

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

FRANCISCO ALEXANDRE DE LIMA SALES

MICROCLIMA NA PRODUÇÃO DE ALFACE HIDROPÔNICA EM AMBIENTE
PROTEGIDO UTILIZANDO TELAS DE SOMBREAMENTO COMO SUBCOBERTURA

FORTALEZA

2012

FRANCISCO ALEXANDRE DE LIMA SALES

MICROCLIMA NA PRODUÇÃO DE ALFACE HIDROPÔNICA EM AMBIENTE
PROTEGIDO UTILIZANDO TELAS DE SOMBREAMENTO COMO SUBCOBERTURA

Dissertação submetida à Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Agrícola.

Área de concentração: Engenharia de Sistemas Agrícolas

Orientador: Prof. Dr. José Antonio Delfino Barbosa Filho

FORTALEZA

2012

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca de Ciências e Tecnologia

-
- S155m Sales, Francisco Alexandre de Lima.
Microclima na produção de alface hidropônica em ambiente protegido utilizando telas de sombreamento como subcobertura. / Francisco Alexandre de Lima Sales. – 2012.
95 f. : il. color., enc. ; 30 cm.
- Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Engenharia Agrícola, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Fortaleza, 2012.
Área de Concentração: Engenharia de Sistemas Agrícolas.
Orientação: Prof. Dr. José Antonio Delfino Barbosa Filho.
Coorientação: Prof. Dr. João Paulo Rodrigues Alves Delfino Barbosa.
1. Lactuca Sativa. 2. Produção vegetal - estufas 3. Hidroponia I. Título.

FRANCISCO ALEXANDRE DE LIMA SALES

MICROCLIMA NA PRODUÇÃO DE ALFACE HIDROPÔNICA EM AMBIENTE
PROTEGIDO UTILIZANDO TELAS DE SOMBREAMENTO COMO SUBCOBERTURA

Dissertação submetida à Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Agrícola. Área de concentração: Engenharia de Sistemas Agrícola

Aprovada em: ___ de _____ de 2012.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. José Antonio Delfino Barbosa Filho
Universidade Federal do Ceará
Orientador

Prof. Dr. Thales Vinícius de Araújo Viana
Universidade Federal do Ceará
Avaliador interno

Prof. Dr. Cley Anderson Silva de Freitas
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, IFCE
Avaliador externo

A minha esposa e filho por apoiarem meus esforços, acompanharem e compreenderem minhas ausências.

AGRADECIMENTOS

Dos meus queridos pais ganhei uma herança genética biológica que definiu as minhas características físicas e uma estrutura de valores que me nortearam ao longo desta caminhada. Com o passar dos anos, venho sendo alterado por todas as experiências por que passo e, principalmente, pelas muitas pessoas que passaram ou fazem parte de minha vida. São tantas e tão importantes, que prefiro não mencioná-las para não ter perigo de esquecer-me de ninguém. Agradeço a todos que fazem parte de minha vida e que me auxiliaram a ser o que sou e particularmente me auxiliaram no desenvolvimento deste trabalho. Obrigado a todos.

“E Sem Saber Que Era Impossível, Ele Foi Lá
e Fez.” (Jean Cocteau)

RESUMO

A adequação do microclima das estufas às necessidades das culturas tornou-se um fator de suma importância para o bom desenvolvimento das culturas no cultivo protegido, sendo que em determinados horários as temperaturas internas se elevam podendo reduzir a fotossíntese. Para isso, podem ser utilizadas tecnologias alternativas que adequem as temperaturas as necessidades das culturas, tais como o uso de telas de sombreamento, principalmente para a redução da temperatura nos períodos mais quentes do dia. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de diferentes tipos de telas de sombreamento instaladas internamente nas estufas, logo abaixo da cobertura, sobre o crescimento de duas variedades de alface do tipo crespa (Marianne e Verônica), em um sistema de produção hidropônico em NFT (Técnica de Fluxo Laminar). O experimento foi conduzido em estufas cobertas com filme PEBD de 150 μm , que apresentavam os seguintes tratamentos: ambiente sem uso de tela como subcobertura (ST), ambiente com tela termorrefletora como subcobertura (TC), ambiente com tela de sombreamento preta como subcobertura (TP) e ambiente com tela vermelha como subcobertura (TV). Para avaliar a modificação ambiental ocasionada pelo uso do filme PEBD e das telas, foram instalados, em cada estufa e no ambiente externo, termohidrômetros data loggers que registravam as variáveis ambientais (temperatura e umidade relativa) a cada 30 minutos durante todo o período experimental. Posteriormente, foram calculados os graus dia acumulados de cada ambiente. Para analisar as alterações nos padrões de resposta das plantas aos diferentes ambientes de cultivo, foram realizadas cinco coletas de plantas durante o período do experimento, sendo coletadas ao acaso, vinte plantas por tratamento. As plantas retiradas das bancadas eram repostas por outras vindas das bancadas de reposição. Após a coleta das plantas, as mesmas eram levadas ao laboratório para realização das medições de peso seco de raiz, caule e folhas, e da área foliar. Essas informações foram utilizadas para estimar as variáveis morfológicas. Os resultados indicaram que o uso das telas como subcobertura afetou o ambiente no interior das estufas, principalmente a temperatura e a umidade relativa do ar, onde o uso das telas termorrefletora e preta reduziu a temperatura máxima em 4,7 e 3,6°C, respectivamente, com relação ao ambiente que não usava tela como subcobertura (ST). Em relação ao acúmulo de graus dia, o ambiente ST e TV apresentaram comportamentos bem similares, contudo os ambientes TC e TP apresentaram um menor acúmulo térmico em relação a ST e TV. Quanto às alterações morfológicas ocasionadas pelas modificações ambientais foi possível constatar que o uso das telas termorrefletora e preta influenciou de forma positiva o número de folhas, o número de folhas maiores que 10 cm e o índice de área foliar. Também foi possível observar que as variáveis, número de folhas, número de folhas maiores que 10 cm, índice de área foliar, taxa de crescimento absoluto e taxa de assimilação líquida ajustaram-se, com elevados índices de determinação, a uma equação sigmoide com três parâmetros. Enquanto que as variáveis, razão de peso foliar, razão de área foliar, área foliar específica e taxa de crescimento relativo apresentaram ajuste polinomial de 3º grau. De modo geral, o uso das telas termorrefletora e preta proporcionou uma melhoria de alguns fatores primordiais ao comércio das plantas (número de folhas maiores que 10 cm e IAF), porém não se pode afirmar que tais condições sejam significativas para todas as épocas do ano, fazendo-se necessários mais estudos em outras épocas do ano.

Palavras-chave: *Lactuca Sativa*. Ambiência Vegetal. Estufas. Hidroponia

ABSTRACT

The adequacy of the microclimate of greenhouses to the needs of crop, has become a very important factor for the proper development of protected crops, times and in certain internal temperatures rise and may reduce photosynthesis. For this alternative technologies can be used to suit the needs of temperatures cultures, such as the use of shading screens, particularly for reducing the temperature in the warmer periods of the day. Therefore, the objective of this study was to evaluate the effect of different types of shading screens installed inside the greenhouses, just below the roof, on the growth of two varieties of lettuce crisp (Marianne and Veronica), in a production system in NFT hydroponic (Laminar Flow Technique). The experiment was conducted in greenhouses covered with LDPE film of 150 micron, which had the following treatments: environment without using the screen as undercoverage (ST), ambient thermal reflector screen as undercoverage (TC), Environment shade cloth as black undercoverage (TP) and environment as undercoverage red screen (TV). To assess the environmental changes caused by the use of LDPE film and screens were installed in each greenhouse and an outdoor thermo-hygrometer data loggers that recorded the environmental variables (temperature and relative humidity) every 30 minutes throughout the period of Experimental. Subsequently, we calculated the accumulated degree days for each environment. To analyze changes in patterns of plant response to different environmental conditions, there were five samplings during the experiment, and randomly collected twenty plants per treatment. The plants were removed from the benches replaced by others coming from the stands replacement. After collecting the plants, they were brought to the laboratory for measurement of dry weight of root, stem and leaves, and leaf area. This information was used for estimating of variable morphological. The results indicated that the use of screens as undercoverage affected the environment inside the greenhouse, especially temperature and relative humidity, where the use of thermal reflector and black screens reduced the maximum temperature at 4.7 and 3.6 ° C, respectively, with the environment that was not on screen as undercoverage (ST). Regarding the accumulation of degree days, the environment and TV ST showed very similar behavior, however environments CT and VT had a lower thermal accumulation in relation to TS and TV. As for the morphological changes caused by environmental changes, we determined that the use of thermal reflector screens and black influenced, positively, the number of leaves, leaf number larger than 10 cm and the leaf area index. It was also observed that the variables, number of leaves, leaf number larger than 10 cm, leaf area index, absolute growth rate and net assimilation rate were adjusted, with high levels of determination, a sigmoidal equation with three parameters. While the variables, leaf weight, leaf area ratio, specific leaf area and relative growth rate showed a better fit 3rd degree polynomial. In general, the use of thermal reflector and black screens provided an improvement of some key factors to trade in plants (number of leaves greater than 10 cm and LAI), however, it is not possible to say that these conditions are significant for all seasons, making it necessary more study at other times of the year.

Keywords: *Lactuca Sativa*, Ambience Plant. Greenhouses. Hydroponics.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1- Gráfico tipo boxplot com representação dos quartis e mediana para temperatura média em estufas agrícolas com diferentes tipos de cobertura. (TC- ambiente com tela termorrefletora, TP- ambiente com tela de sombreamento preta, TV- ambiente com tela vermelha, ST- ambiente sem o uso de tela na subcobertura e EX- ambiente externo às estufas)39
- Figura 2- Gráfico tipo boxplot com representação dos quartis e mediana para umidade relativa do ar, em estufas agrícolas com diferentes tipos de cobertura (TC- ambiente com tela termorrefletora, TP- ambiente com tela de sombreamento preta, TV- ambiente com tela vermelha, ST- ambiente sem o uso de tela na subcobertura e EX- ambiente externo à estufa).....41
- Figura 3- Acúmulo de graus dia durante 27 dias em quatro ambientes diferentes (TC- ambiente com tela termorrefletora, TP- ambiente com tela de sombreamento preta, TV- ambiente com tela vermelha, ST- ambiente sem o uso de tela na subcobertura e EX- ambiente externo às estufas).....42
- Figura 4 - Acúmulo de graus dia durante 27 dias em quatro ambientes diferentes pelo método de MTIS (TC- ambiente com tela termorrefletora, TP- ambiente com tela de sombreamento preta, TV- ambiente com tela vermelha, ST- ambiente sem o uso de tela)45
- Figura 5- Valores observados para número de folhas da alface cv. Marianne em função dos graus dias acumulados (GD) e as curvas ajustadas pelo modelo sigmoidal em quatro ambientes.....47
- Figura 6- Valores observados para número de folhas da alface cv. Verônica em função de graus dias acumulados (GD) e as curvas ajustadas pelo modelo sigmoidal em quatro ambientes.....49
- Figura 7- Valores observados para número de folhas maiores que 10 cm de alface cv. Marianne em função de graus dias acumulados (GD) e as curvas ajustadas pelo modelo sigmoidal em quatro ambientes.52
- Figura 8- Valores observados para número de folhas maiores que 10 cm de alface cv. Verônica, em função de graus diass acumulados (GD) e as curvas ajustadas pelo modelo sigmoidal em quatro ambientes.54

Figura 9- Valores observados para IAF ($\text{cm}^2.\text{cm}^{-2}$) de alface cv. Marianne, em função de graus dias acumulados (GD) e as curvas ajustadas pelo modelo sigmoidal em quatro ambientes.....	57
Figura 10- Valores observados para IAF ($\text{cm}^2.\text{cm}^{-2}$) de alface cv. Verônica em função dos graus dias acumulados (GD) e as curvas ajustadas pelo modelo sigmoidal em quatro ambientes.....	59
Figura 11- Valores observados para Razão de peso foliar (g.g^{-1}) de alface cv. Marianne, em função dos graus dias acumulados (GD) e as curvas ajustadas pelo modelo polinomial de 3°, em quatro ambientes.	61
Figura 12- Valores observados para Razão de peso foliar (g.g^{-1}) de alface cv. Verônica em função dos graus dias acumulados (GD) e as curvas ajustadas pelo modelo polinomial de 3° em quatro ambientes.	63
Figura 13- Valores observados para Razão de área foliar ($\text{cm}^2.\text{g}^{-1}$) de alface cv. Marianne em função dos graus dias acumulados (GD) e as curvas ajustadas pelo modelo polinomial de 3° em quatro ambientes.	66
Figura 14- Valores observados para Razão de área foliar ($\text{cm}^2.\text{g}^{-1}$) de alface cv. Verônica em função dos graus dias acumulados (GD) e as curvas ajustadas pelo modelo polinomial de 3° em quatro ambientes.	68
Figura 15- Valores observados para Área foliar específica ($\text{dm}^2.\text{g}^{-1}$) de alface cv. Marianne em função dos graus dias acumulados (GD) e as curvas ajustadas pelo modelo polinomial de 3° em quatro ambientes.	71
Figura 16- Valores observados para Área foliar específica ($\text{dm}^2.\text{g}^{-1}$) de alface cv. Verônica em função dos graus dias acumulados (GD) e as curvas ajustadas pelo modelo polinomial de 3° em quatro ambientes.	73
Figura 17-Valores observados para Taxa de crescimento absoluto (g.dia^{-1}) de alface cv. Marianne em função dos graus dias acumulados (GD) e as curvas ajustadas pelo modelo sigmoidal em quatro ambientes.	76
Figura 18--Valores observados para Taxa de crescimento absoluto (g.dia^{-1}) de alface cv. Verônica em função dos graus dias acumulados (GD) e as curvas ajustadas pelo modelo sigmoidal em quatro ambientes.	78
Figura 19-Valores observados para Taxa de crescimento relativo ($\text{g.g}^{-1}.\text{dia}^{-1}$) de alface cv. Marianne em função dos graus dias acumulados (GD) e as curvas ajustadas pelo modelo polinomial de 2° em quatro ambientes.	80

Figura 20-Valores observados para Taxa de crescimento relativo ($g \cdot g^{-1} \cdot dia^{-1}$) de alface cv. Verônica em função dos graus dias acumulados (GD) e as curvas ajustadas pelo modelo polinomial de 2° em quatro ambientes. 82

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Médias da temperatura mínima, média e máxima (°C) observadas no interior dos ambientes estudados e na área externa às estufas.	38
Tabela 2- Médias da umidade relativa do ar mínima, média e máxima (%) observadas no interior dos ambientes estudados e na área externa às estufas.....	40
Tabela 3- Equação e parâmetros para análise de regressão da variável graus dia no interior dos ambientes estudados e na área externa às estufas.	43
Tabela 4 - Acúmulo de graus dia (°C) de acordo com 4 modelos de cálculo após 27 dias em quatro ambientes diferentes (TC- ambiente com tela termorrefletora, TP- ambiente com tela de sombreamento preta, TV- ambiente com tela vermelha e ST- ambiente sem o uso de tela).....	44
Tabela 5- Parâmetros para ajuste da equação para número de folhas da variedade Marianne em quatro ambientes diferentes, em função do acúmulo térmico em °C e seus correspondentes coeficientes de determinação	47
Tabela 6- Número de folhas de alface variedade Marianne com relação ao ambiente e período de dias após o transplante.	48
Tabela 7- Parâmetros para equação de ajuste do número de folhas da variedade Verônica em quatro ambientes diferentes, em função do acúmulo térmico em °C e seus correspondentes coeficientes de determinação.	50
Tabela 8- Número de folhas de alface variedade Verônica com relação ao ambiente e período de dias após o transplante.	51
Tabela 9- Parâmetros para equação de ajuste do número de folhas maiores que 10 cm da variedade Marianne, em quatro ambientes diferentes, em função do acúmulo térmico em °C e seus correspondentes coeficientes de determinação.....	53
Tabela 10- Média do número de folhas maiores que 10 cm de alface variedade Marianne com relação ao ambiente.	53
Tabela 11- Parâmetros para equação de ajuste do número de folhas maiores que 10 cm da variedade Verônica, em quatro ambientes diferentes, em função do acúmulo térmico em °C e seus correspondentes coeficientes de determinação.....	55
Tabela 12- Número de folhas maiores que 10 cm de alface variedade Verônica, com relação ao ambiente e período de dias após o transplante.	55

Tabela 13- Parâmetros para equação de ajuste do IAF da variedade Marianne em quatro ambientes diferentes, em função do acúmulo térmico em °C (GD acumulados) e seus correspondentes coeficientes de determinação.	57
Tabela 14- Média de IAF (cm ² .cm ⁻²) de alface variedade Marianne com relação ao ambiente e período de dias após o transplante.....	58
Tabela 15- Parâmetros para equação de ajuste do IAF da variedade Verônica em quatro ambientes diferentes, em função do acúmulo térmico em °C e seus correspondentes coeficientes de determinação.	59
Tabela 16. Média de IAF (cm ² .cm ⁻²) de alface variedade Verônica com relação ao ambiente e período de dias após o transplante.....	60
Tabela 17- Parâmetros para equação de ajuste da RPF da variedade Marianne, em quatro ambientes diferentes, em função do acúmulo térmico em °C e seus correspondentes coeficientes de determinação.....	62
Tabela 18- Média de RPF (g.g ⁻¹) de alface variedade Marianne com relação ao ambiente e período de dias após o transplante.	63
Tabela 19- Parâmetros para equação de ajuste da RPF da variedade Verônica em quatro ambientes diferentes, em função do acúmulo térmico em °C e seus correspondentes coeficientes de determinação.....	64
Tabela 20- Média de RPF (g.g ⁻¹) de alface variedade Verônica com relação ao ambiente e período de dias após o transplante.	65
Tabela 21- Parâmetros para equação de ajuste da RAF da variedade Marianne, em quatro ambientes diferentes, em função do acúmulo térmico em °C (GD acumulados) e seus correspondentes coeficientes de determinação.	66
Tabela 22- Média de RAF (cm ² .g ⁻¹) de alface variedade Marianne com relação ao ambiente e período de dias após o transplante.	67
Tabela 23- Parâmetros para equação de ajuste da RAF da variedade Verônica em quatro ambientes diferentes, em função do acúmulo térmico em °C (GD acumulados) e seus correspondentes coeficientes de determinação.	69
Tabela 24- Média de RAF (cm ² .g ⁻¹) de alface variedade Verônica com relação ao ambiente e período de dias após o transplante.	69
Tabela 25- Parâmetros para equação de ajuste da AFE da variedade Marianne em quatro ambientes diferentes, em função do acúmulo térmico em °C e seus correspondentes coeficientes de determinação.	72

Tabela 26- Média de AFE ($\text{dm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$) de alface variedade Marianne com relação ao ambiente e período de dias após o transplante.	72
Tabela 27- Parâmetros para equação de ajuste da AFE na variedade Verônica em quatro ambientes diferentes, em função do acúmulo térmico em $^{\circ}\text{C}$ e seus correspondentes coeficientes de determinação.	74
Tabela 28- Média de AFE ($\text{dm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$) de alface variedade Verônica com relação ao ambiente e período de dias após o transplante.	75
Tabela 29-Parâmetros para equação de ajuste da TCA da variedade Marianne em quatro ambientes diferentes, em função do acúmulo térmico em $^{\circ}\text{C}$ e seus correspondentes coeficientes de determinação.	77
Tabela 30- Parâmetros para equação de ajuste da TCA da variedade Verônica em quatro ambientes diferentes em função do acúmulo térmico em $^{\circ}\text{C}$ e seus correspondentes coeficientes de determinação.	79
Tabela 31- Parâmetros para equação de ajuste do TCR da variedade Marianne em quatro ambientes diferentes em função do acúmulo térmico em $^{\circ}\text{C}$ e seus correspondentes coeficientes de determinação.	81
Tabela 32- Parâmetros para equação de ajuste do TCR da variedade Verônica em quatro ambientes diferentes, em função do acúmulo térmico em $^{\circ}\text{C}$ e seus correspondentes coeficientes de determinação.	83

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	16
2	REVISÃO DE LITERATURA	18
2.1	A alface	18
2.2	Hidroponia	20
2.3	Microclima.....	22
2.3.1	Radiação Solar.....	22
2.3.2	Temperatura do ar	22
2.3.3	Umidade relativa do ar	23
2.3.4	GRAUS DIA	24
2.4	Filmes Plásticos	25
2.6	Telas de uso agrícola.....	26
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	28
3.1	Local do experimento	28
3.2	Caracterização do experimento.....	28
3.3	Tratamentos	28
3.4	Variedades	29
3.5	Número de amostras	29
3.6	Instalação da cultura	30
3.7	Semeadura e transplântio de mudas.....	31
3.8	Manejo do sistema hidropônico	31
3.9	Coleta de dados ambientais.....	31
3.10	Coleta de dados de crescimento.....	34
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
4.1	Variáveis Ambientais.....	37
4.1.1	Temperatura do ar	37
4.1.2	Umidade relativa do ar	39

4.1.3	Graus dia	41
4.2	Variáveis morfológicas	46
4.2.1	Número de folhas	46
4.2.2	Número de folhas maiores que 10 cm	51
4.2.3	Índice de área foliar (IAF).....	56
4.2.4	Razão de peso foliar (RPF)	61
4.2.5	Razão de área foliar (RAF)	65
4.2.6	Área foliar específica (AFE)	70
4.2.7	Taxa de Crescimento Absoluto (TCA).....	75
4.2.8	Taxa de crescimento relativo (TCR)	79
5	CONCLUSÕES.....	84
	REFERÊNCIAS	85
	ANEXO	95

1 INTRODUÇÃO

O consumo de hortaliças tem aumentado, não apenas por conta do crescimento populacional, mas também pela procura de uma alimentação mais saudável, tornando necessário um aumento da produção proporcional à demanda. Para que haja esse aumento na produção, é fundamental o uso de novas técnicas para o aumento da produtividade.

Embora tenha ocorrido o aumento do consumo a competitividade entre os produtores tem resultado na migração de alguns destes para os cinturões verdes, áreas de produção agrícola próximas aos centros consumidores, tendo assim, um menor custo com transporte dos produtos. No entanto, nestes cinturões, as áreas para produção são limitadas em espaço, exigindo dos produtores uma maior produtividade.

A alface pode ser encontrada em mais de quatro tipos e centenas de variedades, é a hortaliça folhosa mais consumida no mundo, entretanto a alface do tipo crespa é mais cultivada e consumida. Esse primeiro lugar no ranking pode ser explicado, principalmente, pela facilidade de transporte dessa variedade, que por apresentar folhas faceladas, adapta-se melhor às caixas de transporte, diferente das do tipo repolhudo que necessitam de um transporte mais complexo.

Para intensificar a produção, baixar período de produção e aumentar a produtividade, a partir da década de 30 tem se aplicado o sistema de produção por hidroponia, técnica que consiste basicamente no cultivo de plantas sem o uso de solo. Com relação à hidroponia, a alface é a planta mais cultivada na técnica de NFT (Técnica de Fluxo Laminar). Na maioria dos casos, os sistemas hidropônicos são implantados junto às técnicas de plasticultura, principalmente com o uso de estufas agrícolas.

O uso de estufas agrícolas permite o aumento da produtividade, diminui a incidência de vetores de doenças, permite a produção em épocas de entressafra entre outros benefícios. Contudo, para que isso seja realizado deve-se dar uma atenção especial ao manejo microclimático das estufas. Cada espécie cultivada possui condições ambientais ideais que, caso forem alcançadas pelas técnicas de manejo do ambiente, permitem uma maior produtividade.

Para o controle microclimático de estufas agrícolas tem-se utilizado diversas técnicas, algumas com custos mais elevados (nebulização e resfriamento adiabática), e outras

com menores custos (uso racional de termosifão, manejo de cortinas laterais e o uso de telas de sombreamento). Muitos autores vêm desenvolvendo trabalhos, principalmente com o uso de telas de sombreamento, que constituem um método passivo de modificação microclimática, ou seja, não geram custo na manutenção diária com o uso de nebulizadores, além de apresentar um manejo simplificado para os produtores e de fácil acesso nas maiorias dos locais.

As telas de sombreamento ou telas agrícolas apresentam diversas cores, tais como, vermelha, azul, metalizada, preta, entre outras, as quais proporcionam diferentes condições ao desenvolvimento das plantas. As telas vermelhas e azuis, por exemplo, estimulam os processos fotossintéticos, e as telas de cor preta, em alguns casos, podem imprimir às plantas um estiolamento. Outro fator das telas que pode interferir no microclima da estufa e, consecutivamente, no desenvolvimento das plantas é a porcentagem de sombreamento que pode variar de 10 a 90%, divididas entre telas de monofilamentos e telas de ráfia, onde a denominação da tela é feita através da porcentagem de sombreamento que apresenta.

Diante disso, o objetivo deste trabalho foi avaliar a influência do uso das telas de sombreamento como subcobertura em estufas agrícolas, no crescimento de alface crespa produzida em sistema hidropônico.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A alface

Acredita-se que o centro de origem da espécie *Lactuca sativa* seja a China. Esta espécie apresenta uma grande variação dentro das formas de cultivares, que estão divididas em quatro tipos, baseados em características morfológicas da planta (GEORGE, 2011). Segundo Saltveit (2011) os tipos mais consumidos são o var. *Capitata*, var. *Crispa*, var. *Longifolia* e var. *asparaginas*, sendo que esta última é um tipo que apresenta destaque entre comunidades étnicas específicas. Segundo George (2009) var. *Capitata* conhecida por alface repolhuda ou de cabeça, apresenta uma sobreposição de folhas formando um coração; var. *Longifolia* conhecida como alface romana apresenta folha relativamente estreitas e retas com textura crocante em uma cabeça fechada; var. *Crispa* tem folhas onduladas, uma cabeça com folhas soltas e não apresenta a formação de um coração.

Segundo Sanchez (2007) a alface foi introduzida no Brasil em meados do século XVI através dos portugueses. Embora seja reconhecidamente uma planta típica de clima temperado (RADIM *et al.*, 2004), atualmente a alface possui cultivares melhoradas geneticamente com maior tolerância às temperaturas elevadas, o que possibilita seu cultivo todo o ano em condições tropicais (FELTRIM *et al.*, 2005), graças a seleção cumulativa de características desejáveis que originou a diversidade de plantas hoje observadas (RIBAS, 2010), outro objetivo do melhoramento genético é a obtenção de características específicas tais como a resistência a pragas e doenças, tais como a do vírus do mosaico da alface (*Lettuce mosaic virus* - LMV), e a resistência ao pendoamento e florescimento precoce em regiões quentes ou com dias longos (HENZ; SUINAGA, 2009). Segundo Costa; Sala (2005), o segmento de alface predominante no Brasil é a alface tipo crespa, por ter uma maior adaptabilidade para o cultivo de verão, em contraste com a do tipo lisa.

- A alface é uma planta herbácea anual pertencente à família das *asteraceae* (CARVALHO *et al.*, 2005). Segundo Trani *et al.* (2005) ela apresenta um caule diminuto ao qual se prendem as folhas que são suas partes comestíveis. De acordo com Carvalho Filho; Gomes; Maluf (2009), esta planta possui uma grande variabilidade no que diz respeito à forma, cor e textura das folhas, caracterizando diferentes tipos comerciais. A alface pode apresentar também folhas lisas ou crespas, com ou sem formação de cabeça. Também

existem alfaces com folhas roxas ou folhas bem recortadas, contudo a do tipo americana possui as folhas mais crocantes e em forma de cabeça (MELO *et al.*, 2006).

O Brasil é o décimo produtor mundial de hortaliças, com uma produção de 2.410.000 toneladas por ano (FAO, 2008). Segundo o Anuário Brasileiro de Hortaliças (2010) a produção de hortaliças no Brasil cresceu 68% entre os anos de 1998 e 2008. Apesar desse aumento na produção ser bem significativo, a demanda per capita do brasileiro ainda é muito baixa (132 gramas per capita por dia), enquanto a recomendação da Organização Mundial da Saúde (OMS) é de, no mínimo, 400 gramas por pessoa dia (Anuário Brasileiro de Hortaliças, 2010).

Esse baixo consumo de hortaliças se dá pela má distribuição da produção, 3/4 da qual concentram-se nas regiões Sul e Sudeste, enquanto o Nordeste e o Centro-Oeste respondem pelos 25% restantes (MELO; VILELA, 2007). Outro problema relacionado ao baixo consumo de hortaliças refere-se ao baixo tempo de vida de prateleira destas, que corresponde em média, em 05 dias para tomate (SANINO; CORTEZ; MEDERO, 2003), 20 dias para pimentão (LEMOS *et al.*, 2007), 01 dia para alface convencional sem raiz e 05 dias para alface hidropônica com raiz (BLISKA JÚNIOR, 1998).

Dentre as hortaliças folhosas a alface é considerada a mais importante no mundo, consumida nas mais diversas nações, culturas e classes sociais. (COSTA; SALA, 2005), sendo que os cinco maiores produtores mundiais, respectivamente, são: China, Estados Unidos, Espanha, Itália e Índia (FAO 2009). No Brasil esta hortaliça é a sexta em importância econômica, oitava em termos de volume produzido (MOOZ; SILOCHI, 2009) e é a hortaliça folhosa mais consumida (MORETTI; MATTOS, 2006).

Dentre os tipos de alface a do tipo crespa é responsável por 70% do mercado, e um dos principais fatores para o seu sucesso se deve ao fato de não formar cabeça, além de possuir folhas flabeladas que facilitam seu transporte e manuseio durante a comercialização (COSTA; SALA, 2005).

Segundo Trani *et al.* (2005) algumas das cultivares de alface crespa mais cultivadas são: Gizele (Topseed); Grand Rapids (Hortec); Hortência (Hortec); Marianne-Orgânica (Horticeres); Marisa (Horticeres); PiraRoxa (Tecnoseed); Red Fire (Takii); Renata (Hortec); Veneza Roxa (Sakata); Vera (Sakata); Verônica (Sakata); Vanda (Sakata).

Segundo Herrmann; Kinetz; Elsner (2011), a alface crespa tem folhas soltas, largas, crespas e cor verde-amarelada. Alguns experimentos conduzidos por Radin *et al.* (2004), mostram que esse tipo de alface pode ser cultivada a campo e em estufas, sendo que esses mesmos autores encontraram melhores desempenhos das variedades Verônica e Marisa

quando cultivadas em estufas se comparadas às cultivadas a campo, apresentando maiores índices de massa, de matéria seca e fresca, área foliar, área foliar específica e número de folhas.

Tem-se empregado diversas características da alface para realizar a sua avaliação de produtividade, como altura, massa, área foliar entre outras, contudo o número de folhas superiores a 10 cm se tornou um parâmetro de grande aceitação por representar uma característica de padrão comercial de alface, sendo utilizado por diversos autores, tais como, Blat *et al.* (2011), Sanchez (2007), Barbosa *et al.* (2007) e Feltrim *et al.* (2009).

A alface é um alimento com baixas calorias que contém mais de 90% de água em sua constituição. As folhas de alface verdes escuras são ricas em ácido fólico e contém quantidades consideráveis de beta-caroteno, vitamina C, potássio e alguns fito-químicos (cumarinas, flavonóides e lactucin) que agem como um sedativo suave, especialmente quando comido com pão (COLLINS, 2011). Sousa *et al.* (2007) citam também que esta hortaliça possui vitaminas A, B1 e B2 além de sais de cálcio.

Apesar de Prance (1986) não considerar a alface como uma hortaliça de destaque em fonte de vitaminas, Balbach (1995) cita que esta cultura apresenta cerca de 4.500 unidades internacionais (U.I.) de vitamina A por 100 gramas de matéria seca, e Sousa *et al.* (2007) encontraram até 10.200 U.I. de vitamina A por folhas secas, relatando ainda, que quanto mais escuro o verde das folhas maior a quantidade dessa vitamina.

Com relação às variáveis químicas das folhas, Bezerra Neto *et al.* (2005), em estudos com espaçamentos no cultivo de alface, observaram uma relação entre a densidade populacional e os seguintes fatores: pH, sólidos solúveis totais (SST) e acidez total titulável (ATT), em que o aumento da densidade populacional favorece uma redução dos SST e ATT.

2.2 Hidroponia

A hidroponia está abrindo espaço para muitos agricultores que estão encontrando problemas em cultivos convencionais (ABREL, 2011). Segundo Graves (1983), Jensen; Collins (1985), Resh (1996) *apud* Furlani *et al.* (2008), a hidroponia é uma técnica alternativa de cultivo protegido, na qual o solo é substituído por uma solução aquosa contendo apenas os elementos minerais indispensáveis aos vegetais.

Segundo Furlani *et al.* (2008), apesar desta técnica ser relativamente antiga, a sua popularização vem crescendo desde a década de 30, quando o pesquisador da Universidade da Califórnia, Dr. W. F. Gericke iniciou seus trabalhos com esse método de cultivo, já se utilizando do termo “hidropônico”. No Brasil, o cultivo hidropônico é bastante recente e tem crescido principalmente nos cinturões verdes das capitais, interior e em regiões próximas aos grandes centros consumidores (SEDIYAMA *et al.*, 2000).

Os sistemas hidropônicos podem ser classificados em sistemas fechados e abertos, onde no primeiro ocorre a reutilização da solução nutritiva através de um sistema de recalque e drenagem único; já nos sistemas abertos a solução nutritiva não é reutilizada. Esses sistemas abertos são comumente utilizados em cultivos com substrato de fibra de coco, lã de rocha, areia e outros (CASTELLANE; ARAÚJO, 1994).

Segundo Furlani *et al.* (2008), os principais sistemas hidropônicos fechados são:

Técnica do Fluxo Laminar de Nutrientes (NTF) – Este sistema é composto, basicamente, de um tanque de solução nutritiva, de um sistema de bombeamento, dos canais de cultivo e de um sistema de retorno ao tanque. A solução nutritiva é bombeada aos canais e escoada por gravidade formando uma fina lâmina de solução que irriga as raízes;

Raiz flutuante ou “floating”- Neste sistema a solução nutritiva forma uma lâmina profunda (5 a 20 cm) onde as raízes ficam submersas. Não existem canais e sim uma mesa plana onde fica circulando a solução, através de um sistema de entrada e drenagem características;

Aeroponia – as raízes ficam num ambiente fechado recebendo a água e os nutrientes através de uma nebulização com solução nutritiva.

Em relação às culturas desenvolvidas nesse sistema, segundo Teixeira (1996), praticamente qualquer espécie de vegetal pode ser cultivada por hidroponia: verdura folhosa, legumes, erva aromática, ervas medicinais, gramíneas, etc. Contudo, a alface é uma das culturas mais produzidas em hidroponia, o que permite seu cultivo durante o ano todo, com grande produtividade, boa qualidade e sem o risco de contaminação por microrganismos veiculados pelo solo (FREIRE JÚNIOR; DELIZA; CHITARRA, 2002).

2.3 Microclima

2.3.1 Radiação Solar

A produtividade de uma cultura é determinada, em grande parte, pela interceptação de radiação solar, pela massa vegetal, pela eficiência da conversão de radiação interceptada em biomassa e pela parte dessa energia que é perdida durante o processo de respiração. Portanto, a radiação solar é fator determinante do rendimento de qualquer cultura (HOLCMAN, 2009).

Em estufas, a energia solar incidente na estrutura é absorvida pela cobertura, pelo vapor de água, pelo solo e pelas plantas. A parcela restante da energia solar incidente nesta é refletida para a parte externa (ABDEL-G HANY; AL-HELAL, 2010).

A radiação solar global, ao atravessar a atmosfera, passa pelo processo de absorção e reflexão. Sendo assim, uma parcela dessa radiação que interage com a massa ótica é denominada radiação difusa, enquanto que a irradiação que incide diretamente sobre a superfície do solo é chamada de radiação direta (DRECHMER, 2005).

De acordo com Stamato Júnior (2007), Beckmann *et al.* (2006) e Arruda *et al.* (2006), a radiação solar no interior das estufas é menor se comparada à radiação solar externa. O mesmo comportamento foi encontrado por Chavarria *et al.* (2009) relacionado à radiação fotossinteticamente ativa (RFA), onde foram observados menores valores RFA sob coberturas plásticas. Contudo Galvani *et al.* (2000), e Buriol *et al.* (1995), em trabalho com radiação difusa no interior e exterior de estufas, observaram um comportamento inverso desta variável, com maiores valores dessa radiação na área interna quando comparado aos ambientes externos.

2.3.2 Temperatura do ar

Temperatura do ar ou temperatura de bulbo seco é a energia propagada na forma de calor, originada da transformação da energia eletromagnética de ondas curtas ou longas, provenientes da radiação solar, para a forma de energia termal, apresentando o ar como seu meio de propagação (MENDES, 2008).

A temperatura do ar é fator limitante para a produção de diversas hortaliças, tais como o tomate e a alface (GUSMÃO; GUSMÃO; ARAUJO, 2006 e BERTAGNOLLI *et al.*, 2003), podendo inibir a germinação no tomateiro ou causar o pendoamento precoce na cultura da alface, quando não forem obedecidas certas faixas de temperatura. As culturas apresentam uma faixa de temperatura limite para seus processos fisiológicos, Brunini *et al.* (1976) relatam que para a alface esta faixa varia de 10°C a 22°C.

Pezzopane *et al.* (1995), em estudos climatológicos com estufa, observaram que as temperaturas máximas em seu interior sempre foram superiores às temperaturas máximas em ambiente externo. Contudo, alguns manejos, como o próprio levantamento das cortinas laterais amenizavam as temperaturas internas.

A temperatura no interior de uma estufa pode variar de acordo com o tipo de cobertura, altura do pé direito, sentido e incidência dos ventos, material utilizado nas laterais, presença de janelas ou cortinas, cultura implantada, umidade relativa, incidência da radiação solar, tipo de cobertura do solo, bem como o volume de ar interno, entre outros fatores (SALES *et al.*, 2010). Segundo Nascimento *et al.* (2010), o material de cobertura das estufas pode ser responsável pelo aumento interno das temperaturas que podem chegar a valores próximos a 40°C nos horários mais quentes.

Muitos estudos têm sido realizados com o intuito de amenizar as temperaturas internas de estufas. Dentre eles, pode-se destacar o uso de nebulizadores e a abertura de cortinas, (FURLAN, 2001); utilização de placas porosas para resfriamento adiabático, (TINÔCO *et al.*, 2002); uso de tela de sombreamento e nebulização, (REISSER JÚNIOR, ANTUNES; STEINMETZ, 2009); e o uso de tela termo refletora interna e externamente nas estufas, (PANDORFI, 2006).

2.3.3 Umidade relativa do ar

Umidade relativa do ar é o vapor d'água presente na atmosfera (COSTA, 2003). Para Silva *et al.* (2003), esta variável está diretamente relacionada à temperatura do ar, sendo que no interior de estufas não climatizadas a umidade relativa do ar apresenta comportamento inverso ao da temperatura. Para Goto; Tivelli (1998), a umidade relativa, em ambiente protegido durante a noite, pode chegar a 100%, e durante o dia, devido à elevação da temperatura, essa umidade diminui, podendo ser um fator de redução da produtividade.

Contudo, a umidade relativa do ar apresenta comportamento adverso em relação à incidência de patógenos em vegetais, em que altos valores de umidade relativa proporcionam a incidência de doenças foliares (COSTA; LEITE, 2011), principalmente de origem fúngicas como relatado por Passos *et al.* (2009).

A umidade relativa do ar pode afetar a transpiração da planta, por interferir na condutância estomática e conseqüentemente, na turgência dos tecidos, alterando os processos metabólicos ligados ao crescimento do vegetal, como, por exemplo, a absorção de nutrientes (ANDRIOLO, 2000).

2.3.4 Graus dia

O conceito de graus dias refere-se à acumulação térmica sofrida por um determinado ambiente. Este conceito pode se relacionar à temperatura do ar e ao desenvolvimento vegetal de uma determinada cultura, sendo que esta variável baseia-se na premissa de que uma planta necessita de certa quantidade de energia, representada pela soma de graus térmicos necessários, para completar determinada fase fenológica ou mesmo o seu ciclo total (GADIOLI *et al.*, 2000).

A utilização da metodologia de graus-dia ou unidades térmicas como indicador das diferentes fases de uma cultura, em substituição ao acompanhamento por meio de um calendário, pode permitir a importação e a exportação de resultados de pesquisa referentes ao consumo relativo de água (Kc) em diferentes regiões e épocas de irrigação (SILVA, 2006), dar subsídio a ações de gerenciamento de riscos de pragas (MELO *et al.*, 2006), além de outros suportes no manejo das culturas.

Um dos problemas no cálculo de graus-dia é o estabelecimento dos limites das temperaturas favoráveis, consideradas base para as culturas completarem seus diferentes subperíodos ou ciclos (INFELD; SILVA; ASSIS, 1998).

Segundo Ometto (1981), existe um valor de energia mínima que aciona os dispositivos metabólicos da planta, chamado de temperatura base inferior, e um nível de energia máxima, acima do qual a planta estanca suas atividades metabólicas, que é denominado de temperatura base superior.

Lima (2006) relata ainda que cada cultivar exige um determinado número de graus dia para completar o ciclo vegetativo, o qual constituiria a sua "constante térmica".

Visto esse conceito vale ressaltar que uma elevada acumulação térmica, pode ser sinônimo de uma redução do ciclo da cultura como citado por Lima (2006) em trabalhos realizados com café por laffe *et al.* (2001), ou quando essa for excessiva pode ocasionar prejuízos ao desenvolvimento das plantas inibindo a assimilação de CO₂ como relatado por Law; Crafts-Brandner (1999).

2.4 Filmes Plásticos

O Polietileno (PE) é um dos polímeros mais empregados dentre as resinas termoplásticas. Obtido a partir do gás etileno ou como subproduto do processamento do petróleo, o polietileno é um polímero plástico resultante da polimerização em baixa ou alta pressão, classificado de acordo com a sua densidade (baixa, média e alta), originando o Polietileno de Alta Densidade (PEAD) ou o Polietileno de Baixa Densidade (PEBD) (RECICLA BRASIL, 2011). Segundo Gorni (2011), os filmes PEBD apresentam uma densidade entre 0,910-0,925 g.cm⁻³; os filmes de Polietileno de Baixa Densidade Linear (PEBDL) apresentam densidade de 0,918 a 0,940 g.cm⁻³ e os filmes PEAD uma densidade de 0,935 a 0,960 g.cm⁻³.

Uma das aplicações mais interessantes dos filmes plásticos na agricultura é a plasticultura, que reúne técnicas largamente empregadas em diversos países. Dentre elas, a construção de estufas que garantem aumento de produtividade e qualidade dos produtos através do controle do ambiente (MOURAD, 1993).

Dentre os polímeros de polietileno, os mais utilizados nas coberturas de estufas são os PEBD que já possuem utilização muito difundida no meio agrícola.

Buriol *et al.* (1995), em suas análises com estufas cobertas por filme plástico, observaram uma redução da radiação solar global e um aumento da radiação solar difusa no interior da estufa, quando relacionadas ao ambiente externo. Cardoso *et al.* (2008) relatam que o uso de filmes plásticos proporcionam um maior aumento da temperatura, principalmente nos períodos mais quentes, devido a um efeito estufa resultante do filme plástico utilizado.

2.6 Telas de uso agrícola

As telas de uso agrícola apresentam uma grande gama de finalidades, tais como a redução da radiação interna do ambiente (COSTA; SANTOS; VIEIRA, 2009), proteção antigranizo (AMARANTE *et al.*, 2009), diminuição e conservação interna de temperatura (NASCIMENTO *et al.*, 2010), (SALES *et al.*, 2010), proteção contra insetos e outros animais (GODOY; CASTRO; CARDOSO, 2009 e AMARANTE *et al.*, 2009), quebra vento (BEHLAU *et al.*, 2007), entre outras finalidades.

Porém, nos últimos anos têm sido vastos os estudos referentes ao uso de telas agrícolas na modificação e controle das variáveis ambientais dentro de estufas.

Considerando-se de forma isolada, o manejo da radiação excessiva pode ser feito facilmente, mediante a modificação da transmissividade do material de cobertura da estufa. Isso pode ser obtido através do uso de telas de sombreamento e refletoras, ou mediante à pintura da superfície do material (ROCHA, 2002). Contudo, a redução da radiação solar, como forma de evitar elevadas temperaturas, implica diretamente na contenção da radiação fotossinteticamente ativa (RFA), transmitida ao interior do ambiente, afetando assim a fotossíntese e levando ao declínio do crescimento e da produtividade em algumas culturas (HOLCMAN, 2009).

Segundo Holcman (2009), a utilização de telas de sombreamento nos ambientes protegidos, abaixo da cobertura, pode ter a finalidade de atenuação de temperaturas extremas.

Costa *et al.* (2010), em estudos com mudas de maracujazeiro, afirmam que houve maior acúmulo de biomassa no grupo de plantas submetidas a telados, com sombreamento de 50%, em relação a outros tipos de telas estudadas. As telas de sombreamento de cor preta imprimem ao ambiente uma redução na temperatura com relação ao ambiente externo (NASCIMENTO *et al.*, 2010) bem como uma redução da radiação solar (COSTA *et al.*, 2009).

As telas de coloração vermelha transferem mais a radiação do espectro nas ondas vermelhas, difundindo a luz que passa através da malha, e proporcionando maior eficiência no desenvolvimento das plantas (LI, 2006). Segundo Costa *et al.* (2011), a produção de flores e frutos de morangueiros, no inverno, pode ser melhorada pelo aumento da intensidade de radiação na faixa do espectro vermelho e assim melhorando a eficiência na RFA.

Já as telas termorrefletoras ou aluminizadas promovem uma distribuição uniforme de radiação, além de um aporte máximo da radiação difusa e da reflexão da radiação

infravermelha (HUERTAS, 2006). Suárez (1999), num estudo com tomateiro em ambiente protegido por diferentes telas, relata que o uso de tela termorrefletora apresentou uma atenuação da temperatura e da radiação interna das estufas, bem como um aumento da produção de tomate em 14,7% quando comparados aos ambientes com outros tipos de cobertura.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local do experimento

O experimento foi conduzido no Sítio São José, município de Tianguá, situado na Serra da Ibiabapa (3,77° sul e 40,92° oeste) com uma altitude de 810 metros, Estado do Ceará. Tianguá apresenta, segundo a classificação de Köppen, um clima AW', tratando-se de uma região pertencente ao grupo de clima tropical chuvoso, com temperatura média do mês mais frio maior ou igual a 18°C, precipitação do mês mais seco menor que 30 mm, onde sua época mais seca ocorre no inverno e o período mais chuvoso ocorre no outono.

3.2 Caracterização do experimento

O experimento constituiu de um fatorial 4 x 5 (quatro tratamentos e cinco épocas), baseado no delineamento experimental inteiramente casualizado, com 20 repetições, sendo estudadas duas variedades (Marianne e Verônica). As plantas de alface foram produzidas através do sistema hidropônico, em estufas tipo arco, sem proteção nas laterais, dispostas no sentido leste-oeste, construídas com madeira e cobertas com plástico transparente de polietileno de baixa densidade (PEBD), com 150 micrômetros (μm) de espessura, montado sobre arcos de madeira. As estruturas das estufas tinham 5 metros de largura por 20 metros de comprimento, além de pé direito de 2 metros e altura máxima de 3 metros.

3.3 Tratamentos

Os ambientes diferenciavam-se pela utilização de uma tela de sombreamento instaladas abaixo do filme PEBD, sendo três tratamentos caracterizados pelo uso de diferentes malhas de sombreamento e um ambiente testemunha, os quais estão descritos abaixo.

Ambiente com tela termorrefletora 50% como subcobertura (TC) - Ambiente com uma subcobertura constituída por um produto comercial denominado Aluminet[®], que corresponde a uma malha metalizada de rafia com 50% de sombreamento.

Ambiente com tela de sombreamento de cor preta 50% como subcobertura (TP) - Ambiente com uma subcobertura constituída por um produto comercial denominado Sombrite, que corresponde a uma malha de cor preta de rafia com 50% de sombreamento.

Ambiente com tela vermelha como subcobertura (TV) – Ambiente com uma subcobertura constituída por uma tela de cor vermelha, que corresponde a uma malha de cor vermelha de rafia com 50% de sombreamento.

Ambiente testemunha sem a utilização de telas de subcobertura (ST) - Ambiente sem o uso de subcobertura, cobertura apenas por filme PEBD de 150 μm .

3.4 Variedades

As variedades de alface foram escolhidas através de um levantamento entre os produtores, lojas e comerciantes da região, tendo como base as variedades de melhor comercialização do produto *in natura* nos mercados consumidores da região, sendo escolhidas as variedades Marianne e Verônica.

3.5 Número de amostras

O número de amostras coletadas foi determinado segundo o método proposto por Montgomery; Runger (2009), em que consiste a aplicação da Equação 1 e do gráfico (Anexo) para estimar o tamanho populacional da amostra. Para a determinação do número de amostras assumiu-se um erro tipo II (β) de 15%, valor abaixo do máximo aceitável proposto por Cohen (1988) que é de 20%, um fator F de 0,05 e um comportamento bilateral dos dados.

$$d = \frac{|\mu - \mu_0|}{\sigma} \quad (1)$$

Em que d é o erro médio, σ é o desvio padrão, μ é o valor real da média, μ_0 é o valor arbitrário da média, encontrados na literatura.

3.6 Instalação da cultura

A cultura implantada foi alface do tipo crespa, em um sistema hidropônico tipo Técnica de Fluxo Laminar (NFT), produzida em estufas tipo arco, sem cobertura nas laterais. As bancadas foram dispostas a 70 centímetros de altura do solo e possuíam 140 centímetros de largura. O sistema de recalque foi composto por uma moto-bomba centrífuga de ½ CV e tubulação de 3/4". O sistema de drenagem foi constituído de tubulações de 100 mm, reservatório com capacidade de armazenamento de 1,7 m³ recarregado por gravidade. O manejo da solução nutritiva foi realizado conforme o recomendado por Furlani *et al.* (2008), para regiões de clima quente. Os valores da condutividade elétrica (CE) foram mantidos entre 1,0 e 1,5 milisiemens/centímetro (dS.m⁻¹), como recomendado para períodos quentes ou regiões de clima quente.

O sistema de produção era dividido em três etapas:

1º - Berçário- Área onde as plantas passaram a fase de semeadura até o período de 21 dias após semeadura, em um sistema de flutuação em solução nutritiva (float).

2º - Pré-crescimento- Área composta por tubulações de 50 mm, de coloração azul (canos de irrigação convencional de PVC), com perfurações na parte superior de 40 mm de diâmetro, e distância entre o centro das perfurações de 100 mm. Logo após a finalização do período de berçário, as plantas foram transferidas para esta área onde permaneceram sete dias.

3º - Crescimento- Área composta por tubulações de 50 mm, de coloração azul (canos de irrigação convencional de PVC), com perfurações na parte superior de 40 mm de diâmetro, e distância entre o centro das perfurações de 230 mm. Logo após a finalização do período de pré-crescimento, as plantas foram transferidas para esta área onde permaneceram até o período de colheita.

3.7 Semeadura e transplântio de mudas

As sementes de alface foram semeadas em 19/04/2011, durante o período chuvoso da região. Foram transferidas para o pré-crescimento em 11/05/2011 e, após 07 dias as plantas foram transferidas para o local definitivo nas bancadas de crescimento.

As sementes foram plantadas em bandejas de poliestireno de 128 células, utilizando-se Golden-Mix[®]-MISTO. Para não haver variação na profundidade de semeadura, foi construído um gabarito para realizar a perfuração no substrato, uniformemente, com profundidade de 0,8 cm.

3.8 Manejo do sistema hidropônico

Para se manter a uniformidade da solução nutritiva, diariamente mediu-se a condutividade elétrica com um medidor portátil de pH / CE / TDS (Combo) Modelo HI 98130, analisando-se a necessidade de reposição de solução nutritiva, sempre mantendo uma CE entre 1,0 a 1,5 dS.m⁻¹.

Diariamente foi realizada a averiguação do sistema de recalque e drenagem para evitar perdas por danos mecânicos ou entupimentos. E semanalmente foram feitos os testes de vazão dos canais, os quais sempre foram mantidos com vazão de 1,5 a 2,0 l.m⁻¹.

3.9 Coleta de dados ambientais

Para a coleta dos dados ambientais foi instalado em cada estufa um termo-higrômetro data Logger (HOBO U10-003), com a função de medir a temperatura e a umidade relativa do ar a cada 30 minutos durante todo o período experimental. Depois foi realizada uma análise estatística em fatorial 4x24, fazendo-se uma avaliação das 4 estufas nas 24 horas do dia, com 5 repetições (dias), não havendo diferença estatística entre os valores encontrados nas estufas deu-se prosseguimento ao experimento.

A coleta de dados de temperatura e umidade relativa do ar após a aplicação das telas foi realizada a cada 15 minutos com o auxílio de termo-higrômetro data Logger (HOBO

U10-003), que foi instalado a 1 metro de altura do solo, no centro geométrico de cada estufa. Também foi instalado um termo-higrômetro data Logger no ambiente externo às estufas, para analisar o comportamento da temperatura e umidade relativa externa às estufas.

Para avaliar a relação do crescimento da cultura com a temperatura diária no seu ciclo, foram calculados os Graus-Dias acumulados (GD) seguindo quatro modelos distintos de cálculo através dos métodos:

Método do menor desvio padrão, em dias ou método residual proposto por McMaster; Wilhelm (1997).

$$GDD = \sum_{i=1}^k \left(\left[\frac{T_{maxi} + T_{mini}}{2} \right] - T_{base} \right)$$

Sendo GDD – acúmulo de graus-dia de desenvolvimento em °C; T_{maxi} – temperatura máxima do dia i em °C; T_{mini} – temperatura mínima do dia i em °C; T_{base} – temperatura de base da cultura em °C; k – número de dias e i – dia.

Método apresentado por Ometto (1981).

$$GDD = \sum_{i=1}^k \left(\frac{2(TM - Tm)(Tm - Tb) + (TM - Tm)^2 - (TM - TB)}{2(TM - Tm)} \right)$$

Sendo GDD – acúmulo de graus-dia de desenvolvimento em °C; TM – Temperatura máxima do dia i em °C; Tm – Temperatura mínima do dia i em °C; Tb – Temperatura de base inferior da cultura em °C; TB – Temperatura de base superior da cultura em °C; k – número de dias e i – dia.

Método adaptado do cálculo da integral pelo método do trapézio composto apenas para cálculo com temperatura base inferior (MTI).

$$GDD = \left(\frac{h}{2} \left(\sum_{i=1}^N (y_i + y_{(i+1)}) \right) \right) - \left(\sum_{i=1}^N (h \times Tb) \right)$$

Sendo GDD – acúmulo de graus-dia de desenvolvimento em °C; y_i – Temperatura no intervalo no instante i em °C; $y_{(i+1)}$ – Temperatura no intervalo no instante $(i+1)$ em °C; T_b – Temperatura de base inferior da cultura em °C; N – número das leituras e i – intervalo.

$$h = \frac{(i_1 - (i_n))}{N}$$

Onde h é a amplitude do intervalo; i_1 primeira leitura de uma série de dados; i_n última leitura de um intervalo de dados e N número de leitura.

Método adaptado do cálculo da integral pelo método do trapézio composto apenas para cálculo com temperatura base superior e inferior (MTSI).

Se $y_i < T_b$ então, $y_i = y_i$, senão $y_i = T_b$

$$GDD = \left(\frac{h}{2} \left(\sum_{i=1}^N (y_i + y_{(i+1)}) \right) \right) - \left(\sum_{i=1}^N (h \times T_b) \right)$$

Sendo GDD – acúmulo de graus-dia de desenvolvimento em °C; T_b – Temperatura de base inferior da cultura em °C; T_b – Temperatura de base superior da cultura em °C; y_i – Temperatura no intervalo no instante i em °C; $y_{(i+1)}$ – Temperatura no intervalo no instante $(i+1)$ em °C; N – número das leituras e i – intervalo.

$$h = \frac{(i_1 - (i_n))}{N}$$

Onde h é a amplitude do intervalo; i_1 primeira leitura de uma série de dados; i_n última leitura de um intervalo de dados e N número de leitura.

3.10 Coleta de dados de crescimento

Foram realizadas cinco coletas de dados no período de 18/05/2011 a 14/06/2011, compreendendo a fase em que as plantas estavam nas bancadas de crescimento. Logo após o período de coletas, as plantas foram levadas para o laboratório do Instituto Federal do Ceará (IFCE), campus avançado de Tianguá, onde foram separadas as suas raízes, caules e folhas, para as seguintes análises:

Peso seco de raiz (PSR) – Processo no qual as raízes foram colocadas em sacos de papel devidamente identificados e levados à estufa de circulação forçada a 70°C, em seguida foram pesadas em balança de precisão, após obterem seu peso seco constante, cerca de, 72 horas depois.

Peso seco de caule (PSC) – Processo no qual os caules foram colocados em sacos de papel devidamente identificados e levados à estufa de circulação forçada a 70°C, em seguida foram pesadas em balança de precisão, após obterem seu peso seco constante, cerca de, 72 horas depois.

Peso seco de folha (PSF) – Processo no qual as folhas foram colocadas em sacos de papel devidamente identificados e levados à estufa de circulação forçada a 70°C, em seguida foram pesadas em balança de precisão, após obterem seu peso seco constante, cerca de, 72 horas depois.

Número total de folha (NTF) – O número total de folhas foi obtido através de contagem direta levando em consideração as folhas maiores de 3,0 cm.

Número de folhas acima de 10 cm (NTF10) – Para a obtenção do número de folhas acima de 10 cm foi elaborado um gabarito de 10 cm, no qual as folhas contadas eram, somente, as maiores que o padrão especificado (10 cm).

Área foliar (AF) – A área foliar foi obtida através do método dos discos, que consistiu na retirada de discos com diâmetros conhecido das folhas frescas como o auxílio de um gabarito. Em seguida, esses discos foram levados à estufa de circulação forçada durante 72 horas, e após este processo foram realizadas pesagens periódicas até a obtenção do peso constante dos discos. Com esses dados foi possível calcular a área foliar de acordo com a Equação abaixo.

$$Af = \frac{SD(PD+PF)}{PD}$$

Onde Af - Área foliar, SD - soma da área dos discos, PD - peso dos discos e PF - peso seco das folhas sem os discos.

Unidos desses dados acima citados, foram calculadas as medidas de crescimento não lineares propostas por Oliveira *et al.* (2002):

Área foliar específica (AFE)- Relaciona à superfície da folha com o seu próprio peso, significando a disponibilidade de área foliar em cada grama de folha.

$$AFE = \frac{Af}{PSF}$$

Onde, Af - área das folhas; PSF - peso de matéria seca das folhas.

Razão de peso foliar (RPF)- É a fração de matéria seca produzida pela fotossíntese, não utilizada na respiração, nem exportada para outras partes da planta, retida nas folhas. Representa o quanto a planta investiu da sua produção via fotossíntese para as folhas. É um cálculo adimensional.

$$RPF = \frac{PSF}{(PSF + PSC + PSR)}$$

Onde, PSF - peso de matéria seca da folha PSF - peso seco da folha, PSC - peso seco do caule, PSR - peso seco da raiz.

Razão de área foliar (RAF)- Relação entre área foliar específica e razão de peso foliar, isto é, representa área foliar disponível para ocorrer a fotossíntese.

$$RAF = \frac{Af}{(PSF + PSC + PSR)}$$

Onde, Af - área da folha, PSF - peso seco da folha, PSC - peso seco do caule, PSR - peso seco do caule.

Taxa de crescimento absoluto (TCA)- Representa o ganho de matéria seca de uma planta, sem levar em consideração o material inicial existente que deu origem a esse ganho.

$$TCA = \frac{(P_2 - P_1)}{(T_2 - T_1)}$$

Onde, P- peso da fitomassa seca e T- tempo.

Taxa de crescimento relativo (TCR)- É a medida mais adequada para avaliar o crescimento de uma planta. Representa a quantidade (área, volume, peso) de material vegetal produzido por determinada quantidade de material existente, durante um intervalo de tempo prefixado, podendo ser calculado por seus valores instantâneos.

$$TCR = \frac{(\ln P_2 - \ln P_1)}{(T_2 - T_1)}$$

Onde, P- peso da fitomassa seca e T- tempo.

Índice de área foliar (IAF)- É a relação entre a área das lâminas foliares e a área da superfície do terreno ocupada por elas. É um parâmetro importantíssimo na análise de crescimento de uma comunidade vegetal, pois serve como indicador da cobertura foliar do terreno e de suas conseqüências na interceptação de luz (OLIVEIRA *et al.*, 2002). O IAF foi estimado segundo Sangoi *et al.*, (2011) pela relação entre a área foliar da planta e o espaço ocupado pelas mesmas ($\text{cm}^2 \cdot \text{cm}^{-2}$).

$$IAF = \frac{(Af)}{(sp * sl)}$$

Onde, Af- área foliar, sp- espaçamento entre plantas e sl- espaçamento entre linhas.

O delineamento experimental utilizado foi em parcelas subdivididas, no esquema 4 x 5 (quatro ambientes x cinco épocas), com duas variáveis distintas onde as parcelas principais foram os ambientes de cultivo e as subparcelas foram os períodos, para cada variedade de alface. Adotou-se como repetição cada planta, sendo no total 20 repetições por tratamento. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias ao teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade pelo software ASSISTAT 7.6 beta. Quando havia interação significativa entre ambientes e épocas fez-se o desdobramento, estudando um fator dentro do outro. Para a elaboração dos gráficos de crescimento foi utilizado o software SIGMAPLOT® e

para a determinação dos pontos de máximo e mínimo das equações polinomiais de 3º foi utilizado o software livre Deadline.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Variáveis Ambientais

4.1.1 Temperatura do ar

O comportamento da temperatura do ar máxima variou em três níveis de significância distintos. O ambiente externo apresentou o menor valor de temperatura máxima, seguido pelo ambiente com tela termorrefletora e tela preta, os quais apresentaram o mesmo comportamento estatístico. Contudo, o tratamento que apresentou os maiores valores de temperatura máxima foi o de tela vermelha e o ambiente sem tela respectivamente, com temperaturas máximas de 38,4 e 38,7°C (Tabela 1). O uso de filme plástico sem uso de tela de sombreamento proporcionou um aumento de 6,5°C na temperatura máxima com relação ao ambiente externo. Entretanto, o uso de tela termorrefletora apresentou uma redução superior a 4°C na temperatura máxima com relação ao uso apenas de filme plástico. Esse aumento da temperatura interna relacionado ao ambiente externo corrobora com resultados encontrados por Rocha (2002). O comportamento da tela termorrefletora e da tela preta foi idêntico ao encontrado por Costa (2004). Esses tipos de tela não apresentam diferença estatística significativa em medições realizadas às 12 horas (horário mais quente).

A temperatura média foi menos influenciada em relação à temperatura máxima, quanto ao uso de telas de sombreamento. Assim como na temperatura máxima o ambiente com tela termorrefletora e com tela preta apresentaram o mesmo comportamento com relação à temperatura média, o ambiente externo apresentou as menores temperaturas médias 23,1°C, e o ambiente sem tela foi o que obteve as maiores temperatura médias, 2,1°C acima do ambiente externo.

Com relação à temperatura mínima, esta não apresentou diferença significativa entre os ambientes. Porém, o ambiente externo obteve uma menor temperatura mínima, o que demonstra que o uso de filme plástico pode conservar uma parte do calor recebido pela estrutura durante o dia. Os mesmos resultados foram encontrados por Sales *et al.* (2011). Estes autores afirmam que o uso de tela termorrefletora ajuda a conter parte da temperatura recebida pela estrutura durante o dia.

Tabela 1- Médias da temperatura mínima, média e máxima (°C) observadas no interior dos ambientes estudados e na área externa às estufas.

Ambientes	Máxima	Média	Mínima
Tela Termorrefletora	34,0 b	24,0 c	18,9 a
Tela Preta	35,1 b	24,3 c	18,8 a
Sem tela	38,7 a	25,2 a	18,9 a
Tela Vermelha	38,4 a	24,8 b	18,8 ab
Ambiente Externo	32,2 c	23,1 d	18,0 b
CV	5,8	2,7	5,7

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem ao nível de 1%, pelo Teste de Tukey. CV=coeficiente de variação (%).

Na Figura 1 é possível observar a dispersão dos dados de temperatura média, onde existe a presença de valores superiores (outliers) para todos os tratamentos, e valores outliers inferiores para os ambientes sem tela e com tela vermelha, que correspondem aos ambientes com maiores valores de temperatura máxima, como apresentado na Tabela 1. Os valores de outliers superiores foram todos encontrados no mesmo dia, no qual não houve precipitação e o céu estava limpo, sem a presença de nuvens. Já os valores inferiores foram apresentados no dia 2 de junho de 2011 para as estufas sem tela e com tela vermelha, ressaltando que ambos foram superiores à mediana do ambiente externo.

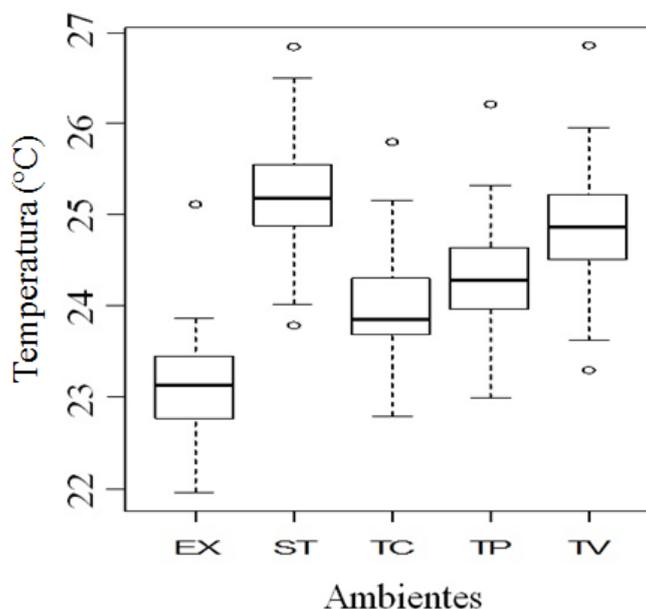


Figura 1- Gráfico tipo boxplot com representação dos quartis e mediana para temperatura média em estufas agrícolas com diferentes tipos de cobertura. (TC- ambiente com tela termorrefletora, TP- ambiente com tela de sombreamento preta, TV- ambiente com tela vermelha, ST- ambiente sem o uso de tela na subcobertura e EX- ambiente externo às estufas)

4.1.2 Umidade relativa do ar

A Tabela 2 apresenta os valores médios de umidade relativa máxima, média e mínima para os quatro ambientes estudados, bem como sua relação com o ambiente externo, assim como seus respectivos testes de médias. O comportamento da umidade relativa do ar foi similar ao comportamento da temperatura, em parte, como para os valores máximos entre os tratamentos com tela termorrefletora e tela preta, os quais apresentaram os mesmos comportamentos. Contudo, de forma inversa, esses dois tratamentos que obtiveram as menores temperaturas atingiram os maiores valores de umidade.

O tratamento que obteve o menor valor máximo de umidade relativa do ar foi o Sem Tela com 94%, sendo que o ambiente externo apresentou comportamento intermediário entre o ambiente Sem Tela e com Tela Vermelha. Os ambientes que apresentaram os maiores valores de umidade relativa máxima foram o com Tela Preta e com Tela Termorrefletora, valores próximos aos encontrados por Andrade *et al.* (2011) que observaram valores de

umidade relativa máxima próximos a 100%. Rodrigues *et al.* (2008), entretanto, defendem que a alta umidade relativa do ar e do solo proporcionam um ambiente favorável à proliferação de fungos e bactérias, levando a uma redução significativa na produção e na qualidade das hortaliças, o que realça uma maior importância no monitoramento dessa variável.

A umidade relativa mínima demonstrou dois comportamentos, diferenciando-se da temperatura mínima que apresentou apenas um comportamento. Os ambientes com tela termorrefletora e tela preta apresentaram os maiores valores de umidade relativa mínima respectivamente, 48 e 46 %, enquanto que os demais tratamentos apresentaram o mesmo comportamento estatístico com valores inferiores a estes. Para a umidade relativa média, os ambientes com tela termorrefletora e tela preta apresentaram o mesmo comportamento como observado na temperatura, contudo o ambiente externo apresentou os menores valores de umidade relativa média.

Tabela 2- Médias da umidade relativa do ar mínima, média e máxima (%) observadas no interior dos ambientes estudados e na área externa às estufas.

Ambientes	Máxima	Média	Mínima
Tela Termorrefletora	98 a	74 a	48 a
Tela Preta	98 a	72 a	47 a
Sem tela	94 c	64 bc	35 b
Tela Vermelha	96 b	67 b	36 b
Ambiente Externo	95 bc	62 c	33 b
CV	1,61	6,00	11,50

Médias seguidas pelas mesmas letras na mesma coluna não diferem entre si, pelo teste T ao nível de 5% de probabilidade, CV=coeficiente de variação.

Na Figura 2 é possível se observar a distribuição da umidade relativa do ar média entre os tratamentos, onde em todos os ambientes foram encontrados outliers para valores inferiores, decorrente do dia 8 de junho de 2011, e no ambiente externo, além do outliers da data acima citada, foi encontrado um segundo no dia 14 de junho de 2011. Apesar da presença de outliers é possível observar a baixa variação dos dados em torno da mediana e com relação ao comportamento entre os tratamentos.

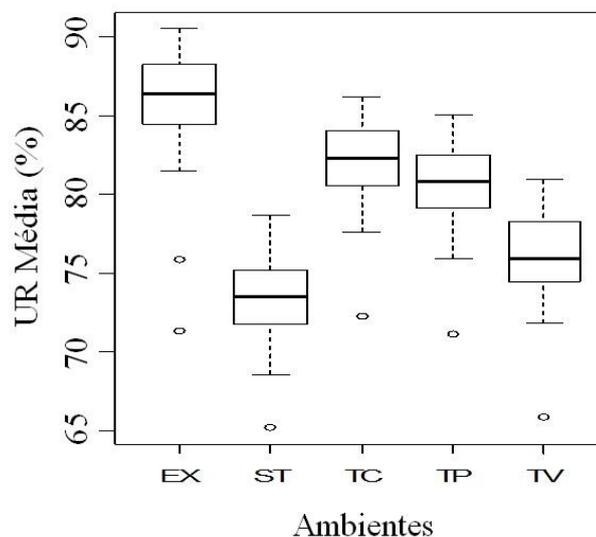


Figura 2- Gráfico tipo boxplot com representação dos quartis e mediana para umidade relativa do ar, em estufas agrícolas com diferentes tipos de cobertura (TC- ambiente com tela termorrefletora, TP- ambiente com tela de sombreamento preta, TV- ambiente com tela vermelha, ST- ambiente sem o uso de tela na subcobertura e EX- ambiente externo à estufa)

4.1.3 Graus dia

Para a avaliação dos graus dia foram adotadas quatro diferentes análises de interpretação dos dados em que consistiram no modelo do menor desvio padrão, modelo proposto por Ometto (1981), análise da área da integral dos dados instantâneos com temperatura base inferior (MTI) e análise da área da integral dos dados instantâneos com temperatura base superior e inferior (MTSI).

Para o método do menor desvio padrão foram observados os maiores valores entre os métodos estudados, sendo que este faz uma análise da temperatura média do dia através apenas de dois parâmetros, temperatura máxima e mínima, o que na maioria das vezes não representa uma aproximação precisa do real valor de acúmulo térmico ocorrido durante o período.

Na Figura 3 é possível observar três comportamentos distintos relacionados ao acúmulo de graus dia entre os ambientes estudados e a área externa de acordo com a fórmula do menor desvio padrão, durante o período experimental. O ambiente externo apresentou o

menor acúmulo de graus dia entre os tratamentos estudados (408,07°C). Os ambientes com tela termorrefletora e tela preta acumularam, respectivamente, 452,55 e 458,91°C. Os tratamentos que obtiveram maior acúmulo de graus dia foram os com Tela Vermelha e o Sem Tela, com 502,19 e 508,25°C, respectivamente. A diferença entre o ambiente externo e a estufa Sem Tela foi de 100°C, valor menor do que o encontrado por Segovia *et al.* (1997), cuja diferença entre o ambiente externo e interno chegou a 256°C. No entanto, nesse trabalho o período experimental foi de 50 dias.

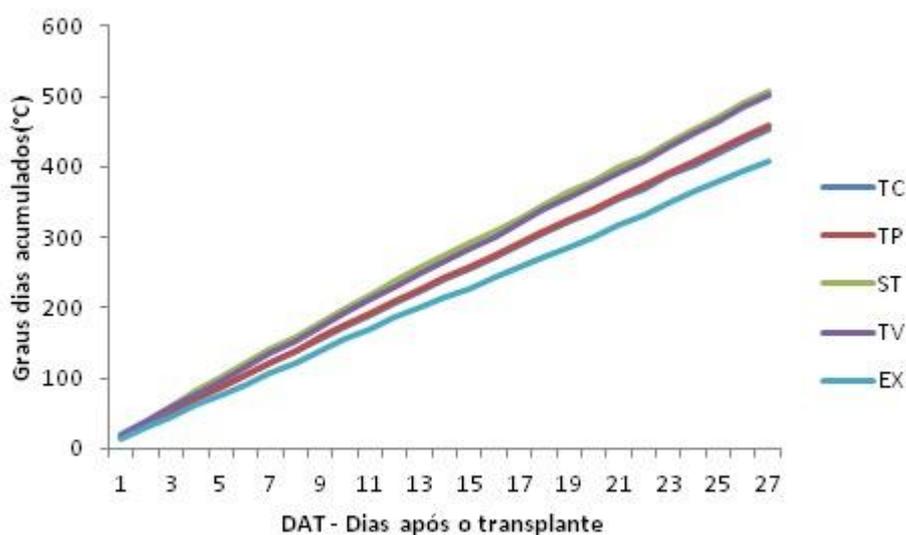


Figura 3- Acúmulo de graus dia durante 27 dias em quatro ambientes diferentes (TC- ambiente com tela termorrefletora, TP- ambiente com tela de sombreamento preta, TV- ambiente com tela vermelha, ST- ambiente sem o uso de tela na subcobertura e EX- ambiente externo às estufas)

Na Tabela 3 são apresentadas as equações para acúmulo de graus dia aos tratamentos avaliados e seus respectivos coeficientes de determinação de acordo com a fórmula do menor desvio padrão. Como todos os tratamentos obtiveram elevados valores de coeficientes de determinação, para uma regressão linear, é possível realizar a análise do comportamento de acúmulo de graus dia pelo ângulo da reta com relação ao eixo das ordenadas. Quanto menor for o coeficiente angular da reta menor será o ângulo que esta faz com o eixo das ordenadas e, consecutivamente, menor é o acúmulo de graus dia durante o período de estudo. Visto isso, o ambiente externo foi o que apresentou as menores temperaturas diárias e, conseqüentemente, uma menor acumulação de graus dia ao final do experimento. Todavia, entre os ambientes com filme PEBD os que se utilizaram de tela termorrefletora e tela preta obtiveram as menores acumulações de graus dia.

Tabela 3- Equação e parâmetros para análise de regressão da variável graus dia no interior dos ambientes estudados e na área externa às estufas.

Ambiente	Equação	R ²	Ângulo
Tela Vermelha	$y = 18,47x + 4,774$	0,999	18° 28' 12"
Ambiente Externo	$y = 15,06x + 1,747$	0,999	15° 3' 36"
Tela Preta	$y = 16,91x + 3,323$	0,999	16° 54' 36"
Tela Termorrefletora	$y = 16,69x + 3,748$	0,999	16° 41' 24"
Sem tela	$y = 18,62x + 8,532$	0,999	18° 37' 12"

R² - coeficiente de determinação, C.α - coeficiente angular, Ângulo da reta com em relação ao eixo das ordenadas, C.L.- coeficiente linear.

Na Tabela 4 é possível observar a diferença entre os valores de graus dias acumulados entre os quatro ambientes e os quatro modelos de cálculos de graus dia, onde o modelo apresentado por McMaster; Wilhelm (1997) do menor desvio padrão obteve os maiores valores em todos os ambientes. Esses valores superiores de graus dias acumulados apresentados pelo modelo do menor desvio padrão são referentes à omissão dos valores de temperatura base superior no modelo, valor no qual acima desse as plantas não realizam a acumulação de graus, além do fato desse modelo utilizar um intervalo de 24 horas para calcular o acúmulo térmico, o que apresenta uma margem maior de erro em comparação aos modelos que apresentam um intervalo menor para estimar a temperatura média diária.

O modelo proposto por Ometto (1981) obteve valores inferiores aos do modelo de menor desvio padrão, em todos os ambientes, isso por realizar um corte no acúmulo de graus dias em uma temperatura base superior, na qual foi utilizada a proposta Brunini *et al.* (1976). A redução dos valores foi em média de 2,3%, em relação aos valores de acúmulo térmico encontrados pelo modelo do menor desvio padrão.

O método da área da integral dos dados instantâneos com temperatura base inferior (MTI) apresentou valores inferiores aos encontrados pelo método de Ometto (1981) e pelo método do menor desvio padrão, contudo houve variação entre os ambientes, onde os que apresentaram uma maior acumulação térmica obtiveram uma maior variação, sendo em média uma redução de 17,8% para ST e TV e 14,0% para TP e TC quando comparados com os valores encontrados pelo método MTI entre o método do menor desvio padrão. Contudo esse método, assim como o do menor desvio padrão, não considera a temperatura base superior.

O método que obteve uma maior aproximação do real valor dos graus dias acumulados no desenvolvimento foi o MTSI, com acumulação de graus dias calculados a cada 15 minutos, sendo possível observar que os valores encontrados pelo MTSI foram 34,

35, 41 e 40% inferiores aos propostos pelo método do menor desvio padrão respectivamente para TC, TP, ST e TV.

Tabela 4 - Acúmulo de graus dia (°C) de acordo com 4 modelos de cálculo após 27 dias em quatro ambientes diferentes (TC- ambiente com tela termorrefletora, TP- ambiente com tela de sombreamento preta, TV- ambiente com tela vermelha e ST- ambiente sem o uso de tela)

Modelos	TC	TP	ST	TV
MTSI	297,34	297,71	299,65	296,84
MTI	378,33	386,52	410,95	400,73
Ometto	441,68	447,99	496,87	490,90
McMaster & Wilhelm	452,55	458,91	508,26	502,19

Na Figura 4 são apresentados os valores diários de acumulação térmica para os quatros ambientes estudados, nos quais é possível observar a zona acima da temperatura base superior (área não útil) a que as plantas foram submetidas. As plantas cultivadas em TC e TP apresentaram uma menor área não útil, respectivamente 81 e 89 graus dias acumulados durante o período do experimento, enquanto que ST e TV obtiveram um acúmulo térmico não útil de 111 e 104 graus dias acumulados durante o período do experimento. Esses maiores valores absolutos em ST e TV ocorrem por estes dois ambientes apresentarem os maiores valores de temperatura máxima, sempre próximo a 40°C, 18°C acima da temperatura base superior indicada por Brunini *et al.* (1976).

Como é possível observar na Figura 4, durante o período estudado não foram encontrados em nenhum dos ambientes valores abaixo da temperatura base inferior, que segundo Brunini *et al.* (1976) está na faixa de 10°C, sendo que os valores de temperatura mínima para todos os ambientes ficaram em torno de 18,8 a 18,9°C, temperaturas que ocorriam no período noturno.

Com relação às zonas não úteis dos ambientes, é possível observar que ST apresentou uma área 37% maior que TC, comportamento próximo ao apresentado por TV, que apresentou uma área não útil de 28% maior com relação à TC que apresentou a menor área não útil.

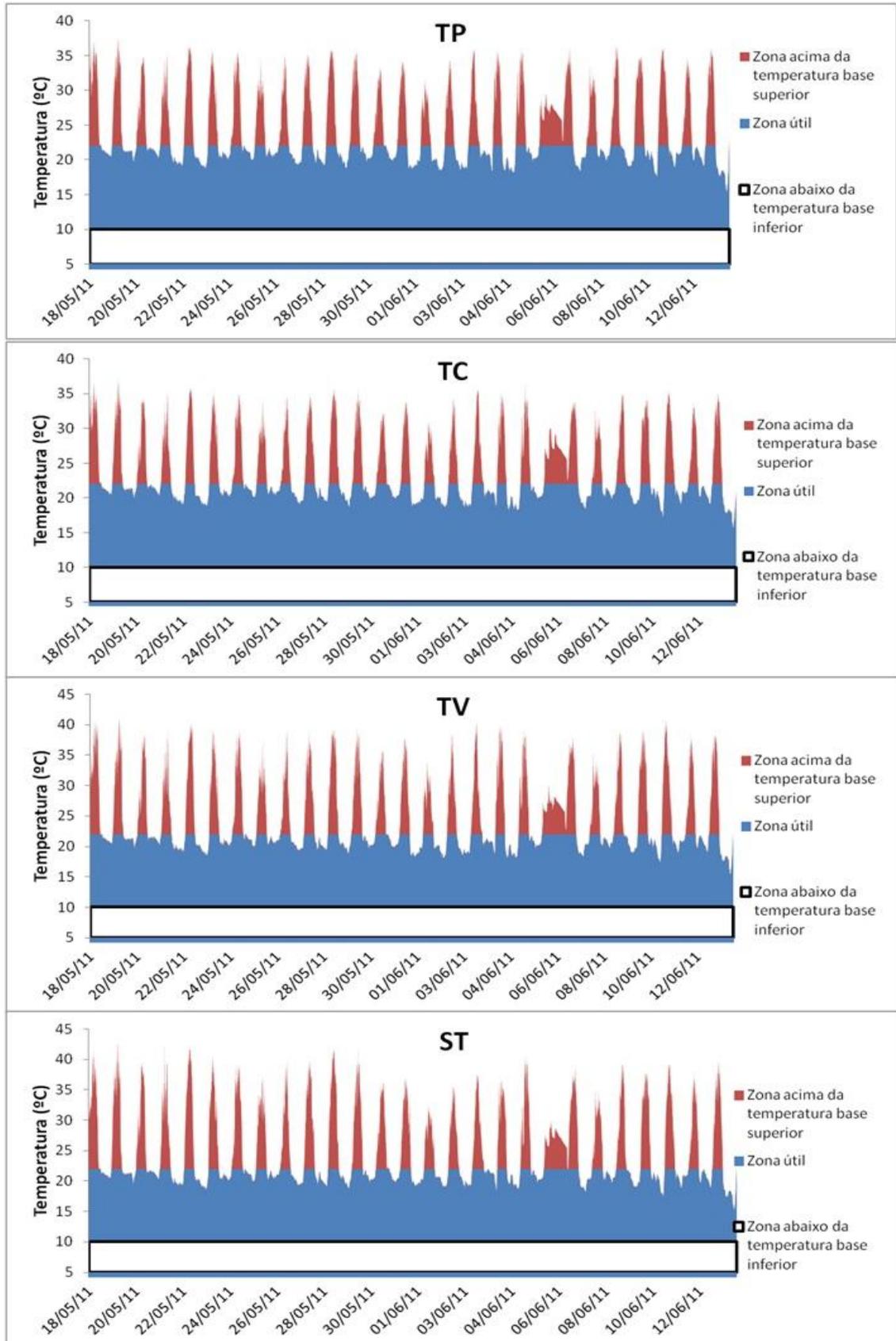


Figura 4 - Acúmulo de graus dia durante 27 dias em quatro ambientes diferentes pelo método de MTIS (TC- ambiente com tela termorrefleora, TP- ambiente com tela de sombreamento preta, TV- ambiente com tela vermelha, ST- ambiente sem o uso de tela)

4.2 Variáveis morfológicas

4.2.1 Número de folhas

4.2.1.1 Marianne

Na Figura 5 é possível observar o comportamento da variedade Marianne quanto ao seu crescimento em relação aos graus dias (GD) acumulados, onde em todos os ambientes, o comportamento dessa variável foi explicado por uma equação sigmoidal. Segundo ISA (2011), o ajuste de uma curva logística apresenta três fases distintas: primeiro, um período de rápido crescimento exponencial, seguido por um período de crescimento linear e, posteriormente, um período de senescência caracterizado por um crescimento não significativo. No caso dos ajustes realizados para o número de folhas, as equações sigmoidais apresentaram duas fases identificáveis: o crescimento exponencial inicial e a estabilidade linear, correspondente ao período do plantio à colheita da cultura da alface. A terceira fase não se apresenta em forma significativa, pois o ciclo biológico da alface é diferente do ciclo agrônomico, o qual é completado na colheita quando a planta estaria ideal para o consumo. Ainda na Figura 5 é possível observar que o erro padrão da média (EPM) apresenta um crescimento gradual em relação ao período de coleta, e que o ambiente com maior erro padrão da média foi o TV, na última coleta, com um erro padrão da média de 0,92.

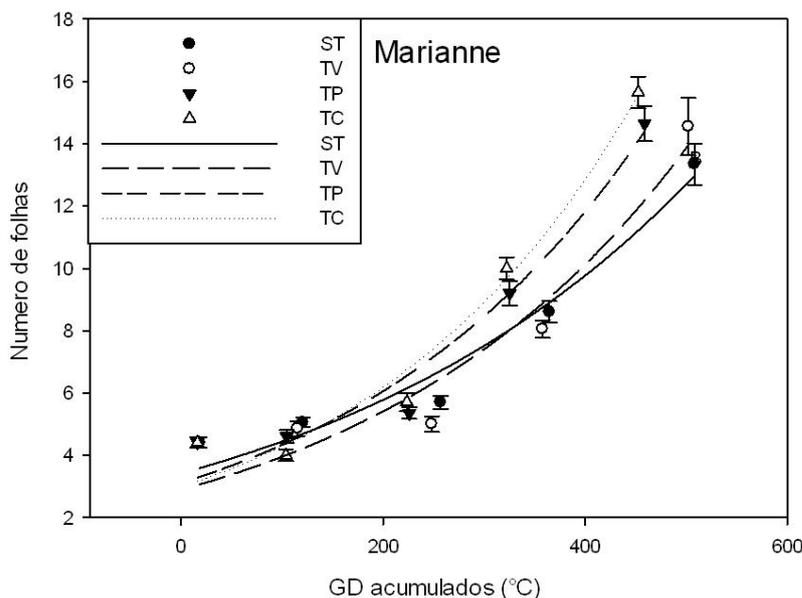


Figura 5- Valores observados para número de folhas da alface cv. Marianne em função dos graus dias acumulados (GD) e as curvas ajustadas pelo modelo sigmoideal em quatro ambientes.

Para o ajuste das curvas de crescimento do número de folhas da variedade Marianne, foi utilizada a equação sigmoideal genérica abaixo, em que GD representa o acúmulo de graus ($^{\circ}\text{C}$) no período experimental, NF o número de folhas e a , b e x_0 são parâmetros de ajuste da equação.

$$NF = \frac{a}{1 + e^{-\left(\frac{GD - x_0}{b}\right)}}$$

Na Tabela 5 é possível observar que os ajustes das equações obtiveram altos valores de coeficientes de determinação, sendo todos superiores a 0,92, e que o ambiente que apresentou maior valor para o coeficiente de determinação foi ST (0,98).

Tabela 5- Parâmetros para ajuste da equação para número de folhas da variedade Marianne em quatro ambientes diferentes, em função do acúmulo térmico em $^{\circ}\text{C}$ e seus correspondentes coeficientes de determinação

Marianne				
Ambientes	a	b	x_0	R^2
ST	1131470213	380,8817	7472,149	0,98
TV	73185076,9	318,9638	5437,577	0,93
TP	999668918	299,2162	5861,751	0,96
TC	1191973380	273,5400	5418,550	0,97

Na Tabela 6 são apresentados os resultados do teste de comparação múltipla de médias, através do teste de Tukey, para a variedade Marianne, em relação ao ambiente e os dias após transplante para a bancada de crescimento. Entre os ambientes, o que apresentou melhor resultado foi o TC, sendo, também, o ambiente que apresentou o menor acúmulo de GD e a menor área não útil, respectivamente com 452°C e 81°C. O ambiente com subcobertura TC obteve um número médio de 15 folhas por planta, resultados similares aos encontrados por Santana (2009), em estudos com alface orgânica e Costa; Leal (2009), em trabalho realizado com alface hidropônica.

Para a variedade Marianne, o ambiente que apresentou plantas com o menor número de folhas foi o ST, com uma média de 13 folhas por planta, sendo que os GD acumulados deste ambiente foram de 508,25°C e uma zona não útil de 111°C na colheita das plantas. Os ambientes que apresentaram os piores resultados com relação ao número de folhas foram os que obtiveram os maiores valores acumulados de GD e as maiores área não úteis, constituindo os ambientes ST e TV com uma acumulação de 508,25 e 502,19°C, respectivamente, num período de 26 dias e uma área não útil de 111 e 103°C respectivamente e para o mesmo período. Com isso, foi possível observar que o acúmulo térmico excessivo junto a uma maior área não útil pode ser prejudicial ao desenvolvimento de plantas de alface da variedade Marianne com relação ao número de folhas.

A variedade Marianne começou a apresentar diferença estatística em relação ao número de folhas por planta entre os ambientes, a partir da terceira coleta. Neste período, também foi possível observar uma diferença numérica no acúmulo de GD entre os ambientes (Figura 3), sendo que é possível observar na Tabela 6, dois grupos bem similares o TP com valores GD acumulados próximos ao TC e o ST com relação ao TV, grupos que apresentam os maiores valores de acúmulo térmico com relação aos outros tratamentos.

Tabela 6- Número de folhas de alface variedade Marianne com relação ao ambiente e período de dias após o transplante.

Dias (período)	ST	TV	TP	TC
0(1)	4 cA	4 Ca	4 cA	4 cdA
6(2)	5 cA	4 cA	5 cA	4 dA
13(3)	5 cAB	4 cB	5 cAB	6 cA
19(4)	9 bB	8 bB	9 bAB	10 bBA
26(5)	13 aB	15 aAB	15 aAB	16 aA

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem ao nível de 1%, pelo Teste de Tukey.

4.2.1.2 Verônica

Na Figura 6 é apresentado o crescimento da alface variedade Verônica em função dos ambientes, no qual é possível observar que TC apresentou o menor acúmulo térmico e também o maior número de folhas. Já em relação ao ambiente que apresentou o menor número de folhas (TV), é possível observar que este possui um dos maiores acúmulos térmicos entre os tratamentos estudados e a segunda maior área não útil entre os tratamentos. Contudo para esta variedade, os ambientes TP e ST apresentaram comportamentos aproximados com relação ao número de folhas.

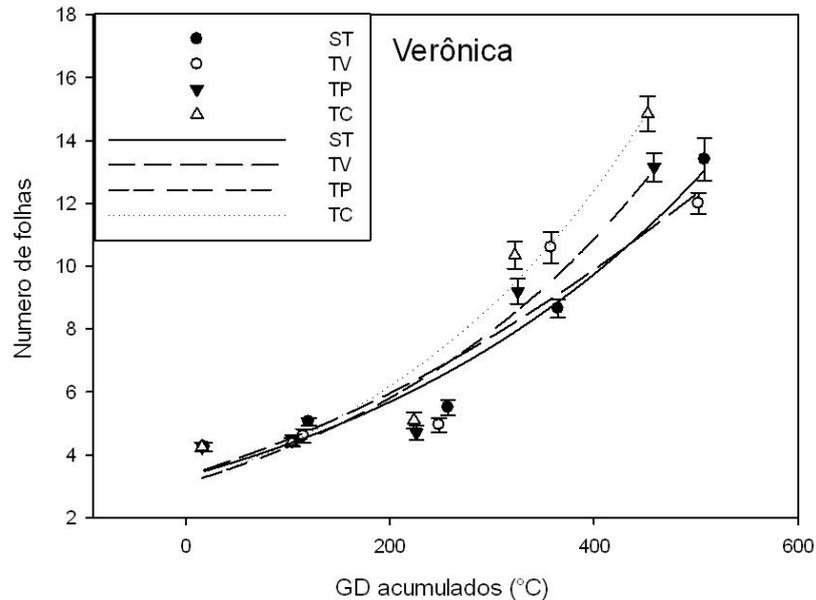


Figura 6- Valores observados para número de folhas da alface cv. Verônica em função de graus dias acumulados (GD) e as curvas ajustadas pelo modelo sigmoideal em quatro ambientes.

Para o ajuste das curvas de crescimento do número de folhas da variedade Verônica, foi utilizada a equação sigmoideal genérica abaixo, em que GD representa o acúmulo de graus (°C) no período, NF o número de folhas e a , b e x_0 são parâmetros de ajuste da equação.

$$NF = \frac{a}{1 + e^{-\left(\frac{GD - x_0}{b}\right)}}$$

Na Tabela 7 é possível observar que os ajustes das equações obtiveram ótimos valores de coeficientes de determinação, sendo a maioria superior a 0,92, com exceção do ambiente TV que obteve coeficiente de determinação de 0,87, sendo o que apresentou o menor valor para o parâmetro de ajuste a . Este, por ser o único numerador da equação, apresenta grande influência no ajuste dos dados. O ambiente TV apresentou o menor valor de coeficiente de determinação (0,87), sendo que este ambiente apresentou um número médio de folhas aproximada do obtido pelo ambiente TC, contudo, durante a quinta coleta, TV apresentou um baixo crescimento em relação aos outros tratamentos (Figura 6).

Tabela 7- Parâmetros para equação de ajuste do número de folhas da variedade Verônica em quatro ambientes diferentes, em função do acúmulo térmico em °C e seus correspondentes coeficientes de determinação.

Verônica				
Ambientes	a	b	x_0	R^2
ST	940765197	370,4716	7211,214	0,96
TV	30,7184	293,7318	618,5604	0,87
TP	1228900695	318,8983	6313,544	0,93
TC	1125519622	286,9871	5658,588	0,95

Na Tabela 8 são apresentados os resultados do teste de comparação múltipla de médias, através do teste de Tukey, para a variedade Verônica, em relação ao ambiente e aos dias após o transplante. Entre os ambientes envolvidos no estudo, o que apresentou melhor resultado foi TC, sendo, também, o ambiente que apresentou o menor acúmulo térmico (452°C) e menor área útil. TC obteve um número médio de 15 folhas por planta, valores que corroboram com os observados por Santana (2009) e Costa; Leal (2009), em trabalhos realizados com alface orgânica e hidropônica, respectivamente.

Para a variedade Verônica, o ambiente que apresentou plantas com o menor número de folhas foi o TV, com uma média de 12 folhas por planta, valor inferior aos encontrados anteriormente na variedade Marianne, em ST. Contudo, ainda é válido ressaltar que apesar da variedade Verônica ter apresentado bons resultados para TC, o mesmo comportamento não foi observado em TP, mesmo apresentando um comportamento similar ao TC, podendo indicar não só uma influência do acúmulo térmico como responsável pela redução do número de folhas, mas também de outros fatores como o espectro de luz imposto ao ambiente pelos tratamentos.

A partir da quarta coleta de dados, a variedade Verônica começou a apresentar diferença estatística com relação ao número de folhas por planta entre os ambientes. Assim, é possível observar que em TV houve um aumento significativo do número de folhas entre a

terceira e a quarta coleta, porém, entre a quarta e quinta coleta, o que houve foi uma estagnação do crescimento.

Tabela 8- Número de folhas de alface variedade Verônica com relação ao ambiente e período de dias após o transplante.

Dias (período)	ST	TV	TP	TC
0(1)	4 cA	4 cA	4 cA	4 cA
6(2)	5 cA	4 cA	4 cA	4 cA
13(3)	5 cA	4 cA	4 cA	5 cA
19(4)	9 bC	10 bA	9 bBC	10 bAB
26(5)	13 aB	12 aC	13 aBC	15 aA

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem ao nível de 1%, pelo Teste de Tukey.

Com relação às variedades Marianne e Verônica, pode-se observar que, para ambas, o ambiente TC apresentou o maior número de folhas totais. Muito embora a variedade Marianne tenha apresentado uma média de folhas maiores que a variedade Verônica, a mesma passou a apresentar um menor número quando cultivada no ambiente ST, enquanto que a variedade Verônica manifestou menor número de folhas médias em TV, contudo estes dois ambientes apresentam valores de área não úteis bem aproximados, 111 e 103°C, respectivamente para ST e TV.

4.2.2 Número de folhas maiores que 10 cm

4.2.2.1 Marianne

Na Figura 7, é apresentado o número de folhas maiores que 10 cm da alface variedade Marianne, durante o período de experimento em função dos ambientes. Como observado, para o número total de folhas, o número de folhas maiores que 10 cm também ajustou-se a um comportamento sigmoidal, representado pela equação genérica abaixo e pela Tabela 9.

Ainda na Figura 7, é possível observar o aumento gradual do acúmulo térmico entre os tratamentos, onde na última coleta de dados observou-se dois padrões distintos: os que apresentam menor acúmulo térmico com um maior número de folhas maiores que 10 cm (TC e TP), e os de maior acúmulo térmico (ST e TV) com um menor número de folhas

maiores que 10 cm. Nessa mesma figura, percebe-se, também, que o erro padrão médio (EPM), que foi maior para TV (0,8) na última coleta, indicando maior variação da amostra quando comparado aos outros tratamentos, que obtiveram EPM de 0,5, em média.

Os ambientes TP e TC, que apresentaram menor acúmulo térmico ao fim do experimento (<455°C) e uma menor área não útil, alcançaram uma média de 13 folhas por planta, valores pouco superiores aos encontrados por Blat *et al.*, (2011) e Sanchez (2007). Isso indica que a redução no número de folhas maiores que 10 cm está ligada diretamente ao acúmulo térmico sofrido pela planta.

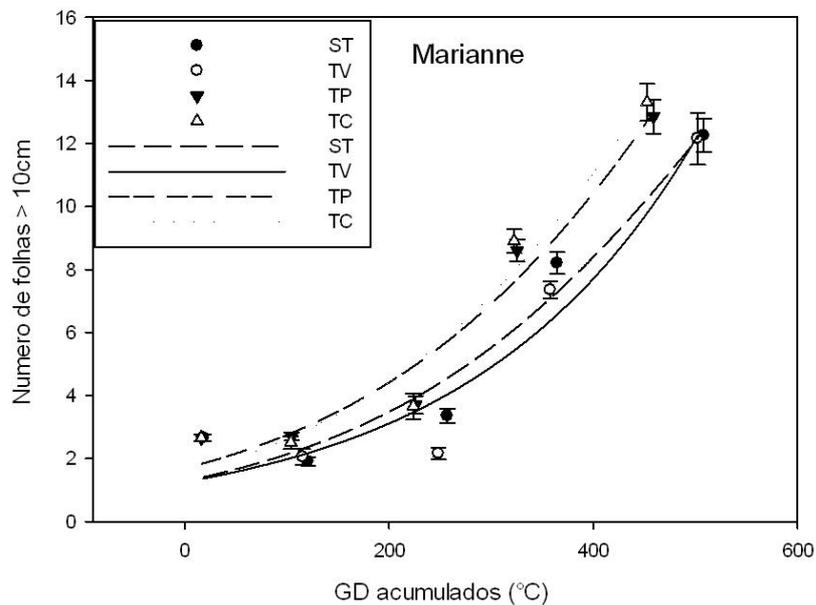


Figura 7- Valores observados para número de folhas maiores que 10 cm de alface cv. Marianne em função de graus dias acumulados (GD) e as curvas ajustadas pelo modelo sigmoidal em quatro ambientes.

Para o ajuste das curvas de crescimento do número de folhas maiores que 10 cm da variedade Marianne, foi utilizada a equação sigmoidal genérica abaixo, em que GD representa o acúmulo de graus (°C) no período, NF10 é o número de folhas maiores que 10 cm e a , b e x_0 são parâmetros de ajuste da equação.

$$NF10 = \frac{a}{1 + e^{-\left(\frac{GD - x_0}{b}\right)}}$$

De acordo com a Tabela 9, é possível observar que os ajustes das equações obtiveram ótimos valores de coeficientes de determinação, onde a maioria mostrou-se superior a 0,91. Como já observado anteriormente, em relação ao número total de folhas da

variedade Marianne, TV apresentou o menor valor para coeficiente de determinação entre os ambientes, quanto ao número de folhas maiores que 10 cm ($R^2=0,92$).

Tabela 9- Parâmetros para equação de ajuste do número de folhas maiores que 10 cm da variedade Marianne, em quatro ambientes diferentes, em função do acúmulo térmico em °C e seus correspondentes coeficientes de determinação.

Marianne				
Ambientes	<i>a</i>	<i>b</i>	x_0	R^2
ST	31,702	186,6597	590,6959	0,94
TV	777046687	220,5873	4465,201	0,92
TP	42,7211	194,0993	619,5543	0,96
TC	34,5656	171,7749	529,8768	0,95

Na Tabela 10 são apresentados os resultados do teste de comparação múltipla de médias, através do teste de Tukey, para a variedade Marianne, com relação ao ambiente. Entre eles os que apresentaram melhores resultados foram TC e TP, ambientes que demonstraram o menor acúmulo térmico entre os tratamentos, lembrando que o ambiente ST apresentou um comportamento intermediário entre TC/TP e TV. Vale ressaltar ainda, que, por não ter havido uma interação significativa entre o ambiente e o tempo, os valores médios apresentados na Tabela 10 são relativamente baixos, por expressarem uma média geral do ambiente em todo o período.

Tabela 10- Média do número de folhas maiores que 10 cm de alface variedade Marianne com relação ao ambiente.

Ambientes	NF>10cm
ST	5 ab
TV	5 b
TP	6 a
TC	6 a

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem ao nível de 1%, pelo Teste de Tukey.

4.2.2.2 Verônica

Na Figura 8 é apresentada a curva de crescimento para o número de folhas maiores que 10 cm para a variedade Verônica, onde é possível observar que esta variedade obteve o melhor desempenho no ambiente TC, sendo que os ambientes TP e ST apresentaram

comportamento similar. TC demonstrou um crescimento mais acentuado quando relacionado ao TV, que apresentou os piores resultados

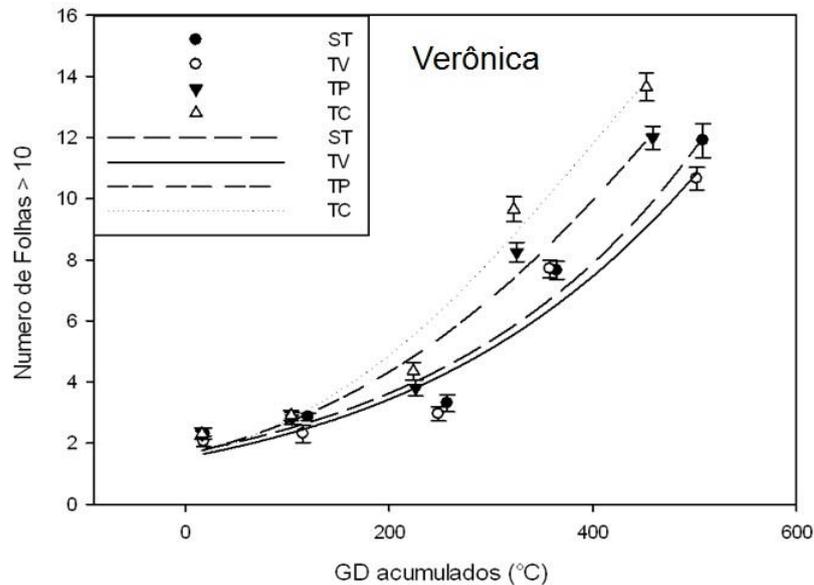


Figura 8- Valores observados para número de folhas maiores que 10 cm de alface cv. Verônica, em função de graus dias acumulados (GD) e as curvas ajustadas pelo modelo sigmoidal em quatro ambientes.

Para o ajuste das curvas de crescimento do número de folhas da variedade Verônica, foi utilizada a equação sigmoidal genérica abaixo, em que GD representa o acúmulo de graus (°C) no período, NF10 é o número de folhas maiores que 10 cm e a , b e x_0 são parâmetros de ajuste da equação.

$$NF10 = \frac{a}{1 + e^{-\left(\frac{GD - x_0}{b}\right)}}$$

De acordo com a Tabela 11, nota-se que os ajustes das equações evidenciaram ótimos valores de coeficientes de determinação, sendo a maioria superior a 0,95, com exceção para o ambiente TV que obteve coeficiente de determinação 0,88, como observado em outros parâmetros já vistos.

Tabela 11- Parâmetros para equação de ajuste do número de folhas maiores que 10 cm da variedade Verônica, em quatros ambientes diferentes, em função do acúmulo térmico em °C e seus correspondentes coeficientes de determinação.

Ambientes	Verônica			
	<i>a</i>	<i>b</i>	x_0	R^2
ST	8,3E+08	257,8985	5163,911	0,96
TV	73,0026	239,2762	920,0206	0,88
TP	28,7484	182,998	516,4765	0,97
TC	22,8443	145,7934	390,4335	0,97

Para a variedade Verônica, o número de folhas maiores que 10 cm começou a apresentar diferença estatística significativa a partir da terceira coleta de dados, onde, nesse período, houve um maior número de folhas maiores que 10 cm em TC e os piores resultados obtidos em TV. Durante a última coleta foram observados três comportamentos: o de TC com o maior número de folhas, o de ST e TP apresentando o mesmo comportamento e TV com os piores rendimentos finais. Estes resultados corroboram com os encontrados por Sousa Neto *et al.* (2010), que detectaram um incremento do número de folhas com o uso de tela termorrefletora quando comparado com o uso de tela pretas.

Tabela 12- Número de folhas maiores que 10 cm de alface variedade Verônica, com relação ao ambiente e período de dias após o transplante.

Dias (período)	ST	TV	TP	TC
0(1)	2 cA	2 cA	2 dA	2 dA
6(2)	3 cA	3 cA	3 cdA	3 dA
13(3)	3 cB	2 cC	4 cAB	4 cA
19(4)	8 bB	8 bB	8 bB	10 bA
26(5)	12 aB	11 aC	12 aB	14 aA

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem ao nível de 1%, pelo teste de Tukey.

Com relação ao número de folhas maiores que 10 cm, as variedades Marianne e Verônica obtiveram melhores desempenhos quando cultivadas no ambiente com tela termorrefletora, contudo a variedade Marianne apresentou um número médio dessas folhas superior ao observado na variedade Verônica, demonstrando, respectivamente, 15 e 14 folhas por planta.

Ainda se tratando do número de folhas maiores que 10 cm, o ambiente que apresentou o pior desempenho foi TV, com médias de 12 e 11 folhas maiores que 10 cm por planta, para as variedades Marianne e Verônica, respectivamente.

4.2.3 Índice de área foliar (IAF)

4.2.3.1 Marianne

Na variedade Marianne, os ambientes que apresentaram maiores valores de IAF foram TP e TC, respectivamente (14 e 11 $\text{m}^2.\text{m}^{-2}$) (Figura 9), sendo, também, os ambientes com os menores acúmulos térmicos (458 e 452 $^{\circ}\text{C}$) e menores áreas não úteis. Esses maiores valores de IAF apresentados por TP e TC corroboram com Luz (2008) e Macedo (2004), que encontraram valores de IAF entre 10 e 13 $\text{m}^2.\text{m}^{-2}$, contudo, são inferiores aos encontrados por Gonçalves *et al.* (2005) e superiores aos observados por Segovia *et al.* (1997).

Segundo Novo *et al.* (2005), o IAF representa a razão entre a área ocupada pelas folhas da planta e a área do terreno disponível para seu cultivo. Esse índice é muito utilizado em modelos de produtividade primária, visto que a fotossíntese é realizada pelas folhas. Essa variável está diretamente ligada à transpiração e, indiretamente, à eficiência do uso da água (Lang; McMurtrie, 1992).

O IAF, por se tratar de uma análise de crescimento não linear (OLIVEIRA *et al.*, 2002), ajustou-se bem ao modelo sigmoidal, como demonstrado pelos coeficientes de determinação na Tabela 13. Andrade *et al.* (2005), em estudos com capim-elefante e Kunz *et al.* (2007), em pesquisas com milho, evidenciam que o modelo sigmoidal com três parâmetros é o que melhor se adéqua à evolução de IAF em função de graus dias acumulados.

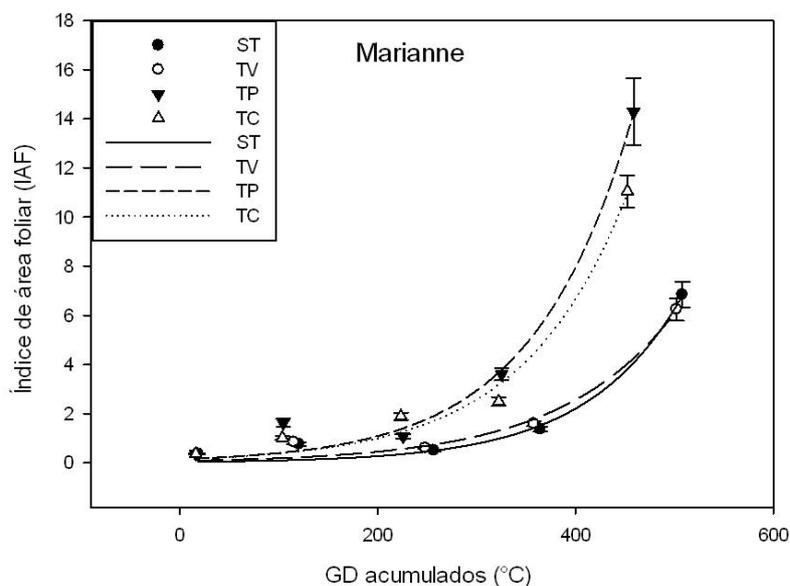


Figura 9- Valores observados para IAF ($\text{cm}^2 \cdot \text{cm}^{-2}$) de alface cv. Marianne, em função de graus dias acumulados (GD) e as curvas ajustadas pelo modelo sigmoidal em quatro ambientes.

$$IAF = \frac{a}{1 + e^{-\left(\frac{GD - x_0}{b}\right)}}$$

Onde GD representa o acúmulo de graus ($^{\circ}\text{C}$) no período, IAF Índice de área foliar e a , b e x_0 são parâmetros de ajuste da equação.

Na Tabela 13 são apresentados os valores dos coeficientes de determinação com seus respectivos parâmetros de ajustes para os quatros ambientes, na qual é possível observar os altos valores de R^2 para todos os tratamentos.

Tabela 13- Parâmetros para equação de ajuste do IAF da variedade Marianne em quatro ambientes diferentes, em função do acúmulo térmico em $^{\circ}\text{C}$ (GD acumulados) e seus correspondentes coeficientes de determinação.

Marianne				
Ambientes	a	b	x_0	R^2
ST	403756094	95,8927	2224,499	0,98
TV	404668397	115,5371	2581,286	0,97
TP	903453217	100,5511	2265,340	0,97
TC	605423238	105,2196	2328,410	0,98

Na Tabela 14 são apontados os resultados do teste de comparação múltipla de médias, através do teste de Tukey, para a variedade Marianne, na qual é possível observar que até o segundo período de coleta não houve diferença estatística significativa entre os ambientes, no entanto, a partir deste período, os tratamentos começaram a diferenciar-se. Durante a terceira coleta de dados, o ambiente com maior valor de IAF foi TC, com $1 \text{ m}^2 \cdot \text{m}^{-2}$ maior que o TV, ambiente este, que apresentou os menores valores para IAF. Já na quarta coleta, ST, TV e TP apresentaram o mesmo comportamento, com valores abaixo de TC. E, finalmente, na quinta coleta, TC apresentou menores valores que TP, comportamento similar ao encontrado por Rocha (2007), em trabalhos realizados com tomate. Contudo os ambientes que apresentaram um menor acúmulo de GD e uma menor área não útil obtiveram os melhores resultados entre os tratamentos.

Tabela 14- Média de IAF ($\text{cm}^2 \cdot \text{cm}^{-2}$) de alface variedade Marianne com relação ao ambiente e período de dias após o transplante.

Dias (período)	ST	TV	TP	TC
0(1)	0,36 bA	0,36 bA	0,36 cA	0,36 cA
6(2)	0,75 bA	0,84 bA	1,62 cA	1,01 bcA
13(3)	0,49 bA	0,60 bA	1,07 cA	1,89 bA
19(4)	1,35 bB	1,58 bB	3,60 bA	2,49 bAB
26(5)	6,83 aC	6,23 aC	14,28 aA	11,05 aB

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem ao nível de 1%, pelo teste de Tukey.

4.2.3.2 Verônica

Na Figura 10, é apresentada a evolução do IAF de alface variedade Verônica em função do acúmulo térmico, onde é possível observar que os ambientes com maiores valores de IAF foram os que apresentaram o menor acúmulo térmico (TP e TC), e o ambiente com menor valor de IAF, para a última coleta, foi TV, com $5 \text{ m}^2 \cdot \text{m}^{-2}$. Como demonstrados para a variedade Marianne, a variedade Verônica apresentou ajuste sigmoidal com ótimos valores de coeficientes de determinação (Tabela 15).

Quanto à evolução do IAF entre os ambientes, é possível observar que TP apresentou um crescimento mais acentuado entre a quarta e a quinta coleta, se comparado aos demais ambientes.

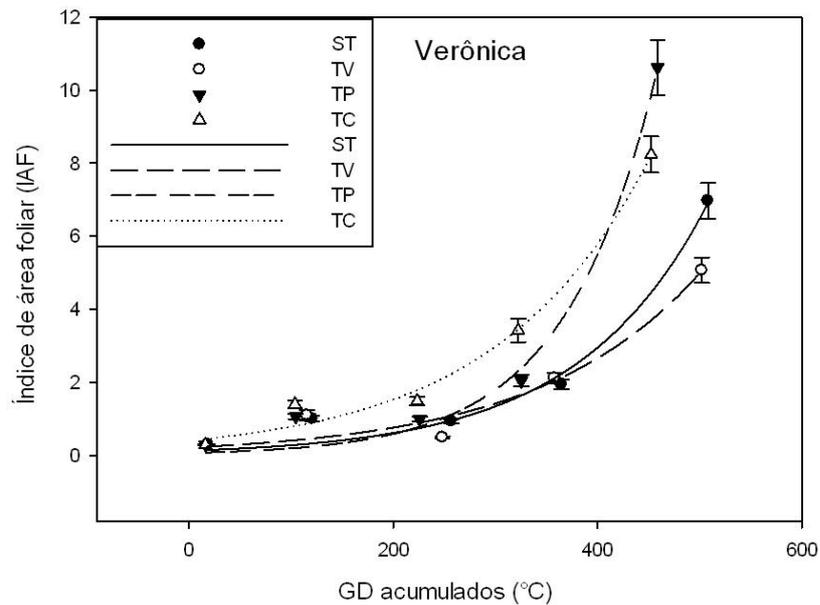


Figura 10- Valores observados para IAF ($\text{cm}^2.\text{cm}^{-2}$) de alface cv. Verônica em função dos graus dias acumulados (GD) e as curvas ajustadas pelo modelo sigmoidal em quatro ambientes.

Para o ajuste das curvas de evolução do IAF, para a variedade Verônica, foi utilizada a equação sigmoidal genérica abaixo, em que GD representa o acúmulo de graus ($^{\circ}\text{C}$) no período, IAF índice de área foliar e a , b e x_0 são parâmetros de ajuste da equação.

$$IAF = \frac{a}{1 + e^{-\left(\frac{GD-x_0}{b}\right)}}$$

Os coeficientes de determinação para o ajuste da equação aos dados foram altos para todos os ambientes, sendo que ST, TP e TC apresentaram R^2 igual a 0,98, enquanto que TV apresentou o menor R^2 entre os ambientes (0,95). Esses valores de R^2 são próximos aos encontrados por Rocha (2007), em estudo com tomateiro.

Tabela 15- Parâmetros para equação de ajuste do IAF da variedade Verônica em quatro ambientes diferentes, em função do acúmulo térmico em $^{\circ}\text{C}$ e seus correspondentes coeficientes de determinação.

Verônica				
Ambientes	a	b	x_0	R^2
ST	500803623,8	126,9217	2805,47	0,98
TV	331565756,7	159,37	3371,26	0,95
TP	136320911	89,5102	1924,36	0,98
TC	485920034,7	149,945	3136,11	0,98

Na Tabela 16 são apresentados os resultados do teste de comparação múltipla de médias, através do teste de Tukey, para a variedade Verônica, na qual é possível observar que até o segundo período de coleta não houve diferença estatística significativa entre os ambientes, porém, a partir desse período os tratamentos começaram a se diferenciar. Observando a terceira coleta de dados, o ambiente com maior valor de IAF foi TC (1,48 $\text{m}^2 \cdot \text{m}^{-2}$), e o ambiente com menor valor de IAF foi TV, além disso, ST e TP apresentaram comportamento intermediário entre TC e TV. Na quarta coleta, ST, TV e TP demonstraram o mesmo comportamento, com valores abaixo de TC, assim como os apresentados na variedade Marianne. Já na quinta coleta, TC apresentou valores de IAF menores que TP, comportamento similares ao encontrado por Rocha (2007), em trabalhos realizados com tomate. Por fim, o ambiente que apresentou o menor índice de área foliar na última coleta foi TV, com 5,06 $\text{m}^2 \cdot \text{m}^{-2}$.

Tabela 16. Média de IAF ($\text{cm}^2 \cdot \text{cm}^{-2}$) de alface variedade Verônica com relação ao ambiente e período de dias após o transplante.

Dias (período)	ST	TV	TP	TC
0(1)	0,29 cA	0,29 cA	0,29 cA	0,29 dA
6(2)	0,99 bcA	1,09 bcA	1,06 bcA	1,39 cA
13(3)	0,93 bcAB	0,48 cB	0,99 cAB	1,48 cA
19(4)	1,94 bB	2,11 bB	2,04 bB	3,41 bA
26(5)	6,96 aC	5,06 aD	10,61 aA	8,23 aB

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem ao nível de 1%, pelo teste de Tukey.

O índice de área foliar apresentou praticamente o mesmo comportamento entre as variedades no ambiente TP, que demonstrou os maiores valores de IAF (14,28 e 10,61 $\text{m}^2 \cdot \text{m}^{-2}$ respectivamente para Marianne e Verônica) e os menores valores de graus dias acumulados e também a menor área não útil. Ainda foi possível observar maiores valores médios de IAF para a variedade Marianne em relação à variedade Verônica. Os ambientes ST e TV que apresentaram maiores valores de acumulação foram os que apresentaram menores valores de IAF durante a última coleta, para ambas as variedades.

4.2.4 Razão de peso foliar (RPF)

4.2.4.1 Marianne

Na Figura 11 é apresentado o comportamento da Razão de peso foliar (RPF) para a variedade Marianne com relação aos GD acumulados. RPF é a razão entre o peso de matéria seca retida nas folhas e o peso de matéria seca acumulada em toda a planta, sendo que esta representa a fração de matéria seca não-exportada das folhas para as outras partes da planta (BENINCASA, 1988).

A RPF na variedade Marianne apresentou um decréscimo gradativo desde a primeira até a quarta coleta de dados, no entanto, durante a última etapa foi observado um crescimento significativo da RPF. Os menores valores foram obtidos entre a terceira e a quarta coleta, onde os resultados mostram 0,53; 0,47; 0,55; 0,51 g.g^{-1} , respectivamente, para ST, TV, TP e TC. Os maiores valores de RPF encontrados na última coleta em relação aos valores encontrados na primeira coleta indicam um maior acúmulo proporcional de massa seca na do que em outras áreas da planta.

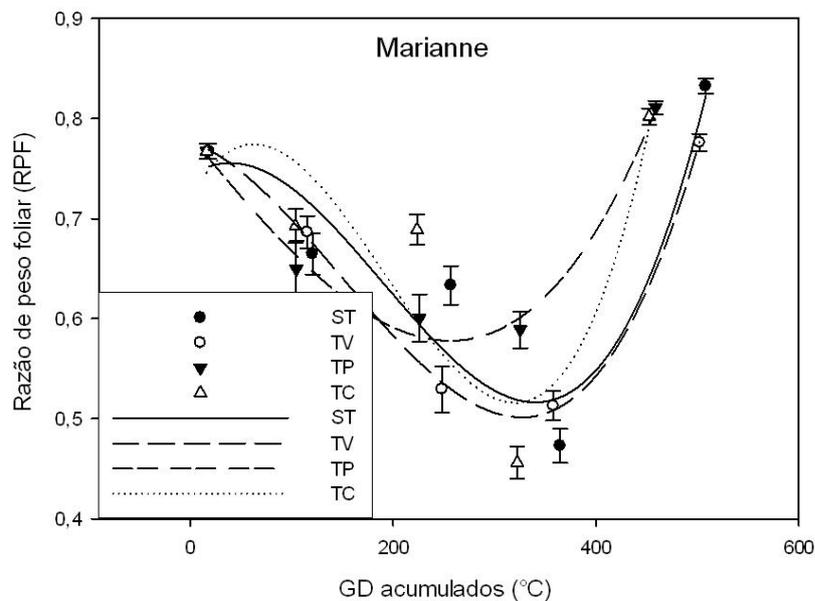


Figura 11- Valores observados para Razão de peso foliar (g.g^{-1}) de alface cv. Marianne, em função dos graus dias acumulados (GD) e as curvas ajustadas pelo modelo polinomial de 3°, em quatro ambientes.

Para o ajuste das curvas de evolução da RPF da variedade Marianne, foi utilizada a equação polinomial de 3º genérica abaixo, em que GD representa o acúmulo de graus (°C) no período, RPF Razão de peso foliar e a , b , c e y_0 são parâmetros de ajuste da equação.

$$RPF = y_0 + aGD + bGD^2 + cGD^3$$

Na Tabela 17 são apresentados os parâmetros para o ajuste da equação para RPF e seus respectivos coeficientes de determinação. Em relação aos coeficientes de determinação, foi possível observar que o menor valor foi encontrado em TC (0,77) e o maior valor em TV (0,99). Esse baixo valor de R^2 em TC deu-se pela grande variação entre a terceira e a quarta coleta, que foi superior aos outros tratamentos.

Tabela 17- Parâmetros para equação de ajuste da RPF da variedade Marianne, em quatro ambientes diferentes, em função do acúmulo térmico em °C e seus correspondentes coeficientes de determinação.

Marianne					
Ambientes	y_0	a	b	c	R^2
ST	0,7422	0,0007	-1,00E-05	1,76E-08	0,86
TV	0,7769	-0,0003	-5,66E-06	1,26E-08	0,99
TP	0,783	-0,0012	3,35E-07	5,44E-09	0,98
TC	0,7212	0,0018	-1,74E-05	3,02E-08	0,77

Na Tabela 18 é apresentada a média de RPF para alface variedade Marianne, na qual é possível observar que foram encontrados maiores valores de RPF na primeira e última coleta, sendo que nas coletas intermediárias os valores variaram de 0,45 a 0,69 $g.g^{-1}$. O maior valor de RPF foi encontrado em ST durante a última coleta (0,83 $g.g^{-1}$), e o menor foi em TC, durante a quarta coleta (0,45 $g.g^{-1}$). Esses valores estão de acordo com o encontrado por Lopes *et al.* (2010), que observaram uma variação de 0,50 a 0,80 $g.g^{-1}$ nos estudos com doses de potássio em alface. Segundo Peixoto (2011), a RPF expressa a fração de matéria seca assimilada pela folha.

Para a variedade Marianne não foi encontrada diferença significativa entre os ambientes durante a primeira, segunda e quinta coleta. A terceira coleta foi constatada como o período de maior variação dos tratamentos entre os ambientes. Já na quarta coleta, o único ambiente que apresentou diferença significativa foi TP, com valor de RPF superior aos outros tratamentos.

Tabela 18- Média de RPF ($\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$) de alface variedade Marianne com relação ao ambiente e período de dias após o transplante.

Dias (período)	ST	TV	TP	TC
0(1)	0,76 bA	0,76 aA	0,76 aA	0,76 aA
6(2)	0,66 cA	0,68 bA	0,64 bA	0,69 bA
13(3)	0,63 cAB	0,52 cC	0,60 bB	0,68 bA
19(4)	0,47 dB	0,51 cB	0,58 bA	0,45 cB
26(5)	0,83 aA	0,77 aA	0,81 aA	0,80 aA

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem ao nível de 1%, pelo teste de Tukey.

4.2.4.2 Verônica

Na Figura 12 é apresentado o comportamento da Razão de peso foliar para a variedade Verônica com relação aos GD acumulados, no qual se observou uma redução dos valores de RPF desde a primeira até a quarta coleta, onde houve um crescimento mais acentuado em todos os ambientes, ultrapassando, inclusive, os valores encontrados durante a primeira coleta. Em relação ao acúmulo térmico, só foram observadas similaridades entre os ambientes, durante a terceira e quinta coleta, onde os ambientes com menor acúmulo térmico apresentaram os maiores valores de RPF no período.

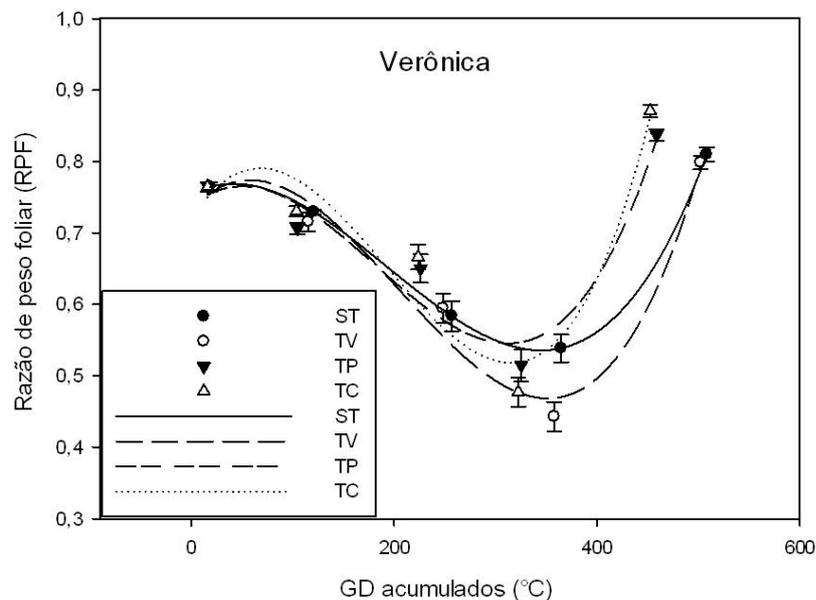


Figura 12- Valores observados para Razão de peso foliar ($\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$) de alface cv. Verônica em função dos graus dias acumulados (GD) e as curvas ajustadas pelo modelo polinomial de 3º em quatro ambientes.

Para o ajuste das curvas de evolução da RPF para a variedade Verônica com relação ao acúmulo térmico do ambiente, foi utilizada a equação polinomial de 3º genérica abaixo, em que GD representa o acúmulo de graus dia (°C) no período, RPF Razão de peso foliar e a , b , c e y_0 são parâmetros de ajuste da equação.

$$RPF = y_0 + aGD + bGD^2 + cGD^3$$

Na aplicação da fórmula genérica acima, juntamente com os parâmetros de ajustes apresentados na Tabela 19, foi possível encontrar os valores mínimos para RPF em cada ambiente, onde se obteve: 0,51; 0,51; 0,58 e 0,51 respectivamente para ST, TV, TP e TC. Quanto aos coeficientes de determinação, o melhor ajuste foi encontrado em ST e o menor valor de R^2 foi encontrado em TC (0,90). Diante disso, o comportamento da RPF entre os ambientes apresentou maior regularidade com relação ao ajuste das curvas na variedade Verônica que na variedade Marianne.

Tabela 19- Parâmetros para equação de ajuste da RPF da variedade Verônica em quatro ambientes diferentes, em função do acúmulo térmico em °C e seus correspondentes coeficientes de determinação.

Verônica					
Ambientes	y_0	a	b	c	R2
ST	0,7546	0,0007	-9,67E-06	1,67E-08	1
TV	0,7335	0,0015	-1,49E-05	2,42E-08	0,96
TP	0,7378	0,0012	-1,33E-05	2,46E-08	0,92
TC	0,7180	0,0023	-2,07E-05	3,60E-08	0,90

Na Tabela 20 são apresentados os resultados do teste de comparação múltipla de médias através do teste de Tukey, para a variedade Verônica, com relação ao ambiente e os dias após o transplante. Em relação aos ambientes, estes não apresentaram diferença significativa durante a primeira e segunda coleta. Já para a terceira coleta é nítida a interferência do acúmulo térmico para a RPF, na qual os ambientes que apresentaram maior acúmulo térmico (ST e TV) apresentaram, também, os menores valores de RPF, comportamento este similar ao encontrado na última coleta e diferindo apenas do ambiente TP, de comportamento intermediário entre TC e ST/TV.

Tabela 20- Média de RPF (g.g^{-1}) de alface variedade Verônica com relação ao ambiente e período de dias após o transplante.

Dias (período)	ST	TV	TP	TC
0(1)	0,76 abA	0,76 abA	0,76 bA	0,76 bA
6(2)	0,72 bA	0,71 bA	0,70 cA	0,73 bA
13(3)	0,58 cB	0,59 cB	0,65 dA	0,66 cA
19(4)	0,53 cA	0,44 dC	0,51 eAB	0,47 dBC
26(5)	0,80 aB	0,79 aB	0,83 aAB	0,87 aA

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem ao nível de 1%, pelo teste de Tukey.

A RPF para as variedades Marianne e Verônica apresentaram comportamento bem similar, onde não foram observadas diferenças estatísticas na primeira e na última coleta, com exceção do ambiente TC para a variedade Verônica, sendo que os ambientes apresentaram diferença significativa da segunda à quarta coleta, em ambas as variedades. De modo geral, a variedade Verônica apresentou valores de RPF superiores aos da variedade Marianne, em todos ambientes, no decorrer da última coleta.

4.2.5 Razão de área foliar (RAF)

4.2.5.1 Marianne

Na Figura 13 é apresentado o comportamento da Razão de área foliar (RAF) para a variedade Marianne com relação aos GD acumulados. A RAF representa a relação entre a área foliar e o peso da matéria seca total da planta, onde esta variável declina enquanto a planta cresce em função do autosombreamento, com a tendência da diminuição da área foliar útil ou fotossinteticamente ativa (responde pela interceptação da radiação luminosa e captação do CO_2 na fotossíntese) para a produção de matéria seca (PEIXOTO, 2011).

Foi observado um decréscimo para os valores em RAF em todos os ambientes a partir da segunda coleta de dados, em que aquele que apresentou menor redução de RAF entre a primeira e a última coleta foi o TP, e o de maior redução de RAF, nesse mesmo período, foi o TV.

O erro padrão médio (EPM) foi relativamente baixo na primeira e na última coleta, enquanto na segunda foram encontrados os maiores valores de EPM, principalmente para TC (89,90).

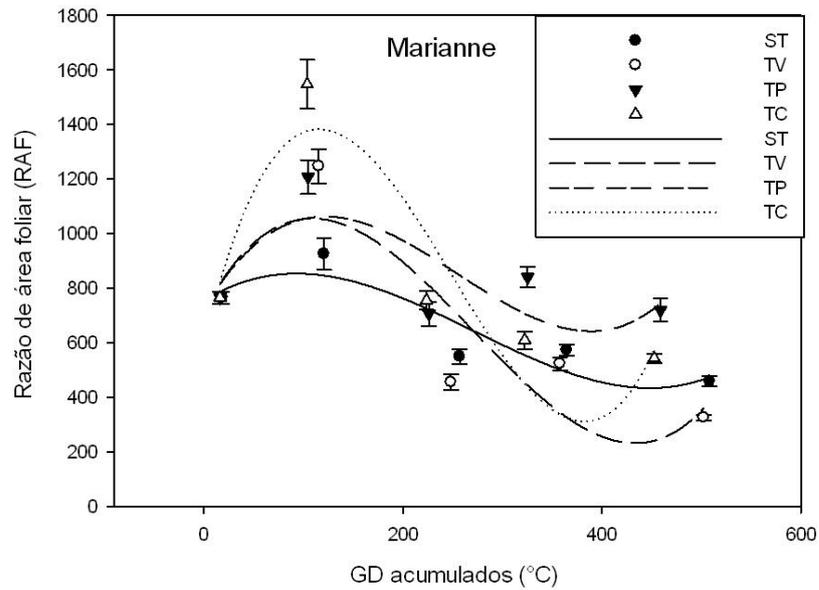


Figura 13- Valores observados para Razão de área foliar ($\text{cm}^2.\text{g}^{-1}$) de alface cv. Marianne em função dos graus dias acumulados (GD) e as curvas ajustadas pelo modelo polinomial de 3º em quatro ambientes.

Para o ajuste das curvas de evolução da RAF para a variedade Marianne com relação ao acúmulo térmico do ambiente, foi utilizada a equação polinomial de 3º genérica abaixo, em que GD representa o acúmulo de graus dia ($^{\circ}\text{C}$) no período, RAF Razão de área foliar e a , b , c e y_0 são parâmetros de ajuste da equação.

$$RAF = y_0 + aGD + bGD^2 + cGD^3$$

Na Tabela 21 são apresentados os valores dos coeficientes de determinação com seus respectivos parâmetros de ajustes para os quatro ambientes, onde é possível observar que TP apresentou o menor valor para o coeficiente de determinação (0,47), enquanto que TC apresentou um R^2 de 0,82.

Tabela 21- Parâmetros para equação de ajuste da RAF da variedade Marianne, em quatro ambientes diferentes, em função do acúmulo térmico em $^{\circ}\text{C}$ (GD acumulados) e seus correspondentes coeficientes de determinação.

Marianne					
Ambientes	y_0	a	b	c	R^2
ST	751,924	2,3466	-1,52E-02	1,88E-05	0,80
TV	718,0314	6,7878	-3,91E-02	4,82E-05	0,71
TP	721,0981	6,2741	-3,39E-02	4,43E-05	0,47
TC	600,797	15,0283	-8,45E-02	1,00E-04	0,82

Na Tabela 20 são apresentados os resultados do teste de comparação múltipla de médias, através do teste de Tukey, para a variedade Marianne, com relação ao ambiente e os dias após transplante. Em relação aos ambientes, estes não apresentaram diferença significativa, apenas durante a primeira coleta, entretanto, para os demais períodos a RAF apresentou diferentes valores entre os ambientes. Apesar de TP e TC não apresentarem o mesmo comportamento estatístico, na última coleta, estes apresentaram valores superiores aos ambientes com maior acúmulo térmico (ST e TV) e maior área não útil.

A variação dos valores de RAF deste trabalho são superiores aos encontrados por Hamada (1993), que observou uma variação de 350 a 480 $\text{cm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$ durante o período de 11 a 36 dias após transplante, e por Macêdo (2004) que encontrou uma variação de 200 a 650 $\text{cm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$. Vale ressaltar que esses autores encontraram um comportamento atípico em seus estudos para a RAF, nos quais os valores finais, na maioria dos casos, foram superiores aos valores iniciais.

Tabela 22- Média de RAF ($\text{cm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$) de alface variedade Marianne com relação ao ambiente e período de dias após o transplante.

Dias (período)	ST	TV	TP	TC
0(1)	764,72 bA	764,72 bA	764,72 bA	764,72 bA
6(2)	925,59 aC	1246,81 aB	1207,45 aB	1547,24 aA
13(3)	548,51 cB	454,23 cdB	705,91 bA	754,81 bcA
19(4)	571,93 cB	521,92 cB	839,82 bA	608,23 cdB
26(5)	458,24 cBC	324,38 dC	718,86 bA	541,73 dB

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem ao nível de 1%, pelo teste de Tukey.

4.2.5.2 Verônica

Na Figura 14 é apresentado o comportamento da Razão de área foliar para a variedade Verônica com relação aos GD acumulados. Como observado na variedade Marianne, o decréscimo da RAF durante o desenvolvimento da cultura foi observado, numericamente, para todos os ambientes com relação à primeira e a última coleta, onde os ambientes que apresentaram menor e maior redução de RAF, nesse período, foram TP e TV, respectivamente. É nítida a similaridade entre as variedades quanto ao comportamento da RAF, na qual em ambas as variedades houve um acréscimo de RAF entre a primeira e segunda coleta e posteriormente a essa, um decréscimo nas demais coletas.

O erro padrão médio apresentou uma menor variação para a variedade Verônica, onde o ambiente que apresentou o maior EPM foi TV, durante a segunda coleta de dados, com resultado de 60,14. De modo geral, a variação do EPM foi relativamente baixa para os tratamentos.

O ambiente que apresentou a menor variação de RAF foi ST, enquanto TC foi o que apresentou a maior variação de RAF entre as coletas.

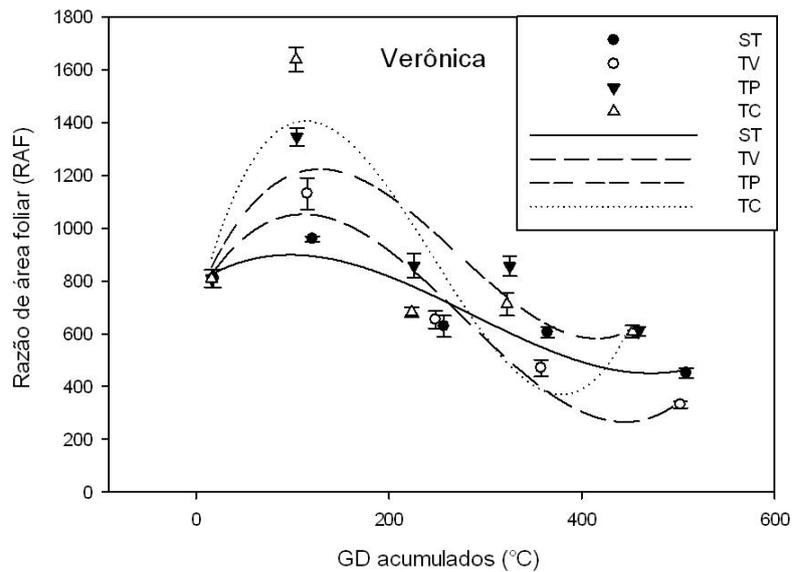


Figura 14- Valores observados para Razão de área foliar ($\text{cm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$) de alface cv. Verônica em função dos graus dias acumulados (GD) e as curvas ajustadas pelo modelo polinomial de 3º em quatro ambientes.

Para o ajuste das curvas de evolução da RAF da variedade Verônica, com relação ao acúmulo térmico do ambiente, foi utilizada a equação polinomial de 3º genérica abaixo, em que GD representa o acúmulo de graus dias ($^{\circ}\text{C}$) no período, RAF Razão de área foliar e a , b , c e y_0 são parâmetros de ajuste da equação.

$$RAF = y_0 + aGD + bGD^2 + cGD^3$$

Na Tabela 23 são apresentados os valores dos coeficientes de determinação com seus respectivos parâmetros de ajustes para os quatro ambientes. Nela é possível observar que TC apresentou o menor valor para o coeficiente de determinação (0,68), porém, superiores ao menor R^2 encontrado na variedade Marianne (0,47 para TP).

Tabela 23- Parâmetros para equação de ajuste da RAF da variedade Verônica em quatro ambientes diferentes, em função do acúmulo térmico em °C (GD acumulados) e seus correspondentes coeficientes de determinação.

Verônica					
Ambientes	y_0	a	b	c	R^2
ST	790,2178	2,3867	-1,47E-02	1,72E-05	0,88
TV	731,6323	6,3044	-3,54E-02	4,25E-05	0,74
TP	723,4432	8,6999	-4,44E-02	5,45E-05	0,75
TC	678,104	14,2494	-8,16E-02	1,00E-04	0,68

Na Tabela 20 são apresentados os resultados do teste de comparação múltipla de médias, através do teste de Tukey, para a variedade Verônica, com relação ao ambiente e os dias após transplante. Quanto aos ambientes, estes apresentaram diferença significativa apenas para a primeira coleta, assim como na variedade Marianne. Para os demais períodos, a RAF apresentou-se de forma variada entre os ambientes, bem como apresentou o mesmo comportamento para TP e TC, diferindo de ST e TV. Diante disso, foi possível observar que para a variedade Verônica, os ambientes com menor acúmulo térmico apresentavam os maiores valores de RAF, respectivamente, 608 e 607 $\text{cm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$ para TP e TC.

A variação dos valores de RAF da variedade Verônica está próxima dos observados na variedade Marianne, contudo são superiores aos encontrados por Hamada (1993) e Macêdo (2004). Vale salientar ainda que esses autores encontraram um comportamento atípico em seus estudos para a RAF, nos quais os valores finais, na maioria dos casos, eram superiores aos valores iniciais.

Tabela 24- Média de RAF ($\text{cm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$) de alface variedade Verônica com relação ao ambiente e período de dias após o transplante.

Dias (período)	ST	TV	TP	TC
0(1)	808,66 bA	808,66 bA	808,66 bA	808,66 bA
6(2)	958,82 aD	1130,05 aC	1345,38 aB	1638,08 aA
13(3)	627,73 cB	652,50 cB	857,67 bA	682,25 bcB
19(4)	604,48 cB	469,34 dC	855,70 bA	711,51 bcB
26(5)	451,55 dB	331,00 eC	608,42 cA	607,45 cA

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem ao nível de 1%, pelo teste de Tukey.

Quanto à RAF, é possível observar que ambas as variedades ajustaram-se ao modelo polinomial de 3º, com os coeficientes de determinação superiores a 0,67, com exceção do ambiente TP para a variedade Marianne.

Em ambas as variedades, os ambientes com menor acúmulo térmico apresentaram os maiores valores para RAF. Os ambientes ST e TV apresentaram valores finais de RAF próximos, entre as variedades estudadas, sendo que o ambiente TV apresentou valores de

RAF iguais a 324 e 331 $\text{cm}^2.\text{g}^{-1}$ para as variedades Marianne e Verônica, respectivamente, além do ambiente ST que mostrou valores de 458 $\text{cm}^2.\text{g}^{-1}$ para a variedade Marianne e 451 $\text{cm}^2.\text{g}^{-1}$ para a variedade Verônica.

4.2.6 Área foliar específica (AFE)

4.2.6.1 Marianne

Na Figura 15 é apresentado o comportamento da Área foliar específica (AFE) para a variedade Marianne com relação aos GD acumulados. Pode-se observar um comportamento oscilante, em relação à RAF, havendo um acréscimo durante a primeira e a segunda coleta, já entre a segunda e a terceira foi constatado um decréscimo, entre a terceira e a quarta coleta o que se percebeu foi um acréscimo nos valores da AFE, e finalmente da quarta para a quinta coleta outro decréscimo, o que evidencia o mesmo comportamento encontrado por Cancellier *et al.* (2010).

Os tratamentos que obtiveram os maiores valores de AFE foram TC e TP, possivelmente pela maior incidência de sombreamento e de luz difusa, como observado por Whatley; Whatley (1982) e Radin *et al.* (2004), além de uma menor área não útil quando comparada com os demais tratamentos. Contudo, em relação à variação de AFE, entre o primeiro e o último tratamento, foi constatada uma redução de 4,4; 5,7; 1,1 e 3,2 $\text{dm}^2.\text{g}^{-1}$ para ST, TV, TP e TC, respectivamente.

O maior valor de erro padrão médio foi observado em TC, durante a segunda coleta (1,10), enquanto o menor valor foi observado em TV, na quinta coleta (0,11).

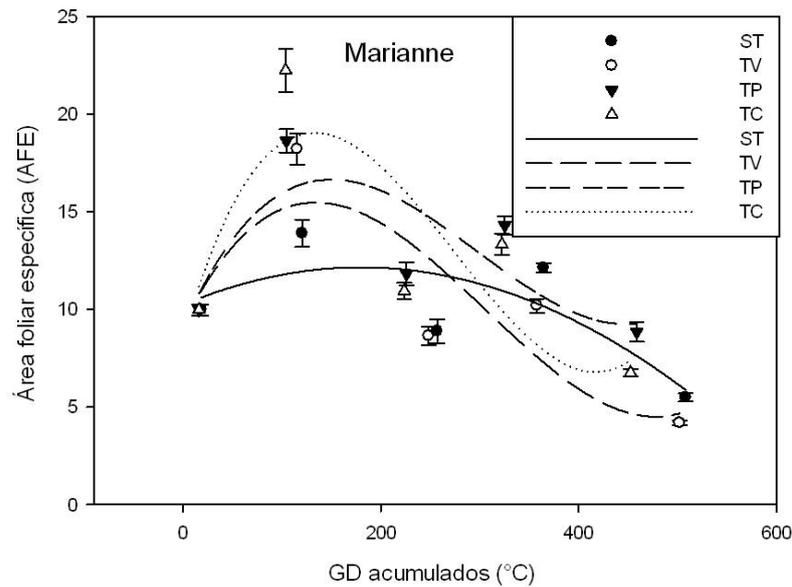


Figura 15- Valores observados para Área foliar específica ($\text{dm}^2\cdot\text{g}^{-1}$) de alface cv. Marianne em função dos graus dias acumulados (GD) e as curvas ajustadas pelo modelo polinomial de 3° em quatro ambientes.

Para o ajuste das curvas de evolução da AFE na variedade Marianne, com relação ao acúmulo térmico do ambiente, foi utilizada a equação polinomial de 3° genérica abaixo, em que GD representa o acúmulo de graus dia ($^{\circ}\text{C}$) no período, AFE área foliar específica e a , b , c e y_0 são parâmetros de ajuste da equação.

$$AFE = y_0 + ax + bx^2 + cx^3$$

Na Tabela 25 são apresentados os valores dos coeficientes de determinação com seus respectivos parâmetros de ajustes para os quatro ambientes, na qual é possível observar baixos valores de R^2 com relação às variáveis expressas anteriormente. O ambiente que apresentou o maior valor para coeficiente de determinação foi TV (0,69), enquanto que o ambiente TP apresentou o menor R^2 (0,57). Baixos valores de R^2 também foram encontrados por Cancellier *et al.* (2010) nos estudos com adubação potássica em alface. Esses baixos valores para os coeficientes de determinação deram-se pela diferença dos valores de AFE no período do experimento, como citado anteriormente.

Para a AFE na variedade Marianne foram observados tanto os pontos de mínimo quanto os de máximo, dentro do intervalo de estudo através da regressão polinomial de 3°. Os pontos máximos da AFE encontrados pela equação foram: 12, 15, 16 e 18, respectivamente, para ST, TV, TP e TC, enquanto os valores mínimos apresentados pela mesma equação

foram; 3, 10 e 2, respectivamente, para TV, TP e TC . Salientando que o ambiente ST não apresentou ponto de mínimo, tendo comportamento similar ao de uma equação de 2° com $a > 0$ dentro do intervalo estudado.

Tabela 25- Parâmetros para equação de ajuste da AFE da variedade Marianne em quatro ambientes diferentes, em função do acúmulo térmico em °C e seus correspondentes coeficientes de determinação.

Marianne					
Ambientes	y_0	a	b	c	R^2
ST	10,2226	0,0216	-6,05E-05	2,39E-09	0,59
TV	9,1865	0,1038	-5,00E-04	5,41E-07	0,69
TP	9,0999	0,1136	-5,00E-04	5,66E-07	0,57
TC	8,5445	0,1769	-9,00E-04	1,06E-06	0,61

Na Tabela 26 são apresentados os resultados do teste de comparação múltipla de médias, através do teste de Tukey, para a variedade Marianne. Com relação ao ambiente, estes começaram a apresentar diferença significativa a partir da segunda coleta, onde TC demonstrou maiores valores de AFE e ST os menores valores, além de TP e TV que apresentaram comportamento intermediário entre os dois ambientes citados anteriormente. A partir da terceira coleta já foi possível observar a diferença entre os tratamentos que apresentam maior e menor acúmulo térmico (ST e TV) e (TP e TC), respectivamente, onde esses últimos apresentam maiores valores de AFE. Quanto aos ambientes, estes não apresentaram diferença significativa, apenas, para a primeira coleta, já para os demais períodos a RAF apresentou-se de forma variada.

Apesar de TP e TC não apresentarem o mesmo comportamento estatístico durante a última coleta, estes apresentaram valores superiores aos ambientes com maior acúmulo térmico (ST e TV). Esse comportamento da AFE ocorre devido o declínio da radiação solar pelo uso das telas, comportamento similar foi observado por Rocha (2007).

Tabela 26- Média de AFE ($\text{dm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$) de alface variedade Marianne com relação ao ambiente e período de dias após o transplante.

Dias (período)	ST	TV	TP	TC
0(1)	9,97 bA	9,97 bA	9,97 cdA	9,97 cA
6(2)	13,90 aC	18,20 aB	18,63 aB	22,24 aA
13(3)	8,88 bB	8,63 bB	11,82 cA	10,94 cA
19(4)	12,12 aB	10,18 bC	14,29 bA	13,32 bAB
26(5)	5,48 cBC	4,17 cC	8,84 dA	6,75 dB

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem ao nível de 1%, pelo teste de Tukey.

4.2.6.2 Verônica

Na Figura 16 é apresentado o comportamento da área foliar específica para a variedade Verônica com relação aos GD acumulados. Para essa variedade é observado um comportamento similar ao da variedade Marianne, onde a AFE oscila entre valores altos e baixos no decorrer do experimento. Nota-se que entre a primeira e segunda coleta ocorre um acréscimo na AFE; entre a segunda e a terceira um decréscimo; entre a terceira e a quarta, novamente um acréscimo nos valores de AFE, e da quarta para a quinta coleta mais um decréscimo; mesmo comportamento encontrado por Cancellier *et al.* (2010).

Os tratamentos que obtiveram os maiores valores de AFE foram TP e TC, respectivamente, com 19 e 22 $\text{dm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$ durante a segunda coleta. Estes maiores valores de AFE são encontrados, possivelmente, pela maior incidência de sombreamento e de luz difusa, como observado por Whatley; Whatley (1982) e Radin *et al.* (2004). Ainda quanto à variação da AFE, entre o primeiro e o último tratamento, foi observada uma redução, de 5, 6, 3 e 3 $\text{dm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$ para ST, TV, TP e TC, respectivamente.

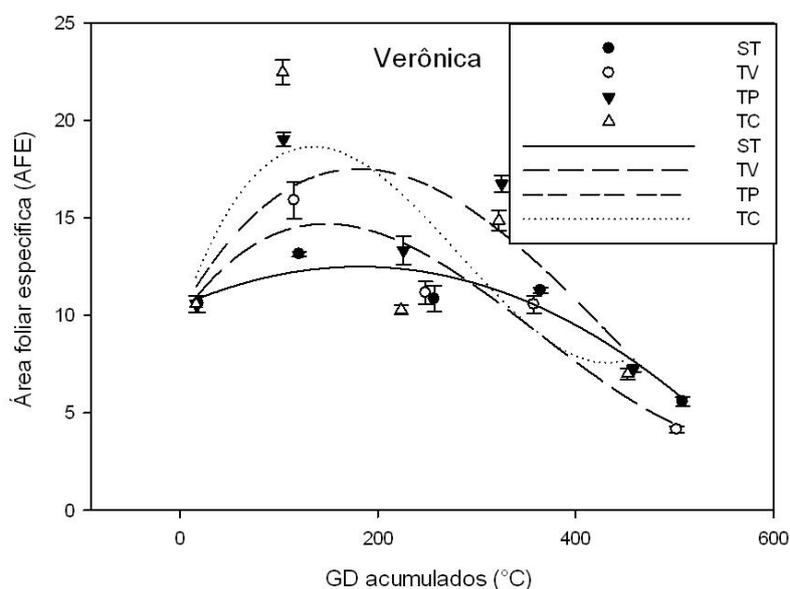


Figura 16- Valores observados para Área foliar específica ($\text{dm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$) de alface cv. Verônica em função dos graus dias acumulados (GD) e as curvas ajustadas pelo modelo polinomial de 3° em quatro ambientes.

Para o ajuste das curvas de evolução da AFE para a variedade Verônica com relação ao acúmulo térmico do ambiente foi utilizada a equação polinomial de 3° genérica

abaixo, em que GD representa o acúmulo de graus dia (°C) no período, AFE área foliar específica e a , b , c e y_0 são parâmetros de ajuste da equação.

$$AFE = y_0 + ax + bx^2 + cx^3$$

Na Tabela 27 são apresentados os valores dos coeficientes de determinação com seus respectivos parâmetros de ajustes para os quatro ambientes. Nela é possível observar valores de R^2 superiores aos encontrados para a variedade Marianne. O ambiente que apresentou o maior valor para coeficiente de determinação foi ST (0,89), enquanto o ambiente TC apresentou o menor R^2 (0,50); valores similares a estes foram encontrados por Cancellier *et al.* (2010), nos estudos envolvendo adubação potássica em alface. Para a variedade Verônica foi observado que os ambientes com maior acúmulo térmico apresentaram os melhores valores de coeficiente de determinação, isso acontece pelo fato de ST e TV apresentarem a menor variação de AFE, no período do experimento, o que pode ocasionar um melhor ajuste para os dados.

Para a AFE da variedade Verônica foram observados pontos máximos dentro do intervalo do estudo pra todos os ambientes, contudo os pontos de valores mínimos foram observados, apenas, para TC. Os pontos de máximo na AFE encontrados pela equação foram 12, 14, 17 e 19 $\text{dm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$, respectivamente, para ST, TV, TP e TC, valores bem aproximados aos encontrados na variedade Marianne. Os valor mínimo apresentado pela equação, para o ambiente TC, foi de 10 $\text{dm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$ com um acúmulo térmico de 409,8°C.

Tabela 27- Parâmetros para equação de ajuste da AFE na variedade Verônica em quatro ambientes diferentes, em função do acúmulo térmico em °C e seus correspondentes coeficientes de determinação.

Verônica					
Ambientes	y_0	a	b	c	R^2
ST	10,4699	0,0222	-6,00E-05	-4,00E-09	0,89
TV	9,8312	0,0722	-3,00E-04	2,83E-07	0,88
TP	10,0926	0,0895	-3,00E-04	2,21E-07	0,67
TC	9,7748	0,1474	-7,00E-04	8,46E-07	0,50

Na Tabela 28 são apresentados os resultados do teste de comparação múltipla de médias, através do teste de Tukey, para a variedade Verônica. Em relação aos ambientes, estes começaram a apresentar diferença significativa a partir da segunda coleta, em que os ambientes apresentaram quatro níveis de significância distintos e ST, TV, TP e TC mostraram valores crescentes de AFE. Já na terceira coleta, TC apresentou o mesmo comportamento

estatístico que ST e TV obtendo valores menores que TP. Na quarta etapa de coleta, ST e TV apresentaram valores relativamente menores que TP. Na quinta coleta TP apresentou os maiores valores de AFE, decorrente do declínio da radiação solar através do uso das telas, efeito este já observado por Rocha (2007).

Tabela 28- Média de AFE ($\text{dm}^2.\text{g}^{-1}$) de alface variedade Verônica com relação ao ambiente e período de dias após o transplante.

Dias (período)	ST	TV	TP	TC
0(1)	10,57 bA	10,57 bA	10,57 dA	10,57 cA
6(2)	13,14 aD	15,89 aC	19,02 aB	22,46 aA
13(3)	10,83 bB	11,15 bB	13,33 cA	10,28 cB
19(4)	11,28 bC	10,54 bC	16,74 bA	14,86 bB
26(5)	5,57 cB	4,13 cC	7,26 eA	6,99 dAB

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem ao nível de 1%, pelo teste de Tukey.

Em relação à AFE foi observado que, em ambas as variedades, o ambiente com os maiores valores relacionados a esta variável foi TP com resultados de 8,84 e 7,26 $\text{dm}^2.\text{g}^{-1}$ para as variedades Marianne e Verônica, respectivamente. Este ambiente que também apresentou uma menor acumulação térmica e uma menor área não útil.

4.2.7 Taxa de Crescimento Absoluto (TCA)

Por a taxa de crescimento ser referente ao intervalo entre dois períodos de coletas de dados estas foram referenciadas de acordo com o intervalo de análise, em que o primeiro momento de taxa de crescimento se refere ao período decorrente da primeira e segunda coleta (1-2), o segundo momento da taxa de crescimento refere-se ao período compreendido entre a segunda e terceira coleta (2-3), a terceira coleta refere-se ao período compreendido entre a terceira e quarta coleta (3-4) e a quarta coleta refere-se ao período compreendido entre a quarta e a quinta coleta (4-5).

4.2.7.1 Marianne

A taxa de crescimento absoluto (TCA) na variedade Marianne apresentou-se crescente entre os períodos 1-2 e 4-5 de coleta, contudo, em alguns ambientes não foram

constatados crescimentos nas primeiras coletas. Para ST e TP foi observado um pequeno decréscimo nos valores de TCA com relação às coletas 1-2 e 2-3, comportamento também observado por Cometti (2003) em solução nutritiva de 12,5% da recomendada. Observa-se, ainda, que a partir do período 2-3, a taxa de crescimento absoluto apresentou um crescimento significativo, passando de 0,01 e 0,01 g.d^{-1} para 0,9 e 1,15 g.d^{-1} respectivamente, para os ambientes ST e TP durante a última coleta (4-5). ST e TP foram os que obtiveram menores valores finais relacionados à TCA, cerca de 77% e 94 % dos valores observados em TC para ST e TP, respectivamente.

O ambiente que apresentou maior valor final de TCA foi TC com um crescimento de 1,22 g.d^{-1} durante o período 4-5. Também foi observada para TC uma estagnação entre as etapas 2-3 e 3-4, apresentado uma razão de crescimento de 1,04 para esse período, quando a razão de crescimento para os outros ambientes foram 10, 2 e 121, respectivamente, para ST, TV e TP durante o mesmo período.

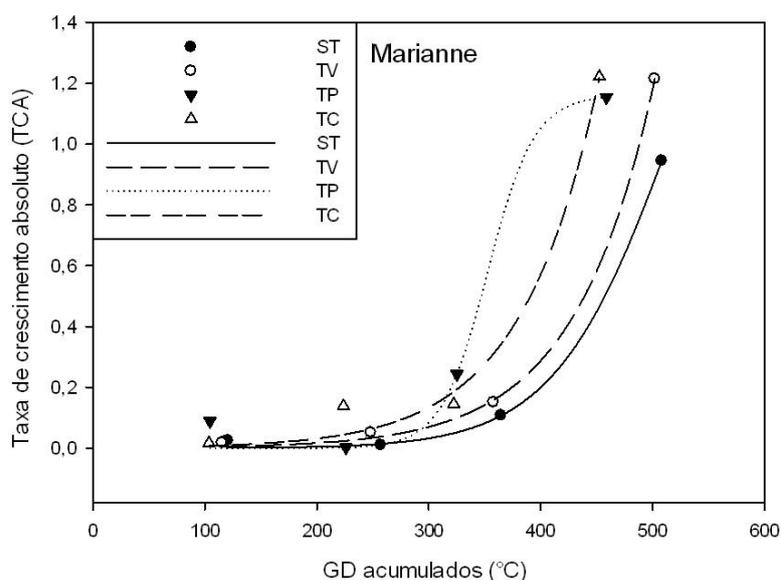


Figura 17-Valores observados para Taxa de crescimento absoluto (g.dia^{-1}) de alface cv. Marianne em função dos graus dias acumulados (GD) e as curvas ajustadas pelo modelo sigmoidal em quatro ambientes.

Para o ajuste das curvas de evolução do TCA, para a variedade Marianne, foi utilizada a equação sigmoidal genérica abaixo, em que GD representa o acúmulo de graus ($^{\circ}\text{C}$) no período, TCA Taxa de crescimento absoluto e a , b e x_0 são parâmetros de ajuste da equação.

$$TCA = \frac{a}{1 + e^{-\left(\frac{GD-x_0}{b}\right)}}$$

A TCA ajustou-se bem ao modelo sigmoidal de 3 parâmetros, com altos valores de coeficiente de determinação, todos iguais a 0,99, valendo ressaltar que para o ajuste dessa curva só puderam ser utilizados 4 pontos durante o experimento. Valores crescentes de TCA também foram encontrados por Cometti *et al.* (2008), nos estudos com variação de condutividade elétrica da solução nutritiva, em cultivo hidropônico de alface. O mesmo autor, também observou valores máximos de TCA próximos aos encontrados neste trabalho (1,2 g.d⁻¹). Ainda assim, Cancellier *et al.* (2010), em outros estudos com alface, observou valores máximos de TCA de 0,06 g.d⁻¹, estando abaixo dos resultados encontrados neste trabalho e nas pesquisas de Cometti *et al.* (2008).

Tabela 29-Parâmetros para equação de ajuste da TCA da variedade Marianne em quatro ambientes diferentes, em função do acúmulo térmico em °C e seus correspondentes coeficientes de determinação.

Marianne				
Ambientes	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>x</i> ₀	R ²
ST	2,0841	52,5982	518,0919	0,99
TV	1,08E+08	66,4085	1717,919	0,99
TP	1,1648	21,7742	358,4784	0,99
TC	85269613	73,1083	1837,685	0,99

4.2.7.2 Verônica

A taxa de crescimento absoluto na variedade Verônica apresentou-se crescente, ente os períodos 1-2 e 4-5, contudo em alguns ambientes não foram constatados crescimento nas fases iniciais, como nos casos de ST, TV e TP entre os períodos 1-2 e 2-3. Apesar disso, esses ambientes apresentaram um maior crescimento posteriormente. O ambiente que apresentou a maior taxa de crescimento absoluto foi TP, durante a coleta 4-5 com um TCA próximo de 1,2 g.d⁻¹, sendo esse o ambiente de crescimento mais acentuado entre as coletas 3-4 e 4-5.

O ambiente que apresentou a menor taxa de crescimento final foi TC, todavia esse ambiente foi o que proporcionou maiores taxas de crescimento inicial. Em relação à TCA das

plantas cultivadas em TC, estas apresentaram, durante a última coleta, uma taxa de $0,66 \text{ g.d}^{-1}$, valor correspondente à metade da TCA obtida pelo ambiente TP.

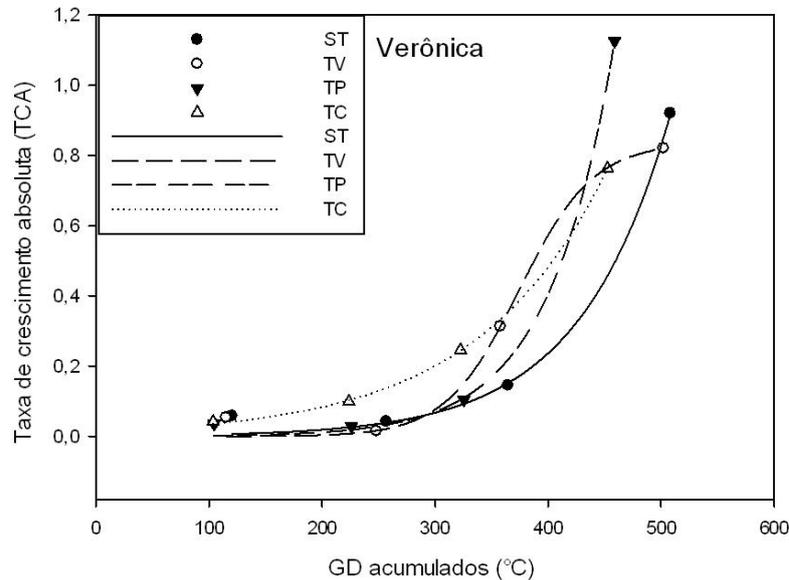


Figura 18--Valores observados para Taxa de crescimento absoluto (g.dia^{-1}) de alface cv. Verônica em função dos graus dias acumulados (GD) e as curvas ajustadas pelo modelo sigmoidal em quatro ambientes.

Para o ajuste das curvas de evolução do TCA para a variedade Verônica, foi utilizada a equação sigmoidal genérica abaixo, em que GD representa o acúmulo de graus ($^{\circ}\text{C}$) no período, TCA Taxa de crescimento absoluto e a , b e x_0 são parâmetros de ajuste da equação.

$$TCA = \frac{a}{1 + e^{-\left(\frac{GD - x_0}{b}\right)}}$$

A TCA ajustou-se bem ao modelo sigmoidal de 3 parâmetros com altos valores de coeficiente de determinação, todos iguais a 0,99, valendo ressaltar que, para o ajuste dessa curva, só puderam ser utilizados 4 pontos durante o experimento. Os valores de TCA da variedade Verônica corroboram com os encontrados por Cometti *et al.*, (2008), que expunham valores finais próximos a $1,2 \text{ g.d}^{-1}$. Ainda assim, esses valores diferem dos encontrados por Cancellier *et al.* (2010), nos estudos com alface, nos quais foram observados valores máximos de TCA de $0,06 \text{ g.d}^{-1}$, abaixo dos encontrados neste trabalho e nas pesquisas de Cometti *et al.* (2008).

Tabela 30- Parâmetros para equação de ajuste da TCA da variedade Verônica em quatro ambientes diferentes em função do acúmulo térmico em °C e seus correspondentes coeficientes de determinação.

Verônica				
Ambientes	<i>a</i>	<i>b</i>	x_0	R^2
ST	57939235	79,8795	1942,881	0,99
TV	0,8363	32,7272	374,7607	0,99
TP	1,01E+08	57,5111	1512,298	0,99
TC	43514259	114,5173	2497,786	0,99

Com relação à taxa de crescimento absoluto, foi possível observar que ambas as variedades tiveram ótimos ajustes ao modelo sigmoidal de 3 parâmetros com coeficientes de determinação iguais a 0,99, contudo, de um modo geral, a variedade Marianne apresentou maiores valores de TCA em relação à variedade Verônica, em todo os ambientes.

Com relação às variedades a que apresentou as maiores taxas de crescimento absoluto foi a Marianne com valores próximos a 1,2 (g.dia⁻¹), para TC, TP, TV.

Quanto aos ambientes não houve um comportamento padrão entre as variedades sendo que o ambiente que proporcionou a maior TCA para a variedade Verônica foi TP para a última coleta (4-5), enquanto que para a variedade Marianne os ambientes TC, TP e TV apresentaram valores próximos de TCA na última coleta.

4.2.8 Taxa de crescimento relativo (TCR)

4.2.8.1 Marianne

Na Figura 19 é apresentado o comportamento da variedade Marianne em relação aos ambientes de cultivos, com relação à TCR, na qual é possível observar que este parâmetro apresentou um comportamento polinomial de 2º grau com $a > 0$ para todos os ambientes. Os valores máximos encontrados em TP e TC para esta variedade corroboram com os encontrados por Cancellier *et al.* (2010) e Hamada (1993), com resultados em torno de 0,2 g·g⁻¹·d⁻¹, contudo os valores máximos encontrados em ST e TV estão 25% acima dos apresentados por estes mesmos autores. Outro ponto a se observar é quanto ao comportamento dos dados em relação à sua distribuição, pois nesse trabalho, os dados como visto Figura 19, se comportaram como uma polinomial de 2º de $a > 0$, já em trabalho

desenvolvido por Cancellier *et al.* (2010) os autores mostram uma TCR com comportamento polinomial de 2º com $a < 0$, e quando ao trabalho desenvolvido por Hamada (1993), a TCR apresentou um comportamento decrescente para a maioria dos tratamentos, comportamento inverso ao apresentado por esta variável a partir da coleta 2-3 que apresenta um comportamento sempre crescente. Na coleta 4-5 os ambientes com maiores acúmulos térmicos e maior área não útil, apresentaram uma maior TCR.

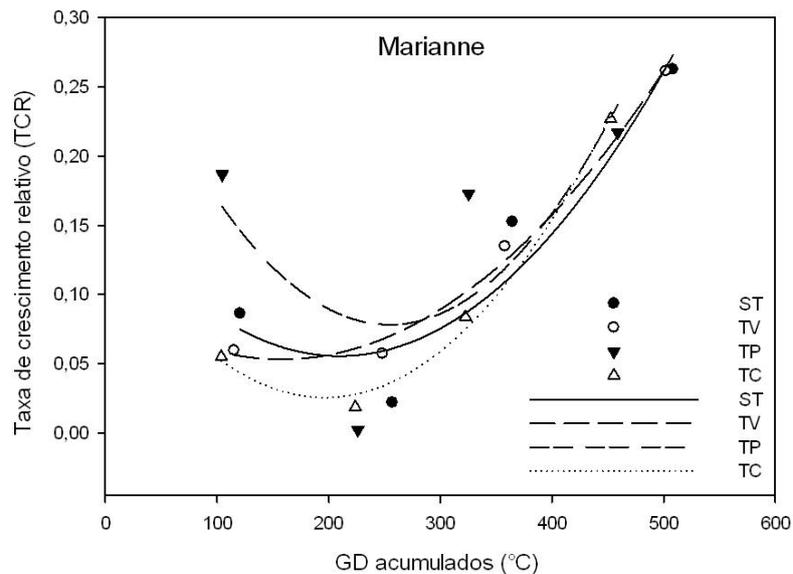


Figura 19-Valores observados para Taxa de crescimento relativo ($\text{g}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{dia}^{-1}$) de alface cv. Marianne em função dos graus dias acumulados (GD) e as curvas ajustadas pelo modelo polinomial de 2º em quatro ambientes.

Para o ajuste das curvas de evolução da RAF para a variedade Marianne, com relação ao acúmulo térmico do ambiente, foi utilizada a equação polinomial de 3º genérica abaixo, em que GD representa o acúmulo de graus dias ($^{\circ}\text{C}$) no período, TCR Taxa de crescimento relativo e a , b , c e y_0 são parâmetros de ajuste da equação.

$$TCR = y_0 + ax + bx^2$$

Na Tabela 31 são apresentados os parâmetros para a equação exposta acima e seus respectivos coeficientes de determinação, onde é possível observar que o parâmetro a foi negativo para todos os ambientes, indicando que seu comportamento é representado por uma parábola de concavidade voltada para cima. O ambiente TP foi o que apresentou o menor valor para o coeficiente de determinação (0,54). Os ambientes com maiores valores de coeficiente de determinação foram TC e TV com $R^2=0,99$.

Tabela 31- Parâmetros para equação de ajuste do TCR da variedade Marianne em quatro ambientes diferentes em função do acúmulo térmico em °C e seus correspondentes coeficientes de determinação.

Marianne				
Ambientes	y_0	a	b	R^2
ST	0,1626	-0,001	2,43E-06	0,89
TV	0,097	-0,0006	1,77E-06	0,99
TP	0,324	-0,0019	3,8E-06	0,54
TC	0,1453	-0,0012	3,1E-06	0,99

4.2.8.2 Verônica

Na Figura 20 é apresentado o comportamento da variedade Verônica em relação aos ambientes de cultivos, com relação à TCR, na qual é possível observar que este parâmetro foi o que apresentou maior variabilidade de comportamento entre as variáveis estudadas, sendo que ST, TP e TC obtiveram um comportamento polinomial de 2º grau com $a > 0$, e TV apresentou comportamento polinomial de 2º grau com $a < 0$.

O ambiente que apresentou maior regularidade entre os períodos de coleta foi TC, sempre mantendo uma TCR entre 0,13 e 0,15 $g \cdot g^{-1} \cdot d^{-1}$. Os valores máximos encontrados para esta variedade corroboram com os encontrados por Cancellier *et al.* (2010) e Hamada (1993), com resultados em torno de 0,2 $g \cdot g^{-1} \cdot d^{-1}$. Entretanto, existe a presença de comportamentos diferenciados, nos quais o trabalho desenvolvido por Cancellier *et al.* (2010) mostra uma TCR de conduta polinomial com $a < 0$, já no trabalho desenvolvido por Hamada (1993), a TCR apresentou um comportamento decrescente para a maioria dos tratamentos.

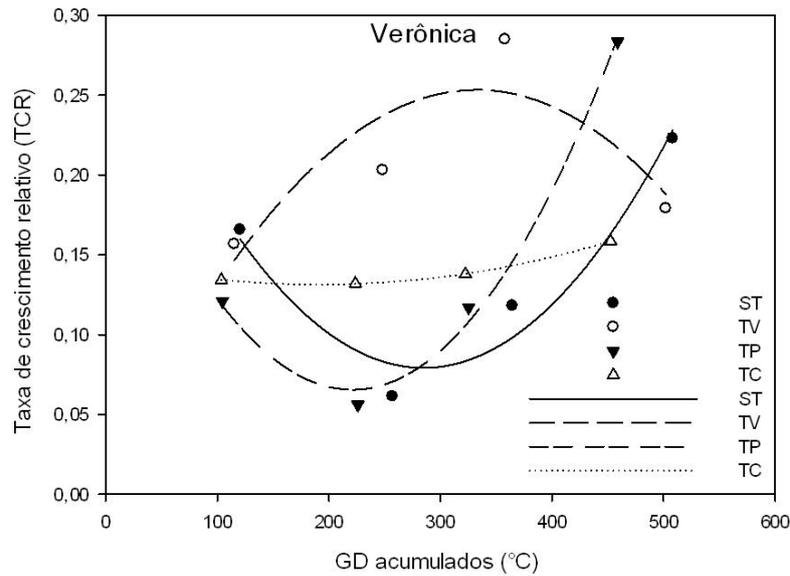


Figura 20-Valores observados para Taxa de crescimento relativo ($\text{g}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{dia}^{-1}$) de alface cv. Verônica em função dos graus dias acumulados (GD) e as curvas ajustadas pelo modelo polinomial de 2º em quatro ambientes.

Para o ajuste das curvas de evolução da RAF para a variedade Verônica, com relação ao acúmulo térmico do ambiente, foi utilizada a equação polinomial de 3º grau genérica abaixo, em que GD representa o acúmulo de graus dia ($^{\circ}\text{C}$) no período, TCR Taxa de crescimento relativo e a , b , c e y_0 são parâmetros de ajuste da equação.

$$TCR = y_0 + ax + bx^2$$

Na Tabela 32 são apresentados os parâmetros para a equação exposta acima e seus respectivos coeficientes de determinação, onde é possível observar que o parâmetro a foi negativo para ST, TP e TC, indicando que seu comportamento é representado por uma parábola de concavidade voltada para cima. O ambiente TV, único a apresentar o parâmetro a positivo, foi o que apresentou o menor valor para coeficiente de determinação (0,73).

Os ambientes com maiores valores de coeficiente de determinação foram TC e TP, sendo também, os mesmos que apresentaram os menores valores de acúmulo térmico para o período de experimento e as menores áreas não úteis não úteis.

Tabela 32- Parâmetros para equação de ajuste do TCR da variedade Verônica em quatro ambientes diferentes, em função do acúmulo térmico em °C e seus correspondentes coeficientes de determinação.

Verônica				
Ambientes	y_0	a	b	R^2
ST	0,3216	-0,0017	2,99E-06	0,93
TV	0,0029	0,0015	-2,3E-06	0,73
TP	0,2556	-0,0017	3,89E-06	0,99
TC	0,1457	-0,0002	3,97E-07	0,99

A taxa de crescimento relativo ajustou-se ao modelo polinomial de 2º grau para ambas as variedades, com altos valores de coeficiente de determinação acima de 0,87, exceto para os ambientes TV na variedade Verônica (0,73) e TP na variedade Marianne (0,54).

O comportamento dessa variável relata que para a cultura da alface durante a fase inicial de crescimento 1-2 3, 2-3 há um crescimento relativamente lento, sendo que cada unidade de massa de matéria gera poucas gramas de uma nova matéria, contudo esse processo aumenta gradativamente a partir da coleta 2-3 chegando a valores máximos no período da colheita.

5 CONCLUSÕES

O uso de Tela Termorrefletora e Tela de sombreamento Preta como subcobertura reduz os valores de temperatura máxima do ar em estufas com cobertura de filme PEBD, ocasionando um comportamento inverso ao da umidade relativa do ar, que apresentou maiores valores com o uso dessas telas.

A utilização de Tela Termorrefletora e Tela de sombreamento Preta como subcobertura proporcionou aos ambientes um menor acúmulo térmico durante o período do experimento quando comparados ao uso de Tela Vermelha ou, apenas o uso de filme PEBD.

As telas que proporcionaram menor acúmulo térmico, de modo geral, melhoram algumas variáveis na produção de alface hidropônica, tais como o número de folhas, o número de folhas maiores que 10 cm e o índice de Área Foliar. Ainda assim, fazem-se necessários mais estudos em outras épocas do ano, para que se possa comprovar essa melhora.

REFERÊNCIAS

ABDEL-GHANY, A. M.; AL-HELAL, I. M., Solar energy utilization by a greenhouse: General relations. *Renewable Energy*, v. 36, p. 189-196, 2010.

ABREU, L. Hidroponia muda realidade de produtor rural do espírito santo. **Agrosoft Brasil**, 29 jun. 2011. ed. 1255. 2011. Disponível em:
<<http://www.agrosoft.org.br/agropag/218468.htm>>. Acessado em: 23 out. 2011.

AMARANTE, C. V. T. do *et al* . Disponibilidade de luz em macieiras 'Fuji' cobertas com telas antigranizo e seus efeitos sobre a fotossíntese, o rendimento e a qualidade dos frutos. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v. 31, n. 3, Set. 2009 .

ANDRADE, A. C. *et al*. Análise de crescimento do capim-elefante 'Napier' adubado e irrigado. *Ciência e agrotecnologia*, Lavras, v. 29, n. 2, Abr. 2005.

ANDRADE, J. W. de S. *et al* . Utilização de diferentes filmes plásticos como cobertura de abrigos para cultivo protegido. *Acta Scientiarum Agronomy*, Maringá, v. 33, n. 3, Set. 2011.

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

ARRUDA, F. B. *et al*. Microclima em estufa com cobertura plástica transparente durante o verão em Campinas. In: CONGRESSO LATINOAMERICANO Y DEL CARIBE DE INGENIERIA AGRICOLA, 7. CONGRESSO INTERNACIONAL DE INGENIERIA AGRICOLA, 5. 2006, Chillan. **Resumos...** CD-Rom.

BALBACH, A. **As hortaliças na medicina doméstica**. 26. ed. São Paulo: Vida Plena, 1995. 407p

BARBOSA, F. D. R. *et al*. Desempenho de cultivares de alface lisa sob sistema orgânico nas condições de cerrado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA, 2007. Resumos... Porto Alegre: Congresso Brasileiro de Agroecologia, 2004. Disponível em:
<<http://www.aba-agroecologia.org.br/ojs2/index.php/cad/article/view/2077/0>>. Acessado em: 23 out. 2011.

BECKMANN, M. Z. *et al*. Radiação solar em ambiente protegido cultivado com tomateiro nas estações verão-outono do Rio Grande do Sul. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 36, n. 1, Fev. 2006.

BEHLAU, F. *et al.* Incidência e severidade de cancro cítrico em laranja 'Pêra Rio' sob condições de controle químico e proteção com quebra-vento. *Fitopatologia brasileira*, Brasília, v. 32, n. 4, Ago. 2007.

BENINCASA, M. M. P. **Análise do crescimento de plantas**. Jaboticabal: FUNEP, 1988. 42p.

BERTAGNOLLI, C. M. *et al.* Desempenho de sementes nuas e peletizadas de alface (*Lactuca sativa* L.) submetidas à estresses hídrico e térmico. *Revista brasileira de sementes*, Pelotas, v. 25, n. 1, Jul. de 2003.

BEZERRA NETO, F. *et al.* Qualidade da alface em sistemas consorciados com cenoura sob diferentes densidades populacionais das culturas componentes. *Caatinga*, v. 18, p.169-175, 2005.

BLAT, S. F. *et al.* Desempenho de cultivares de alface crespa em dois ambientes de cultivo em sistema hidropônico. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 29, n. 1, Mar. 2011.

BLISKA JÚNIOR, A. **Alface (*Lactuca sativa* L.): distintos sistemas de produção, conservação e avaliação pós-colheita**. 1998. 103f. Dissertação (Mestrado em engenharia agrícola), Universidade Estadual de Campinas, São Paulo. 1998.

BRUNINI, O, *et al.* Temperatura base para alface (*Lactuca sativa* L.) cultivar White Boston, em um sistema de umidade térmico. *Revista de Olericultura*, Lavras, v. 16, p. 28-29, 1976.

BURIOL, G. A. *et al.* Transmissividade à radiação solar do polietileno de baixa densidade utilizado em estufas. *Ciência Rural*, v. 25, n. 1, p. 1-4, 1995.

CANCELLIER, L. L. *et al.* Doses de potássio nas respostas morfofisiológicas de alface. *Caatinga*, Mossoró, v. 23, n. 4, p. 21-27, out.-dez., 2010.

CARDOSO, L. S. *et al.* Alterações micrometeorológicas em vinhedos pelo uso de coberturas de plástico. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, DF, v. 43, p. 441 - 447, 2008.

CARVALHO FILHO J. L. S; GOMES L. A. A.; MALUF W. R. Tolerância ao florescimento precoce e características comerciais de progênies F₄ de alface do cruzamento Regina 71 x Salinas 88. *Acta Scientiarum Agronomy*. v. 31, p. 37-42, 2009.

CARVALHO, J. E. *et al.* Cobertura morta do solo no cultivo de alface Cv. Regina 2000, em Ji-Paraná/RO. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 29, n. 5, p. 935-939, 2005.

CASTELLANE, P. D.; ARAÚJO, J. A. C., de. **Cultivo sem solo:Hidroponia**. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP. 1994. 43p.

CHAVARRIA, G. *et al.* Microclima de vinhedos sob cultivo protegido. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 19, n. 7, p. 2.029-2.034, 2009.

COHEN, J. **Statistical power analysis for the behavioral sciences**. Hillsdale, NJ: Erlbau, 1988.

COLLINS A. Lettuce. (AC diet food and nutrition, 2004). Disponível em: <http://www.annecollins.com/diet_nutrition/lettuce>. Acessado em: 04 jun. 2011.

COMETTI, N. N. **Nutrição Mineral da Alface (Lactuca sativa L.) em Cultura Hidropônica - Sistema NFT**. 2003. 128 f. Tese (Ph.D. em Nutrição de Plantas)-Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica. 2003.

COMETTI, N. N. *et al.* Efeito da concentração da solução nutritiva no crescimento da alface em cultivo hidropônico-sistema NFT. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 2, Jun. 2008

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

COSTA, E. *et al.* Ambientes de cultivo, recipientes e substratos na produção de biomassa foliar e radicular em mudas de maracujazeiro-amarelo em Aquidauana - MS. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 2, p. 461-467, mar./abr. 2010.

COSTA, E. V. Medidas da Umidade Relativa do Ar em um Ambiente Fechado. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 25, n. 3, Set. 2003.

COSTA, E.; LEAL, P. A. M. Produção de alface hidropônica em três ambientes de cultivo. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 29, n. 3, p. 358-369, 2009.

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

COSTA, N. D.; LEITE, W. de M. O cultivo da melancia. Disponível em: <http://agrogenes.tempsite.ws/melancia_cultivo.pdf>. Acessado em: 23 out. 2011.

COSTA, R. C. *et al.* Telas de sombreamento na produção de morangueiro em ambiente protegido. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 29, n. 1, Mar. 2011.

COSTA, V. M. **Desenvolvimento de mudas de cafeeiro produzidas em tubetes, sob malhas termo-refletoras e malha negra.** 2004. 79 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola)- Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba. 2004.

DRECHMER, P. A. de O. **Comportamento e correção da radiação solar difusa obtida com o anel de sombreamento.** 2005. 86 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola)- Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel. 2005.

FELTRIM A. L. *et al.* Produção de alface-crespa em solo e em hidroponia, no inverno e verão, em Jaboticabal-SP. *Científica*, Jaboticabal, v. 37, n. 1, p. 9 - 15, 2009.

FELTRIM, A. L. *et al.* Produção de alface-americana em solo e em hidroponia, no inverno e verão, em Jaboticabal - SP. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 9, n. 4, p. 505-509, 2005.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). The agricultural production. 2008. Disponível em: <<http://www.faostat.fao.org>>. Acessado em: 2 jan. 2012.

FREIRE JÚNIOR, M.; DELIZA, R.; CHITARRA, A. B. Alterações sensoriais em alface hidropônica cv. Regina minimamente processada e armazenada sob refrigeração. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 20, n. 1, p.63-66, 2002.

FURLAN, R. A. **Avaliação da nebulização e abertura de cortinas na redução da temperatura do ar em ambiente protegido.** 2001. 160 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola)-Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2001.

FURLANI, P. R. *et al.* Fortaleza. *Anais eletrônicos... Fortaleza: Cultivo protegido de hortaliças com ênfase na hidroponia.* Semana Internacional da Fruticultura, Floricultura e Agroindústria – FRUTAL, 2008.

GADIOLI, J. L. *et al.* Temperatura do ar, rendimento de grãos de milho e caracterização fenológica associada à soma calórica. *Scientia Agrícola*, v.57, p.377-383, 2000

GALVANI, E. *et al.* Estimativa da irradiação difusa em estufas de polietileno nas orientações leste-oeste e norte-sul.. In: ENCONTRO DE ENERGIA NO MEIO RURAL, 3., 2000, Campinas. *Anais eletrônicos...* Disponível em:

<http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=MSC0000000022000002000057&lng=pt&nrm=abn>. Acesso em: 23 out. 2011.

GEORGE, R. A. T. **Tropical vegetable productions**. Londres UK: Cabi. 2011. 255 p.

GEORGE, R. A. T. **Vegetable seed production**. Londres UK: Cabi. 2009. 255 p.

GODOY, A.; CASTRO, M.; CARDOSO, A. I. I. Desempenho produtivo, partenocarpia e expressão sexual de linhagens de pepino caipira em ambiente protegido. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 27, n. 2, Jun. 2009.

GORNI, A. A. Introdução aos Plásticos. (Editor Técnico da Revista Plástico Industrial). Disponível em: < <http://www.gorni.eng.br/intropol.html> >. Acessado em: 23 out. 2011.

GOTO R, T. W. **Produção de hortaliças em ambientes protegidos: condições subtropicais**. São Paulo: Fundação Editora. UNESP, 1998.

GUSMAO, M. T. A. de; GUSMAO, S. A. L. de; ARAUJO, J. A. C. de. Produtividade de tomate tipo cereja cultivado em ambiente protegido e em diferentes substratos. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 24, n. 4, Dez. 2006.

HAMADA, E. **Diferentes laminas de água, através da irrigação por gotejo**. 1993. 118 f. Dissertação (Mestrado em Água e Solo), Universidade Estadual de Campinas, Campinas-SP. 1993.

HENZ, G. P.; SUINAGA, F. **Tipos de alface cultivadas no Brasil**. Brasília, DF: Embrapa, novembro, 2009. (Comunicado Técnico 75).

Hermann, J. C.; Kinetz, S. R. R.; Elsner, T. C. 2011. Alface. (Unijuí). Disponível em: < <http://www.projetos.unijui.edu.br/matematica/modelagem/alface/index.html> >. Acessado em: 23 out. 2011.

HOLCMAN, E. **Microclima e produção de tomate tipo cereja em ambientes protegidos com diferentes coberturas plásticas**. 2009. 127 f. Dissertação (mestrado em Física do Ambiente Agrícola)- Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba. 2009.

HORTICERES. Sementes. (Alface Marianne). Disponível em:<<http://www.horticeres.com.br/2009/index.php?go=prt+produtos+desc+11>>. Acessado em: 23 out. 2011.

HUERTAS, L. Control ambiental em el vivero. *Horticultura Internacional* n. extra, p. 77-84. 2006. Disponível em: <http://www.horticom.com/revistasonline/revistas/viveros06/1_huertas.pdf >. Acessado em: 23 out. 2011.

INFELD, J. A.; SILVA, J. B.; ASSIS, F. N. Temperatura base e graus-dia durante o período vegetativo de três grupos de cultivares de arroz irrigado. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 6, n.2, p. 187-191, 1998.

KUNZ, J. H. *et al.* Uso da radiação solar pelo milho sob diferentes preparos do solo, espaçamento e disponibilidade hídrica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, p. 1511-1520, 2007.

LANG, A. R. G.; McMURTRIE, R. E. Total leaf areas of single trees of *Eucalyptus grandis* estimated from transmittances of the sun's beam. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 58, p. 79-92, 1992.

LAW, R.D.; CRAFTS-BRANDNER, S.J. Inhibition and acclimation of photosynthesis to heat stress is closely correlated with activation of Ribulose-1,5-bisphosphate carboxylase/oxygenase. **Plant Physiology**, v.120, p.173-182, 1999

LEMOS O. L. *et al.* Utilização de biofilmes comestíveis na conservação de pimentão 'Magali R' em duas condições de armazenamento. **Bragantia**. v. 66, n. 4, p. 693-699, 2007.

LI, J. C. Uso de mallas en invernaderos. **Horticultura Internacional** n. extra, p. 86-91, 2006. Disponível em: <http://www.horticom.com/revistasonline/revistas/viveros06/jc_li.pdf>. Acessado em: 23 out. 2011.

LIMA, E. P. **Graus-dia, temperatura base e coeficiente de cultura para cafeeiros arabica em fase de implantação**. 2006. 116 p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG. 2006.

LOPES, C. *et al.* Doses de potássio nas respostas morfofisiológicas de alface. **Caatinga**, Mossoró, v. 23, n. 4, p. 21-27, out-dez, 2010.

LUZ, G. L. da **Frequência de irrigação no cultivo hidropônico da alface**. 2008. 65 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal)-Universidade federal de Santa Maria, Santa Maria-RS. 2008.

MACÊDO, C. S. **Ajuste de modelos de crescimento da alface (*lactuca sativa* L.) cultivada em sistema hidropônico e estimativa da variação da condutividade elétrica da solução nutritiva**. 2004. 72 f. Tese (Mestrado em Meteorologia Agrícola), Universidade Federal de Viçosa. Viçosa-MG. 2004.

McMASTER, G.S.; WILHELLM, W.W. Growing degree-days: one equation, two interpretations. **Agricultural and Forest Meteorology, Amsterdam**, v.87, n.4, p.291-300, 1997.

MELO, L. A. M. P. de; TENENTE, R. C. V; OLIVEIRA, M. R. V. de O. **Cálculo de graus-dia acumulados para subsidiar ações de gerenciamento de risco de pragas**. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, p. 13, 2006. (Comunicado técnico, 145).

MELO, P. C.; VILELA, N. J. A importância da Cadeia Produtiva Brasileira de Hortaliças. (Associação Brasileira de Horticultura). Disponível em:
<http://www.abhorticultura.com.br/downloads/cadeia_produtiva.pdf>. Acesso em: 23 out. 2011.

MENDES, R. Apostila de Meteorologia e climatologia agrícola. 2008. Disponível em:
<<http://www.scribd.com/doc/3767246/apostila-meteorologia-e-climatologia-agricola-5-sem>>
Acessado em: 8 de julho de 2010.

MONTGOMERY, D. C.; RUNGER, G. C. Estatística aplicada e probabilidade para engenheiros. 4. ed. São Paulo: LTC, 2008.

MOOZ, E. D. ; SILOCHI, R. M. H. Q. Verificação das Práticas de Pós-colheita e Processamento mínimo de Alface: Qualidade Microbiológica. In: Congresso Brasileiro e Latino-Americano de Economia Doméstica, 20. 2009, Fortaleza - CE. **Anais...** 2009.

MORETTI, C. L.; MATTOS, L. M. **Processamento mínimo da alface crespa**. Brasília, DF. Embrapa, dezembro, 2006.(Comunicado Técnico 36).

MOURAD, A. L. **Influência de algumas formulações de polietileno de baixa densidade no aquecimento de estufas agrícolas**. 1993. 55 f. Tese (Mestrado em Físico-Química)- Universidade Estadual de Campinas, Campinas-SP. 1993.

NASCIMENTO, E. M. S. *et al.* Comportamento da temperatura e umidade relativa do ar em diferentes tipos de ambientes protegidos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGRICULTURA DE PRECISÃO, 2010, Ribeirão Preto, **Anais...**Ribeirão Preto:São Paulo. CD-ROM.

NOVO, E. M. L. de M. *et al.* Técnicas avançadas de sensoriamento remoto aplicadas ao estudo de mudanças climáticas e ao funcionamento dos ecossistemas amazônicos. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 35, n. 2, Jun. 2005.

OLIVEIRA, L. E. M. de; MESQUITA, A. C.; FREITAS, R. B. de. Análise de crescimento de plantas. 2002. Lavras. Disponível em:
<<http://www.dbi.ufla.br/Fvegetal/Analise%20Crescimento.pdf>>. Acesso em: 23 out. 2011.

OMETTO, J. C. **Bioclimatologia vegetal**. São Paulo: Agronômica CERES 1981. 440P.

PANDORFI, C. G. **Manejo da cobertura de ambientes protegidos: alterações micrometeorológicas e efeitos na produção e qualidade de gérbera**. 2006. 96 f. Tese (Doutorado em Agronomia)-Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

PEIXOTO, C. P. Curso de fisiologia vegetal. Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas. 2011. Disponível em: < www.ufrb.edu.br/...fisiologia-vegetal>. Acessado em: 23 out. 2011.

PEZZOPANE, J.; PEDRO JUNIOR, M. J.; ORTOLANI, A. A. Modificações microclimáticas provocadas por estufa com cobertura plástica. *Bragantia*, Campinas, v. 54, n. 2, 1995.

PRANCE, G. T. **Manual de Botânica Econômica do Maranhão**. Maranhão: Gráfica Universitária, 1986. 254p.

RADIN, B. *et al.* Crescimento de cultivares de alface conduzidas em estufa e a campo. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 22, n. 2, p.178-181, 2004.

RECICLA BRASIL. (Gerenciamento, coleta, tratamento, destinação e viabilização de reaproveitamento de resíduos pós-industriais). disponível em: < <http://reciclabrasil.net/ldpe.html> >. Acessado em: 23 out. 2011.

REISSER JUNIOR, C.; ANTUNES, L. E. C.; STEINMETZ, S. **Mudanças Ambientais em Casa de Vegetação devido ao uso de Tela de Sombreamento e Nebulização Intermitente**. Embrapa Pelotas –RS. Dezembro 2009. (Boletim técnico).

RIBAS, M. R. *Revisão bibliográfica a respeito do melhoramento genético da cultura da cebola (Allium cepa L.)* 2010. Disponível em: < <http://fitopatologia1.blogspot.com/2010/07/revisao-bibliografica-respeito-do.html> >. Acessado em: 23 out. 2011.

ROCHA, P. K. **Desenvolvimento de bromélias em ambiente protegido com diferentes alturas e níveis de sombreamento**. 2002. 111 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia)-Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba. 2002.

ROCHA, R. de C. **Uso de diferentes telas de sombreamento no cultivo protegido do tomateiro**. 2007. 105 f. Tese (Doutorado em Horticultura) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônomicas, Botucatu, 2007.

RODRIGUES, I. N *et al.* Desempenho de cultivares de alface na região de Manaus. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 26, n. 4, Dez. 2008.

SAKATA – Sakata seed sudamerica LTDA. (Alface Verônica). Disponível em: <<http://www.sakata.com.br/index.php?action=catalogo&cultura=4&produto=12&language=pt>>. Acessado em: 23 out. 2011.

SALES, F. A. L. *et al.* Avaliação das variáveis psicométricas em quatro ambientes protegidos in: CONGRESSO NORTE NORDESTE DE INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS, 5., 2010, Maceió. **Anais...** Maceió: Connepi. 2010.

SALTVEIT, M. E. Lettuce. (Department of Vegetable). Disponível em: <<http://www.ba.ars.usda.gov/hb66/083lettuce.pdf>>. Acessado em: 23 out. 2011.

SANCHEZ, S. V. **Avaliação de cultivares de alface crespa produzidas em hidroponia tipo NFT em dois ambientes protegidos em ribeirão preto (SP)**. 2007. 78 f. Dissertação (Mestrado em Produção vegetal)- Faculdade de ciências agrárias e veterinárias, UNESP. São Paulo. 2007.

SANINO, A.; CORTEZ, L. B.; MEDERO, B. T. Vida-de-prateleira do tomate (*Lycopersicon esculentum*), variedade “Débora”, submetido a diferentes condições de resfriamento. In: WORKSHOP DE TOMATE PERSPECTIVAS E PESQUISAS, 2003, Campinas, **Anais...** Campinas, maio 6p.

SANTANA, C. V. S. *et al.* Desempenho de cultivares de alface americana em ambientes sombreados na região do submédio São Francisco-BA. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 22, n. 4, p. 60-64, 2009.

SEBRAE. **Anuário Brasileiro de Hortaliças:2010**. Santa Cruz do Sul, 2010.

SEDIYAMA, M. A. N.; PEDROSA, M. W.; GARCIA, N. C. P.; GARCIA, S. R. L. Seleção de cultivares de alface para cultivo hidropônico. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 40, 2000, São Pedro. **Resumos...** p. 244-24

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

SILVA, E. T. da *et al.* Comportamento da temperatura do ar sob condições de cultivo em ambiente protegido. **Revista Acadêmica: ciências agrárias e ambientais**, Curitiba, v. 1, n. 1, p. 51-54, jan./mar. 2003.

SILVA, R. S. da, **Coefficientes de cultura (kc) e crescimento vegetativo do cafeeiro ‘rubí’ (coffea arabica l.) associados a graus dia de desenvolvimento (2º ano de implantação)**. 2006. 72 f. Dissertação (Engenharia Agrícola) Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG. 2006.

SOUSA NETO, N. de *et al.* Produção de alface hidropônica e microclima de ambiente protegido sob malhas termo-refletores. *Caatinga*. v. 23, n. 4, p. 84-90. out-dez, 2010.

SOUSA, C. S. *et al.* Divergência genética entre genótipos de alface por meio de marcadores AFLP. *Bragantia*. v. 66, n. 1, p. 11-16, 2007.

SOUSA NETO, O. N. de *et al.* Produção de alface hidropônica e microclima de ambiente protegido sob malhas termo-refletores. *Revista Caatinga*, Mossoró, v. 23, n. 4, p. 84-90, out.-dez., 2010.

STAMATO JUNIOR, R. P. **Condições meteorológicas e consumo de água por mudas cítricas em ambiente protegido.** 2007. 68 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical)- Instituto Agrônomo de Campinas, Campinas. 2007.

SUAREZ, N. Ensaio de Observação de comportamento da tela termoreflatora Aluminet 50% em tomate embaixo de estufas. 1999. Disponível em: <<http://www.polysack.com/files/ae870a41b9b2244cdbc5315499f6c7eb.pdf>>. Acessado em: 23 out. 2011.

TEIXEIRA NT. 1996. **Hidroponia: uma alternativa para pequenas áreas.** Guaíba: Agropecuária. 86p.

TINOCO, I. de F. F. *et al.* Avaliação de materiais alternativos utilizados na confecção de placas porosas para sistemas de resfriamento adiabático evaporativo. *Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental*, Campina Grande, v. 6, n. 1, Abr. 2002.

TRANI, P. E. *et al.* **Hortaliças Alface (*Lactuca sativa* L.).** Campinas: IAC, 2005. Disponível em: <<http://www.iac.sp.gov.br/Tecnologias/Alface/Alface.htm>> Acesso em: 15 set. 2011.

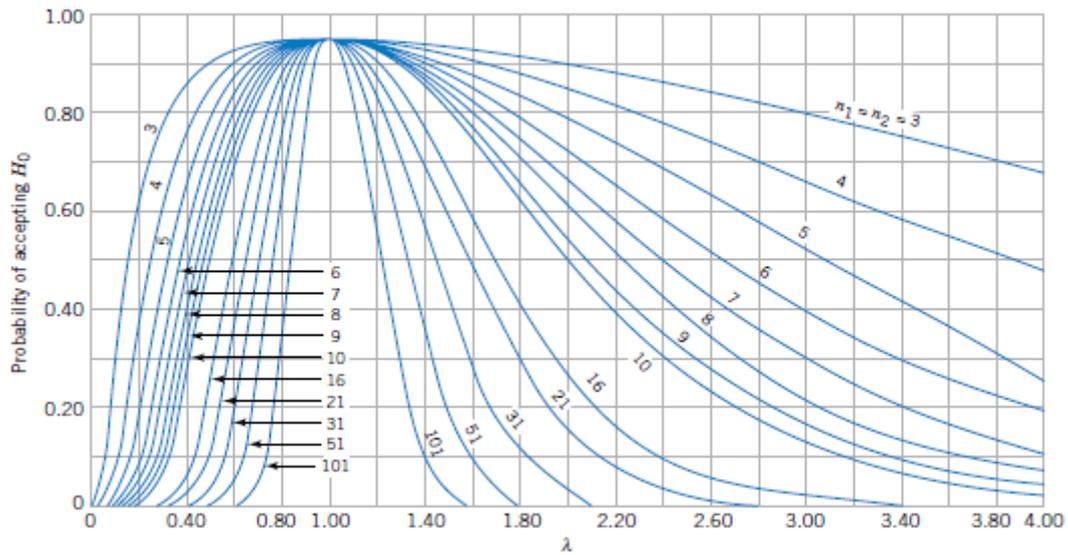
UNIVERSIDADE TÉCNICA DE LISBOA. Instituto Superior de Agronomia, ISA. Crescimento e produção. Lisboa. Disponível em:<<http://www.isa.utl.pt/def/files/File/disciplinas/modelos%20da%20floresta/1-Crescimento%20e%20producao.pdf>>. Acessado em: 23 out. 2011

WHATLEY, F. H.; WHATLEY, F. R. **A Luz e a vida das plantas.** São Paulo: EPU-EDUSP, 1982. 101 p. (Temas de Biologia, 30).

ANEXO

Anexo A - Gráfico para estimativa do tamanho populacional da amostra.

Chart VI Operating Characteristic Curves (*continued*)



(o) O.C. curves for different values of n for the two-sided F -test for a level of significance $\alpha = 0.05$.

Fone: MONTGOMERY, D.C.; RUNGER, G.C. Estatística aplicada e probabilidade para engenheiros. 4. ed. São Paulo: LTC, 2008.