

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ  
CAMPUS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO MESTRADO EM AGRONOMIA**

**JOSÉ CARLOS DE SANTANA**

**AMBIÊNCIA NO CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DE ALFACE, EM AMBIENTE  
PROTEGIDO, COM E SEM TELA TERMORREFLETORA**

**Marechal Cândido Rondon  
2009**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ**  
**CAMPUS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO MESTRADO EM AGRONOMIA**

**JOSÉ CARLOS DE SANTANA**

**AMBIÊNCIA NO CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DE ALFACE, EM AMBIENTE  
PROTEGIDO, COM E SEM TELA TERMORREFLETORA**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Nível Mestrado, para obtenção do título de Mestre.

ORIENTADOR: PROF. DR. ÉLCIO SILVÉRIO  
KLOSOWSKI  
CO-ORIENTADORA: PROF. DRA. MÁRCIA DE  
MORAES ECHER

**Marechal Cândido Rondon**  
2009



Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Campus de Marechal Cândido Rondon - CNPJ 78680337/0003-46

Rua Pernambuco, 1777 - Centro - Cx. P. 1008 - http://www.unioeste.br

Fone: (45) 3284-7878 - Fax: (45) 3284-7879 - CEP 85960-000

Marechal Cândido Rondon - PR

Ata da reunião da Comissão Julgadora da Defesa de Dissertação do Biólogo **JOSÉ CARLOS DE SANTANA**. Aos vinte e um dias do mês de agosto do ano de 2009, às 14:00 horas, sob a presidência do Prof. Dr. Elcio Silvério Klosowski, em sessão pública reuniu-se a Comissão Julgadora da defesa da Dissertação do Biólogo José Carlos de Santana, aluno do Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Agronomia - Nível Mestrado e Doutorado com área de concentração em "**PRODUÇÃO VEGETAL**", visando à obtenção do título de "**MESTRE EM AGRONOMIA**", constituída pelos membros: Prof. Dr. Roberto Rezende (UEM), Prof. Dr. Vandeir Francisco Guimarães, Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Márcia de Moraes Echer e Prof. Dr. Elcio Silvério Klosowski (Orientador).

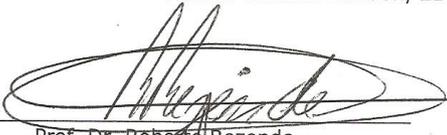
Iniciados os trabalhos, o candidato apresentou seminário referente aos resultados obtidos e submeteu-se à defesa de sua Dissertação, intitulada: "**Ambiência no crescimento e produção de alface, em ambiente protegido, com e sem tela termorrefletora**".

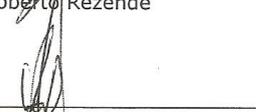
Terminada a defesa, procedeu-se ao julgamento dessa prova, cujo resultado foi o seguinte, observada a ordem de arguição:

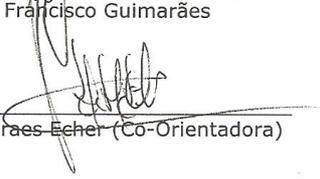
Prof. Dr. Roberto Rezende.....Aprovado  
Prof. Dr. Vandeir Francisco Guimarães.....Aprovado  
Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Márcia de Moraes Echer (Co-Orientadora).....Aprovado  
Prof. Dr. Elcio Silvério Klosowski (Orientador).....Aprovado

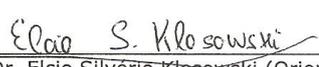
Apurados os resultados, verificou-se que o candidato foi habilitado, fazendo jus, portanto, ao título de "**MESTRE EM AGRONOMIA**", área de concentração: "**PRODUÇÃO VEGETAL**". Do que, para constar, lavrou-se a presente ata, que vai assinada pelos senhores membros da Comissão Julgadora.

Marechal Cândido Rondon, 21 de agosto de 2009.

  
Prof. Dr. Roberto Rezende

  
Prof. Dr. Vandeir Francisco Guimarães

  
Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Márcia de Moraes Echer (Co-Orientadora)

  
Prof. Dr. Elcio Silvério Klosowski (Orientador)

## DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho ao meu pai João Ribeiro de Santana, meu exemplo de obstinação e a minha mãe Josina Tereza Santana, pela mão amiga.

Aos meus irmãos Maria, Edvaldo, Célia e Ângela, ao Admar e Denilza pela amizade e apoio.

Aos meus sobrinhos Thatiane, Bruno, Wagner e Thaís, fiéis amigos e companheiros.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus pelo dom da vida.

Aos meus pais, irmãos e sobrinhos. Agradeço a todos vocês que sempre confiaram em mim e não mediram esforços ao me auxiliar.

Ao meu orientador Professor Doutor Élcio Silvério Klosowski, por aceitar me orientar, por todos os ensinamentos e amizade, por mostrar sempre a melhor forma de resolver as situações adversas durante o curso. Muito obrigado.

A minha Co-orientadora Professora Doutora Márcia de Moraes Echer, pela amizade, por todos os ensinamentos e paciência dispensada, demonstrando-me a melhor maneira de trabalhar com olericultura.

Ao Professor Doutor Vandeir Francisco Guimarães, por todos os ensinamentos em Fisiologia Vegetal e inestimável auxílio na estatística do experimento.

Ao Professor Doutor Cláudio Yuji Tsutsumi, pela importante ajuda na estatística e conhecimentos em olericultura.

A todos os Professores Doutores e colaboradores do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, com os quais muito aprendi.

Aos amigos de curso, cada um deixou sua marca na história do curso. Agradeço em especial ao Carlos, prontamente me auxiliou durante a avaliação do experimento.

Ao casal de amigos Irineu Schimitike e Denise Gozzer Schimitike, que gentilmente permitiram meu descanso em seu lar.

Ao Sr José Caetano, olericultor pioneiro do município de Assis Chateaubriand, um sábio conhecedor da arte de cultivar hortaliças.

Ao agricultor orgânico Francisco Vieira Martins Neto, que prontamente cedeu seu ambiente protegido para a realização do experimento.

Aos empresários Agnaldo, Admilson e Valdir, pela compreensão e amizade durante a realização do curso.

Aos amigos que sempre me incentivaram e ajudaram em todos os momentos: Marta Estavas, Edmar, Kátia, Daianny, Sérgio e outros que sempre estiveram ao meu lado.

“Se teus projetos são para um ano, semeia o grão.  
Se são para dez anos, planta uma árvore.  
Se são para cem anos, instrua o povo.  
Semeando uma vez o grão, colherás uma vez;  
plantando uma árvore, colherás dez vezes;  
instruindo o povo, colherás cem vezes.  
Se deres um peixe a um homem, ele comerá uma vez;  
se o ensinares a pescar, ele comerá a vida inteira.”

Kuan-Tzu

## RESUMO

A tela termorrefletora é uma opção para promover o sombreamento e reduzir a temperatura do ar em ambiente protegido, e permitir um melhor crescimento e desenvolvimentos das plantas. Neste sentido, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da temperatura do ar, evaporação e poder evaporativo do ar sobre o desempenho de quatro cultivares de alface crespa (Itapuã, Paola, Vera e Verônica) sob ambiente protegido com e sem a utilização de tela termorrefletora, nas condições de verão da região oeste do Paraná. O experimento foi instalado no município de Assis Chateaubriand, PR, em propriedade particular em ambiente protegido com sistema de cultivo orgânico. O ambiente protegido cujas dimensões eram 4,5 m de altura, 3 m de pé-direito, 60 m de comprimento e 5 m de largura. Foi dividido em duas partes iguais, formando dois ambientes com 30 m de comprimento. Um ambiente coberto de polietileno de baixa densidade, 100 micras de espessura, e o outro, abaixo da referida cobertura, foi instalado à altura do pé-direito, a tela termorrefletora 50%. No interior de cada ambiente foram instalados três tanques de evaporação a 0,4 m de altura e abrigo meteorológico à 1,5 m de altura, contendo evaporímetro de Piche, termômetro de máxima e mínima, e Datalogger. Para avaliar as características produtivas das cultivares, utilizou-se o delineamento em blocos casualizados (DBC), com 6 repetições. As avaliações foram realizadas aos 0, 7, 14, 21 e 28 dias após transplante (DAT). As temperaturas do ar mínima, média e máxima observadas foram de 16,3; 25,1 e 38,4 °C; para ambiente sem tela termorrefletora e de 16,7; 24,6 e 36,2 °C para ambiente com tela termorrefletora, respectivamente. A tela termorrefletora reduziu significativamente a temperatura do ar e foi influenciada pelas condições do tempo, principalmente dias nublados ou chuvosos. A lâmina de água evaporada no ambiente sem tela termorrefletora foi 26% superior ao outro ambiente. O poder evaporativo do ar foi de 4,16 mm em ambiente sem tela termorrefletora e de 3,82 mm no ambiente com tela. Contudo não se observou diferença estatística significativa entre estes valores. As cultivares de alface Itapuã, Vera e Verônica demonstraram resultados superiores de produtividade em relação a cultivar Paola nos dois ambientes avaliados. Porém, quando compara os ambientes, aquele sem tela termorrefletora apresentou produtividade de 14,97 t ha<sup>-1</sup> contra 12,61 t ha<sup>-1</sup> do ambiente com tela termorrefletora.

Palavra-chave: Cultivo Protegido; Sombreamento; Poder evaporativo do ar; Análise de Crescimento e *Lactuca sativa*.

## ABSTRACT

### ENVIRONMENT IN THE GROWTH AND PRODUCTION OF LETTUCE, IN GREENHOUSE, WITH AND WITHOUT REFLECTIVE SCREEN

The reflective screen is an option to promote the shading, to reduce the air temperature in greenhouse, and to allow a better growth and developments of the plants. This way, the present work had as objective evaluates the effect of the air temperature, evaporation and the air's evaporative power on the acting of four cultivate of curly lettuce (Itapuã, Paola, Vera and Veronica) under greenhouse with and without reflective screen, in the conditions of summer at west of Paraná. The experiment was carried at Assis Chateaubriand/PR, in a private property in a greenhouse with organic cultivation system. The greenhouse had the following dimensions 4.5m height, 3m pier, 60m length, and 5m wide. The greenhouse was divided into two equal parts, forming two atmospheres with 30m length each. One of the rooms was covered with polyethylene with low density, 100 micras of denseness and the other room, under this covering, it was installed to the height of the foot-righ, the reflective screen 50%. Inside each room three small evaporimeter were established to 0.4m height, and a meteorological protection at 1.5m height, containing Piche evaporimeter, maximum and minimum thermometer and Dattalogger. In order to evaluate the productive characteristics of the cultivate, treatments distributions followed the randomized design (DCA), with 6 replications. The evaluations were done at 0, 7, 14, 21 and 28 days after the transplantation (DAT). The, minimum, medium and maximum air temperatures observed in the room without term reflective screen were respectively 16,3; 25,1 and 38,4 °C; and 16,7; 24,6 and 36,2 °C in the room with reflective screen. The reflective screen reduced significantly the air temperature and it was influenced by the weather conditions, mainly on cloudy or rainy days. The amount of evaporated water in the atmosphere without reflective screen was 26% upper than the other one. The air's evaporative power was 4,16mm in the atmosphere without reflective screen and 3,82mm in the atmosphere with it. However it was not observed a significant statistical difference between those numbers. The cultivates of Itapuã, Vera and Verônica lettuce demonstrated better results in productivity in relation to Paola in both evaluated atmosphere. However, when it compares the atmospheres, the one without reflective screen presented productivity of 14.97 t ha against 12.61 t ha to the atmosphere with reflective screen.

Keywords: Greenhouse; Shading; Air's Evaporative Power; Growth analysis and *Lactuca sativa*.

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1: Representação esquemática do ambiente protegido (ST - sem tela termorrefletora e CT - com tela termorrefletora) para o cultivo orgânico de alface em Assis Chateaubriand, PR, 2008. ....28
- Figura 2: Representação esquemática da parcela experimental, com área útil de coleta de plantas durante o ciclo da cultura. Assis Chateaubriand, PR, 2008. ....31
- Figura 3: Abrigo Meteorológico com termômetro de máxima e mínima, evaporímetro de Piche, Datalogger. Assis Chateaubriand, PR, 2008. ....32
- Figura 4: Representação esquemática da vista superior de um dos ambientes, com a localização dos tanques de evaporação e abrigo meteorológico. Assis Chateaubriand, PR, 2008. ....33
- Figura 5: Tanque de evaporação com suporte a 0,4 m de altura. Assis Chateaubriand, PR, 2008. ....34
- Figura 6: Temperatura do ar Mínima, Média e Máxima, em ambiente protegido Sem Tela Termorrefletora (ST) e Com Tela Termorrefletora (CT) durante ciclo da alface. Assis Chateaubriand, PR, 2008. ....37
- Figura 7: Média horária da temperatura do ar em ambiente protegido para o cultivo orgânico de alface sem tela termorrefletora e com tela termorrefletora. Assis Chateaubriand, PR, 2008. ....39
- Figura 8: Evaporação e temperatura do ar média em ambiente protegido para o cultivo de alface em sistema orgânico sem e com Tela Termorrefletora. Assis Chateaubriand, PR, 2008. ....41
- Figura 9: Poder evaporativo do ar em ambiente protegido para o cultivo da alface em sistema orgânico com e sem Tela Termorrefletora durante o ciclo da alface. Assis Chateaubriand, PR, 2008. ....43
- Figura 10: Taxa de crescimento absoluto (TCA). em função do dia após transplântio das cultivares de alface crespa Itapuã, Paola, Vera e Verônica, cultivadas em ambiente protegido em sistema orgânico sem (a) e com (b) tela termorrefletora, Assis Chateaubriand, PR, 2008. ....45
- Figura 11: Taxa de crescimento relativo (TCR). em função do dia após transplântio das cultivares de alface crespa Itapuã, Paola, Vera e Verônica, cultivadas em ambiente protegido em sistema orgânico sem (a) e com (b) tela termorrefletora, Assis Chateaubriand, PR, 2008. ....46

- Figura 12: Taxa assimilatória líquida (TAL). em função do dia após transplântio das cultivares de alface crespa Itapuã, Paola, Vera e Verônica, cultivadas em ambiente protegido em sistema orgânico sem (a) e com (b) tela termorrefletora, Assis Chateaubriand, PR, 2008. ....47
- Figura 13: Razão de Área Foliar (RAF) em função do dia após transplântio das cultivares de alface crespa Itapuã, Paola, Vera e Verônica, cultivadas em ambiente protegido em sistema orgânico sem (a) e com (b) tela termorrefletora, Assis Chateaubriand, PR, 2008. ....48
- Figura 14: Área foliar específica (AFE) em função do dia após transplântio das cultivares de alface crespa Itapuã, Paola, Vera e Verônica, cultivadas em ambiente protegido em sistema orgânico sem (a) e com (b) tela termorrefletora, Assis Chateaubriand, PR, 2008. ....49

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Análise química do solo em ambiente protegido, Assis Chateaubriand, PR, 2008. ....	29
Tabela 2: Condição do tempo, classificado em Sol, Nublado ou Chuvoso, durante os 28 dias, de 12/01/2008 a 09/02/2008. Assis Chateaubriand, PR, 2008. ....	38
Tabela 3: Equações de ajuste das variáveis MST, MSF e AF, de cultivares de alface crespa em função do tempo para os ambientes sem e com tela termorrefletora. Assis Chateaubriand, PR, 2008. ....	44
Tabela 4: Altura de planta (H), número de folhas (NF), diâmetro da copa (DC), massa fresca das folhas (MFF), massa fresca da parte aérea (MFPA) e produtividade (P) de cultivares de alface crespa Itapuã, Paola, Vera e Verônica, cultivadas em ambiente protegido em sistema orgânico, Assis Chateaubriand, PR, 2008. ....	50
Tabela 5: Altura de planta (H), número de folhas (NF), diâmetro da copa (DC), massa fresca das folhas (MFF), massa fresca da parte aérea (MFPA) e produtividade (P), médias em ambiente protegido para o cultivo de alface em sistema orgânico sem e com de tela termorrefletora. Assis Chateaubriand, PR, 2008. ....	51

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	15
2 REVISÃO LITERATURA .....	17
2.1 Alface: Botânica e Considerações Gerais .....	17
2.2 Cultivo de Alface em Ambiente Protegido .....	18
2.3 Definição de Ambiente Protegido .....	19
2.4 Vantagens da Utilização de Ambiente Protegido .....	20
2.5 O Ambiente em Cultivo Protegido .....	21
2.5.1 Temperatura e Umidade Relativa do Ar .....	22
2.5.2 Variações de Temperatura e UR na Cultura da Alface.....	23
2.5.3 Controle da Temperatura .....	23
2.6 Evaporação e Evapotranspiração em Ambiente Protegido .....	24
2.7 Influências da Cobertura em Ambiente Protegido .....	26
2.7.1 Uso de Telas Termorrefletoras.....	26
3 MATERIAL E MÉTODOS .....	28
3.1 Localização e Caracterização da Área Experimental .....	28
3.2 Características Químicas do Solo .....	29
3.3 Adubação .....	29
3.4 Características das Cultivares.....	29
3.5 Produção das Mudanças .....	30
3.6 Instalação do Experimento .....	30
3.7 Tratos Culturais .....	31
3.8 Elementos Meteorológicos Observados .....	32
3.8.1 Temperatura do Ar .....	32
3.8.2 Poder Evaporativo do Ar e Evaporação .....	33
3.9 Características Agronômicas Avaliadas .....	34
3.9.1 Variáveis Biométricas .....	34
3.9.2 Análise de Crescimento.....	36
3.10 Análise Estatística .....	36
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	37
4.1 Temperatura do Ar .....	37
4.2 Evaporação e Poder Evaporativo do Ar .....	40
4.2.1 Evaporação .....	40

4.2.2 Poder Evaporativo do Ar .....	42
4.3 Análise de Crescimento.....	43
4.4 Características Produtivas.....	50
5 CONCLUSÃO.....	53
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	54

# 1 INTRODUÇÃO

O aumento da produção de alimentos no mundo é necessário, porém, o aumento de áreas agricultáveis é restrita ou privilégio de apenas alguns países. Logo, somente com a utilização de tecnologias que aumentem a produção, será possível atingir elevados índices de produtividade, para suprir esta demanda. A utilização do ambiente protegido tornou-se um sistema de produção alternativo e muito utilizado na horticultura, devido à necessidade do fornecimento de produtos de qualidade durante o ano todo. Além de possibilitar a diversificação de atividades exercidas pelos agricultores, podendo aumentar sua fonte de renda.

Dentre as hortaliças cultivadas em ambiente protegido está a alface (*Lactuca sativa L*) que é a hortaliça folhosa mais produzida pelos horticultores e consumida sob forma de salada (*in natura*). Além do aspecto nutricional, é de grande importância do ponto de vista sócio-econômico, pois gera muitos empregos diretos devido à necessidade de mão-de-obra. Na agricultura familiar, serve como base da renda para pequenos horticultores.

O cultivo da alface em ambiente protegido tem sido uma ótima alternativa para a região Sul do Brasil, onde, no inverno, podem ocorrer geadas e granizo. No verão, as elevadas temperaturas e radiação solar comprometem a produção.

Portanto, para o sucesso do empreendimento, o ambiente protegido deve atender as necessidades fisiológicas da planta, uma vez que provoca grandes alterações nos elementos meteorológicos, que apresentam importância vital para manutenção e desenvolvimento.

Os diferentes materiais genéticos, por sua vez, respondem de maneira distinta aos fatores ambientais e às práticas agrícolas, dentre elas o sombreamento. O sombreamento afeta significativamente a cultura da alface, alterando a arquitetura, peso, qualidade e, principalmente a produção.

A utilização de telas de sombreamento no ambiente protegido é uma opção para a redução da radiação solar incidente sobre a cultura, diminuição da temperatura do solo e do ar no verão e maior proteção contra geadas no inverno, visando à adaptação do ambiente às necessidades da planta.

Considerando o efeito da tela termorrefletora sobre as condições térmicas do ambiente protegido, o objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito da temperatura do ar, evaporação e poder evaporativo do ar sobre o desempenho de quatro cultivares

de alface crespa (Itapuã, Paola, Vera e Verônica) sob ambiente protegido com e sem a utilização de tela termorrefletora.

## 2 REVISÃO LITERATURA

### 2.1 Alface: Botânica e Considerações Gerais

A alface (*Lactuca sativa* L.) é uma planta originária da região do Mediterrâneo, da qual se tem conhecimento como planta medicinal desde 4500 a. C. O cultivo como hortaliça surgiu aproximadamente 2500 a.C. A introdução deste vegetal no Brasil se deu por meio dos colonizadores portugueses (GOTO; TIVELLI, 1998). É atualmente considerada uma cultura de expressiva importância econômica, e também uma das hortaliças folhosas mais consumidas (SILVA et al., 1999; RESENDE et al., 2003; GRANGEIRO et al., 2006).

A alface pertence à família botânica Asteraceae, da ordem Asterales e da classe Magnoliatae. Como pode ser consumida crua "*in natura*", conserva todas suas propriedades nutritivas, sendo rica em sais minerais como cálcio e fósforo, e vitaminas A, B, C, D e E, é de agradável paladar e indicada para dietas hipocalóricas, além de agir como excelente calmante (MURAYAMA, 1983).

É uma planta herbácea, de caule pequeno, ao qual se prendem as folhas que são relativamente grandes e dispostas alternadamente, com coloração variando do verde-amarelo até o verde escuro, com algumas cultivares apresentando coloração arroxeadas. A raiz é pivotante e quando cultivada a campo pode atingir até 60 cm, quando cultivada em ambiente protegido, torna-se relativamente curta, atingindo até 20 cm e com pequenas ramificações (GOTO; TIVELLI, 1998).

Como é uma planta C<sub>3</sub>, apresenta maior eficiência fotossintética com baixas temperaturas (TAIZ; ZEIGER, 2004). Por se tratar de uma cultura anual, encerra sua fase vegetativa quando a planta atinge o máximo de desenvolvimento foliar. Na fase reprodutiva, a alface emite uma haste floral (pendoamento), terminando por uma inflorescência ramificada, com inúmeras flores hermafroditas, as quais são normalmente autofecundadas. Esta fase, entretanto apenas interessa as empresas e horticultores para a produção de sementes (FILGUEIRA, 1982).

Para o pendoamento, a planta necessita de dias com elevadas temperaturas e longos fotoperíodos, o que faz as plantas passarem precocemente da fase vegetativa para a reprodutiva (CONTI; TAVARES, 2000). Com isto, há

redução da produtividade e de qualidade do produto, ocasionando acúmulo de látex, fazendo com que as folhas se tornem amargas, rígidas e de tamanho e número reduzido (LEDO et al., 2000).

## **2.2 Cultivo de Alface em Ambiente Protegido**

As condições ambientais interferem de modo significativo no desenvolvimento e produção da alface, tornando-se imprescindível o conhecimento das variáveis envolvidas neste processo, principalmente da interação entre ambiente, genótipo e fenótipo.

Neste contexto, Filgueira (2003) conceitua que ambiente é o conjunto de fatores agroecológicos e agrotecnológicos externos à planta, mas que influenciam no desenvolvimento e produção. O genótipo é a composição genética da planta, o resultado da interação entre o ambiente e o genótipo, constitui o fenótipo, que é a expressão visível do genótipo, característica que interessa aos produtores e consumidores.

Para corroborar com a literatura que expressa as diferenças entre as cultivares de alface, cada qual com uma característica genética de adaptabilidade a uma condição específica, vários experimentos já foram desenvolvidos.

Conforme constataram Radin et al. (2004), em experimento avaliando o crescimento de cultivares de alface Verônica, Marisa e Regina, conduzido em ambiente protegido e a campo, que as plantas cultivadas em ambiente protegido, apresentaram aumento de massa na matéria fresca e seca das folhas, área foliar específica e número de folhas. O ciclo da cultura foi mais curto, e as cultivares não apresentaram diferenças entre si quando cultivadas em ambiente protegido. A cultivar Regina apresentou maior número de folhas e índice de área foliar que as outras cultivares.

Experimento testando as cultivares Bariri (tipo alongada), Mariane (tipo crespada) e Verdinha (tipo lisa) em ambiente protegido, foi realizado por Trani et al. (2006). Estes autores observaram que a altura média das plantas das cultivares Bariri e Mariane foram superiores à Verdinha, e que o número de folhas e área foliar da cultivar Bariri foi superior às outras duas cultivares, logo, concluíram que as

cultivares Bariri e Verdinha apresentaram bom desempenho sob ambiente protegido e potencial para o comércio.

Cada genótipo responde de diferente forma ao ambiente, portanto, somente quando se modifica o ambiente, será possível observar a resposta no fenótipo da planta. Desta forma, pesquisas objetivando a avaliação de diferentes variáveis ambientais sobre a seleção de cultivares foram realizadas. Dentre elas pode-se destacar a adaptação a altas temperaturas (SILVA et al., 1999; CONTI; TAVARES, 2000; LÉDO et al., 2000), acúmulo de nutrientes nas folhas (GRANGEIRO et al., 2006), e utilização de diferentes potenciais de água no solo e irrigação (ANDRADE JR; KLAR, 1997; MAGGI et al., 2006; VILAS BOAS et al., 2007).

Desta forma, é possível pela análise de crescimento avaliar o crescimento final da planta, por meio de uma interpretação do seu desenvolvimento em um intervalo de tempo. Esta análise permite avaliar os diferentes materiais genéticos e a sua interação com o ambiente, além de ser um meio acessível e preciso para avaliar o crescimento e inferir a contribuição de diferentes processos fisiológicos sobre o comportamento vegetal (BENINCASA, 2003; PORTES e CASTRO JR, 1991).

Para Dantas e Escobedo (1998) a produtividade de uma cultura é resultado da relação fotossíntese e respiração, sendo necessário o conhecimento dos mecanismos pelos quais se dá a interação solo-planta-atmosfera, de forma a fazer uso racional e otimizar o microclima. O uso de modelos matemáticos para expressar parâmetros de crescimento e seus derivados, fornece subsídios para melhor compreensão dos diferentes processos fisiológicos envolvidos na morfogênese da planta.

Conforme cita Alencar (2003), estes processos são interpretados pelo uso de algoritmos para ajuste de funções não lineares, viabilizando o uso de modelos matemáticos para análise de crescimento. Estes modelos tendem a ser simplificados, para representar adequadamente as curvas de crescimento.

### **2.3 Definição de Ambiente Protegido**

O termo Plasticultura conforme ressalta Goto (1997) deve ser substituído pelo termo Ambiente Protegido, uma vez que possui várias finalidades na proteção

do ambiente, podendo ser utilizado como: guarda-chuva, abrigo, estufa. No Brasil, quando produtos hortícolas são produzidos sob algum tipo de estrutura, metálica ou de madeira, em que seja utilizado filme de plástico para sua cobertura, com ou sem controle ambiental, está sendo denominado de cultivo em ambiente protegido. Esta forma de cultivo de hortaliças no Brasil não é tão recente, porém, passou a ser amplamente utilizado no início da década de noventa (GOTO; TIVELLI, 1998).

Para Beltrão et al. (2002) é uma estrutura coberta com a finalidade de proteger as plantas contra os agentes meteorológicos exteriores, sendo que no seu interior podem ser cultivados os mais diversos tipos de plantas. Contudo, o ambiente protegido deve apresentar as características de eficiência e funcionalidade. Eficiente no sentido de oferecer a condição climática dentro das exigências fisiológicas de cada cultura. Funcional de forma a permitir a melhor utilização do ambiente do ponto de vista técnico e econômico (EMBRAPA, 2005).

## **2.4 Vantagens da Utilização de Ambiente Protegido**

As adversidades e as sazonalidades climáticas podem limitar a produção e permitem o aproveitamento de apenas alguns períodos do ano para o desenvolvimento das culturas, afetando a oferta destes produtos no mercado (SGANZERLA, 1995).

De forma a reduzir estes efeitos desfavoráveis pode-se lançar mão da produção em ambiente protegido que para Andriolo (1999), se constitui um agrossistema diferencial do tradicional por permitir o cultivo fora de época normal para a cultura e possibilitar o ajuste do ambiente às necessidades da cultura, de acordo com cada fase do desenvolvimento da planta.

A maioria das hortaliças folhosas é de fácil cultivo no inverno, conseqüentemente os preços caem. No entanto, no verão, os preços são altamente atraentes, sendo uma época que os produtores podem utilizar as estruturas de proteção para cultivar estas espécies (AGUIAR et al., 2004). Assim possibilitando o fornecimento de produtos *in natura* durante o ano todo (MAGGI et al., 2006), o que permitiu maior difusão desta tecnologia no Brasil (ANDRADE JÚNIOR e KLAR,

1997). Além destas vantagens, Filgueira (2003) sugere que ocorre um aumento na quantidade e melhor qualidade dos produtos produzidos.

Os horticultores demonstram crescente adoção desta tecnologia, o que de acordo com Silva et al. (1999) ocorre em razão da possibilidade de controle parcial dos fatores ambientais. No entanto, apesar das alterações microclimáticas causadas pelo cultivo protegido, nem todas as plantas estão adaptadas a esta forma de cultivo, fazendo-se necessário a pesquisa de cultivares adaptadas.

## **2.5 O Ambiente em Cultivo Protegido**

Muitas pesquisas com vegetais são realizadas em ambientes protegidos, visando atenuar os efeitos do ambiente externo sobre a variável em estudo, porém, verificou-se que existem resultados para uma mesma variável e fator estudado que são contraditórios ou opostos, devido a fatores extrínsecos e intrínsecos. Estes fatores podem ser: orientação, estrutura, tamanho, tipo de cobertura do ambiente protegido, e também as características genéticas da cultura em estudo (BELTRÃO et al., 2002).

O ambiente protegido provoca grande alteração nos elementos meteorológicos e para Frisina e Escobedo (1999) estes fatores apresentam importância vital às plantas para sua manutenção e desenvolvimento, via fotossíntese, evapotranspiração e fototropismo. Conforme afirma Yenmez (2004) dentre os fatores climáticos que afetam a produção em ambiente protegido, pode-se destacar a radiação solar, que determina a temperatura do solo e do ar, conseqüentemente alterando a umidade relativa do ar.

Corroborando com esta afirmação, Caron et al. (2003) realizaram experimentos em ambiente protegido e em campo aberto, visando determinar a eficiência de conversão da radiação solar fotossinteticamente ativa interceptada na cultura da alface. A quantidade de fitomassa produzida no ambiente protegido foi maior quando comparada a fitomassa produzida no ambiente natural, com a mesma quantidade de radiação solar fotossinteticamente ativa acumulada, o que favorece a antecipação da duração do período de cultivo em ambiente protegido em relação ao ambiente natural.

Buriol et al. (2000) em experimento avaliando as modificações da umidade relativa do ar pelo uso e manejo do ambiente protegido, observaram que o valor médio da umidade relativa do ar dentro do ambiente protegido é superior ao observado no ambiente externo. Durante o dia, quando a temperatura é crescente, ocorre o inverso sendo que o manejo de abertura do ambiente afeta significativamente os valores de umidade relativa do ar.

Conforme relata Santos et al. (2002), os valores médios mensais no interior do ambiente protegido foram superiores em relação aos encontrados a campo, em 7% para temperatura e umidade relativa do ar, 34% para déficit de saturação e em 4,7% para pressão atual de vapor d'água no ar.

### 2.5.1 Temperatura e Umidade Relativa do Ar

A variação da umidade relativa do ar no interior do ambiente protegido depende principalmente da temperatura do ar e da ventilação. Conforme Buriol et al. (2000) mesmo que a umidade relativa do ar no interior do ambiente protegido esteja diretamente relacionada com a umidade do solo e a temperatura do ar, variações entre os valores registrados no interior e exterior do ambiente, podem ser relacionadas às condições climáticas da região, condições do tempo, como a radiação solar, temperatura do ar e velocidade do vento.

A faixa térmica ideal para a maioria das hortaliças de verão situa-se entre 18 e 25 °C. Quando a temperatura do ar situa-se fora deste intervalo, por períodos de tempo de várias horas ou dias, o crescimento e desenvolvimento da cultura são afetados. Segundo justifica Andriolo (2000) a umidade relativa do ar é um elemento que influencia a transpiração, pois interfere na condutância estomática, e indiretamente, na turgescência dos tecidos, afetando vários processos metabólicos.

Conforme Matzner e Comstock (2001) a indução da temperatura mudando a condução dos estômatos foi linearmente correlacionada com a indução da temperatura mudando a condução hidráulica em toda a planta de feijão. A magnitude da indução da temperatura em toda a condução do sistema vascular da planta foi suficiente para relatar a interação dos efeitos da temperatura e umidade relativa do ar sobre a regulação dos estômatos.

## 2.5.2 Variações de Temperatura e UR na Cultura da Alface

Manter a regularidade de produção e a qualidade das hortaliças são práticas muito difíceis, especialmente devido às altas temperaturas e longos fotoperíodos. Segundo Argyris et al. (2008), devido ao processo de termo inibição pode ocorrer falha na germinação das sementes, quando temperaturas entre 25 a 30°C, mas a temperatura ideal para germinação oscila de acordo com cada variedade.

Silva et al. (1999) estudaram o comportamento de quatro cultivares de alface (Vitória, Brasil 303, Elisa e Babá), sob altas temperaturas em ambiente protegido em três épocas de semeadura, e verificaram que as cultivares Vitória e Elisa foram mais resistentes ao pendoamento e dias para o florescimento, no entanto, não houve diferença entre as cultivares quanto à época de semeadura.

Quando Costa et al. (2004) testaram a simulação dos parâmetros climáticos de temperatura e umidade relativa do ar no interior do ambiente protegido em experimento com a cultura de alface, verificaram que a temperatura média simulada e a observada pelos sensores, foram respectivamente de 23,6 e 24,1 °C; para a determinação da umidade relativa do ar a média simulada e o valor dado pelos sensores, foram respectivamente de 61,6 e 66,0%. Os autores concluíram que para o período analisado, os resultados obtidos foram adequados para simular a temperatura e a umidade relativa do ar no interior da estufa plástica.

De acordo com Sanchez (2007) o desempenho de cinco cultivares de alface, em cultivo hidropônico, não foi afetado pelo ambiente climatizado ou não. O consumo de água, no entanto, foi maior no ambiente protegido convencional em relação ao climatizado, provavelmente devido a temperaturas mais elevadas e menor umidade relativa do ar.

## 2.5.3 Controle da Temperatura

Para manter a temperatura ideal para cada cultura, é necessário manejo do ambiente protegido, ou adapta-lo às exigências da cultura. A temperatura no interior do ambiente protegido, segundo Streck et al. (2002) pode ser reduzida com emprego de nebulização, branqueamento da cobertura interna da estufa e sombreamento com tela plástica. Em todas as técnicas avaliadas houve redução da temperatura do

ar no interior do ambiente protegido, porém, mesmo com expressiva redução térmica, em dias críticos de elevadas temperaturas, não foi possível chegar a temperaturas ótimas para muitos cultivos.

Por outro lado, desde que a temperatura do ar não seja muito elevada nos meses de verão, a ventilação natural é suficiente para o controle da temperatura, conforme afirma Kendirli et al. (2007) analisando os elementos climáticos para o desenvolvimento do ambiente protegido na região oriental do Mar Negro.

## **2.6 Evaporação e Evapotranspiração em Ambiente Protegido**

Conforme Yuan et al. (2001) as culturas requerem freqüente irrigação, para minimizar o estresse hídrico e alcançar o máximo de produção e qualidade, já que ficam protegidas da precipitação pluvial. Torna-se necessário, então avaliar a evaporação no interior do ambiente protegido, que para Rezende et al. (2004) é geralmente menor que a verificada no exterior, fato este, que pode ser atribuído à opacidade da cobertura à radiação solar e redução da ação do vento.

Corroborando com esta afirmação Heldwein et al. (2001a) constatou que a evaporação de água em minitanques foi em média 52% menor dentro do ambiente protegido em relação ao meio externo. Resultados obtidos por Montes (2008) demonstraram que a evaporação sazonal da cultura de alface foi menor no ambiente protegido quando comparado com ambiente externo. Observaram também que os valores de coeficiente de cultura ( $K_c$ ), em três estádios de avaliação, no ambiente protegido foram de 0,93; 1,27 e 1, 3; enquanto que para ambiente externo foram de 0,8; 1,12 e 1,39.

Um dos métodos de avaliação da evapotranspiração é a utilização de Tanque Classe A. Andrade Júnior e Klar (1997) concluíram que a aplicação de uma lâmina de irrigação equivalente a 75% da evaporação do Tanque Classe A, apresentou melhores resultados de matéria fresca por planta e produtividade da alface. A eficiência do uso da água diminuiu linearmente com o acréscimo da lâmina de irrigação aplicada.

Para Fernandes et al. (2000), a desvantagem do uso deste equipamento é a grande área ocupada pelo tanque. No entanto a utilização do Tanque Reduzido ou

evaporímetro de Piche, em substituição ao Tanque Classe A, mostrou alta correlação entre os resultados obtidos, com a vantagem de ocupar menor área, apresentar menor custo e maior praticidade.

Neste sentido, o trabalho de Rezende et al. (2004) mostrou que a evapotranspiração determinada pelos tanques reduzidos 0,6 m de diâmetro e pelo evaporímetro de Piche no interior do ambiente protegido apresentaram menores valores que os da estação meteorológica.

Maggi (2006) pesquisando a espacialização da evaporação dentro do ambiente protegido e a produção de três cultivares de alface sob diferentes lâminas de irrigação por gotejamento, constatou a eficiência deste equipamento para estimar as lâminas de água a serem aplicadas.

O evaporímetro de Piche também pode ser utilizado quando se necessita de informações sobre a perda diária de água, pelo processo da evaporação, com o equipamento sendo instalado próximo ou diretamente na área em que se quer obter a informação. Para Waring e Hermann (1966) o evaporímetro de Piche não retrata exatamente a transpiração das folhas, devido a densidade de fluxo de radiação solar global incidente e da resistência estomática e cuticular das folhas ao fluxo do vapor d'água, ser regida não somente pelo fluxo turbulento do ar.

O que é contestado por Heldwein et al. (2001b) que utilizaram o evaporímetro de Piche como indicativo da evapotranspiração máxima de espécies cultivadas em ambientes protegidos. E que afirmam ser os dois processos regidos pelos mesmos princípios físicos de mudança de estado da água e pelos mesmos elementos meteorológicos.

Conforme Papaioannou et al. (1996) a evaporação em um evaporímetro de Piche, quando instalado em um abrigo meteorológico, não recebe radiação solar direta, portanto, consiste primeiramente em uma resposta ao poder evaporativo do ar, devido ao déficit de umidade relativa do ar e em menor grau a velocidade do vento sobre a membrana do evaporímetro.

## 2.7 Influências da Cobertura em Ambiente Protegido

O polietileno transparente utilizado em coberturas pode modificar as condições microclimáticas dentro do ambiente protegido. A transmissividade à radiação global varia com a espessura do material e tempo de uso. As modificações em parcelas das radiações refletidas e nos fluxos energéticos também podem ser observadas. Neste sentido, Frisina e Escobedo (1999) constataram que a transmissividade da radiação global pelo polietileno não varia durante o ciclo da alface, sendo independente da superfície vegetada. Entretanto as razões entre as radiações refletidas interna e externas apresentaram variações ao longo do ciclo, provavelmente, devido ao maior crescimento da cultura dentro do ambiente protegido. O fluxo de calor latente de evaporação no meio externo apresentou aumento significativo em relação ao ambiente protegido, no qual os fluxos de calor no solo e sensível são maiores.

Outra opção para cobertura é a utilização de tela térmica difusora da luz. Factor (2000) avaliou a influência deste tipo de cobertura, nas condições microclimáticas, bem como sobre as características agronômicas de quatro híbridos de melão cultivados em ambiente protegido. Os valores da temperatura do ar máxima e mínima foram superiores no interior do ambiente protegido em relação ao ambiente externo, porém, o uso deste filme, possibilitou melhor adequação da temperatura do ar às exigências da cultura.

O agrotêxtil é outro material para o qual existem muitas pesquisas sobre sua eficiência e forma de manejo. Reghin et al. (2002) verificaram que plantas de alface permanecendo durante todo o ciclo com a proteção de agrotêxtil atingiram ponto de colheita, uma semana antes das plantas sem proteção. Quanto maior o período de proteção a que as plantas foram submetidas, maior peso e qualidade do produto, comprovando o benefício de manter o agrotêxtil no cultivo durante todo o ciclo da cultura.

### 2.7.1 Uso de Telas Termorrefletoras

Em ambiente protegido as temperaturas são mais elevadas do que a campo. Do ponto de vista da ambiência vegetal, altos valores de radiação solar implicam em uma elevada carga térmica no interior da instalação, em geral, recomenda-se o uso

de algum tipo de sombreamento a partir do final da primavera ao início do outono. As telas termorrefletoras, amplamente utilizadas na agricultura, constituem uma opção de sombreamento, por serem metalizadas em alumínio em ambas as faces. Desta forma permitem reflexão de parte da energia solar, o que proporciona a estes ambientes menores temperaturas no verão e maiores no inverno, além de propiciar proteção contra geadas, promove difusão da luz e aumenta a eficiência da fotossíntese (AGUIAR, 2004; COSTA, 2004).

Segundo Li et al. (1998) a utilização da tela termorrefletora apresentou redução nos valores totais de radiação solar (incidente mais refletida), além de demonstrar uma distribuição uniforme das radiações diretas e indiretas e aumento da quantidade de reflexão da radiação nas áreas cultivadas.

Guiselini e Sentelhas (2004) avaliando a influência de diferentes coberturas sobre a cultura de gérberras constataram que os ambientes protegidos provocam diminuição da umidade relativa do ar e aumento da temperatura durante o dia. A temperatura média diária do ar, no ambiente com filme de polietileno de baixa densidade (PEBD), leitoso, foi de 6°C superior ao ambiente externo e de 3°C superior ao ambiente com telas de sombreamento.

Para a produção de mudas de cafeeiro, o uso de telas termorrefletoras de 40% e 50%, propiciaram melhores resultados que as telas negras de 60% e 70%, resultando em maior altura, quantidade de matéria seca e diâmetro do caule. Os tipos de telas testados não alteraram significativamente a temperatura e umidade relativa do ar nas parcelas (COSTA, 2004).

## 3 MATERIAL E MÉTODOS

### 3.1 Localização e Caracterização da Área Experimental

O experimento foi conduzido em uma propriedade comercial, localizada no município de Assis Chateaubriand – PR. As coordenadas geográficas do município são: latitude 24° 25' Sul, longitude 53° 29' Oeste e altitude de 440 m.

O clima da região segundo Köppen é do tipo Cfa, clima subtropical. Os verões são quentes, geadas pouco freqüentes e tendência de concentração das chuvas nos meses de verão, contudo sem estação seca definida (IAPAR, 2008).

O trabalho foi desenvolvido no período de Dezembro de 2007 a Fevereiro de 2008, em ambiente protegido para produção de alface em sistema de produção orgânico. A estrutura apresentava teto em arco, com 3 m de pé direito, altura de 4,5 m, 60 m de comprimento, 5 m de largura e coberta com polietileno de baixa densidade (PEBD), com espessura de 100 micras do tipo branco leitoso, aditivado contra raios ultravioletas.

Para realização do experimento o ambiente foi dividido em duas partes iguais, em uma das partes dos ambientes além do PEBD, na altura do pé-direito foi instalada a tela termorrefletora (Aluminet<sup>®</sup> 50%), cobrindo toda a área. Cada divisão do ambiente protegido (ST - sem tela termorrefletora e CT - com tela termorrefletora) apresentava comprimento de 30 m, largura 5 m e área de 150 m<sup>2</sup>, conforme se observa na figura 1.

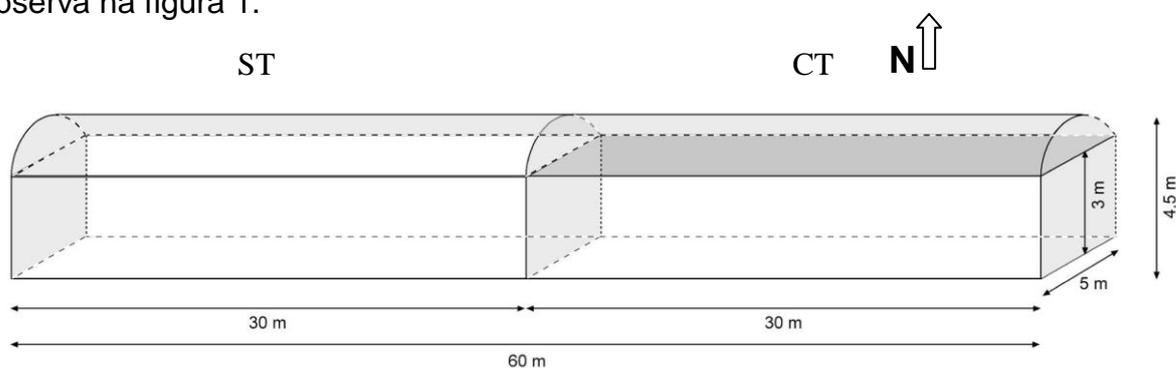


Figura 1: Representação esquemática do ambiente protegido (ST - sem tela termorrefletora e CT - com tela termorrefletora) para o cultivo orgânico de alface em Assis Chateaubriand, PR, 2008.

### 3.2 Características Químicas do Solo

O solo em sua maior parte é composto por derrame basáltico, sendo do tipo Latossolo Vermelho Eutrófico. Para a análise do solo, foram coletadas 10 amostras de cada um dos ambientes de forma aleatória, a profundidade 0-20 cm. As amostras foram misturadas de acordo com o ambiente de origem, gerando uma amostra composta e encaminhada ao Laboratório Solanálise Central de Análise Ltda, para análise química, cujos resultados foram apresentados na Tabela 1.

Tabela 1: Análise química do solo em ambiente protegido, Assis Chateaubriand, PR, 2008.

Ambiente	pH	MO	H+Al	K	Ca	Mg	SB	CTC	Fe	Mn	Cu	Zn	P
	CaCl <sub>2</sub>		g dm <sup>-3</sup>				Cmol dm <sup>-3</sup>				mg dm <sup>-3</sup>		
ST	6,50	41,81	2,19	2,25	14,08	4,13	90,33	22,64	28,00	460,00	23,30	32,00	156,64
CT	6,70	41,81	2,19	1,68	13,00	4,20	89,61	21,07	26,00	449,00	23,40	27,00	176,44

Análise realizada no Laboratório Solanálise Central de Análise Ltda, Cascavel – PR.

### 3.3 Adubação

De acordo com a análise química do solo e as recomendações agronômicas para a cultura de alface, não foi necessário nenhum tipo de correção do solo. Como era uma área em sistema de produção orgânico, antes da instalação do experimento, foi realizada cobertura verde, em sistema consorciado com as espécies mucuna-preta (*Stizolobium aterrimum*), feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*), sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) e girassol (*Helianthus annuus*), quando as plantas atingiram o máximo crescimento vegetativo foram incorporadas ao solo.

### 3.4 Características das Cultivares

As quatro cultivares de alface, tipo crespa, utilizadas foram: Itapuã, Paola, Vera e Verônica. A cultivar Itapuã pertence à empresa ISLA<sup>®</sup> Sementes, apresenta

ciclo rápido de 45 dias no verão e de 60 dias no inverno, o período de germinação tem duração de 4 a 7 dias. As folhas crespas e soltas.

A cultivar Paola, foi desenvolvida pela empresa FELTRIN<sup>®</sup> Sementes. As folhas são crespas recortadas e é tolerante ao pendoamento. O ciclo médio é de 60 a 70 dias.

As cultivares Vera e Verônica pertencem a empresa SAKATA<sup>®</sup> Sakata Seed Sudamerica Ltda. O aspecto visual é excelente, folhas são bem repicadas e uniformes e as plantas apresentam alta resistência ao pendoamento precoce.

### **3.5 Produção das Mudas**

As mudas foram produzidas em bandejas de poliestireno expandido com 128 células, nas quais utilizou-se o substrato comercial Plantmax<sup>®</sup>. A semeadura foi realizada no dia 21 de dezembro de 2007, utilizando três sementes por célula, de quatro cultivares de alface.

Após emergência das plântulas realizou-se desbaste deixando uma plântula por célula. A irrigação das mudas foi realizada diariamente no período da manhã, e no período da tarde somente quando necessário, utilizando quantidade de água suficiente para manter o substrato úmido.

Quando as plântulas apresentavam de cinco a seis folhas definitivas, 22 dias após semeadura (DAS), no dia 12 de Janeiro de 2008, estas foram transplantadas para o ambiente protegido.

### **3.6 Instalação do Experimento**

Na preparação dos canteiros, os restos culturais foram incorporados ao solo, com a utilização de um rotocanteirador manual, a profundidade de 20 cm, apenas na área previamente delimitada para formação dos canteiros.

O experimento foi instalado em delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial de 2 x 4, com seis repetições. O primeiro fator foi constituído de dois ambientes (com e sem tela termorrefletora) e segundo fator por quatro cultivares de alface crespa (Itapuã, Paola, Vera e Verônica). Cada bloco foi composto de quatro parcelas de 3,0 m de comprimento, 1,2 m de largura, com uma

área de 3,6 m<sup>2</sup>. Os blocos ficaram distanciados entre si de 0,3 m. As mudas foram transplantadas no espaçamento de 0,3 x 0,3 m (Figura 2).

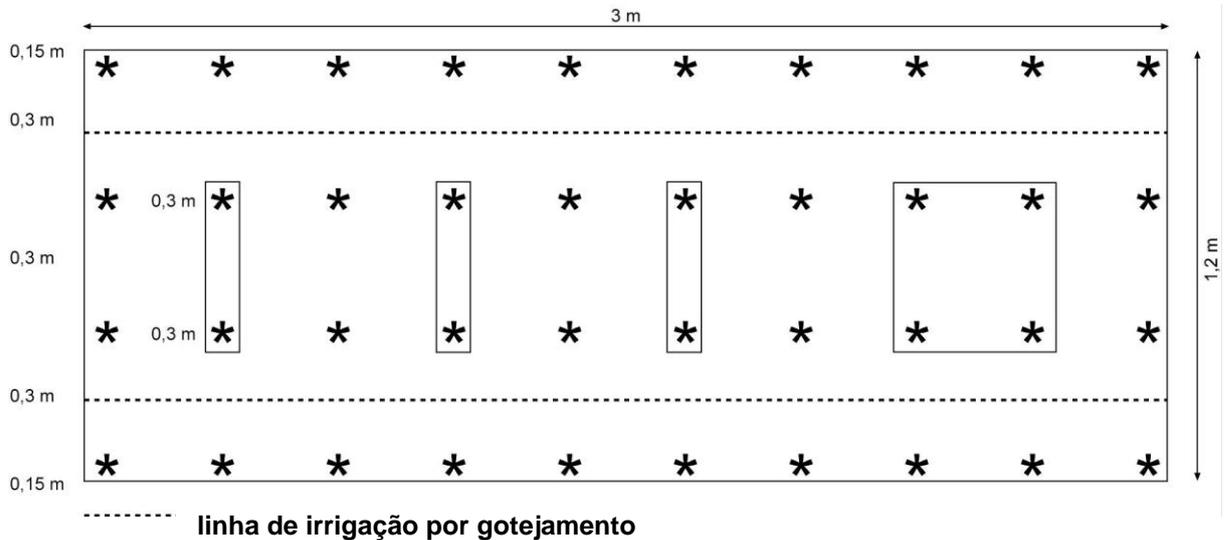


Figura 2: Representação esquemática da parcela experimental, com área útil de coleta de plantas durante o ciclo da cultura. Assis Chateaubriand, PR, 2008.

### 3.7 Tratos Culturais

Após o transplante, para atender a demanda de água pela cultura, foi realizada irrigação por sistema de gotejamento. Cada linha de gotejadores atendia a duas linhas de planta no canteiro (Figura 2). Cada ambiente possuía sistema de irrigação independente. Durante os primeiros sete dias após o transplante (DAT) realizou-se irrigação complementar por aspersão, para aumentar a chance de pegamento das mudas. As plantas que sofreram injúrias durante o transplante ou que morreram até cinco DAT, foram substituídas.

Quando necessário realizou-se capinas manuais, para controle de plantas daninhas como picão-preto (*Bidens pilosa*), tiririca (*Cyperus rotundus*), azedinha (*Rumex acetosa*), caruru (*Amaranthus viridis* L), corda-de-viola (*Ipomoea grandifolia*). Para o controle de insetos e pragas foram instaladas armadilhas de garrafas plásticas perfuradas e contendo vinho e instaladas a altura de um metro do solo.

### 3.8 Elementos Meteorológicos Observados

Para a avaliação dos elementos meteorológicos foi instalado a altura de 1,5 m, no interior de cada ambiente um abrigo meteorológico, de madeira, pintado de branco, com a face aberta voltada para Sul. Os equipamentos instalados em cada abrigo meteorológico foram: datalogger com sensores de temperatura e umidade relativa do ar, evaporímetro de Piche e termômetro de máxima e mínima (Figura 3).



Figura 3: Abrigo Meteorológico com termômetro de máxima e mínima, evaporímetro de Piche, Datalogger. Assis Chateaubriand, PR, 2008.

#### 3.8.1 Temperatura do Ar

Os dados da temperatura do ar foram coletados por meio de datalogger com sensores de temperatura e umidade relativa do ar Marca AZ, modelo 8829, escala de temperatura de -40 a 85° C, escala de umidade relativa do ar de 0 a 100%, resolução de 1° C para temperatura do ar e acurácia para umidade relativa do ar de

aproximadamente 3%. O datalogger foi programado para coletar e armazenar os dados de hora em hora.

### 3.8.2 Poder Evaporativo do Ar e Evaporação

O evaporímetro de Piche determina a capacidade evaporativa do ar. O equipamento é constituído por um tubo de vidro cilíndrico graduado em milímetros com capacidade para 30 mm e subdivisões de 0,1 mm. A extremidade superior é fechada e extremidade inferior contém um disco de papel (superfície porosa), que é constantemente umedecido pela água utilizada no preenchimento. A água evaporada através da superfície porosa é função do poder evaporativo do ar. Este equipamento foi instalado em abrigo meteorológico e as leituras realizadas diariamente às 09:00 horas.

Para avaliar a lâmina de água evaporada, foram instalados três tanques de evaporação em cada ambiente, localizados na parte central de cada ambiente (Figura 4). Cada tanque de evaporação consiste de um recipiente plástico, com diâmetro de 0,18 m, branco, instalado a 0,4 m de altura, sobre um suporte de madeira pintado de branco, (Figura 5). Para determinar a lâmina de água evaporada, cada tanque de evaporação era preenchido com 500 ml de água e a cada dois dias era realizada a leitura. Por diferença determinou-se a lâmina de água evaporada em mililitros (ml), com auxílio de uma proveta graduada com capacidade de 500 ml. A lâmina de água evaporada foi determinada em função da área do tanque de evaporação ( $0,025 \text{ m}^2$ )

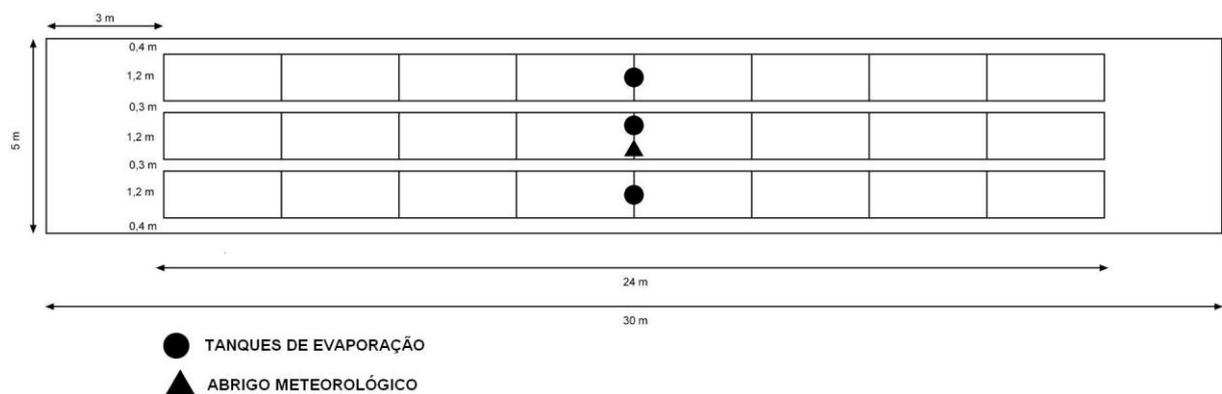


Figura 4: Representação esquemática da vista superior de um dos ambientes, com a localização dos tanques de evaporação e abrigo meteorológico. Assis Chateaubriand, PR, 2008.



Figura 5: Tanque de evaporação com suporte a 0,4 m de altura. Assis Chateaubriand, PR, 2008.

### **3.9 Características Agronômicas Avaliadas**

As características agronômicas avaliadas foram divididas em duas categorias: variáveis biométricas e com base nestas foi feita a análise de crescimento.

#### **3.9.1 Variáveis Biométricas**

Durante o experimento foram realizadas cinco avaliações de variáveis biométricas, nas datas 0 (dia do transplante), 7, 14, 21 e 28 DAT.

Na avaliação 0 DAT (12/01/2008), utilizou-se de plantas que ficaram nas bandejas. No dia da instalação do experimento determinou-se a média de cinco

plantas como parcela, com cinco repetições por cultivar avaliada, totalizando 20 parcelas.

Nas avaliações 7, 14 e 21 DAT, que correspondem às datas de 19/01/2008, 26/01/2008 e 02/02/2008, foram avaliadas duas plantas como parcela útil para determinar a média de cada parcela.

Na última colheita de plantas, 28 DAT (09/02/2008), foram avaliadas as características produtivas, utilizou-se de quatro plantas como parcela útil para determinar a média da parcela. Nesta avaliação também se determinou as características produtivas diâmetro da cabeça (cm) e altura da planta (cm), número de folhas, massa fresca da parte área (g), massa fresca das folhas (g), e produtividade ( $t\ ha^{-1}$ ).

As plantas foram cuidadosamente retiradas do solo com as raízes e lavadas em água corrente, posteriormente acondicionadas em sacos plásticos transparentes, previamente identificados por ambiente, bloco e cultivar. As análises foram realizadas na Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), Campus Toledo, no Laboratório de Controle de Qualidade de Grupo de Estudos de Manejo na Aqüicultura.

Nas plantas coletadas foram determinados o diâmetro da cabeça (DC), mediu-se a copa da planta no sentido longitudinal e transversal, a soma dos dois resultados foi dividida por dois, e a altura da planta (H), respectivamente, utilizando-se de uma régua graduada e posteriormente, estas foram seccionadas para contagem do número de folhas (NF).

Para verificação das unidades de massa fresca e seca das plantas, se utilizou uma balança de precisão 0,01g.

Para verificação a massa seca das diferentes partes das plantas, estas foram devidamente acondicionadas em embalagens de papel, identificadas por ambiente, bloco e cultivar, e levadas à estufa de circulação forçada de ar, com temperatura de  $\pm 65^{\circ} C$ , até atingir massa constante.

Área Foliar (AF  $cm^2$ ), foi calculada com a utilização de discos foliares, com área conhecida, fez-se regra de três simples, multiplicando o valor de MSF pelo somatório da área dos discos, o resultado divide-se pela massa seca dos discos, e determinando-se a área foliar.

A produtividade ( $t\ ha^{-1}$ ) foi determinada em função da massa média de uma planta e do espaçamento utilizado, extrapolando o resultado para a área de um hectare.

### 3.9.2 Análise de Crescimento

Na determinação dos parâmetros relativos a análise de crescimento, foi utilizado o programa computacional ANACRES, (PORTES e CASTRO JÚNIOR, 1991). Os dados de altura de plantas, massa seca das folhas, massa seca total e área foliar foram ajustados em função do tempo (DAT), para os diferentes ambientes. O ajuste foi feito por meio de equação exponencial quadrática, por ter representado o melhor comportamento das plantas em função do tempo. A partir dos dados de massa seca e área foliar ajustados foram calculadas as taxa de crescimento absoluto (TCA), taxa de crescimento relativo (TCR), taxa assimilatória líquida (TAL) e razão de área foliar (RAF).

## 3.10 Análise Estatística

Após tabulação, os dados das características biométricas foram submetidos à análise de variância pelo Teste F e as médias dos tratamentos foram comparadas utilizando-se o Teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Para os elementos meteorológicos observados determinou-se análise de variância pelo Teste F para a temperatura do ar, evaporação e poder evaporativo do ar, ao nível de 5% de probabilidade.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Temperatura do Ar

No ambiente sem tela termorrefletora as temperaturas diárias mínima, média e máxima do ar foram de 16,3; 25,1 e 38,4°C, respectivamente. Para o ambiente com tela termorrefletora constatou-se temperatura diária mínima, média e máxima do ar de 16,7; 24,6 e 36,2°C, respectivamente (Figura 6). Os valores encontrados para a temperatura do ar nos dois ambientes diferiram estatisticamente entre si, pelo Teste F a 1% de significância e com coeficiente de variação (CV) de 10,39 %. O coeficiente de variação fornece uma idéia de precisão entre os dados, quanto menor o valor mais homogêneo são os dados, o valor encontrado é classificado como CV médio (PIMENTEL-GOMES, 1987).

As temperaturas do ar máximas observadas mantiveram-se acima do limite recomendado por Goto e Tiveli (1998) para a cultura da alface que consideram temperaturas críticas máximas toleráveis de aproximadamente 30 °C.

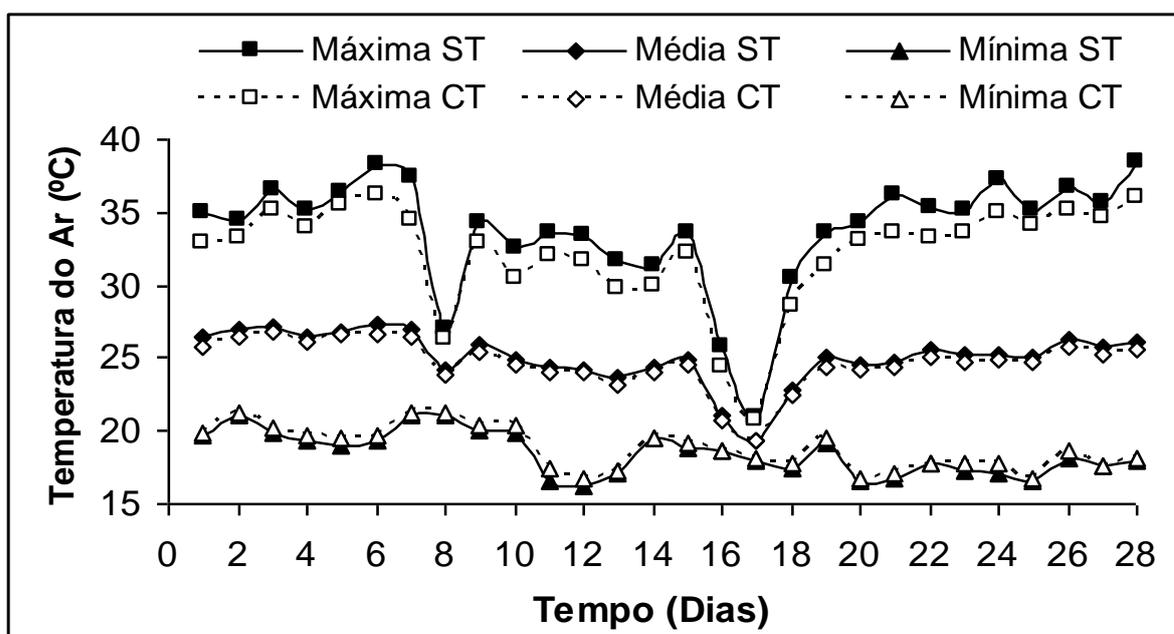


Figura 6: Temperatura do ar Mínima, Média e Máxima, em ambiente protegido Sem Tela Termorrefletora (ST) e Com Tela Termorrefletora (CT) durante ciclo da alface. Assis Chateaubriand, PR, 2008.

A manutenção da temperatura na faixa ideal para a cultura é um entrave para o cultivo em ambiente protegido. Em experimento realizado por Streck et al. (2002) em ambiente protegido sem cultivo e solo em processo de solarização, utilizando diferentes técnicas para redução da temperatura, entre elas, a utilização de telas de sombreamento, constatou-se que não foi possível atingir uma redução da temperatura para valores da faixa ótima para o cultivo que é de temperatura média inferior a 20 °C.

Como se observa na figura 6 os maiores valores de temperatura máxima foram encontradas no ambiente sem a utilização de tela termorrefletores, sendo os maiores valores de mínima foram verificadas no ambiente com tela termorrefletores.

No presente estudo a variação diária da temperatura do ar não sofreu influência ao longo do ciclo da cultura, visto que não houve variação tendenciosa ao desenvolvimento da cultura da alface nos dois ambientes analisados. No entanto, quando se compara ao ambiente externo, Frisina e Escobedo (1999) constataram que o ambiente protegido perde pouca radiação por emissão de ondas longas, tornando os fluxos de calor no solo e sensível maior no interior do ambiente protegido.

As temperaturas do ar nos dois ambientes apresentaram decréscimos acentuados nos dias 8, 16, 17 e 18 DAT, referentes aos dias 19, 27, 28 e 29 de Janeiro de 2008, nos quais se registrou ocorrência de precipitação pluvial, conforme se observa na Tabela 2.

Tabela 2: Condição do tempo, classificado em Sol, Nublado ou Chuvoso, durante os 28 dias, de 12/01/2008 a 09/02/2008. Assis Chateaubriand, PR, 2008.

Dia	Condição do Tempo						
1	Nublado	8	Chuvoso	15	Nublado	22	Sol
2	Nublado	9	Nublado	16	Chuvoso	23	Sol
3	Nublado	10	Sol	17	Chuvoso	24	Sol
4	Nublado	11	Sol	18	Chuvoso	25	Sol
5	Sol	12	Sol	19	Nublado	26	Sol
6	Sol	13	Sol	20	Nublado	27	Sol
7	Nublado	14	Nublado	21	Sol	28	Sol

As temperaturas médias por horário de observação, calculadas a partir das coletas dos 28 dias do experimento, no ambiente sem tela termorrefletora e com tela termorrefletora, são apresentadas na figura 7.

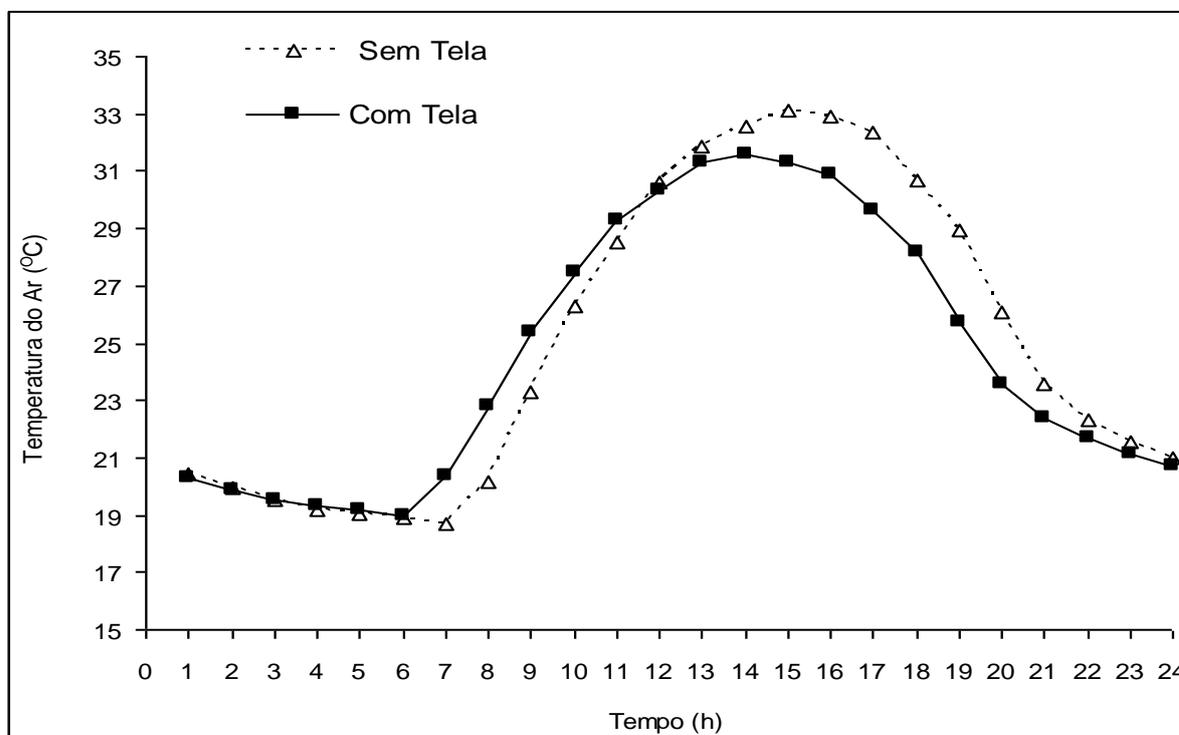


Figura 7: Média horária da temperatura do ar em ambiente protegido para o cultivo orgânico de alface sem tela termorrefletora e com tela termorrefletora. Assis Chateaubriand, PR, 2008.

No período compreendido entre 0:00 e 06:00 h os valores de temperatura do ar mantiveram-se praticamente iguais nos dois ambientes. Desta forma, a tela termorrefletora não provocou efeito sobre a retenção de ondas longas no ambiente. Entretanto, a temperatura mínima observada no ambiente com tela foi de 19°C às 6:00 h, levemente superior à observada no ambiente somente com PEBD, a qual foi 18,7°C às 7:00 h.

Entre 06:00 e 11:00 h, o ambiente com tela termorrefletora foi aquecido mais rapidamente até que a temperatura do ar se igualou nos dois ambientes por volta das 12:00 h. A partir de 13:00 até às 23:00 h, a temperatura do ar no ambiente com tela termorrefletora foi sempre menor que a observada no ambiente somente com PEBD. Esta constatação comprova a capacidade de reflexão propiciada pela tela termorrefletora, no sentido de reduzir à quantidade de radiação solar incidente, modificando o saldo de radiação e consequentemente as temperaturas do solo e do

ar, observadas nestes ambientes, como também constatado nos trabalhos de Guiselini e Sentelhas (2004) e de Buriol et al. (2000).

Neste sentido, Vasquez et al. (2005) também argumentam a respeito da maior temperatura do ar observada em ambiente protegido, destacando a interrupção do processo convectivo pela cobertura plástica e o menor volume de ar armazenado a ser aquecido no interior do ambiente. Santana et al. (2009) destacam ainda que a quantidade de sombreamento proporcionado pela tela, modifica o padrão de temperatura do ar no ambiente protegido. Estes autores observaram que as menores temperaturas do ar foram proporcionadas por tela preta com 50% de sombreamento quando comparadas com as condições de 35% de sombreamento e a pleno sol.

As variações de temperatura do ar observadas entre o período diurno e noturno influenciam o desenvolvimento e a produtividade das plantas (FILGUEIRA, 2003). De acordo com Rodrigues (2002), temperaturas do ar no período noturno inferiores a 12°C podem reduzir ou cessar atividade de muitas enzimas, além de exercer efeito sobre a taxa de transpiração e respiração, tamanho e forma das folhas e alongamento do caule. Desta forma, é imprescindível um controle mais efetivo deste elemento climático em ambiente protegido, com emprego de manejo e artifícios adequados com o intuito de obter maior produção vegetal.

## **4.2 Evaporação e Poder Evaporativo do Ar**

### **4.2.1 Evaporação**

Os dados de evaporação coletados nos ambientes sem e com tela termorrefletora, durante o ciclo da alface em Assis Chateaubriand, são apresentados na figura 8. O ambiente sem tela termorrefletora apresentou evaporação média 26% superior ao ambiente com tela termorrefletora. Os valores médios diários de evaporação foram de 4,49 e 3,32 mm para o ambiente com PEBD e com tela termorrefletora, respectivamente. A lâmina de água evaporada no ambiente com tela termorrefletora diferiu estatisticamente daquela observada no ambiente sem tela, com coeficiente de variação (CV) de 28,42%.

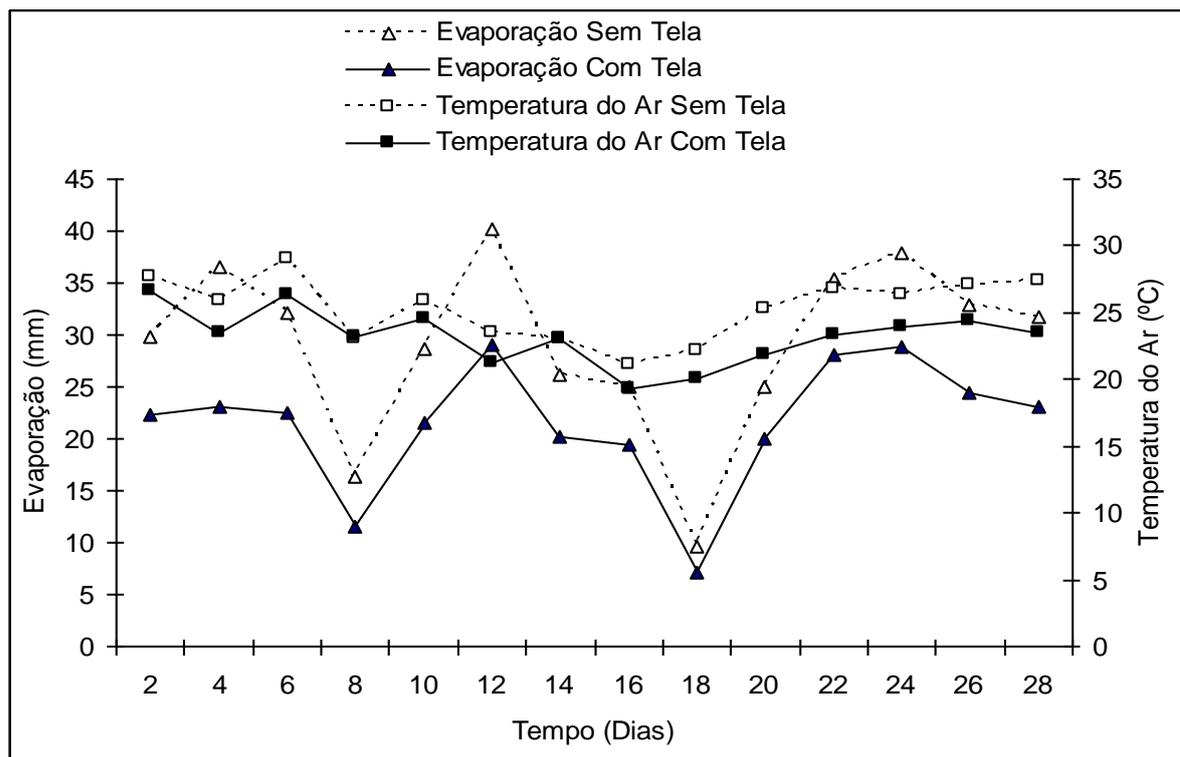


Figura 8: Evaporação e temperatura do ar média em ambiente protegido para o cultivo de alface em sistema orgânico sem e com Tela Termorrefletora. Assis Chateaubriand, PR, 2008.

A menor lâmina de água evaporada no ambiente com tela termorrefletora se deve a menor disponibilidade energética para o processo de transferência de calor latente neste ambiente, provocada pela atenuação da radiação solar pela tela, menor temperatura do ar e maior umidade relativa do ar (PEREIRA et al., 2002).

Andrade Jr. e Klar (1997) encontraram para ambiente protegido cultivado com alface, na cidade de Botucatu - SP, lâmina de evaporação medida pelo tanque Classe A de 2,94 mm para os meses de julho a setembro e Buriol et al. (2001) na cidade de Santa Maria – RS observaram lâmina de 2,98 mm de evaporação por dia também no mês de setembro. Enquanto Maggi et al. (2006) em Botucatu – SP encontram para o mesmo período de Setembro a Novembro, lâmina de evaporação de 3,59 mm, sempre inferior àquela observada a campo.

Da figura 8 verifica-se que a evaporação não foi influenciada pelo ciclo da cultura, o que modifica a área foliar e o espaço ocupado pelas plantas. No entanto, Heldwein et al. (2001a) pesquisando a influência da espécie cultivada e da época do ano sobre a lâmina de evaporação em ambiente protegido e a campo, constataram que a evaporação tende a decrescer ao longo do ciclo da cultura. Os autores justificam que ambientes protegidos cultivados com culturas de porte alto tendem a

propiciar menor evaporação que nos ambientes cultivados com plantas de porte baixo e atribuem estes resultados ao maior desenvolvimento das plantas e ocupação do espaço aéreo pelas folhas e menor eficiência na renovação do ar.

Constata-se na figura 8 e tabela 2 a influência da temperatura do ar e da ocorrência de dias claros, nublados e chuvosos sobre a lâmina de água evaporada. Dias nublados e chuvosos em que a temperatura do ar é mais amena, os valores de umidade relativa do ar mais elevada dificultam a evaporação em virtude do menor potencial higrométrico do ar.

#### 4.2.2 Poder Evaporativo do Ar

Como pode ser observado na figura 9, o poder evaporativo médio do ar foi de 4,16 mm para ambiente sem tela termorrefletora e 3,82 mm para o ambiente com tela termorrefletora. Estes valores superam aqueles encontrados por Buriol et al. (2001) de 2,4 e 1,99 mm para os meses de Agosto e Novembro, respectivamente, em ambiente protegido tipo capela, na cidade de Santa Maria – RS.

Não foi observada diferença estatística significativa pelo Teste F ( $p < 0,05$ ) para os valores do poder evaporativo do ar, observados no ambiente com e sem tela termorrefletora, embora o coeficiente de variação seja alto (CV 36,62%).

O fato de não ter sido observado diferença entre os valores obtidos para os diferentes ambientes se justifica pelo evaporímetro de Piche ter sido instalado em abrigo meteorológico. Portanto, a tela termorrefletora não modificou a quantidade de radiação solar incidente sobre o equipamento. Neste caso, o evaporímetro de Piche sob abrigo faz com que o poder evaporativo do ar fique sujeito apenas à taxa de renovação do ar e ao potencial higrométrico do ar.

A medida do poder evaporativo do ar obtida em abrigo meteorológico para estimar a quantidade de água a ser aplicada por irrigação para atender a demanda da cultura não seria recomendada, considerando que Heldwein (2001b) obteve um resultado satisfatório para a cultura do pimentão, somente quando este equipamento foi exposto à radiação solar em ambiente protegido.

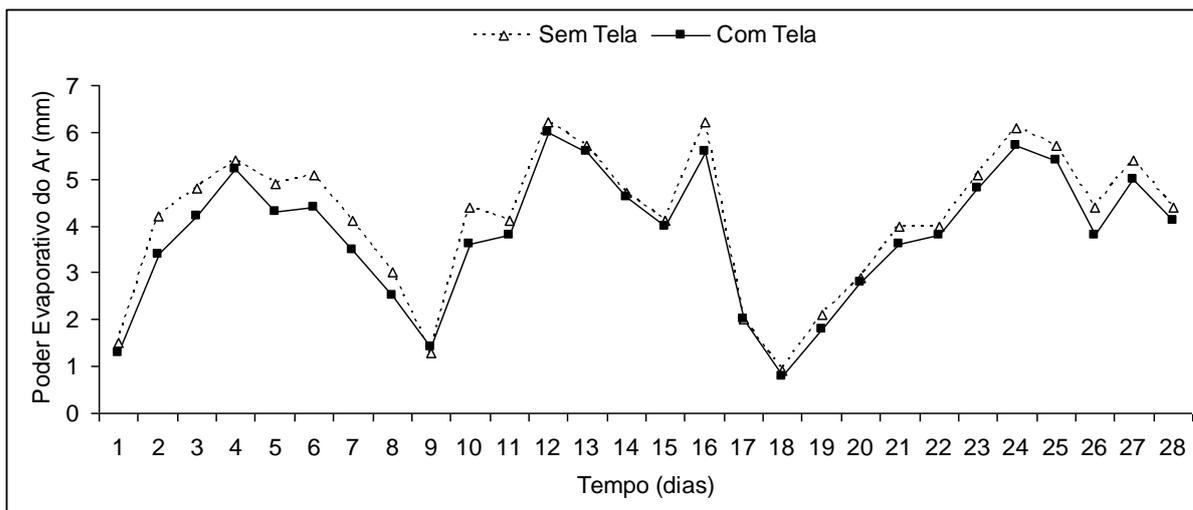


Figura 9: Poder evaporativo do ar em ambiente protegido para o cultivo da alface em sistema orgânico com e sem Tela Termorrefletora durante o ciclo da alface. Assis Chateaubriand, PR, 2008.

### 4.3 Análise de Crescimento

Com base no acúmulo de massa seca total (MST), massa seca das folhas (MSF) e área foliar (AF), durante o ciclo da cultura, foi possível calcular os parâmetros de crescimento que serão apresentados. Os dados referentes a MST, MSF e AF foram ajustados em função do tempo (DAT), conforme equações apresentadas na tabela 3.

A análise de crescimento estabelece que a taxa de crescimento de uma planta ou órgão é em função do tamanho inicial, isto é, o incremento de matéria seca está relacionado com a matéria seca no início do período de observação. Todo o crescimento resulta da produção de material para atender as necessidades metabólicas ou estruturais da planta (BENINCASA, 2003).

Tabela 3: Equações de ajuste das variáveis MST, MSF e AF, de cultivares de alface crespa em função do tempo para os ambientes sem e com tela termorrefletora. Assis Chateaubriand, PR, 2008.

Variedade	Variável	Sem Tela Termorrefletora		Com Tela Termorrefletora	
		Equação	R <sup>2</sup>	Equação	R <sup>2</sup>
Itapuã	MST	$0,02021^*e^{0,29681X-0,00325X^2}$	99,99**	$0,02082^*e^{0,22272X-0,00080X^2}$	99,89**
	MSF	$0,01049^*e^{0,35375X-0,00464X^2}$	99,95**	$0,01073^*e^{0,28734X-0,00267X^2}$	99,85**
	AF	$0,01185^*e^{0,33196X-0,04535X^2}$	99,62**	$0,01137^*e^{0,29470X-0,00345X^2}$	99,96**
Paola	MST	$0,02112^*e^{0,20817X-0,00169X^2}$	99,71**	$0,02073^*e^{0,17846X-0,00119X^2}$	99,64**
	MSF	$0,01959^*e^{0,18020X-0,00070X^2}$	99,68**	$0,01927^*e^{0,16084X-0,00076X^2}$	99,64**
	AF	$0,01366^*e^{0,2293X-0,00250X^2}$	99,86**	$0,01341^*e^{0,22853X-0,00319X^2}$	99,96**
Vera	MST	$0,03830^*e^{0,20614X-0,00082X^2}$	99,94**	$0,04026^*e^{0,17462X-0,00009X^2}$	99,68**
	MSF	$0,02852^*e^{0,21755X-0,00099X^2}$	99,93**	$0,02870^*e^{0,18954X-0,00024X^2}$	99,62**
	AF	$0,02254^*e^{0,24437X-0,00237X^2}$	99,96**	$0,02244^*e^{0,24080X-0,00230X^2}$	99,94**
Verônica	MST	$0,02033^*e^{0,27773X-0,00244X^2}$	99,99**	$0,02100^*e^{0,22436X-0,00097X^2}$	99,67**
	MSF	$0,01939^*e^{0,25873X-0,00182X^2}$	99,97**	$0,02019^*e^{0,20581X-0,00050X^2}$	99,78**
	AF	$0,01410^*e^{0,29974X-0,00348X^2}$	99,95**	$0,01539^*e^{0,23443X-0,00170X^2}$	99,92**

\*\* significativo pelo Teste F (p<0,01).

A taxa de crescimento absoluto (TCA), que determina a taxa de crescimento absoluto entre duas amostras, representa a velocidade média de crescimento da planta ao longo de seu ciclo (BENINCASA, 2003). Na figura 10 observa-se que nos dois ambientes as plantas apresentaram resposta crescente em função do tempo. No período de 0 a 14 DAT, nota-se pouco incremento de massa, porém no ambiente sem tela (Figura 10a) as cultivares de alface Itapuã, Vera e Verônica apresentaram um crescimento mais rápido em relação ao ambiente com tela termorrefletora (Figura 10b). No período de 21 a 28 DAT a planta acumula maior quantidade de massa nos dois ambientes. No ambiente com tela a curva de crescimento neste período é mais acentuada. Echer et al. (2006) pesquisando diferentes doses de bioestimulante em mudas de maracujazeiro amarelo, também encontraram maior incremento da TCA na última semana de avaliação.

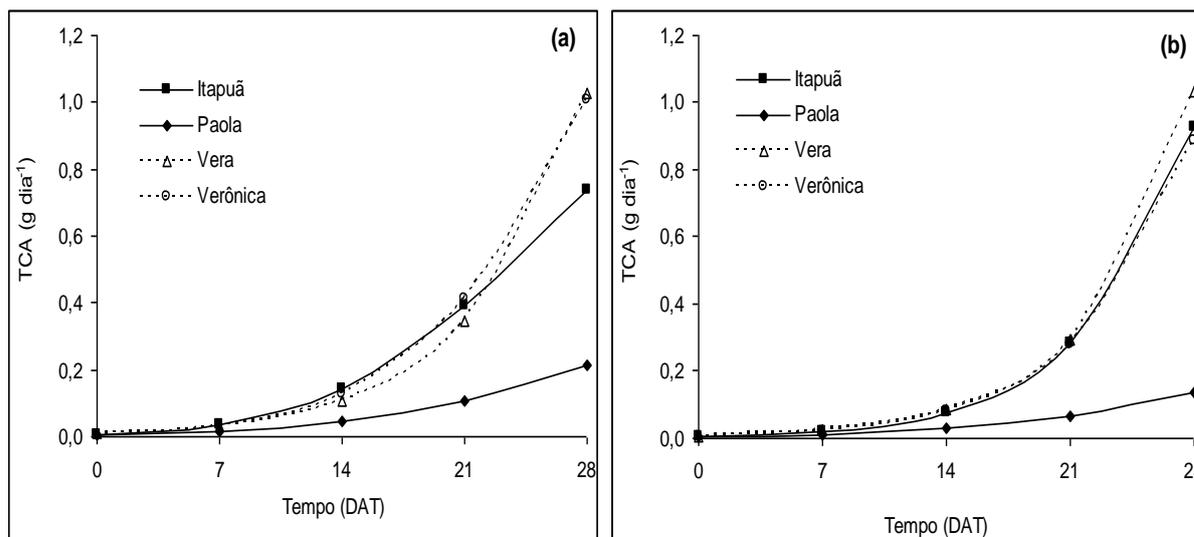


Figura 10: Taxa de crescimento absoluto (TCA), em função do dia após transplante das cultivares de alface crespa Itapuã, Paola, Vera e Verônica, cultivadas em ambiente protegido em sistema orgânico sem (a) e com (b) tela termorrefletora, Assis Chateaubriand, PR, 2008.

No ambiente sem tela termorrefletora as cultivares Vera e Verônica apresentaram os melhores resultados, seguidas pelas cultivares Itapuã e Paola. Para o ambiente com tela termorrefletora a cultivar Vera, Itapuã e Verônica apresentaram desempenho semelhante. Considerando os dois ambientes, as cultivares Itapuã, Vera e Verônica apresentaram melhores resultados no ambiente com a tela, isso ocorre devido à maior reflexão de parte da radiação incidente sobre o ambiente protegido. Nesta condição, a quantidade de radiação solar fotossinteticamente ativa é reduzida, induzindo a planta a aumentar a área foliar para captar maior quantidade de radiação solar.

Com relação ao comportamento da taxa de crescimento relativo (TCR) durante o ciclo da cultura, verifica-se nos dois tratamentos (Figura 11) e em todas as cultivares avaliadas, um declínio sistemático na TCR. Nota-se que no ambiente sem tela termorrefletora ocorrem os maiores valores de TCR e variação entre as cultivares (Figura 11a). Entretanto, no ambiente com tela termorrefletora observa-se menor variação entre as cultivares e valores de TCR (Figura 11b).

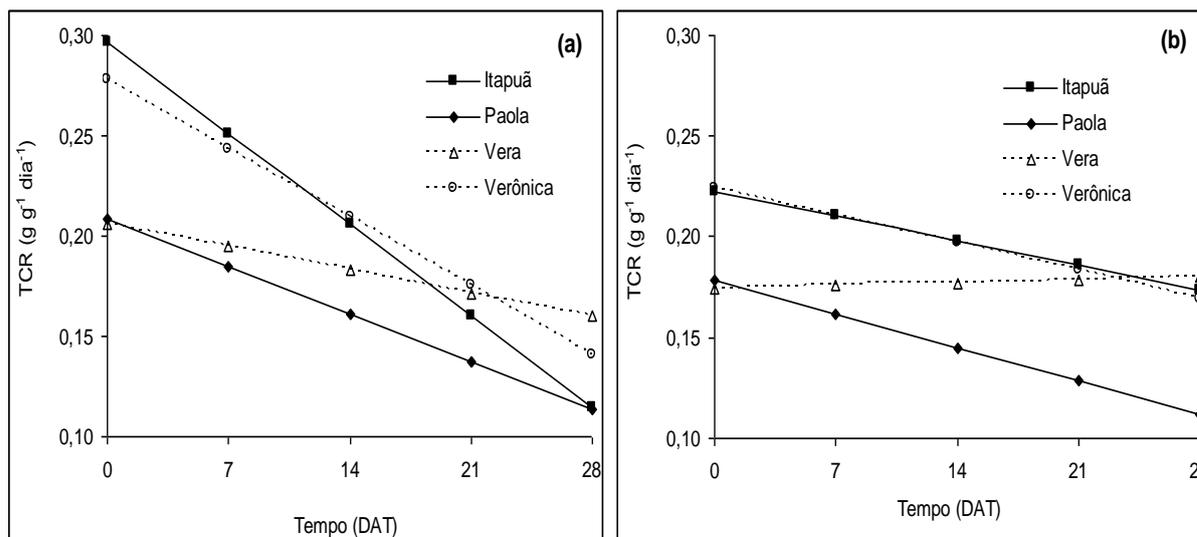


Figura 11: Taxa de crescimento relativo (TCR), em função do dia após transplante das cultivares de alface crespa Itapuã, Paola, Vera e Verônica, cultivadas em ambiente protegido em sistema orgânico sem (a) e com (b) tela termorrefletora, Assis Chateaubriand, PR, 2008.

No ambiente sem tela termorrefletora, contudo, há maior variação dos valores da TCR entre as cultivares como pode ser observado nas figuras 11 (a) e (b). As cultivares Itapuã e Verônica apresentaram taxa de crescimento relativo muito próxima nos dois ambientes e com valores maiores que os apresentados pelas cultivares Vera e Paola. A cultivar Paola apresentou a menor TCR nos dois ambientes em relação às demais cultivares. A cultivar Vera apresentou aumento da TCR, do início para o final do ciclo, no ambiente com tela termorrefletora.

Para a cultura de alface, Dantas e Escobedo (1998) observaram respostas semelhantes para TCR. De acordo com os autores, estes resultados se justificam pelo fato das plantas crescerem e se desenvolverem relativamente em função do acúmulo de matéria seca e das condições do ambiente para a produção de novo material estrutural. Benincasa (2003) complementa ainda que este comportamento se deve ao gasto de energia na manutenção dos tecidos, que aumenta o ganho de massa seca das plantas.

A taxa assimilatória líquida (TAL) determina o balanço entre a fotossíntese e a respiração, ou seja, a fotossíntese líquida, por matéria seca produzida, em função da área foliar fotossinteticamente ativa (Figura 12).

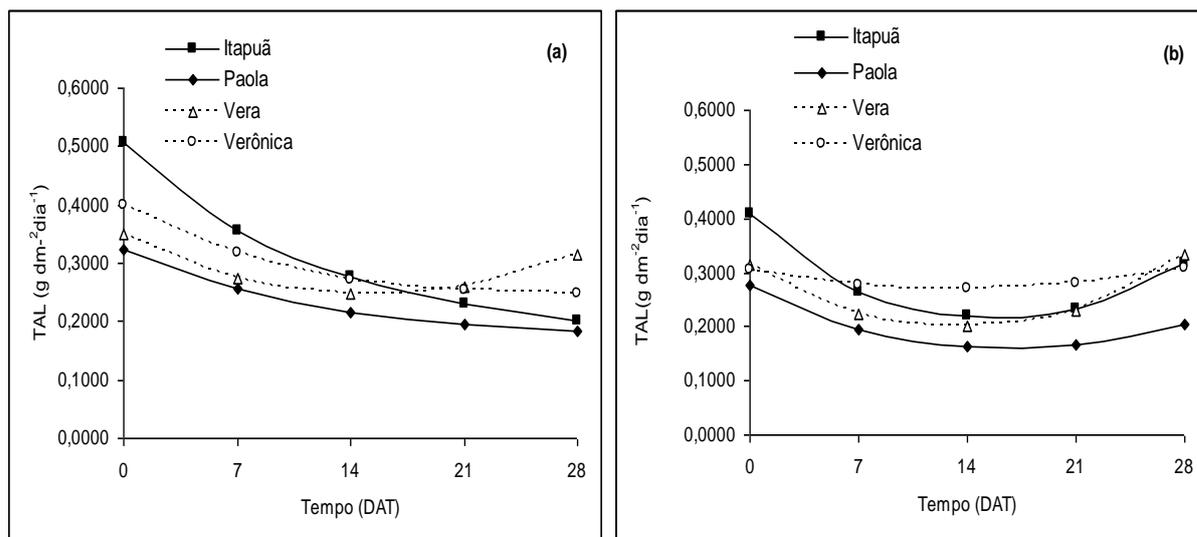


Figura 12: Taxa assimilatória líquida (TAL). em função do dia após transplântio das cultivares de alface crespa Itapuã, Paola, Vera e Verônica, cultivadas em ambiente protegido em sistema orgânico sem (a) e com (b) tela termorrefletora, Assis Chateaubriand, PR, 2008.

Conforme se verifica na figura 12a em ambiente sem tela termorrefletora houve decréscimo da TAL de 0 a 28 DAT para as cultivares Itapuã, Paola e Verônica. Enquanto para a cultivar Vera houve redução até 14 DAT e aumento a partir desta data até 28 DAT.

No ambiente com tela termorrefletora observa-se para todas as cultivares, decréscimo nos valores de TAL até 14 DAT e aumento após esta data até o final do ciclo. Neste ambiente a cultivar Verônica manteve praticamente constante a TAL (Figura 12b).

Os resultados distintos apresentados pelas cultivares nos dois ambientes, ocorrem segundo Alencar (2003), devido a TAL ser mais influenciada pelas condições do ambiente do que pelo potencial genético da cultivar estudada.

Os resultados encontrados para as cultivares de alface diferem daqueles observados por Urchei et al. (2000) analisando o crescimento de duas cultivares de feijoeiro. A taxa assimilatória líquida, de acordo com estes autores, diminui ao longo dos diferentes estádios de desenvolvimento da planta, apresentando valores elevados durante a fase vegetativa da cultura, declina e posteriormente se mantém constante durante a fase reprodutiva, com decréscimos sucessivos no final do estágio reprodutivo ao término do ciclo da cultura.

A razão de área foliar (RAF) representa área foliar ( $\text{dm}^2$ ) em uso pela planta para produzir um grama de matéria seca (Figura 13).

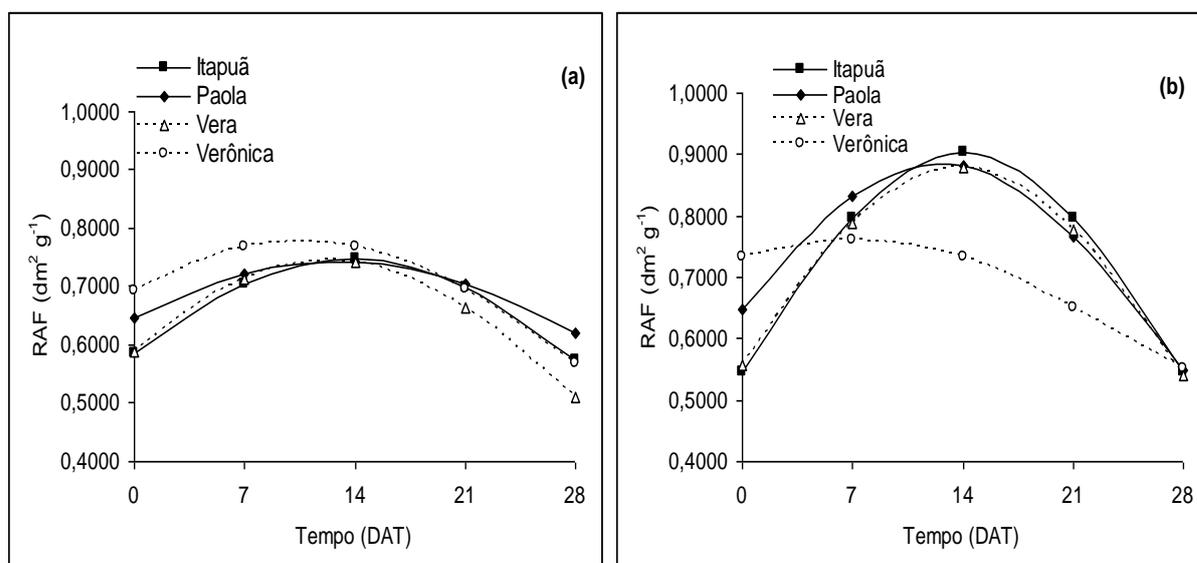


Figura 13: Razão de Área Foliar (RAF) em função do dia após transplântio das cultivares de alface crespa Itapuã, Paola, Vera e Verônica, cultivadas em ambiente protegido em sistema orgânico sem (a) e com (b) tela termorrefletora, Assis Chateaubriand, PR, 2008.

Nos dois ambientes (Figura 13 a, b) houve variação semelhante para RAF. No entanto, no ambiente com tela termorrefletora (Figura 13b) os valores foram superiores aos observados no ambiente sem tela (Figura 13a), isto pode ser explicado pelo fato da tela termorrefletora diminuir a incidência de radiação solar fotossinteticamente ativa sobre as culturas, aumentam a quantidade de radiação difusa, resultando em aumento da área foliar na cultura de alface. Nos dois ambientes em estudo, a cultivar Verônica apresentou valores de RAF que aumentaram até o 7 DAT e depois decresceram até o 28 DAT. Nas demais cultivares observou-se aumento da RAF até o 14 DAT e decréscimo após esta data até final do experimento.

Estes resultados corroboram aqueles obtidos por Urchei et al. (2000) que afirmam que na fase vegetativa maior parte do material fotossintetizado é convertido em folhas para maior captação da radiação solar incidente. A partir dessa fase ocorrem decréscimos subseqüentes com o desenvolvimento da cultura. Benincasa (2003) argumenta que estes resultados são compreensíveis, porque com o crescimento, aumenta a interferência de folhas superiores sobre as inferiores, denominado de auto-sombreamento.

De acordo com Benincasa (2003) a área foliar específica relaciona componentes morfológicos da folha, com componentes anatômicos, respectivamente, a superfície da folha é estimada com sua composição interna, como número e tamanho de células do mesófilo foliar (Figura 14).

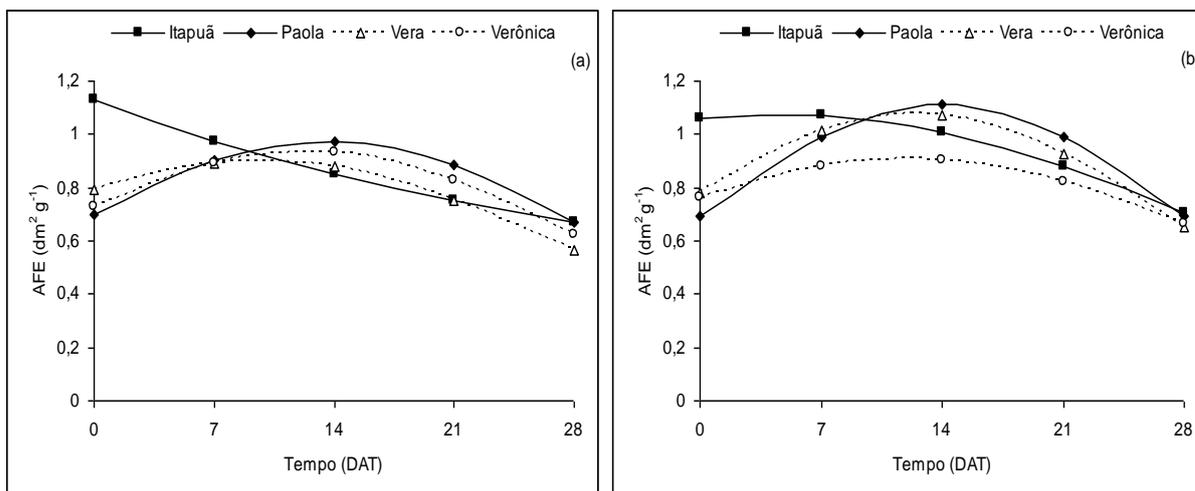


Figura 14: Área foliar específica (AFE) em função do dia após transplântio das cultivares de alface crespa Itapuã, Paola, Vera e Verônica, cultivadas em ambiente protegido em sistema orgânico sem (a) e com (b) tela termorrefletora, Assis Chateaubriand, PR, 2008.

Na figura 14 observa-se que a área foliar específica (AFE) apresentou resultados semelhantes nos dois ambientes, embora com variação mais pronunciada para o ambiente com tela termorrefletora. As variações nas curvas de AFE se assemelham aquelas observadas para RAF. A cultivar Itapuã, contudo apresentou decréscimo de AFE desde 0 até 28 DAT nos dois ambientes. A partir de 7 DAT, a cultivar Paola apresentou maior AFE dentre as cultivares estudadas para os dois ambientes. A redução da AFE indica acúmulo de fotoassimilados nas folhas ao longo do ciclo, resultando em acúmulo de massa em detrimento à área foliar.

Estes resultados confirmam aqueles encontrados por Dantas e Escobedo (1998), que relatam que tanto no verão quanto no inverno, o crescimento da área foliar foi menor que o crescimento da matéria seca na última semana após o transplante. Os resultados obtidos por estes autores indicam que folhas de alface cultivadas em ambiente externo, apresentam menor conteúdo líquido do que em ambiente protegido, logo, são mais espessas. Os valores de AFE encontrados em ambiente externo foram de  $5,63 \text{ dm}^2\text{g}^{-1}$  e em ambiente protegido de  $3,96 \text{ dm}^2\text{g}^{-1}$ .

#### 4.4 Características Produtivas

As características produtivas das cultivares avaliadas foram determinadas aos 28 DAT, momento em que apresentaram o máximo crescimento vegetativo, tendo sido avaliado altura da planta (H), número de folhas (NF), diâmetro da copa (DC), massa fresca das folhas (MFF), massa fresca da parte aérea (MFPA) e produtividade (P).

Conforme se observa na tabela 4 e tabela 5, houve diferença estatística significativa para as cultivares e os ambientes, respectivamente. No entanto, não houve diferença estatística significativa para a interação entre cultivares e ambientes, o que demonstra desempenho semelhante entre as cultivares para os diferentes ambientes avaliados.

Quanto à característica altura da planta (H), a cultivar Verônica foi a que apresentou a maior média, porém, estatisticamente não diferiu dos valores observados para a cultivar Itapuã, mas apresentou diferença estatística em relação a cultivar Vera, que não diferiu da cultivar Itapuã. A cultivar Paola apresentou a menor média para altura de todas as cultivares.

Tabela 4: Altura de planta (H), número de folhas (NF), diâmetro da copa (DC), massa fresca das folhas (MFF), massa fresca da parte aérea (MFPA) e produtividade (P) de cultivares de alface crespa Itapuã, Paola, Vera e Verônica, cultivadas em ambiente protegido em sistema orgânico, Assis Chateaubriand, PR, 2008.

Cultivar	H (cm)	NF	DC (cm)	MFF (g)	MFPA (g)	P (t ha <sup>-1</sup> )
Itapuã	22,78 ab	14,44 a	31,81 a	136,58 a	147,40 a	16,38 a
Paola	11,27 c	9,90 b	16,52 b	37,52 b	39,34 b	4,37 b
Vera	21,32 b	14,98 a	31,35 a	140,78 a	150,25 a	16,69 a
Verônica	23,10 a	14,88 a	33,24 a	147,52 a	159,50 a	17,72 a

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, para cultivares, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 5: Altura de planta (H), número de folhas (NF), diâmetro da copa (DC), massa fresca das folhas (MFF), massa fresca da parte aérea (MFPA) e produtividade (P), médias em ambiente protegido para o cultivo de alface em sistema orgânico sem e com de tela termorrefletores. Assis Chateaubriand, PR, 2008.

Cobertura	H (cm)	NF	DC (cm)	MFF (g)	MFPA (g)	P (t ha <sup>-1</sup> )
Sem Tela	19,30 a	14,35 a	27,27 b	181,74 a	134,77 a	14,97 a
Com Tela	19,94 a	12,74 b	29,19 a	144,89 b	113,48 b	12,61 b
Média	19,62	13,55	28,23	163,31	124,12	13,79
CV (%)	7,90	10,57	9,78	21,02	23,06	23,06

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, para cobertura, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

De acordo com Trani et al. (2006), para esta característica. as alfaces do tipo crespas avaliadas, apresentaram menor altura quando comparado com grupo lisa e alongadas, para todas cultivares avaliadas. A média das plantas variou de 17 a 18,3 cm, resultado inferior ao apresentado pelas cultivares Itapuã, Vera e Verônica do presente estudo.

Para número de folhas, diâmetro da copa, massa fresca das folhas, massa fresca da parte aérea e produtividade, a cultivar Paola apresentou os menores valores, cujos resultados diferiram estatisticamente dos observados para as demais cultivares. Para estes parâmetros não foram observadas diferenças estatísticas significativas para as cultivares Itapuã, Vera e Verônica. O número de folhas (NF) obtidos para todas as cultivares são inferiores aos 23,06 folhas encontrados por Vilas Boas et al. (2007) para a cultivar Verônica, avaliando a lâmina de irrigação na cultura, em ambiente protegido modelo arco, no município de Lavras - MG. Enquanto, Radin et al. (2004), na cidade Eldorado do Sul – RS, em ambiente protegido tipo “estufa plástica pampeana”, verificaram em experimento com cultivares de alface do tipo crespa, que a cultivar Verônica apresentou 27,7 folhas em ambiente protegido e 16,5 folhas em condição de campo.

De acordo com Bezerra Neto et al. (2005) quanto maior o fluxo de fótons no ambiente, maior a fotossíntese e produção de fotoassimilados, ou seja, quanto maior a luminosidade no ambiente, maior fotossíntese e quantidade de carboidratos utilizados pela planta para o crescimento e desenvolvimento.

O diâmetro de copa obtido para as cultivares Itapuã, Vera e Verônica foram semelhantes aos encontrados por Bezerra Neto et al. (2005) para a cultivar ‘Great Lakes’ com média de 33,96 cm.

As cultivares Vera e Verônica apresentaram massa fresca das folhas menores que os encontrados por Lima et al. (2004), com diferentes espaçamentos. Para o espaçamento de 20 x 30, a massa fresca da folha variou de 263,34 a 302,29 g e para espaçamento de 20 x 20, variou e 301,1 a 236,15 g. Enquanto Radin et al. (2004) encontraram 235,48 g e Vilas Boas et al.(2007) 296,43 g para a cultivar Verônica.

A produtividade apresentada pelas cultivares Itapuã, Vera e Verônica, encontram-se muito próximas daquelas encontradas por Aquino et al. (2007) de 16,32 t ha<sup>-1</sup> para a cultivar Verônica. Os resultados obtidos por Ledo et al. (2000) e Grangeiro et al. (2006) apontam para esta cultivar, produtividade de 25,2 e 20,8 ha<sup>-1</sup>, respectivamente.

As variações de altura de planta, número de folhas, diâmetro do caule, massa fresca das folhas e da parte área e da produtividade entre os ambientes sem e com tela termorrefletora encontram-se na tabela 5. A altura das plantas não diferiu estatisticamente entre os dois ambientes. A média de 19,62 cm foi menor que a encontrada por Bezerra Neto et al. (2005) testando telas nas cores branca, verde, preta e testemunha, as quais propiciaram diferença estatística significativa na altura da planta somente em relação à testemunha.

No ambiente sem tela termorrefletora foram encontradas maior número de folhas, massa fresca de folhas, massa fresca da parte área e produtividade, que diferiram estatisticamente do ambiente com a tela termorrefletora, para o qual se observou maior diâmetro da copa.

Com base nos resultados obtidos, a cultivar Verônica apresentou, para as variáveis estudadas, excelente resultados, embora não tenha apresentado diferença estatística em relação às cultivares Itapuã e Vera. Desta forma é possível utilizar essas cultivares para o cultivo em ambiente protegido, com e sem a utilização de tela termorrefletora. Quanto a cultivar Paola, não apresentou bons resultados, faz-se necessário testar esta cultivar em outras condições de cultivo.

A utilização da malha termorrefletora não correspondeu às expectativas de melhora no desempenho produtivo para a cultura de alface, visto a quantidade de dias nublados ou chuvosos durante o período experimental. O uso da tela promoveu redução na temperatura do ar e menor lâmina de água evaporada que deve refletir no manejo da irrigação e na lâmina de água utilizada pela cultura, novas pesquisas poderão determinar a sua utilização em outras culturas, ambiente e manejo.

## **5 CONCLUSÃO**

A utilização da tela termorrefletora reduziu a temperatura máxima e média do ar em 2,2 e 0,5°C, respectivamente, e a lâmina de água evaporada, mas não alterou o poder evaporativo do ar em abrigo meteorológico.

A produtividade das cultivares de alface crespa foram superiores no ambiente sem a utilização da tela termorrefletora.

Os melhores desempenhos produtivos foram observados nas cultivares de alface crespa Itapuã, Vera e Verônica.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, Ronilda Lana et al. **Cultivo em ambiente protegido: histórico, tecnologia e perspectivas**. Editora UFV, Viçosa, MG, 2004.

AQUINO, Leonardo A. de et al. Produção de biomassa, acúmulo de nitrato, teores e exportação de macronutrientes da alface sob sombreamento. **Horticultura Brasileira**. Brasília, v. 25, n. 3, p. 381-386, 2007.

ALENCAR, Cristina Miranda. **Produtividade da Alface Americana (*Lactuca sativa* L.) em três sistemas de irrigação**. Botucatu – SP, 2003, 68 p. Tese Doutorado – Agronomia, Universidade Estadual Paulista “Julio Mesquita Filho” Faculdade de Ciências Agrônômicas.

ANDRADE JÚNIOR, Aderson Soares de; KLAR, Antônio Evaldo. Manejo da Irrigação da Cultura da Alface (*Lactuca sativa* L.) Através do Tanque Classe A. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 54, n. 1-2, 1997.

ANDRIOLO, Jerônimo Luiz. **Fisiologia das Culturas Protegidas**. Editora da UFSM, Santa Maria, RS, 1999.

ANDRIOLO, Jerônimo Luiz. Fisiologia da produção de hortaliças em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, v. 18 Suplemento, p 26-33, Jul, 2000.

ARGYRIS, Jason et al. DAHAL P.; HAYASHI E.; STILL D. W.; BRADFORD K. J. Genetic variation for Lettuce Seed thermoinhibition is associated with temperature-sensitive expression of abscisic acid, gibberellin, and ethylene biosynthesis. **Plant Physiology**, Pomona, Califórnia, v. 148, p. 926-947 2008.

BELTRÃO, Napoleão E. de M. et al. Uso adequado de casa-de-vegetação e telados na experimentação agrícola. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 6, n. 3, p 547-552, 2002.

BENINCASA, Margarida M. P. **Análise de Crescimento de Plantas (Noções Básicas)**. 2 ed Jaboticabal, FUNEP, 41 p., 2003.

BEZERRA NETO, Francisco. Produtividade de alface em função de condições de sombreamento e temperatura e luminosidade elevadas. **Horticultura Brasileira**. v 3, n. 2, p. 189-195, 2005.

BURIOL, Galileo Adeli et al. Efeito da ventilação sobre a temperatura e umidade do ar em túneis baixos de polietileno transparente e o crescimento da alface. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 5, n. 1, p. 17– 24, 1997.

BURIOL, Galileo Adeli et al. Modificação da Umidade Relativa do Ar Pelo Uso e Manejo da Estufa Plástica. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 8, n. 1, p. 11–18, 2000.

BURIOL, Galileo Adeli et al. Evaporação d'água em estufas plásticas e sua relação com o ambiente externo: 1 – avaliação com o uso do tanque classe A e do evaporímetro de Piche. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 9, n. 1, p. 35 - 41, 2001.

CARON, Braulio Otomar et al. Influência da temperatura do ar e radiação solar no acúmulo de fitomassa da alface. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 11, n. 2, p. 275–283, 2003.

CONTI, José Henrique; TAVARES, Flávio Cezar Almeida. Alterações fenotípicas em cultivares de alface selecionadas para o calor. **Horticultura Brasileira**. v. 18, n. 3, p. 159-163, 2000.

COSTA, Vinícius Maia. **Desenvolvimento de mudas de cafeeiro produzidas em tubetes, sob malhas termorefletoras e malha negra**. Piracicaba – SP, 2004. 79 f. Dissertação - Mestrado em Agronomia, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

DANTAS, Renilson Targino; ESCOBEDO João Francisco. Índices morfo-fisiológicos e rendimento da alface (*Lactuca sativa L.*) em ambientes natural e protegido. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 2, p. 27-31, 1998.

ECHER, Márcia de Moraes et al. Uso de bioestimulante na formação de mudas de maracujazeiro amarelo. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 27, n. 3, p. 351-360, 2006.

ECHER, Márcia de Moraes et al. Comportamento de cultivares de alface em função do espaçamento. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v. 76, p. 267-275, 2001.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA: Circular Técnica 38: Construção de estufas para produção de hortaliças nas Regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste. Brasília, 2005. 16 p.

FACTOR, Thiago L. et al. Comportamento da cultura do meloeiro em ambiente protegido com a utilização do filme térmico difusor de luz. **Horticultura Brasileira**, v. 18 Suplemento, p 199-201, Julho, 2000.

FERNANDES, Carolina; ARAÚJO, Jairo Augusto Campos de. Metodologia alternativa para estimativa da evaporação em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, v. 18 Suplemento, p. 197-199, Julho, 2000.

FILGUEIRA, Fernando Antonio Reis. **Manual de olericultura: cultura e comercialização de hortaliças**. São Paulo/SP, 2 ed., Editora Agronômica Ceres, 1982. 357p.

FILGUEIRA, Fernando Antonio Reis. **Manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa/MG, 2 ed., UFV, 2003. 412p.

FRISINA, Valéria de Almeida; ESCOBEDO, João Francisco. Balanço de radiação e energia da cultura de alface em estufa de polietileno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v. 34, n.10, p. 1775-1786, Out., 1999

GOTO, Romy. Plasticultura nos trópicos: uma avaliação técnico-econômica. **Horticultura Brasileira**, Brasília – DF, V. 15, p. 163-165, 1997. Palestra, Suplemento.

GOTO, Romy; TIVELLI, Sebastião Wilson. **Produção de hortaliças em ambiente protegido: condições subtropicais**. Fundação Editora da UNESP, São Paulo - SP, 1998.

GRANGEIRO, Leilson C. et al. Acúmulo de nutrientes por três cultivares de alface cultivadas em condições do Semi-Árido. **Horticultura Brasileira**. v. 24, n. 2, 2006.

GUISELINI, Cristiane; Sentelhas, Paulo César. Uso de malhas de sombreamento em ambiente protegido I: Efeito na temperatura e na umidade do ar. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**. v. 12, n. 1, p. 9-17, 2004.

HELDWEIN, Arno Bernardo et al. Evaporação d'água em estufas plásticas e sua relação com o ambiente externo: 2 – efeito da espécie cultivada e da época do ano nos valores obtidos com minitanques. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 9, n. 1, p. 43-49, 2001a.

HELDWEIN, Arno Bernardo et al. Utilização do evaporímetro de Piche exposto à radiação solar para estimar a evapotranspiração máxima do pimentão em estufa plástica. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 9, n. 2, p. 213-217, 2001b.

INSTITUTO AGRÔMICO DO PARANÁ. Cartas Climáticas do Paraná – Classificação Climática. Disponível em <<http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=863>>. Acesso em 23 de nov. de 2008.

KENDIRLI, Berna et al. Analysis of climate factors for the development of greenhouses in Eastern Blacksea Region. **Building and Environment**, v. 42, n. 12, p. 4072-4078, 2007.

LÉDO, Francisco J. da S. et al. Desempenho de cultivares de alface no Estado do Acre. **Horticultura Brasileira**. Brasília, v. 18, n. 3, p. 225-228, 2000.

LI, S et al. Solar radiation enhancement in a Lean-to greenhouse by use of reflection. **Journal of Agricultural Engineering Research**. v. 71, p. 157-165, 1998.

LIMA, Ângela A. de et al. Competição das cultivares de alface Vera e Verônica em dois espaçamentos. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 2, p.314-316, 2004.

MAGGI, Márcio Furlan. **Espacialização da evaporação e produção de três variedades de alface sob diferentes laminas de irrigação em ambiente protegido**. Botucatu, 2006. 78 p. Tese (Doutorado) - Escola Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” Faculdade de Ciências Agrônômicas Campus Botucatu.

MAGGI, Márcio Furlan et al. Produção de variedades de alface sob diferentes potenciais de água no solo em ambiente protegido. **Irriga**, v. 11, n. 3 p. 415-427, 2006.

MATZNER, S.; COMSTOCK, J. The temperature dependence of shoot hydraulic resistance: implications for stomatal behavior and hydraulic limitation. **Plant, Cell and Environment**. v. 24, p. 1299-1307, 2001.

MONTES, David Rolando Palomino. **Evapotranspiração da cultura da alface dentro e fora de ambiente protegido**. Viçosa, 2008. 96 f. Dissertação - Mestrado em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa.

MURAYAMA, Shizuto. **Horticultura**, 2 ed. Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, Campinas/SP, 1983. 318p.

NETO, Francisco Bezerra et al. Produtividade de alface em função de condições de sombreamento e temperatura e luminosidade elevadas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 2, p.189-192, 2005. para todas cultivares avaliadas.

PAPAIIOANNOU, G. et al. Piche evaporimeter data as a substitute for Penman equation's aerodynamic term. **Agricultural and Forest Meteorology**, Athens – Greece, v. 82, p. 83-92, 1996.

PEREIRA, Antonio Roberto et al. **Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas**. Guaíba, RJ, Livraria e Editora Agropecuária Ltda, 2002. p. 478.

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de Estatística Experimental**. Piracicaba: Livraria Nobel, 1987. 467p.

PORTES, Tomas de Aquino; CASTRO JÚNIOR, Luiz Gonzaga. Análise de crescimento de plantas: um programa computacional auxiliar. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 3, n.1, p. 53-56, 1991.

REGHIN, Marie Yamamoto et al. Cultivo de alface com proteção de agrotêxtil em diferentes períodos. In: Congresso Brasileiro de Olericultura, 42, e Congresso Latino Americano de Horticultura, 11, 2002, Uberlândia, MG. Resumos expandidos e palestras. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 20, n. 2, 2002.

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

RESENDE, Geraldo M. de et al. Efeito de tipos de bandejas e idade de transplântio de mudas sobre o desenvolvimento e produtividade da alface americana. **Horticultura Brasileira**. v. 21, n. 3, 2003.

REZENDE, Fátima Conceição et al. Determinação da evaporação em casa de vegetação utilizando tanque reduzido e atmômetro. **Irriga**, Botucatu, v. 9, n. 3, p. 282-288, 2004.

RODRIGUES, Luís Roberto Franco. **Técnicas de cultivo hidropônico e de controle ambiental no manejo de pragas, doenças e nutrição vegetal em ambiente protegido.** : FUNEP, Jaboticabal, SP, 2002, 762p.

SANCHEZ, Sergio Veraguas. **Avaliação de cultivares de alface crespa produzidas em hidroponia tipo NFT em dois ambientes protegidos em Ribeirão Preto.** Jaboticabal, 2007. 78 f. Dissertação - Mestrado em Agronomia, Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

SANTANA, Carmen Valdenia da Silva. Produção de alface roxa em ambientes sombreados na Região do Submédio São Francisco – BA. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento sustentável.** v 4, n. 3, p. 01-06, 2009.

SANTOS, Reginaldo Ferreira et al. Alterações em variáveis agrometeorológicas pelo uso de estufa plástica. **Irriga**, Botucatu, v. 7, n. 2, p. 130-141, 2002.

SGANZERLA, Edílio. **Nova Agricultura – A fascinante arte de cultivar com os plásticos.** 5 Ed., Livraria e Editora Agropecuária, Guaíba/RS, 1995.

SILVA, Ernani Clarete da et al. Avaliação de cultivares de alface sob altas temperaturas em cultivo protegido em três épocas de plantio na região norte-fluminense. **Ciência Agrotecnologia.** Lavras/MG, v. 23, n. 3, p. 491-499, 1999.

STRECK, Luciano et al. Tecnologia para diminuir as temperaturas elevadas no interior de estufas plásticas. **Revista Brasileira de Agrometeorologia.** Santa Maria, v. 10, n. 2, p. 207-214, 2002.

TAIZ, Lincoln; ZEIGER, Eduardo. **Fisiologia Vegetal.** Artmed Editora S.A., Porto Alegre – RS, 2004.

TRANI, Paulo Espíndula et al. Desempenho de cultivares de alface sob cultivo protegido. **Bragantia**, Campinas, v. 65, n. 3, p. 441-445, 2006.

URCHEI, Mário Artemio et al. Análise de crescimento de duas cultivares de feijoeiro sob irrigação, em plantio direto e preparo convencional. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 3, p. 497-506, 2000.

VÁSQUEZ, Manuel. A. N. et al. Efeito do ambiente protegido cultivado com melão sobre os elementos meteorológicos e sua relação com as condições externas. **Engenharia Agrícola.** Jaboticabal – SP, v. 25, n. 1, p. 137-143, 2005.

VILAS BOAS, Renato C. et al. Efeito da irrigação no desenvolvimento da alface crespa, em ambiente protegido, em Lavras, MG. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental.** Campina Grande/PB, v. 11, n. 4, p.393-397, 2007.

YENMEZ Necanti. Activities of greenhouses in Harran Plain and it's problems. **Geography Journal**, Istanbul, v. 12, p. 97-104, 2004.

YUAN, Bao-Zhong et al. Drip irrigation scheduling for tomatoes in unheated greenhouses. **Irrigation Science**, v. 20, p. 149-154, 2001.

WARING, Richard. H.; HERMANN, Richard K. A modified Piche evaporimeter. **Ecology**, Durham, v. 47 n. 2 p. 308-310, 1966.