

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA**

**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**

**CURSO DE AGRONOMIA**

**DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA**

**MICROCLIMA DE CULTIVO PROTEGIDO:  
UM ESTUDO DE CASO**



0.283.114-0

UFSC-BU

**FLORIANÓPOLIS, SETEMBRO DE 1998**

R 213

Ex. 1

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA**

**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**

**CURSO DE AGRONOMIA**

**DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA**

**MICROCLIMA DE CULTIVO PROTEGIDO:  
UM ESTUDO DE CASO**

***CLEDIO ANTONIO REMOR***

RELATÓRIO DE ESTÁGIO DE CONCLUSÃO  
DE CURSO, PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE  
ENGENHEIRO AGRÔNOMO DO CURSO DE  
AGRONOMIA PRESTADO PELO CENTRO DE  
CIÊNCIAS AGRÁRIAS – UNIVERSIDADE  
FEDERAL DE SANTA CATARINA.

**FLORIANÓPOLIS, SETEMBRO DE 1998.**

138866

**IDENTIFICAÇÃO**

**TITULO**

**MICROCLIMA EM CULTIVO PROTEGIDO:  
UM ESTUDO DE CASO.**

**ACADÊMICO**

**CLEDIO ANTONIO REMOR**

**ÁREA**

**FITOTECNIA**

**ORIENTADORA**

**ANA RITA RODRIGUES VIEIRA**

**SUPERVISOR**

**WALDEMIRO SUDOSKI**

**LOCAL DO ESTÁGIO**

**CAMPUS DO CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
CETRECAN: Centro de Treinamento da Epagri Canoinhas**

**BANCA EXAMINADORA**

**ANA RITA RODRIGUES VIEIRA**

**WALDEMIRO SUDOSKI**

**HAMILTON JUSTINO VIEIRA**

## Dedicatória

Este trabalho eu dedico a minha querida mãe **REALDA BARRIQUELLO**, a minha irmã **MARISANE REMOR** e ao meu querido sobrinho **YURI MARQUES REMOR**.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao centro de treinamento da Epagri de Canoinhas pela realização deste estágio.

Ao meu supervisor WALDEMIRO SUDOSKI, por fornecer informações de grande valia para minha formação.

A minha orientadora ANA RITA RODRIGUES VIEIRA.

A todos os professores e funcionários do Centro de Ciências Agrárias que contribuíram em minha formação acadêmica.

A minha família que sempre me apoiou durante o curso.

Aos meus amigos JOSÉ GABRIEL DA SILVA, REGINALDO GUELLERE, ROQUE G. B. JUSTINO, LEANDRO ZAGO DA SILVA e GERALDO VON ZUCCALMAGLIO que sempre me prestaram informações durante o curso e a realização do relatório e a todos que de forma direta ou indiretamente contribuíram.

A todos os colegas de curso e especialmente a turma de formatura.

## 1. SUMÁRIO

<b>1. SUMÁRIO</b>	<b>2</b>
<b>2. INTRODUÇÃO</b>	<b>3</b>
<b>3. OBJETIVO</b>	<b>4</b>
<b>4. JUSTIFICATIVA</b>	<b>4</b>
4.1 Organização dos Produtores	5
4.2. Função da Epagri	5
4.3. Característica e Tipo de Abrigo	6
4.4. Semeadura	6
4.5. Irrigação	7
4.6. Manejo do Abrigo e a Planta	8
4.7. Colheita	9
<b>5. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b>	<b>10</b>
<b>6. MATERIAIS E MÉTODOS</b>	<b>15</b>
<b>7. RESULTADOS E DISCUSSÕES</b>	<b>17</b>
7.1. Evaporação dos tanques.	17
7.2. Temperatura do solo.	18
7.3. Radiação Solar Global e Transmissividade	20
7.4. Gradiente vertical de temperatura do ar no interior de estufa plástica	20
7.5. Temperatura máxima do ar	21
7.6. Temperatura mínima do ar.	23
7.6. Umidade relativa do ar	24
<b>8. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>27</b>
<b>9. BIBLIOGRAFIA</b>	<b>28</b>

## 2. INTRODUÇÃO

As estufas e os túneis altos e baixos revestidos com polietileno transparente de baixa densidade têm sido usados ainda como forma de proteger os cultivos contra as condições meteorológicas adversas tornando importante conhecer a modificação dos elementos meteorológicos dos mesmos.

Nas últimas décadas as técnicas de cultivo de hortaliças em estufas de polietileno transparente de baixa densidade tem evoluído rapidamente e está em franca expansão no Brasil. O emprego dessa técnica apresenta uma série de vantagens: maior garantia de produção, principalmente nas entressafras; maior rendimento em relação ao convencional (céu aberto); produtos de excelente qualidade; diminuição dos custos da produção devido ao menor uso de agroquímicos e insumos e antecipação de semeaduras.

O Estado de Santa Catarina apresenta amplas condições edafoclimáticas que caracterizam seu potencial agrícola. No litoral é possível produzir durante o inverno culturas que não toleram geadas, enquanto que no planalto, é possível produzir durante o verão, culturas que não toleram o excesso de calor do litoral. Estas características indicam que o Estado pode ser auto-suficiente na produção de culturas de alto valor agregado, principalmente as hortícolas (olerícolas, ornamentais e medicinais). No entanto, as técnicas tradicionalmente usadas pelos agricultores necessitam ser melhoradas e/ou adaptadas a uma maior demanda por produtos vegetais de alta qualidade biológica. A maior exigência do mercado consumidor, o aumento dos custos dos insumos, das melhores condições ambientais para produzir com reduzido impacto ambiental e com menores custos, forçaram os agricultores a um maior conhecimento de novas tecnologias para a sua atividade produtiva.

Na região do Planalto, o município de Canoinhas vem se destacando na produção de plantas olerícolas não só a nível regional mas também a nível estadual. O município possui 160 abrigos construídos e 150 produtores em atividade atingindo uma produção na última safra (novembro/dezembro) de 20 mil caixas de tomate. Canoinhas é um município da região do Planalto Norte onde tradicionalmente são cultivados: feijão, fumo, mandioca, milho, soja, trigo, batata, erva-mate, pastagem natural, reflorestamento e horticultura. Os trabalhos com cultivo protegido na região atingiram as culturas do tomate salada, pepino salada, feijão-de-vagem, alface e pimentão totalizando 220 produtores normalmente envolvidos e 250 abrigos

construídos, o que denota a importância do estudo das condições dos abrigos para a produção de tomates.

### **3. OBJETIVO**

Caracterizar as condições microclimáticas de estufas (e/ou abrigos) e o comportamento da cultura do tomate diante dessas condições, microclimáticas no município de Canoíhas

### **4. JUSTIFICATIVA**

O estágio foi realizado em duas etapas, sendo a primeira no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Santa Catarina, em Florianópolis. O objetivo desta etapa era caracterizar o comportamento do microclima de estufas com diferentes coberturas de solo no seu interior utilizando através de parâmetros meteorológicos como: radiação solar global incidente transmitida e refletida, temperatura e umidade relativa do ar em diferentes alturas, temperatura do solo em diferentes profundidades, e evaporação da água em tanques.

Na segunda etapa, onde a mesma foi desenvolvida no Centro de Treinamento da Epagri de Canoíhas (Cetrecan) durante o período de 15 de janeiro a 20 de fevereiro, sendo que pretendia-se acompanhar os parâmetros meteorológicos no interior das estufas de produção de tomate no município de Canoíhas, visando fornecer dados para o estabelecimento de um sistema de controle das condições microclimáticas para a melhoria da produção da mesma. Isso era necessário dada as condições precárias desse controle. Esse problema foi apontado pela Epagri, como bastante grave para melhoria da produção do tomate.

No entanto, não foi possível coletar essas informações no município de Canoíhas em decorrência do atraso na importação dos equipamentos meteorológicos que seriam utilizados para a caracterização microclimática proposta.

Dessa maneira, o estágio no município de Canoíhas se resumiu apenas, ao acompanhamento, junto com os técnicos da Epagri, dos cursos realizados para a profissionalização de agricultores visando a utilização do cultivo protegido.

Esses cursos são ministrados pela Epagri com verbas do Sine. Tendo como papel da Epagri diante dos agricultores da região é a coordenação técnica, geração e adaptação de tecnologia além do treinamento profissionalizante aos produtores.



#### **4.1 Organização dos Produtores**

A organização dos produtores interessados na adoção do curso e a formalização dos grupos é realizado pelo Sindicato dos Trabalhadores Rurais.

Os produtores são organizados em condomínios dentro de uma comunidade e cada uma tem seu líder responsável pelo grupo. Para melhor preparação destes produtores está sendo desenvolvido um projeto de cultivo protegido de hortaliças com os interessados, através da Secretaria Municipal da Agricultura, juntamente com o Sindicato dos Trabalhadores Rurais, Sine, Epagri, Coopercanoínhas e o Banco do Brasil. A meta do município é atingir 350 produtores e 900 abrigos para cultivo protegido tendo cada abrigo a área de 500 metros quadrados.

Os grupos formados nas comunidades, são formalizados, tendo diretoria composta de (presidente, secretário, tesoureiro). Os grupos fazem mensalmente reuniões de carácter técnico, sendo estas acompanhadas pelo técnico que presta assistência aos mesmos.

#### **4.2. Função da Epagri**

Após a organização dos grupos a Epagri exerce um papel importante ministrando os cursos.

Nos cursos são abordados tópicos que possibilitam ao agricultor uma noção básica, com condições de implantar e dar andamento ao projeto. Em primeiro lugar é apresentado um histórico do cultivo protegido, suas vantagens e desvantagens. Além disso apresenta-se uma definição de associativismo para os agricultores, explicando detalhadamente sobre a importância de se trabalhar em grupo mostrando que com essa integração entre os mesmos estarão mais preparados para enfrentar as dificuldades que a vida do campo lhes proporciona juntamente com o mercado.

Nos cursos mostra-se também o planejamento sobre o abrigo a ser implantado pelos agricultores; a escolha da área (de fundamental importância pelo fato que após instalado não é possível removê-lo devido ao aumento dos investimentos) e a localização do abrigo. Esta localização deve ter um posicionamento evitando áreas com declividade acentuada mas que tenha uma ótima insolação e se possível deve-se utilizar também quebra ventos naturais.

Durante os detalhamentos da construção do abrigo são levantados todos os passos como tratamento da madeira que será utilizada, o plástico que mais se recomenda para estufas plásticas, arame e outros materiais.

### **4.3. Característica e Tipo de Abrigo**

O abrigo recomendado e implantado é do tipo “pampeana”. Este abrigo tipo “pampeana” é semelhante ao “capela”, o que o difere é que na “pampeana” os caibros são em formas de arcos, que tornam o teto abaulado. Na linha da cumeeira os caibros devem ser pregados e amarrados com arrame. Após esticados os arames do teto, prega-se um sarrafo por cima e ao longo dos caibros. Esses abrigos tem em torno de 500m<sup>2</sup> ou seja de 10 metros de largura por 50 metros de comprimento, tendo o pé direito com 2 metros e os esteio centrais de 3 metros, Os abrigos são providos de cortinas nas laterais e frontais, com janelões na cumeeira para um melhor controle da temperatura interna. Além disso oferece algumas vantagens sobre as demais, como um maior aproveitamento da radiação solar quando instalada no sentido Norte/Sul, uma maior facilidade na colocação do plástico, ficando este com maior pressão sobre a estrutura do abrigo e melhor resistência a ação do vento, dispensando solda no plástico da cobertura e cordas sobre o teto.

Para a produção de mudas é construído uma estufa com 40-50 m<sup>2</sup> em cada um dos condomínios. Esta estufa se localiza na propriedade de algum membro escolhido pelo grupo, ficando esse encarregado da produção de mudas para todos os condôminos.

### **4.4. Semeadura**

As sementes são semeadas em bandejas, utilizando substrato recomendado e irrigação por microaspersão para manter o ambiente úmido. Essa irrigação é realizada de acordo com a necessidade da planta observada visualmente pelo encarregado e as mesmas ficam durante um período de 25 a 35 dias nessas condições para depois serem transplantadas na estufa.

O projeto de produção em cultivo protegido de Canoíhas, optou por recomendar a adoção duas safras por ano, ou seja, semeaduras em julho e dezembro, onde serão efetuadas as colheitas em novembro/dezembro e abril/março, que são as épocas, historicamente com preços mais favoráveis.

A adubação de um cultivo protegido dependerá da cultura que será implantada. Nesse caso, como a cultura foi o tomate, segue-se a recomendação tradicional. A análise do solo para uma possível correção do pH (em torno de 6,0),

deve ser feitas 3 meses antes do transplante das mudas, e a mesma análise possibilitará uma correção do fósforo quando necessário.

Após a abertura das covas que são realizadas em um espaçamento de 1 metro entre fileiras e 0,50 metros entre as plantas, é aplicado 75 g. de fosmag 500-B e 500 g. de cama de aviário, bem homogenizados com o solo da cova posteriormente efetua-se o transplante das mudas. Com 20 a 30 dias após o transplante faz-se a amontoa ao pé da planta e aplica-se 25g. de fosmag 500-B como adubação de cobertura.

#### **4.5. Irrigação**

A fertirrigação é iniciada 20 dias após a amontoa, sendo a aplicação de nutrientes diluídos em água, aplicada seguindo 2 formulações alternadas. 1ª semana fórmula composta de 5g. de nitrato de potássio por planta e na 2ª semana formula 2 com 5g. nitrato de cálcio por planta. Alerta-se para nunca misturar os produtos, mas sim fazer aplicação separadamente até a ultima colheita. Na aplicação, é recomendado num determinado instante somente com água pura e depois faz-se a aplicação da solução para não causar danos a planta e um possível entupimento dos tubos gotejadores.

A irrigação é uma prática importante e obrigatória no cultivo protegido, visto que toda a água que a planta necessita para seu desenvolvimento deve ser fornecida via irrigação.

O tipo de irrigação recomendado é o sistema de gotejamento, o qual maximiza a eficiência de uso da água e evita doenças nas plantas.

Na instalação do sistema de irrigação deve ser colocado filtro para evitar o entupimento e perdas do sistema gotejador, sendo que a água deve ser livre de doenças e sujeiras para se evitar problemas na cultura.

A necessidade de água vai depender da cultura que será implantada, do estágio de desenvolvimento da mesma, e da época do ano, sendo maior nos meses mais quentes e menor nos mais frios. O solo tem uma grande influência na quantidade de infiltração da água, sendo que nos arenosos deve-se aplicar mais água do que nos argilosos, sendo que o tempo de irrigação dependerá dos fatores mencionados, ou seja, época do ano e estágio da cultura.

Para o sucesso da irrigação é necessário que a água tenha pressão de acordo com exigências dos gotejadores usados, sendo que esses necessitam de

uma pressão entre 5 e 10 m.c.a. (metros coluna d'água). Essa pressão é atingida com a instalação de uma caixa instalada a uma altura de 7 metros, ou com auxílio de uma moto bomba elétrica de 1 cv no máximo. A tubulação que conduz a água até a área a ser irrigada não pode ser inferior a 3/4 de polegada devido as perdas de carga acarretadas.

#### **4.6. Manejo do Abrigo e a Planta**

O manejo do abrigo é dependente das condições do tempo. Em dias frios é recomendado fechar as cortinas. O mesmo se recomenda em noites quentes com risco de chuvas e ventos. Em dias frios e céu encoberto, é preferível deixar aberta, em dias de vento é recomendado fechar em "L". A temperatura atingindo 28 °C abre-se as cortinas e se for acima dos 28 °C abre-se os janelões para uma melhor ventilação e troca do ar armazenado na parte superior do abrigo.

Em relação ao manejo da planta, é recomendado a condução da mesma com duas hastes. Todos os demais brotos que surgirem são eliminados.

Como medida de controle fitossanitário, todas as folhas que tocarem o solo serão eliminadas parcial ou totalmente. Após os frutos do primeiro e segundo cachos estarem formados, ou seja, no tamanho comercial, todas as folhas abaixo do segundo cacho são eliminadas, para favorecer o arejamento do ambiente, e diminuir possíveis doenças como alternária e septória.

Quanto ao tratamento fitossanitário durante o curso é enfatizado que a cultura do tomate é suscetível a várias pragas e doenças e os danos variam de acordo com a intensidade desse ataque. Isso pode inutilizar os frutos para o comércio e transmitir doenças para as plantas comprometendo a produção.

O raleio de frutos é recomendado, com o objetivo de se obter bom padrão de frutos, em média são mantidos de 2 a 5 frutos por penca e de 30 a 40 frutos por planta. O numero de pencas é limitado a altura máxima da planta, que é de 2 metros, com isso obtém-se de 8 a 10 pencas por planta.

O tutoramento das plantas é feito com fitilho (fio de naylor) amarrado ao pé da planta e no arame superior a 2 metros de altura.

Sempre que surgir algum problema desconhecido ou anormal o técnico será comunicado. Ou ainda durante a reunião que ocorre no condomínio que acontece a cada 15 dias, o técnico tomará as devidas providências, com uma recomendação adequada para cada caso encontrado.

Todos os produtores são muito bem conscientizados da responsabilidade da produção de um produto diferenciado. E esta diferença começa pelo uso racional e adequado dos agrotóxicos no controle de pragas e doenças. Todos os produtos, formas de aplicação, dosagem, periodicidade e carência são definidas para cada safra pelo coordenador técnico do projeto. Toda a recomendação deverá ser seguida pelos produtores sob pena de serem afastados do sistema, preservando a confiabilidade alcançada com o produto produzido em Canoínhas.

#### **4.7. Colheita**

Em relação a colheita, os frutos serão retirados da planta em dias marcados, quando o caminhão coletor passará nos condomínios para fazer o carregamento. A sua classificação será de acordo com a cor e tamanho do fruto. Se o fruto estiver com a metade avermelhada é considerado maduro, e se apresentar um pequeno círculo na parte inferior com um tom avermelhado será considerado verdolengo.

Quanto a classificação do tamanho do fruto, será determinada pelo número de frutos que completaram a fila no fundo da caixa, sempre oscilando em torno de “boca” 6 a 9, sendo considerado que quanto maior o fruto menor a “boca”.

A embalagem para o produto é feita em caixas padronizadas, que apresentam um peso médio em torno de 23 kilos cada uma. Nessas caixas constam uma identificação com o nome do produtor, condomínio e a classificação efetuada pelo mesmo. Dessa maneira a cooperativa que recebe o produto terá um melhor controle sobre a qualidade de cada caixa e de cada produtor.

Dentro deste quadro á Coopercanoínhas, que têm uma função importante de prestar a assistência técnica aos produtores, efetuando visitas marcadas com calendários previamente definidas para cada condomínio.

Todos os produtores filiados ao projeto devem adquirir os insumos, materiais e equipamentos na cooperativa. Isto objetiva a utilização pelos produtores de insumos tecnicamente recomendados dando confiabilidade do produto colhido. A mesma é responsável pela comercialização da produção e organização da coleta e transporte do produto.

Banco do Brasil e Credicanoínhas que são os órgãos responsáveis pelo financiamento dos produtores, que podem ser organizados em forma de grupo ou individual.

## 5. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Para garantir altas produtividade, alguns elementos climáticos como radiação solar, temperatura e umidade relativa do ar e déficit de pressão de vapor d'água devem ser monitorados, pois, sofrem modificações dentro dos microclimas formados pelas estufas plásticas. As variações podem ser mais ou menos acentuadas, dependendo da demanda atmosférica dominante, da condição climática local e da cultura utilizada. Além disso, o ângulo de incidência da radiação solar, a disposição da estufa na área bem como a inclinação, a estrutura e orientação da estufa são parâmetros fundamentais a serem analisados como agentes modificadores da quantidade e qualidade espectral da energia que atingirá o seu interior conforme argumentam Farias *et al*, (1993a, 1993b); Ricieri & Escobedo, (1996a, 1996b). Este conjunto de fatores revelam a necessidade de pesquisar sobre a engenharia das construções e do controle do seu microclima nas condições de Brasil.

Os diferentes estudos realizados mostram que é relevante estudar em ambientes protegidos o decréscimo da temperatura mínima do ar que ocorre nesses microclimas, onde a diferença com o ambiente externo a cinco centímetros da superfície do solo pode chegar a 3,1 °C o que parece ser função da não formação da camada de vapor d'água condensado na face interna do plástico devido a ação do vento externo, contribuindo para perdas elevadas por radiação, mas não correndo o risco de geadas, visto que, no Brasil, ao contrário da Europa, este comportamento ocorre em noites limpas e frias segundo Buriol *et al* (1993).

A variação de temperatura do ar no interior das estufas é acentuada pelo tipo de material utilizado na cobertura sendo que o uso do filme térmico (EVA) e o uso de carga mineral não aumenta o suficiente o efeito estufa sobre as temperaturas noturnas e mínimas. Nas estufas cobertas com PEBD dificilmente ocorrerá temperaturas inferiores a 0°C o que é bastante importante para culturas como o tomate que são bastante sensíveis à variação de temperatura, especialmente no inverno (Buriol *et al*, 1997).

Em se tratando da temperatura do ar no interior das estufas, verifica-se que a mesma depende do fluxo de radiação solar incidente no seu interior, do seu manejo, bem como do seu tamanho e volume de ar a ser aquecido e dos materiais utilizados pelas estruturas da estufa conforme Seemam (1979) citado por Camacho *et al* (1995) e Andriolo (1996).

De acordo com Farias *et al* (1993) e Andriolo (1996) 83% da radiação solar global verificada externamente, é que por volta das 12 horas penetrou para o interior da estufa, variando este percentual de 50 a 90%. Em dias de céu limpo, em média, 45% da radiação solar global interna correspondeu à radiação difusa, ao passo que, externamente este percentual foi de 24%, evidenciando o efeito dispersante da cobertura plástica o que concorda com os resultados de Camacho *et al* (1995).

Pezzopane (1994) citado por Sentelhas e Santos (1995) observou que apesar da redução da radiação solar global dentro da estufa ocorre um aumento da radiação difusa em relação ao ambiente externo. Esse aumento da radiação difusa no interior da estufa é da ordem de 25% em relação à radiação externa em dias limpos, e, 20% em dias nublados ou parcialmente nublados (Escobedo *et al*, 1996).

Além do tipo de estufa, outro fator que altera a difusividade da radiação no seu interior bem como o albedo é a sua orientação tendo sido verificado que a orientação leste-oeste em relação à norte-sul mostrou os maiores valores de albedo, no período de dezembro a janeiro de 1996 (Assis e Escobedo, 1996a, b).

Andriolo (1996) cita que para a cultura do tomateiro é importante observar a relação área foliar/altura de plantas, especialmente quando a cultura é cultivada em filas, para que possa ocorrer um bom aproveitamento da radiação difusa presente no meio. Estes dados servem de suporte para as práticas de desfolhamento porque a partir de um certo valor de índice de área foliar a taxa de assimilação líquida (a qual representa o balanço entre fotossíntese bruta e respiração) passa a diminuir devido ao consumo de energia para suprir as plantas que estão abaixo do ponto de compensação. É importante lembrar que o limite trófico da cultura, ou seja, o ponto onde a produção de assimilados é mínima, é  $200 \text{ kcal.cm}^{-2}.\text{dia}^{-1}$ .

Como limite de temperatura para o tomateiro Andriolo (1996) cita o valor  $11^{\circ}\text{C}$  sendo que abaixo desse valor a respiração é reduzida. Buriol *et al* (1997) e Heldwein *et al* (1997) observaram que a temperatura do ar, durante o dia, é mais alta com a altura enquanto que no período noturno não se verifica inversão térmica. Este comportamento ocorre tanto para culturas de pequeno porte como o alface como para as de grande porte como o tomate. O gradiente vertical de temperatura do ar nas estufas, durante o dia, se comporta de modo diverso do que ocorre no ambiente externo, concentrando-se a camada de ar mais quente da estufa no seu topo. Somam-se a estes efeitos benéficos a proteção contra a precipitação que provoca

danos as folhas e aumenta a umidade relativa do ar contribuindo para uma maior incidência de doenças, especialmente em épocas de verão.

Para a cultura de plantas de ciclo curto, cultivadas em estufas, Baille *et al*, (1991) recomendam a utilização de estruturas que propiciam um controle da temperatura do ar e da retenção da água pelo solo, para garantir um crescimento vegetativo e produção adequada.

No caso das baixas temperaturas, as alternativas de manejo passam pela redução das perdas de energia por convecção e radiação, sendo que as perdas por convecção dependem da renovação do ar da estufa o que dependerá das diferenças de temperatura entre interior e exterior da estufa. Esta diferença, por sua vez, podem ser amenizadas pela presença de uma tela refletora entre o topo da cultura e o material de cobertura da estufa sendo esta, normalmente, de polietileno de baixa densidade, de coloração branca ou metálica. Além dessa, podem ser utilizadas outras tecnologias como aquecimento, nebulização e ventilação onde o fator custos econômicos passa a ser determinante para que o agricultor possa fazer a opção mais adequada. ( Andriolo, 1996).

Para o controle das altas temperaturas Andriolo (1996) propõe a redução da intensidade de energia solar que penetra no interior das estufas com a redução da transmissividade do material de cobertura através de uma pintura de cor branca em uma das suas faces; porém, esta técnica tem o inconveniente de reduzir simultaneamente a temperatura e a disponibilidade de radiação para a fotossíntese das plantas.

Para Reis (1997) da radiação incidente no solo, 5% é refletido para o interior da estufa, 80% é consumido no processo de evapotranspiração e o restante no aquecimento do ar. Estes se refletiram em valores de temperatura do solo praticamente estáveis nos três níveis de profundidade ( 5,10 e 20 cm) mantendo 4 °C de diferença entre 10 e 20cm o que mostra que o microambiente da estufa altera também, de maneira significativa, os valores de temperatura do solo além dos valores de temperatura do ar.

Trudel e Gosselin (1982) analisando a influência da temperatura do ar e do solo na produção de tomate em ambientes controlados verificaram que o calor mostra um melhoramento nesta produção constatado pelo aumento no número de frutos e produção total (inverno 54 e 42%, respectivamente, e , primavera 70 e 47%) além de se perceber uma melhoria na qualidade dos frutos. Juntamente com esses



efeitos ainda se percebeu um aumento no crescimento dos ramos, altura da planta, peso seco, e redução no desenvolvimento do sistema radicular. O referencial de temperatura do solo utilizado foi 23,9°C mantido neste valor com um filme de plástico transparente.

Em estudos de Streck *et al* (1997) pode-se constatar que solos cobertos com polietilenos de diferentes colorações mantiveram a temperatura do ar e do solo maior, especialmente, nas colorações preta, azul e vermelha.

Além dessa variação quantitativa e qualitativa de energia é importante a duração do dia, ou fotoperíodo, bem como o termoperíodo da região. Para as espécies ornamentais em alguns países, é possível duplicar a produtividade e melhorar a qualidade do suprimento artificial de luz. A intensidade, qualidade e duração do período luminoso determinam uma série de respostas morfológicas e várias espécies manifestam resposta a intensidade de luz para a germinação de sementes ou crescimento da planta. Diferentes comprimentos de onda também podem modificar respostas de crescimento, vegetativo, floração e frutificação (Choy, 1997). Dias curtos podem induzir a entrada em dormência em espécies de plantas temperadas e a diferenciação de gemas reprodutivas em várias espécies anuais (Faust *et al.* 1997). Estes fenômenos são de fundamental importância para os produtores de plantas olerícolas e ornamentais, visto que podem determinar a viabilidade ou não do projeto de produção.

Outra prática bastante utilizada para produção de olerícolas e ornamentais em estufas é o enriquecimento do ar com CO<sub>2</sub> nas horas da fase clara do dia em que as estufas são mantidas fechadas o que aumenta a eficiência das reações enzimáticas e ao mesmo tempo diminui a fotorrespiração da planta apesar de produzir alguns efeitos indesejáveis como redução da transpiração e aumento da absorção mineral, principalmente nitrogênio; o aumento da absorção de nitrogênio ocorreria para satisfazer a demanda extra desse elemento necessária para sustentar o crescimento mais rápido provocado pelo estímulo da fotossíntese.

Baseados nos dados gerados por este projeto de pesquisa, os produtores poderão regular o suprimento de luz na qualidade, intensidade ou duração necessária para cada espécie de interesse, ou a combinação entre o suprimento de luz e de CO<sub>2</sub> para aumentar a produtividade em várias espécies (Jitla *et al.* 1997), e a qualidade de flores de corte (Baille, 1991).

No Brasil estas técnicas, ainda são pouco estudadas e conhecidas. Para isto, Sentelhas e Santos (1995), recomendam uma série de cuidados com as condições microclimáticas para garantir a produção comercial de plantas ornamentais.

Uma questão importante também é o manejo de água em estufas, pois, a alteração do balanço de energia gera alterações na evapotranspiração (Vieira *et al.*, 1996). Segundo Medeiros *et al* (1997) a evapotranspiração no interior da estufa é menor do que a verificada externamente, devido essencialmente, à opacidade da cobertura plástica, à radiação solar e à redução da ação dos ventos, principais fatores que alteram a demanda evaporativa da atmosfera. Para esses autores e Furlan *et al* (1997) que estudaram crisântemos em estufa, o controle dessa perda de água pode ser feito com tensiômetros, tanque classe "A" e minitanques onde, em média, este último mostrou uma evaporação 15% maior do que o tanque classe "A" e a evaporação dentro da estufa foi 47% da ocorrida na estação.

Para estimar as necessidades de água para plantas ornamentais cultivadas em vasos, no interior de estufas, Baille, (1991) salienta que a quantidade de água transpirada deve ser o parâmetro utilizado para garantir a produtividade e a qualidade das plantas e das flores produzidas por cada espécie de interesse.

Em tomateiros no interior da estufa, Dalmago *et al* (1997), nos períodos de primavera e outono, verificaram que a evaporação é 50% menor do que no exterior dela o que está de acordo com Medeiros *et al* (1997). Isto significou para o estudo realizado em Santa Maria - RS, um consumo de água, respectivamente, para as duas estações do ano de 247 mm para um período de 19.6 semanas e 189 mm para um período de 21 semanas, significando, respectivamente, valores médios de 1.80 e 1.29 mm medidos em minitanques. O consumo de água do tomateiro, na primavera, apresentou boa associação com a evaporação dos tanques de tamanho reduzido medido dentro da estufa e com o parâmetro fenométrico número de folhas ,entretanto, para o cultivo de outono essa associação foi bem menor.

Dalsasso *et al* (1997) determinando as necessidades hídricas do tomateiro mostraram que o consumo de água aumentou de 2mm/ semana após o transplante até valores próximos a 30mm/ semana, no período da 17 a 19 semanas. No outono, o consumo se manteve oscilando entre 11mm/semana nas primeiras semanas e 9 mm/semana da 13 a 16 semana enquanto da 17 a 21 semana o valor do consumo foi 4 mm podendo atingir a transpiração de uma planta adulta dentro de uma estufa

valores superiores a  $300\text{ml}\cdot\text{h}^{-1}$  durante as horas mais quentes do dia (Andriolo, 1996)

Pulupol *et al* (1996) ao avaliar tomates em condições de déficit hídrico cujo valor de potencial de água na planta máximo foi de  $-0.5$  a  $-1.2\text{MPa}$  mostraram uma redução de produção e crescimento, tamanho e em maior intensidade, de coloração apresentando ainda, maior concentração de açúcar (glicose e frutose) do que em plantas bem hidratadas. A concentração de Ca, Mg e K também foi maior nessas plantas sob déficit hídrico.

Com relação ao consumo de água, as propriedades físicas do substrato utilizado são muito importantes porque elas é que vão ser determinantes para medir a eficiência de uso da água das culturas uma vez que esse vai alterar também o seu potencial hídrico. O substrato deve fornecer as condições ótimas de cultura para cada fase de crescimento. Cada espécie apresenta necessidades diferentes quanto às condições físicas como a retenção de água, e química, como o fornecimento de nutrientes desde a fase de produção das mudas, até manutenção das características finais do produto comercializado.

Vários substratos podem ser utilizados para a produção comercial de olerícolas e ornamentais. A principal preocupação deve ser com isenção de pragas e doenças, que possibilitem um grande crescimento radicular, retenção de água, boa disponibilidade de nutrientes ou para os casos de fertirrigação, que apresentem baixa CTC para permitir uma boa nutrição à planta. Vários substratos comerciais foram colocados no comércio nos últimos anos tais como a lã de rocha, resíduos vegetais autoclavados ou esterilizados, misturas de material orgânico entre outros.

## **6. MATERIAIS E MÉTODOS**

O experimento foi conduzido no período de 20/08 a 02/09 de 1997, no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Santa Catarina (CCA-UFSC) localizada em Florianópolis cujas coordenadas geográficas são: latitude  $27^{\circ} 15' \text{ S}$ , longitude  $48^{\circ} 34' \text{ W}$  e altitude  $1,84\text{m}$ , onde o clima da região é considerado (Cfa) clima temperado, chuvas bem distribuídas e verão quente.

O trabalho foi desenvolvido no interior de duas estufas, do tipo "túnel alto" de formato semi circular, com altura máxima central de  $3\text{m}$  e pé direito com  $1,50\text{m}$ ,

sendo situada uma ao lado da outra e separadas por uma camada de polietileno transparente, com área de 30m<sup>2</sup> cada (6 x 5). A disposição sentido norte-sul com estrutura de madeira, com arco de tubos galvanizados e cobertura com filme de polietileno transparente de baixa densidade (PEBD/ espessura de 150 μm). As laterais eram fixas. Para propiciar sua ventilação as cortinas na partes frontais, permaneciam completamente fechadas durante a noite (das 18:00 às 7:00 horas) e abertas durante o dia (das 7:00 às 18:00 horas).

Para caracterizar o ambiente externo, coletou-se dados da estação Meteorológica da Epagri, situada cerca de 300m do local do experimento. Temperaturas do ar e do solo, umidade relativa do ar, precipitação pluviométrica, radiação solar foram os elementos meteorológicos medidas durante o período de realização do experimento.

Nas estufas foram instalados dois tratamentos: uma permaneceu com o solo desnudo, a outra utilizou-se polietileno transparente sobre uma camada de jornal para cobrir o solo, em uma parcela de 6 x 4m. No centro das estufas foram instalados termohigrográfos de registros semanal em cavaletes do tipo "prateleiras" nas alturas de 0,50 e 1,50 metros da superfície do solo, registrando a temperatura (T) e a umidade relativa do ar (UR).

Os valores médios diários de temperatura e de umidade relativa do ar foram obtidos pelas seguintes formulas

$$T_{\text{média}} = (T_9 + 2T_{21} + T_{\text{max}} + T_{\text{min}}) / 5.$$

$$UR_{\text{média}} = (UR_9 + UR_{15} + 2UR_{21}) / 4.$$

Onde o numero subscrito corresponde a hora da realização da leitura.

A temperatura do solo foi medida diariamente no interior dos abrigos nos horários das 7:00 e 15:00 horas através de geotermômetros de vidro com coluna de mercúrio (resolução de 0,2 °C) sendo instalados na profundidade de 2, 5 e 10 cm em cada tratamento das estufas, e usado como temperatura externa dados da estação da Epagri.

Para as medidas de radiação solar global, transmissividade e de reflectância foi utilizado um espectralradiômetro LT- 200x da LICOR instalados em um cavalete a uma altura de 0,50 metros da superfície do solo e a radiação transmitida foi calculada a partir da porcentagem estabelecida entre a radiação global medida dentro e fora da estufa à mesma altura. Foram registradas leituras de radiação global e de reflectância interna e externa, e de transmissividade durante 4 dias

sendo 3 sem nebulosidade e 1 encoberto, entre às 09:00 e 16:00 horas com intervalo de 15 minutos.

Para determinar a evaporação foram instalados, mini-tanques em cada tratamento das estufas, e um externo juntamente com um tanque classe "A" em condições que o local nos proporcionou. Para os mini-tanques, foram construídos com tonéis de lata os quais possuem um volume de 45 litros com uma altura de 25,0 cm, pintados com tinta alumínio. No centro de cada tanque foi instalado um "acalmador" para facilitar e evitar erros de leituras. Juntamente com os tanques externos foi instalado um anemômetro para fazer o registro da velocidade do vento do local, em (km/h). As leituras dos tanques e do anemômetro, foram realizadas de 20/8 a 02/09/1997 no horário das 9:00 horas. Para medição das leituras dos tanques era utilizado uma régua milimetrada. Para a análise dos dados de leitura dos tanque utilizou-se o programa Excel.

## **7. RESULTADOS E DISCUSSÕES**

### **7.1. Evaporação dos tanques.**

No ambiente externo onde estava instalado um mini-tanque e o tanque classe "A", não houve diferenças nas leituras de evaporação. A aplicação da correlação mostra que a velocidade do vento tem uma influência de 80%, seguida da umidade relativa do ar média com 75% sobre a evaporação. Nesta última a influência em destaque foi a umidade relativa do ar máxima com 69%.

Na estufa com o solo desnudo, a evaporação mostrou uma correlação com a temperatura do solo medida a 5cm de profundidade de 80%, e a correlação da evaporação com a umidade relativa do ar média de 78% sendo que o maior destaque deveu-se a umidade relativa do ar máxima onde a correlação foi de 76% e também a temperatura do ar máxima que apresentou a correlação de 72% apresentando a temperatura do ar média com uma correlação com a evaporação de 69%.

Na estufa com tratamento do solo coberto com polietileno transparente sobre uma camada de jornal, a correlação com a evaporação mostrou influência da temperatura do solo a 5cm de profundidade de 80%, e da umidade relativa média de

72 %. Em seguida a temperatura do ar média foi 65% estando em destaque a temperatura do ar máxima com 64%.

**Tabela 01.** Resultados da correlação das leituras de evaporação dos tanques ocorridas nos dias 20/08 á 02/09/1997, em Florianópolis, SC.

<b>Parâmetros</b>	<b>Correlação</b>
<b>Mini-tanque externo</b>	
Velocidade do vento km/h	0,805
UR média externa	-0,755
UR máxima	-0,698
<b>Mini-tanque estufa solo desnudo</b>	
Temperatura do solo prof. 5cm, 15:00h.	0,801
UR média 1,50m.	0,784
UR máxima 1,50m	0,769
Temperatura do ar máxima 0,50m	0,720
Temperatura do ar média 0,50m.	0,698
<b>Mini-tanque estufa c/ jornal</b>	
Temp. do solo prof. 5 cm, 15:00h	0,801
UR média 1,50m.	-0,729
Temperatura do ar média 1,50m.	0,658
Temperatura do ar máxima 1,50m	0,641

## 7.2. Temperatura do solo.

A temperatura do solo é o elemento do ambiente que determina a velocidade de germinação e emergência das plântulas (Schneider et al, 1993). Em determinados ambientes, a temperatura adequada do solo para germinação e desenvolvimento inicial das plantas somente é atingido com a utilização de estufas plásticas.

Podemos observar que tanto na tabela 02 e 03, nas diferentes profundidades para dias de tempo nublado com chuva, a temperatura do solo externa apresentou valores inferiores aos do interior da estufa. Nos demais dias onde a condição do dia se apresentou a sem nebulosidade os valores foram superiores a interna, visto que ocorre uma variação muito grande no ambiente externo. No interior da estufa independente das condições meteorológicas, há uma uniformidade nos valores de temperatura do solo.

Tabela 02. Temperatura do solo a 5 cm de profundidade, ocorrida nos diferentes dias, tratamentos e às 15:00 horas, em Florianópolis, SC.

Dia Tratamentos	Dia nublado			Dias sem nebulosidade						
	20/08	21/08	22/08	25/08	26/08	27/08	28/08	29/08	01/09	02/09
Externa	23.3	17.2	19.2	24.1	28.2	28.4	27.6	28	29.2	27.2
Solo nú	23.8	20.3	20.7	23.8	25.7	26.2	25.6	25.8	26.9	25.4
Solo jornal	23.8	21.2	21.5	24.5	25.8	25.8	25.6	26	26.5	25.5

Tabela 03. Temperatura do solo a 10 cm de profundidade, ocorrida nos diferentes dias, tratamentos e às 15:00 horas, em Florianópolis, SC.

Dia Tratamentos	Dia nublado			Dias sem nebulosidade						
	20/08	21/08	22/08	25/08	26/08	27/08	28/08	29/08	01/09	02/09
Externa	23	18.2	19.4	23.4	26.2	21.6	25.6	26.4	27.6	26
Solo nú	23.5	20.1	20.4	23.1	24.6	25	24.7	25	25.8	24.4
Solo jornal	23.7	21.2	21.3	23.8	24.8	25	24.7	25	25.5	24.8

Observa-se que as diferenças nos valores de temperatura do solo entre os tratamentos nas duas estufas foram pequenas a 5 cm de profundidade do solo. A 10 cm de profundidade do solo houve uma leve tendência das temperaturas do solo cobertas com polietileno transparente com uma camada de jornal serem maiores. Isto ocorre porque a cobertura com o plástico transparente com jornal altera a amplitude térmica das temperaturas do solo ou seja, a conservação de energia no solo mas não necessariamente a sua temperatura máxima, existindo uma tendência das saídas de energia serem menores neste tipo de cobertura devido à diminuição de emissão de ondas longas.

### **7.3. Radiação Solar Global e Transmissividade**

Nas leituras de radiação solar global e transmissividade atmosférica as estufas apresentaram uma radiação solar transmitida em média de 73% da emitida pelo sol. Na estufa com o tratamento com polietileno transparente com jornal apresentou uma radiação refletida de 43% dos 73% que passavam pela cobertura da estufa, isso devido o material de coloração clara do jornal que apresenta refletividade maior que solo desnudo.

No tratamento da estufa com solo desnudo, a transmissividade da radiação global foi em média também de 73%, sendo que nesta 25% era radiação refletida pelo solo.

Nas leituras de radiação solar global externas foram realizadas em ambiente semelhante ao do tratamento com solo desnudo, onde a radiação refletida foi 23 %.

Observa-se que dentro da estufa com solo coberto com polietileno transparente sobre a camada de jornal ocorreu um aumento da fração da radiação difusa em relação ao ambiente externo, o que é muito importante, pois a radiação difusa é multidirecional, podendo ser melhor aproveitada pelas plantas.

Com relação, ao percentual de transmissividade encontrado este é concordante com dados de Farias et al (1993), Andriolo (1996), Camacho (1995) e Escobedo et al (1996), os quais comentaram que a radiação solar transmitida deve variar entre dias limpos e nublados produzindo diferenças na radiação refletida no interior da estufa.

Segundo Seemam (1979), sabe-se que a transmissividade do material de cobertura da estufa à radiação solar depende de sua composição, espessura, tempo de exposição às condições ambientais, deposição de poeiras, ângulo de incidência dos raios solares, orientação e arquitetura da estufa, condições atmosféricas no momento das determinações e condensação nas paredes internas do plástico

### **7.4. Gradiente vertical de temperatura do ar no interior de estufa plástica**

O gradiente vertical da temperatura do ar no interior das estufas se comporta de modo diverso do que ocorre no ambiente externo. Portanto, durante o período diurno, a camada de ar mais quente está concentrada no topo da estufa, ou seja, na altura 1,50m conforme mostram os valores de T3/T5.



Concordantes com os resultados de Buriol et al (1997).

Ao comparar-se os valores de temperatura do ar a 0,50 metros do solo nas duas estufas, observou-se que na estufa onde o solo era coberto com plástico polietileno transparente sobre a camada de jornal os valores de temperatura do ar são, em geral, maiores do que os valores de temperatura do ar na mesma altura, na estufa onde o solo estava descoberto. Isto mostra, conforme esperava-se que o plástico sobre a camada de jornal aumentaram a radiação refletida no meio, o que provoca mudanças no aquecimento do ar nas camadas mais próximas ao solo. Isto é importante para plantas onde o desenvolvimento da área foliar é o ponto de destaque, porque isto significa maior energia disponível no meio.

**Tabela 4.** Valores médios bihorários de temperatura do ar, sendo comparado o ambiente externo com os tratamentos nas estufas de solo desnudo e solo coberto com plástico sobre a camada de jornal, referente ao dia 23 de agosto de 1997, Florianópolis, SC.

	Horário											
	0á2	2á4	4á6	6á8	8á10	10á12	12á14	14á16	16á18	18á20	20á22	22á24
<b>T1</b>	19.2	19	18.5	18	19	22	23.2	22.5	21.5	20	19.8	20
<b>T2</b>	16.5	16	16	20.5	27.3	29.5	26.8	22.5	20	18.5	17.5	17
<b>T3</b>	17	16.5	16	18	27	31	30	25.5	21	19	17.5	17
<b>T4</b>	16.6	16	16	18	23	26.6	25.8	23	19.4	18.2	17.6	17
<b>T5</b>	17	17	16	18	24.5	30.5	30	26	21	19	18	17

T1 temperatura externa, 1,50 m.

T2 temperatura da estufa, solo com jornal na altura de 0,50 m.

T3 temperatura da estufa, solo com jornal na altura de 1,50 m

T4 temperatura da estufa, solo nú na altura de 0,50 m

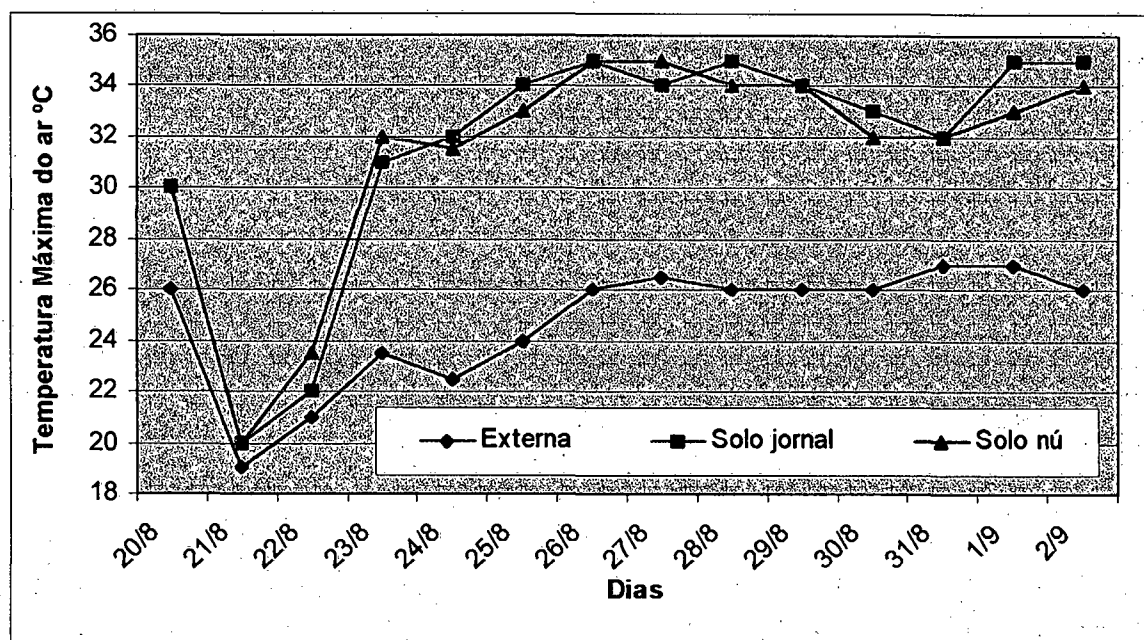
T5 temperatura da estufa, solo nú na altura de 1,50 m

### 7.5. Temperatura máxima do ar

A temperatura do ar no interior de estufas plásticas está intimamente ligado ao balanço de energia. Este irá depender de fatores como, o tamanho da estufa, que altera o volume e a remoção do ar no seu interior provocando diferentes graus de aquecimento do ar das mesmas durante o período diurno. A temperatura do ar no interior da estufa também depende das propriedades óticas da cobertura e as condições meteorológicas locais.

Durante o dia no ambiente externo, devido a radiação líquida positiva, a superfície aquece a parcela de ar próxima a ela, desencadeando um processo convectivo. Dentro da estufa este processo é interrompido pela cobertura plástica que impede a ascensão do ar quente, provocando a elevação das temperaturas durante o período diurno. Com isso, as temperaturas máximas atingem valores bem mais elevados em relação ao exterior, como pode-se observar na figura 01, onde os tratamentos apresentaram uma mínima diferença entre os mesmos. Isto ocorre porque durante o dia a radiação incidente compensa as perdas de calor que ocorrem através da cobertura e também pelo fato que, na estufa, há um menor volume de ar a ser aquecido e ao eficiente efeito estufa que impede o resfriamento do ambiente causado pela ação dos ventos.

**Figura 01** - Temperaturas máximas absolutas do ar nos diferentes tratamentos ocorridas nos dias 20/08 á 02 /09/97, a 1,50 metros, horas , Florianópolis, SC.



A diferença entre valores de temperatura do ar nos tratamentos polietileno transparente sobre uma camada de jornal e o solo desnudo, foi pequena porque o solo com a camada de jornal altera a conservação de energia do mesmo e não os seus pontos extremos (máximos).

## 7.6. Temperatura mínima do ar.

A medida que o sol vai se pondo, o balanço de radiação vai se tornando negativo, devido a alta transmissividade do plástico à radiação de onda longa, permitindo a perda noturna de energia. Isto faz com que a temperatura do ar no interior das estufas cobertas com PEBD sofre uma queda acentuada.

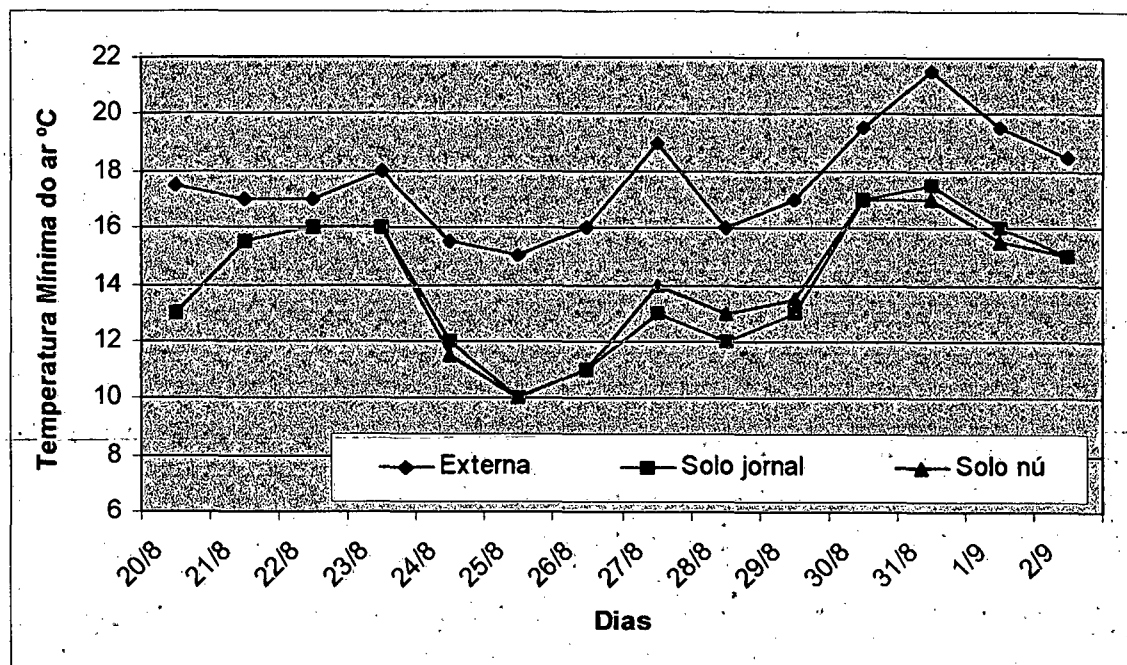
Segundo Buriol et al (1993) a vedação das estufas é um dos principais fatores responsáveis pela redução das perdas energéticas do interior da estufa para o ambiente externo, sendo que quando a ventilação foi em menor tempo, as diferenças de temperaturas mínimas foram maiores.

Quando a temperatura interna é maior que a externa ocorre o fenômeno denominado de "inversão térmica". Esta situação se verifica principalmente em dias com ventos fortes que renovam corretamente as camadas do ar junto a superfície do ambiente externo evitando que a temperatura mínima do ar seja muito baixa. Como no interior da estufa não ocorre a renovação similar ao ambiente externo, então ocorre um progressivo e ininterrupto esfriamento do ar devido as perdas energéticas por radiação e por condução-convecção através do plástico. Com a ação do vento sobre as paredes externas da estufa também não ocorre a formação de uma camada de vapor d'água condensada na face interna do plástico, o que contribui para que as perdas por radiação do interior da estufa sejam elevadas (Buriol et al, 1993).

Na figura 02 podemos observar a relação das temperaturas mínimas absolutas, que geralmente ocorreram a noite, nos horários das 2:00 às 6:00 horas .

Na temperatura mínima externa absoluta, há uma grande perda de radiação térmica, porém os movimentos horizontais e verticais de massa de ar podem transportar calor, aquecendo o ambiente externo pôr misturas de camadas de ar, o que não ocorre no interior da estufa que fica completamente fechada durante a noite impedindo a ação dos ventos. Isso é que torna possível a ocorrência de temperaturas internas inferiores as verificadas externamente.

**Figura 02** – Temperaturas mínimas absolutas do ar, ocorridas em diferentes dias e tratamentos, á 1,50 metros, nos horários Florianópolis SC.



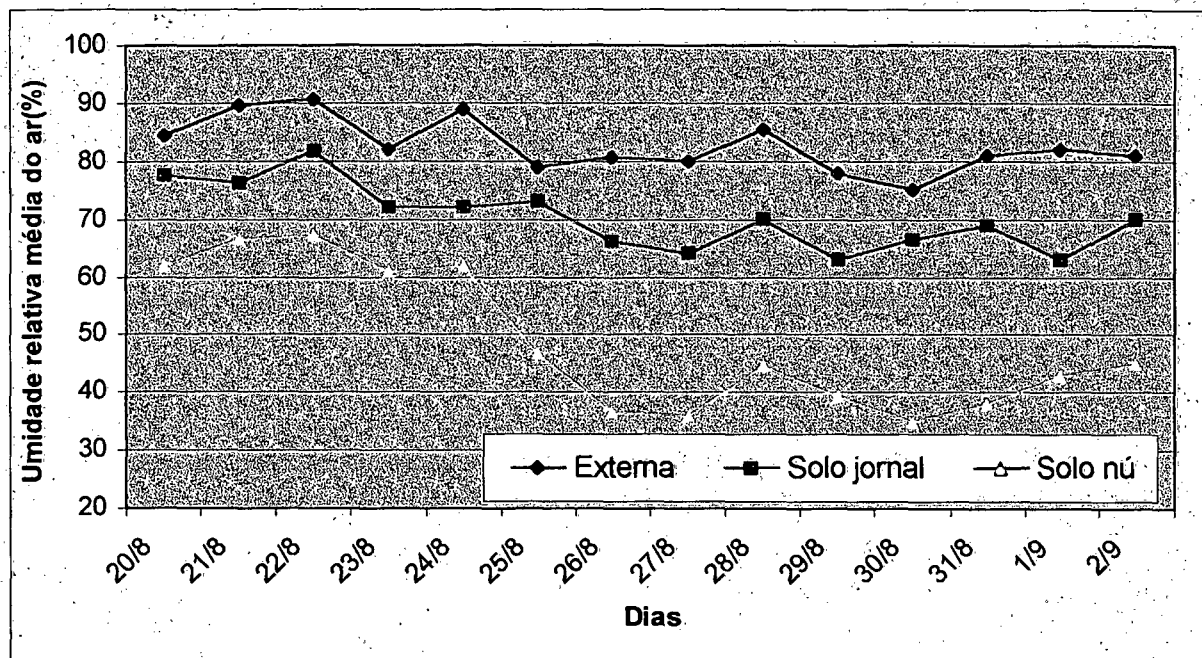
Com relação às temperaturas mínimas do ar dentro das estufas com solo desnudo e com polietileno transparente sobre a camada de jornal, constatou-se que houve uma semelhança de comportamento entre estes dois tratamentos, conforme verificou-se com as temperaturas máximas a cobertura de solo utilizada não alterou os pontos extremos de temperatura do ar, mas apenas a sua amplitude térmica, ou seja, a relação entre valores máximos e mínimos de temperatura do ar.

#### 7.6. Umidade relativa do ar

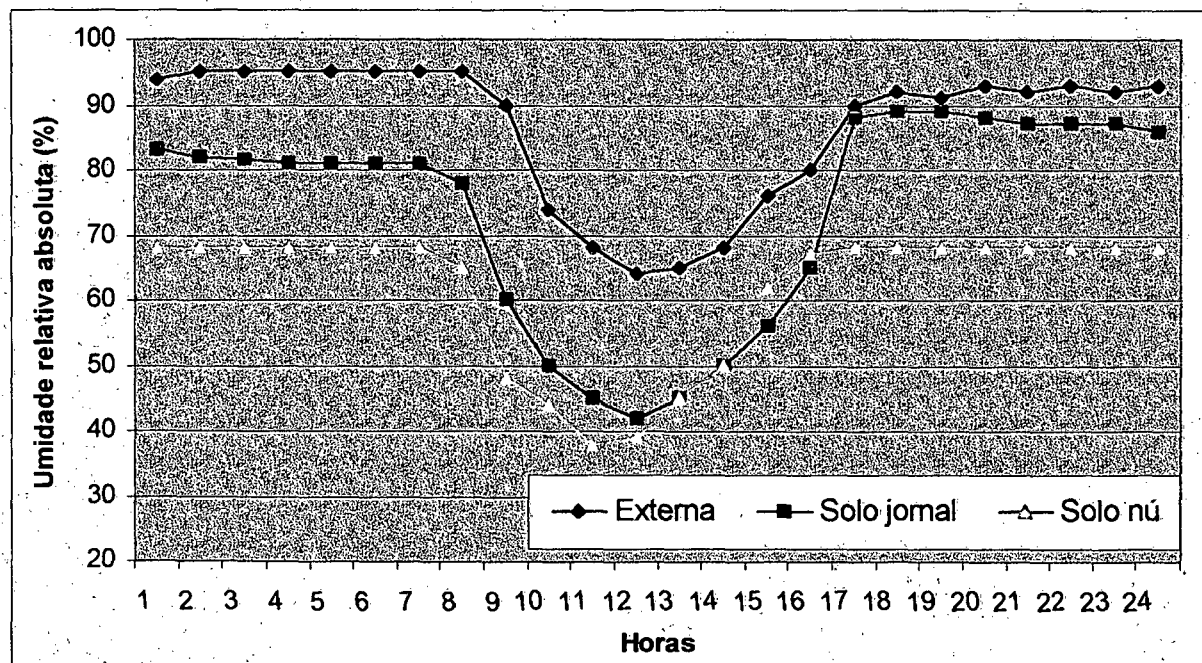
Os valores de umidade relativa do ar no interior da estufa foram muitos variáveis e estão intimamente relacionados aos valores de temperatura do ar.

Os dados de umidade relativa do ar mostraram valores maiores de umidade relativa média para o ambiente externo seguido do solo coberto com polietileno transparente sobre a camada de jornal e pelo solo descoberto.

**Figura 03.** Umidade relativa do ar média ocorrida nos diferentes tratamentos e diferentes dias A 1,50 metros, Florianópolis, SC.



**Figura 04.** Umidade relativa do ar absoluta dos diferentes tratamentos ocorridas no dia 23/08/97, a 1,50 metros, Florianópolis, SC.



Isto ocorreu porque no período em que foram realizadas as leituras, as estufas estavam sem qualquer tipo de cultura, e com isso não houve a liberação de água através da transpiração pelas plantas. Além disso, como não foi feita a irrigação a evaporação também foi menor dentro da estufa.

Com a cobertura de polietileno transparente sobre a camada de jornal os valores de umidade relativa foram maiores porque essa cobertura condicionou uma amplitude térmica menor. Isso significa que os valores de pressão parcial e pressão de saturação de vapor d'água são menores, o que gera valores maiores de umidade relativa, pois o denominador (es) é pequeno.

Esses dados são corroborados pela figura 04 que apresenta os valores de umidade relativa absoluta para o dia 23/08, onde a partir das 17:00 horas os valores de umidade relativa externos e da estufa com o solo coberto com polietileno transparente sobre a camada de jornal foram bastante próximos.

## 8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo de caracterizar o microclima das estufas foi cumprido, apresentando dados que de acordo com a manejo das mesmas podem ser controlados.

Nos testes realizados onde foi utilizado um tratamento com polietileno transparente sobre a camada de jornal, na tentativa de elevar a temperatura mínima no interior da estufa, e segundo os resultados não foi possível atingir esse objetivo, pois não houve alteração na mesma no perfil mas houve a 0,50 metros.

A cobertura plástica de polietileno sobre a camada de jornal, apresentou também uma maior reflectância, podendo esta ser recomendada para culturas de pequeno porte onde as mesmas terão maior disponibilidade de energia no meio.

Em relação aos mini-tanques onde houve a comparação entre os mesmos e com um tanque classe "A", durante os dias do experimento comprovou-se segundo a bibliografia que os mini-tanques apresentam uma evaporação semelhante aos tanques mais utilizados, sendo então possível a sua recomendação a nível de agricultor para utilizar os mesmos e ter uma melhor noção da evapotranspiração que ocorre nas culturas.

## 9. BIBLIOGRAFIA

- ANDRIOLO, J. L. 1996. Culturas protegidas.- Fisiologia e manejo. UFSM-Santa Maria, RS. 102p.
- ASSIS, S.V. e ESCOBEDO, J. F. 1996a. Avaliação do albedo na cultura do alface (*Lactuca sativa* L.) em estufas nas orientações norte-sul e leste-oeste. In: Anais do IX Congresso Brasileiro de Meteorologia. Campos de Jordão, SP., vol 1 357-360p.
- ASSIS, S.V. e ESCOBEDO, J. F. 1996b. Avaliação do albedo na cultura do alface (*Lactuca sativa* L.) em estufas nas orientações norte-sul e leste-oeste. In: Anais do IX Congresso Brasileiro de Meteorologia. Campos de Jordão, SP., vol 1 536-540p.
- BAILLE, A. 1991. Láide à la décision dans la gestion du climat sous serre: De nouvelles perspectives. *Revue Horticole* 315:51-57.
- BAILLE, M. 1991. Culture ornamentales en pots sous serre. Savoir estimer les besoins en eau. *L'or Vert*. 168: 11-13.
- BURIOL, A.G.; SCHNEIDER, F.M.; ESTEFANEL, V.; ANDRIOLO, J.L.; MEDEIROS, L.P. 1993. Modificação na temperatura mínima do ar causada por estufas de polietileno transparente de baixa densidade. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*. 1(1):43-49.
- BURIOL, G. A .; HELDWEIN, A .B.; STRECK, N. A .; SCHNEIDER, F. M.; ESTEFANEL, V.; DALMAGO, G. A. 1997. Gradiente Vertical de Temperatura do ar no interior de estufas plásticas. In: Anais do X Congresso Brasileiro de Agrometeorologia. Piracicaba, SP., 471-472p.
- BURIOL, G. A .; SCHNEIDER, F. M ; STRECK, N. A.; HELDWEIN, A .B; ESTEFANEL, V. 1997. Efeito do tipo de plástico usado na cobertura de estufas sobre a temperatura mínima do ar. In: Anais de 7<sup>a</sup> Reunion Argentina y 1<sup>a</sup> Latinoamericana de Agrometeorologia. Buenos Aires, 11-12 p.
- CAMACHO, M. J.; ASSIS, F. N. DE; MARTINS, S. R.; MENDEZ, M. E. G. 1995. Avaliação de elementos meteorológicos em estufas plásticas em Pelotas, RS. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*. 3(1):19-24.
- DALMAGO, G. A; HELDWEIN, A B.; ESTEFANEL, V.;A; STRECK, N. A. 1997. Estimativa do consumo de água do tomateiro em uma estufa plástica a partir da evaporação e do número de folhas por planta. In: Anais do IX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia. Piracicaba, SP., 632-634p.
- DALSASSO, L.C.M.; ; HELDWEIN, A B; BURIOL, A.G; SCHNEIDER, F. M ; STRECK, N.A; DALMAGO, G. A. 1997. Consumo de água do tomateiro tipo salada em estufas plásticas. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*. 5(1): 61-67.



- EPAGRI - EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUARIA E EXTENSÃO DE SANTA CATARINA. 1991. Sistemas de produção para tomate para o Estado de Santa Catarina. (Boletim tecnico nº. 18), Florianópolis, 75p.
- EPAGRI - EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUARIA E EXTENSÃO DE SANTA CATARINA. 1997. Normas técnicas para tomateiro tutorado na região do Alto Vale do Rio do Peixe.(Boletim tecnico nº. 27), 59p.
- ESCOBEDO, J. F.; FRISINA, V.de A. 1996. Correlações das irradiâncias global e difusa em estufa de polietileno sob diferentes condições espectrais. In: Anais do IX Congresso Brasileiro de Meteorologia. Campos de Jordão. Vol 1. 541-544.
- ESTEFANEL, V.; DALMAGO, G. A. 1997. Gradiente Vertical de Temperatura do ar no interior de estufas plásticas. In: Anais. do X Congresso Brasileiro de Agrometeorologia. Piracicaba, SP., 471-472p.
- FARIAS, J.R.B.; BERGAMASCHI, H.; MARTINS, S.M.; BERLATO, M. A. 1993a. Efeito da cobertura plástica de estufa sobre a radiação solar. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*. 1(1):31-36.
- FARIAS, J.R.B.; BERGAMASCHI, H.; MARTINS, S.M.; BERLATO, M.A.; OLIVEIRA, A.C.B. 1993b. Alterações na temperatura e umidade relativa do ar provocadas pelo uso de estufa plástica. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*. 1(1):51-62.
- FAUST, M.; ERE, Z.A.; ROWLAND, L.J.; WANG,S.Y. e NORMAN, H.A. BUD.1997. dormancy in perenial fruit trees: Physiological basis for dormancy induction, maitenance, and release. *HortScience*. 32(4):623-629.
- FURLAN, R. A.; BOTREL, T. A.; FRIZZONE, J. A. 1997. Consumo de água pela cultura do crisântemo envasado, cultivar puritan, sob condições de estufa em função da evaporação do atmômetro e da evaporação do tanque reduzido. In: Anais do X Congresso Brasileiro de Agrometeorologia. Piracicaba, SP, p. 635-640.
- HELDWEIN, A B.; BURIOL, G. A; STRECK, N. A; SCHNEIDER, F.M.; ESTEFANEL, V.; DALMAGO, G. A. 1997. Gradiente vertical de temperatura do ar no interior de estufas plásticas. In: Anais da 7<sup>a</sup> Reunion Argentina y 1<sup>a</sup> Latinoamericana de Agrometeorologia. Buenos Aires. 13-14 p.
- JITLA, D.S.; GORDON, S.R.; SENEWEERA, S.P.; BASRA, A.S.; OLFIELD, R.J. e CONROY, J. 1997. Acceleratedmearly growth of rice at elevated CO2. *Plant Physiol*. 15:15-22.
- MEDEIROS, J. F.de, PEREIRA, J. A. C. de, FOLEGATTI, M. V.,PEREIRA, A. R., VILA NOVA, N. V., 1997. Comparação entre a evaporação em tanque classe "A"padrão e em mini-tanque, instalados em estufas e em estação meteorologica, X Congresso Brasileiro de Agrometeorologia. Anais. Piracicaba,SP. p.228-230.

- PULUPOL, L.V.; BEHBOUDIAN, M.H.; FISHER, K.J. 1996. Growth, yield and postharvest attributes of glasshouse tomatoes produced under deficit irrigation. *HortScience*, 31(6):926-929.
- REIS, N.V.B.dos. 1997. Diferencial entre os parâmetros de temperatura interna e externa de uma estufa modelo teto em arco -efeito guarda-chuva. In: Anais do X Congresso Brasileiro de Agrometeorologia. Piracicaba, SP., 465-467p.
- RICIERI, R.P. & ESCOBEDO, J.F. 1996. Radiação solar global e difusa em estufas túneis com cobertura de polietileno. *Energia na Agricultura*. 11(1):15-37.
- RICIERI, R.P. e ESCOBEDO, J.F. 1996. Níveis de radiação solar em estufa duas águas com cobertura de polietileno e sombrite. *Energia na Agricultura*. 11(2):8-26.
- SCHNEIDER, F. M., BURIOL, G. A., ANDRIOLO, J. L., ESTEFANEL, V., STRECK, N. A.. 1993. Modificação na temperatura do solo causada por estufas de polietileno transparente de baixa densidade em Santa Maria, RS. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, Santa Maria, v1, p.37-42.
- SENTELHAS, P.C. E SANTOS, O A . 1995. Cultivo protegido: Aspectos Microclimáticos. *Revista Brasileira de Horticultura Ornamental*. Campinas, SP. 1(2):108-115.
- STRECK, N. A; NARDI, C.; SCHNEIDER, F.M.; HELDWEIN, A B.; BURIOL, G. A. 1997. Modificação na temperatura do solo e do ar causada por mulchings coloridos e seu efeito sobre o tomateiro em estufas plásticas. In: Anais. do X Congresso Brasileiro de Agrometeorologia. Piracicaba, SP., 506-508p.
- TRUDEL, M.J.; GOSSELIN, A. 1982. Influence of soil temperature in greenhouse tomato production. *HortScience*. 17(6):928-929.
- VIEIRA, A. R. R.; ANGELOCCI, L.R.; MINAMI, K. 1996. Efeito do deficit hidrico no solo sobre a produção da berinjela (*Solanum melongena* L.). *Revista Brasileira de Agrometeorologia*. 4(2):29-33.