE, v.5, n.4, p.441-449, 2010.

AQUINO, L. A. de; PUIATTI, M.; ABAURRE, M. E. O.; et al. Produção de biomassa, acúmulo de nitrato, teores e exportação de macronutrientes da alface sob sombreamento. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 25, n.3, 2007.

BELTRÃO, N. E. M.; FIDELES, J. F.; FIGUEIREDO, I. Uso adequado de casa de vegetação e de telados na e experimentação agrícola. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.6, n.3, p.547-552, 2002.

BENINCASA, M. M. P. **Análise de Crescimento de Plantas: Noções Básicas**. Jaboticabal: Funep, 41p. 2003.

BERNARDI, A. C. C.; VERRUMA-BERNADI, M. R.; WERNECK, C. G.; et al. Produção, aparência e teores de nitrogênio, fósforo e potássio em alface cultivada em substrato com zeólita. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, n.4, p.920-924, 2005.

BERNARDO, S. **Manual de irrigação**. 7 ed. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 2007. 488p

BERNARDO, S. et al. **Manual de irrigação**. Viçosa: ed. UFV, 625 p. 2006.

BURIOL, G. A.; ESTEFANEL, V.; ANDRIOLO, J. L.; et al. Disponibilidade de radiação solar para o cultivo do tomateiro durante o inverno no estado do Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v.6, n.1, p.113-120, 2000.

CHARLES-EDWARDS, D. A.; DOLEY, D.; RIMMINGTON, G. M. **Modelling plant growth and development**. North Ryde: Academic Press, 1986. 235 p.

CONTI, J. H. **Caracterização de cultivares de alface (*Lactuca sativa* L.) adaptadas aos cultivos de inverno e verão**. (Tese de Mestrado) Piracicaba: USPESALQ. 117p. 1994.

COSTA, C. C.; CECÍLIO FILHO, A. B. et al. Viabilidade agrônômica do consórcio de alface e rúcula, em duas épocas de cultivo. **Horticultura Brasileira**. Brasília, v.25, n.1, 2007.

COSTA, C. P. da; SALA, F. C. A evolução da alfacicultura brasileira. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v.23, n.1, 2005.

CUPPINI, D. M.; ZOTTI, N. C.; LEITE, J. A. Efeito da irrigação na produção da cultura de alface (*Lactuca sativa L.*) Variedade "Pira Roxa", manejada através de "Tanque Classe A" em ambiente protegido. **Perspectiva**, Erechim. v.34, n.127, p. 53-61, 2010.

DANTAS, R. T.; ESCOBEDO, J. F.; ASSIS, S. V. Influência de casa de vegetação no crescimento e produção da alface (*Lactuca sativa L.*). In: **IX Congresso Brasileiro de Meteorologia**, 1996, Campos do Jordão-SP. Rio de Janeiro-RJ: Sociedade Brasileira de Meteorologia, v.1. p.334-336, 1996.

FAHL, J. L.; CAMARGO, M. B. P. C.; PIZAINATO, M. A. et al. (Ed). Instrumentos agrícolas para as principais culturas econômicas. 6 ed. Campinas: IAC, p. 173-174, 1998.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo Manual de Olericultura: Agrotecnologia Moderna na Produção e Comercialização de Hortaliças**. 2ª ed., UFV, 2003.

FONTANÉTTI, A.; CARVALHO, G. J.; GOMES, L. A. A.; et al. Adubação verde na produção orgânica de alface americana e repolho. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.24, n.2, p.146-150, 2006.

FURLANI, P. R. et al. Nutrição mineral de hortaliças, preparo e manejo de soluções nutritivas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.20, n.200/201, p.90-98, 1999.

GOTO, R.; GUIMARÃES, V. F.; ECHER, M. M. Aspectos fisiológicos e nutricionais no crescimento e desenvolvimento de plantas hortícolas. In: FOLEGATTI, M. V. et al. **Fertirrigação - Flores, Frutas e Hortaliças**. Guaíba: Agropecuária, p.241-268, 2001.

GERVÁSIO, E. S.; CARVALHO, A. J.; SANTANA, J. M. Efeito da Salinidade da Água de Irrigação na Produção da Alface Americana. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, DEAg/UFPB, v.4, n.1, p.125-128, 2000.

GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia: Processos Ecológicos em Agricultura Sustentável**. 3 Ed. Porto Alegre: UFRGS, 653 p, 2005.

HENZ, G. P.; CALBO, A. G.; MALDONADE, I. R. **Manuseio Pós-Colheita de Alface**. Circular técnica 38, Embrapa Hortaliças, Brasília, DF, Dezembro, 2008

HERMES, C. C.; MEDEIROS, S. L. P.; MANFRON, P. A.; et al. Emissão de folhas de alface em função da soma térmica. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.9, n.2, p.269-275, 2001.

HOTTA, L. F. K. **Interação de Progênies de Alface do Grupo Americano por Épocas e Cultivo**. Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrônômicas da Unesp - Câmpus de Botucatu. Botucatu-SP. Agosto, 2008.

KASMIRE, R. F.; CANTWELL, M. Postharvest handling systems: flower, leafy and stem vegetables. In: KADER, A. A. (Ed.). **Postharvest technology of horticultural crops**. Oakland: Agriculture and Natural Resources Publications, 1992. p. 267-270.

LIMA, M. E. **Avaliação do desempenho da cultura da alface (*Lactuca sativa*) cultivada em sistema orgânico de produção, sob diferentes lâminas de irrigação e coberturas do solo**. Dissertação apresentada a Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro UFRRJ. Seropédica, RJ. Fevereiro de 2007

LOPES, J. L. W.; BOARO, C. S. F. et al. Crescimento de mudas de alface em diferentes substratos. **Biotemas**, 20 (4): 19-25, dezembro de 2007 ISSN 0103 – 1643

MANTOVANI, E. C.; et al. **Irrigação: Princípios e Métodos**. 2 Ed. Viçosa: UFV, 358p, 2007.

MARQUES, G. N.; SCHNEID, D. F.; e et al. **Crescimento de cultivares de alface americana em cultivo hidropônico**, XIII ENPOS, P. 439-442, 2011

MARTINEZ, H. E. P. **O Uso do Cultivo Hidropônico de Plantas em Pesquisa**. Viçosa: UFV, 2002. 61p. Caderno Didático, n.1.

MARTINEZ, P. F. The influence of environment conditions of mild winter climate on the physiological behavior of protected crops. **Acta Horticulturae**, v.357, p.29-48, 1994.

MAGALHÃES, A. C. N. **Análise quantitativa do crescimento**. In: FERRI, M.G. *Fisiologia Vegetal*. EPU/EDUSP, São Paulo. 1979. v.1, p. 331-350.

NAGAI, H.; LISBÃO, R. S. Observação sobre resistência ao calor em alface (*Lactuca sativa* L.). **Revista de Olericultura**, Viçosa, v. 18, p. 7-13, 1980.

NIELSEN, N. E. Crop production in recirculating nutrient solution according to the principle of regeneration. In: INTERNATIONAL CONGRESS ON SOILLESS CULTURE, 6., 1984, Lunteren, The Netherlands. **Proceedings...** Lunteren: International Society for Soilless Culture, p.421- 446. 1984.

OLIVEIRA, A.C.B. de; SEDIYAMA, M.A.N.; PEDROSA, M.W.; GARCIA, N.C.P.; GARCIA, S.L.R. Divergência genética e descarte de variáveis em alface cultivada sob sistema hidropônico. **Acta Scientiarum: agronomy**, Maringá, v.26, n.2, p.211-217, 2004.

PAULINO, M. A. O.; et al. Manejo da Água no Cultivo de Alface Irrigado pelo Sistema de Microaspersão. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v.3, n.1, p.22–29, 2009.

PEIXOTO, C. P.; PEIXOTO, M. F. da S. P. **Dinâmica do crescimento vegetal (Princípios Básicos)**. Cruz das Almas. Nov. 2004.

PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P. C. **Agrometeorologia: Fundamentos e Aplicações Práticas**. Ed. Guaíba: Agropecuária, 478p, 2002.

PORTO, V.C.N. **Cultivares de alface em sistema solteiro e consorciado com cenoura sob temperatura e luminosidade elevadas**. Mossoró: ESAM, 1999. 44 p. (Dissertação mestrado).

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

RADIN, B.; REISSER JÚNIOR, C.; MATZENAUER, R.; et al. Crescimento de cultivares de alface conduzidas em estufa e a campo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.22, n.2, p.178-181, abril-junho 2004.

REIS, G. G.; MULLER, M. W. **Análise de crescimento de plantas - Mensuração do crescimento**. Belém, CPATU, 1978. 35p.

REIS, N. V. B. **Construção de estufas para produção de hortaliças nas Regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste**. Circular Técnica 38. Embrapa hortaliças. Brasília, DF, Dezembro, 2005.

RIPADO, M. F. B. **A cultura da alface**. Livraria Popular de Francisco Franco, Coleção Horticultura, vol. II. 1993.

ROCHA, H. L. S.; Dados Geográficos de campina Grande. 1996. Disponível em: <<http://www.helderdarocha.com.br/paraiba/campina/geografia.html>> Acesso: 22/10/2011.

SANTIAGO, F. S. et al. Avaliação de parâmetros hidráulicos e manejo da irrigação por microaspersão em área de assentamento. **Engenharia Agrícola**. Jaboticabal, v. 24, n. 3, p.632-643, set./dez. 2004.

SANTOS, S. R.; PEREIRA, G. M. Comportamento da alface tipo americana sob diferentes tensões da água no solo, em ambiente protegido. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 24, n. 3, p. 569-577, 2004.

SEGOVIA, J. F. O.; ANDRIOLO, J. L; BURIOL, G. A.; 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. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.27, n.1, p. 37-41, 1997.

SGANZERLA, E. **Nova Agricultura, A Fascinante Arte de Cultivar com os Plásticos**. Porto Alegre: Plasticultura Gaúcha. 297p. 1997.

SOUZA, P. A.; NEGREIROS, M. Z.; MENEZES, J. B.; et al. Características químicas de alface cultivada sob efeito residual da adubação com composto orgânico. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n.3, p. 754-757, jul-set, 2005.

TERUEL, B. J. Controle automatizado de casas de vegetação: Variáveis climáticas e fertirrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n.3, p.237-245, 2010. Campina Grande, PB, UAEA/UFCG.

TIBIRIÇÁ, A. C. G.; BRITO, A. A. A.; BAÊTA, F. C. Produção de alface no verão: estufas como ambiente de cultivo. **XXIV Encontro Nac. de Eng. de Produção** - Florianópolis, SC, Brasil, Novembro de 2004.

WHITAKER, T. W. Lettuce: Evolution of Weedy Cinderella. **HortScience**, St. Joseph, v. 9, p. 512-514, 1974.

WIEN, H. C. (1997) - Lettuce. In: Wien, H. C. **The physiology of vegetable crops**. New York: Cab International.

APÊNDICE

Apêndice 1 – Temperatura e Umidade Relativa do Ar (Casa de vegetação)

Campo – Médias Semanais		
Temperatura °C		
1ª Semana	27,2	
2ª Semana	25,9	
3ª Semana	28,1	
4ª Semana	28,2	
5ª Semana	29,1	
	Min °C	Max °C
1ª Semana	19,5	31,6
2ª Semana	19,3	29,9
3ª Semana	20,2	30,4
4ª Semana	21,4	30,0
5ª Semana	23,1	32,8
Umidade Relativa do Ar %		
1ª Semana	72	
2ª Semana	76	
3ª Semana	67	
4ª Semana	72	
5ª Semana	65	

Apêndice 2 – Temperatura e Umidade Relativa do Ar (Campo)

Campo – Médias Semanais		
Temperatura °C		
1ª Semana	26,1	
2ª Semana	25,0	
3ª Semana	25,6	
4ª Semana	26,0	
5ª Semana	27,2	
	Min °C	Max °C
1ª Semana	19,1	29,1
2ª Semana	18,2	29,0
3ª Semana	17,8	28,3
4ª Semana	18,4	27,3
5ª Semana	19,8	27,5
Umidade Relativa do Ar %		
1ª Semana	74	
2ª Semana	78	
3ª Semana	69	
4ª Semana	74	
5ª Semana	67	