

ISSN 1981-5980

Dezembro, 2009

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

Embrapa Clima Temperado

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

versão

ON LINE

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 106

Mudanças Ambientais em Casa de Vegetação devido ao uso de Tela de Sombreamento e Nebulização Intermitentes

Carlos Reisser Júnior¹

Luis Eduardo Corrêa Antunes²

Sílvio Steinmetz²

Embrapa Clima Temperado

Pelotas, RS

2009

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Clima Temperado

Endereço: BR 392 Km 78
Caixa Postal 403, CEP 96001-970 - Pelotas, RS
Fone: (53) 3275-8199
Fax: (53) 3275-8219 - 3275-8221
Home page: www.cpact.embrapa.br
E-mail: sac@cpact.embrapa.br

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente: Ariano Martins de Magalhães Júnior

Secretária-Executiva: Joseane Mary Lopes Garcia

Membros: José Carlos Leite Reis, Ana Paula Schneid Afonso, Giovani Theisen, Luis Antônio Suita de Castro, Flávio Luiz Carpena Carvalho, Christiane Rodrigues Congro Bertoldi e Regina das Graças Vasconcelos dos Santos

Suplentes: Márcia Vizzotto e Beatriz Marti Emygdio

Supervisão editorial: Antônio Luiz Oliveira Heberlê

Revisão de texto: Ana Luiza Barragana Viegas

Normalização bibliográfica: Regina das Graças Vasconcelos dos Santos

Editoração eletrônica e arte da capa: Sérgio Ilmar Vergara dos Santos

1ª edição

1ª impressão (2009): 30 exemplares

Todos os direitos reservados

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

Reisser Júnior, Carlos.

Mudanças ambientais em casa de vegetação devido ao uso de tela de sombreamento e nebulização intermitentes / Carlos Reisser Júnior, Luis Eduardo Corrêa Antunes, Sílvio Steinmetz.— Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2009.

21 p. — (Embrapa Clima Temperado. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 106).

ISSN 1678-2518

Estufa – Demanda evaporativa – Sombreamento – Transmissividade de cobertura. I. Antunes, Luis Eduardo Corrêa. II. Steinmetz, Sílvio. III. Título. IV. Série.

CDD 631.34

Sumário

Resumo.....	5
Abstract.....	7
Introdução.....	9
Material e Métodos.....	10
Resultados e Discussão.....	12
Conclusões.....	20
Referências.....	21

Mudanças Ambientais em Casa de Vegetação devido ao uso de Tela de Sombreamento e Nebulização Intermitentes

Carlos Reisser Júnior¹

Luís Eduardo Corrêa Antunes²

Sílvio Steinmetz²

Resumo

A necessidade de clonagem de vegetais com as mesmas características genéticas de interesse, determina que práticas como a estaquia, ou o enraizamento de estacas, sejam amplamente utilizados na horticultura. Ambientes especiais são necessários para a eficiência da técnica, como aqueles que propiciam baixa demanda evaporativa, caracterizada por redução de radiação e alta energia potencial da água, o que evita a desidratação dos tecidos vegetais. Quantificar a modificação dos elementos climáticos internos de uma casa de vegetação adaptada para enraizamento, com sombreamento e sistema nebulização intermitente, é o objetivo deste trabalho. Em uma casa de vegetação de vidro, construída no sentido Norte-Sul, instalou-se com sistema de nebulização intermitente e, externamente foi coberta com tela de sombreamento de 50%. Para determinação dos elementos meteorológicos conectou-se ao coletor de dados, sensores de temperatura, umidade relativa do ar e radiação solar global e fotossinteticamente ativa. As medidas de potencial da água na atmosfera e sombreamento foram calculadas através de relações destas

¹Eng. Agrícola, Doutor, Pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas RS, reisser@cpact.embrapa.br

²Eng. Agrônomo, Doutor, Pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas RS. antunes@cpact.embrapa.br

³Eng. Agrônomo, Doutor, Pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas RS. silvio@cpact.embrapa.br

variáveis. Verificou-se que o sombreamento médio variou de 5% a 15%, e houve aumento do potencial da água na atmosfera com o uso das técnicas, determinando redução da demanda evaporativa da atmosfera que é relacionada com a velocidade de desidratação de materiais vegetais.

Termos para indexação: demanda evaporativa; sombreamento; transmissividade coberturas.

Environmental Changes of Greenhouse With Screen Shade and Intermittent Mist.

Carlos Reisser Júnior¹

Luis Eduardo Corrêa Antunes²

Sílvio Steinmetz²

Abstract

The need for vegetative multiplication of genetic materials, requires wide use of horticultural practices such as cutting and rooting. Special environments are necessary for the efficiency of these technique, such as low evaporative demand, characterized by low radiation and high air water potential energy, which prevents dehydration of vegetable tissues. Therefore to quantify the change of climatic elements in a greenhouse built for rooting, with shading and intermittent misting, are the objective of this work. To do this a greenhouse covered with glass, oriented north-south, was equipped with misting system and coverage of a net polyethylene of 50% of light transmissivity. To determine the meteorological elements it was connected to the data logger, temperature, relative humidity, solar radiation and photosynthetically active, sensors. The water potential in the atmosphere and shading were calculated using the relations of these measures. It was found that the average shade ranged from 5 to 15%, and there was an increase of water potential in the atmosphere, using the techniques. These changes reduce atmospheric evaporative demand which is related to the dehydration speed of plant material.

Index Terms: evaporative demand, shadow, covers transmissivity.

Introdução

A propagação de algumas espécies frutíferas que mantenham as características da planta-matriz e possuam as características desejadas pelos consumidores, nem sempre são conseguidas de maneira tradicional, ou seja, com o uso de sementes. Algumas necessitam técnicas de propagação vegetativa com o uso de reguladores de crescimento, laboratórios de cultura de tecidos, ambientes adequados, substratos corretos e sistema de irrigação ou nebulização. Scaloppi Júnior e Martins (2003) citam que os fatores que podem otimizar a propagação por estaquia herbácea são: a utilização de câmaras de nebulização intermitente, o uso de plantas matrizes adequadas e o uso de reguladores de crescimento.

Dentro do ambiente de propagação de estacas herbáceas algumas características climáticas são essenciais como a redução da evaporação, pois, de maneira geral, a desidratação da estaca reduz o tempo necessário para formação de novos tecidos visando seu desenvolvimento. Portanto, para se construir ambientes com as características desejadas, todos os elementos climáticos, que estão envolvidos com a transferência de água da planta para a atmosfera, devem ser conhecidos, bem como as exigências específicas de cada espécie e técnicas de multiplicação. Cuidados especiais devem ser tomados com equipamentos que modificam a radiação solar, visto que este é o elemento meteorológico principal (SENTELHAS et al. 1999), pois os outros como a temperatura, a umidade relativa do ar e a velocidade do vento são seus dependentes.

O sombreamento e a nebulização, que é a aspersão de pequenas gotas de água em forma de neblina, são duas das práticas utilizadas para reduzir a desidratação dos tecidos dentro dos ambientes de enraizamento. Essas duas práticas aumentam a energia potencial da água na atmosfera e

10 Mudanças Ambientais em Casa de Vegetação devido ao uso de Tela de Sombreamento e Nebulização Intermitentes

reduzem a quantidade de energia incidente sobre os elementos dentro destes ambientes. Ambas as técnicas reduzem a temperatura do ar e, em climas secos, podem reduzir a temperatura diurna, de até 10 °C (MONTERO CAMACHO, 1994). O princípio físico do uso de nebulização é baseado na partição do saldo de radiação em calor latente (evaporação) e calor sensível. Portanto a energia consumida para evaporar a água que se encontra “flutuando” no ar e sobre plantas e solo, não exerce aquecimento dos elementos do ambiente. A energia que aqueceria o ambiente é consumida para evaporação e a temperatura é reduzida (ANTÓN I VALLEJO, 1994). Simplificadamente a equação do balanço de energia é a seguinte:

$$R_n = LE + H + G$$

onde R_n é o saldo de radiação, LE é o fluxo de calor latente (para evaporar), H é o fluxo de calor sensível (para aquecer) e G o fluxo de calor do solo.

O objetivo deste trabalho é conhecer a modificação dos elementos climáticos internos de uma casa de vegetação adaptada para a propagação de plantas por estacas herbáceas, com sombreamento e nebulização intermitentes.

Material e Métodos

O presente trabalho foi realizado na sede da Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, durante o período de 03 a 25 de fevereiro de 2004, em casa de vegetação, com 5m de largura e 5 m de comprimento, com 2,3 m de pé direito e 4,5 metros de altura em sua cumeeira, direcionada no sentido N-S, com laterais e cobertura superior de vidro, que é utilizada para a multiplicação de plantas por estaquia. A casa de vegetação está equipada com controle de ventilação, sombreamento por tela preta (transmissão de radiação de 50%) e nebulização automática intermitente.

Foram instalados sensores de umidade relativa (psicrômetro de bulbo seco e úmido, não ventilado), de temperatura do ar (termopar tipo T 105) e de radiação solar fotossinteticamente ativa (marca LICOR). Fora da estufa foram instalados sensores semelhantes e mais um sensor de radiação solar

global incidente, ligados a “datalogger”, da marca Campbell, que registrava a média dos elementos medidos a cada 10 s, em intervalos de quinze minutos.

A transmissividade da casa de vegetação foi calculada através da relação entre a radiação fotossinteticamente ativa medida dentro e fora da estrutura.

A temperatura do ar, a radiação solar global incidente e a fotossinteticamente ativa foram medidas diretamente pelos sensores. A umidade relativa do ar e o potencial de água na atmosfera foram calculados com as equações:

1. Potencial de água na atmosfera (ψ_{atm}), em MPa.

$$\psi_{atm} = 0,455 T \ln (e e_s^{-1}) \quad (\text{equação 1})$$

Onde

e = pressão parcial de vapor

e_s = pressão de saturação de vapor

T = temperatura absoluta ($^{\circ}\text{C} + 273$)

$(e e_s^{-1})$ = Umidade relativa do ar

2. Umidade relativa do ar (psicrométrica) em %.

$$e = e_s(\text{úmido}) - \gamma(t-t_u) \quad (\text{equação 2})$$

Onde

γ = 0,6 mmHg/ $^{\circ}\text{C}$ não ventilado

t = temperatura do bulbo seco em $^{\circ}\text{C}$

t_u = temperatura do bulbo úmido em $^{\circ}\text{C}$

e_s = pressão de saturação de vapor (mmHg, mb ou kPa dependendo da constante A)

A pressão de saturação de vapor $e_s = A' \cdot 10^a$

12 Mudanças Ambientais em Casa de Vegetação devido ao uso de Tela de Sombreamento e Nebulização Intermitentes

Onde

$A = \text{Cte.} = 6,10 \text{ em mb; ou } 4,58 \text{ em mmHg; ou } 0,61 \text{ em kPa}$

$a = 7,5 \text{ t } (237,3 + t)^{-1}$; t = temperatura do ar, em °C

Para a nebulização instalaram-se nebulizadores de água a cada metro linear em tubulações colocadas a 2 m de altura separadas em um metro, tendo, portanto, 25 nebulizadores dentro da casa de vegetação de 25 m². Estes nebulizadores foram ligados a uma válvula solenóide e a um programador eletrônico que abre a válvula a cada 20 minutos durante 15 segundos. Os aspersores, da marca Naandan, foram pressurizados pela rede hidráulica e, no ponto de emissão, a pressão foi de aproximadamente 10 metros de coluna de água.

Outro fator importante na determinação do microclima de ambientes protegidos é o conhecimento sobre as trocas de ar, relacionadas à ventilação, que neste trabalho não foi medida. Pode-se observar que, devido às condições da estrutura da casa de vegetação, as trocas de ar são reduzidas, visto que somente foram abertas as janelas da parte inferior das laterais (1/3 do pé direito), as quais possuíam tela de proteção contra insetos. A abertura do lanternim, aberturas na cumeeira, que também possui tela anti-insetos, foi aberto somente 10 cm.

Resultados e Discussão

O sombreamento dos diversos obstáculos à radiação solar direta como tela, vidro, poeira e estrutura da estufa, resultaram em uma transmissividade média da casa de vegetação conforme a Figura 1. Pode-se observar que, nas primeiras horas da manhã, o valor da transmissividade é máximo, com a incidência da radiação solar sobre a parte lateral leste da casa de vegetação, onde não existe tela de sombreamento. A partir da incidência da radiação solar sobre a parte superior, a transmissividade vai aumentando à medida que o sol se torna mais perpendicular à cobertura, até atingir seu valor máximo próximo ao zênite. Quando o sol passa a incidir sobre o lado oeste da casa de vegetação inicia uma redução da transmissividade até às 16 horas, quando esta volta a aumentar, devido à incidência da radiação na lateral oeste da casa, onde também não existem telas de sombreamento.

A redução da transmissividade, que é resultado da reflexão e absorção da radiação incidente, faz com que a disponibilidade de energia no interior da estufa seja menor, o que por sua vez reduz a quantidade de energia para o aquecimento do ar e para a evaporação da água em todos os elementos do interior da casa de vegetação.

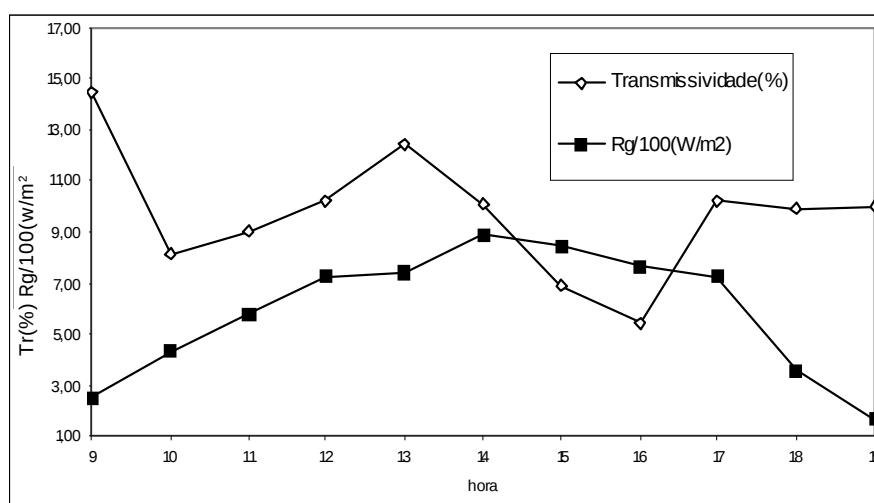


Figura 1. Transmissividade média (Tr) da casa de vegetação coberta com vidro e tela de sombreamento (50% transmissividade) e a disponibilidade média de radiação solar global incidente externa (Rg), durante o período de 3 a 25 de fevereiro de 2004. Pelotas, 2004.

Durante os dias nublados, como pode ser visto na Figura 2, semelhantes ao dia 14 de fevereiro (dia chuvoso), a transmissividade horária da casa de vegetação apresentava valores mais elevados nas primeiras horas do dia. A mesma tendência da transmissividade média de todo o período estudado (Figura 1), estabilizando-se ao longo do dia em valores próximos a 9% até o anoitecer. Em dias de alta disponibilidade de radiação, como no caso do dia 15 de fevereiro, a transmissividade era também elevada nas primeiras horas do dia, reduzindo até as 10 horas e voltando a crescer até as 13 horas. Após este horário, a transmissividade volta a cair até próximo às 16 horas crescendo para valores próximos a 10% até as últimas horas do dia. Toda esta flutuação é semelhante a das médias e as justificativas desta variação são as mesmas.

14 Mudanças Ambientais em Casa de Vegetação devido ao uso de Tela de Sombreamento e Nebulização Intermitentes

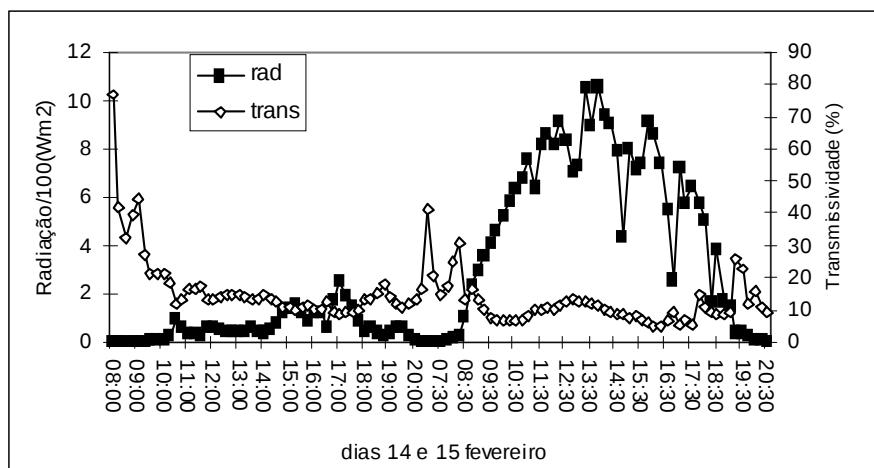


Figura 2. Transmissividade da radiação fotossinteticamente ativa em uma casa de vegetação coberta com vidro e tela de sombreamento e a variação da radiação fotossinteticamente ativa do ambiente externo, ao longo dos dias 14 e 15 de fevereiro de 2004. Pelotas, 2004.

A temperatura do ambiente da casa de vegetação, que é outro fator modificado pelas técnicas do sombreamento e da nebulização, apresenta uma relação direta com a externa. Na Figura 3 pode-se observar que quando ocorrem temperaturas externas abaixo de 16 °C, as temperaturas internas da casa são mais elevadas, podendo chegar até um grau quando as temperaturas se aproximam de 14°C no período diurno. Porém, quando ocorrem temperaturas maiores que estes valores, as técnicas aumentam a redução das temperaturas externas tanto quanto maiores forem as temperaturas diurnas. Essa característica deve-se ao fato de que as temperaturas mais baixas ocorrem durante os períodos de menor disponibilidade de radiação, como períodos chuvosos ou nublados, e o ambiente não recebe energia suficiente para elevar a temperatura do ar externo.

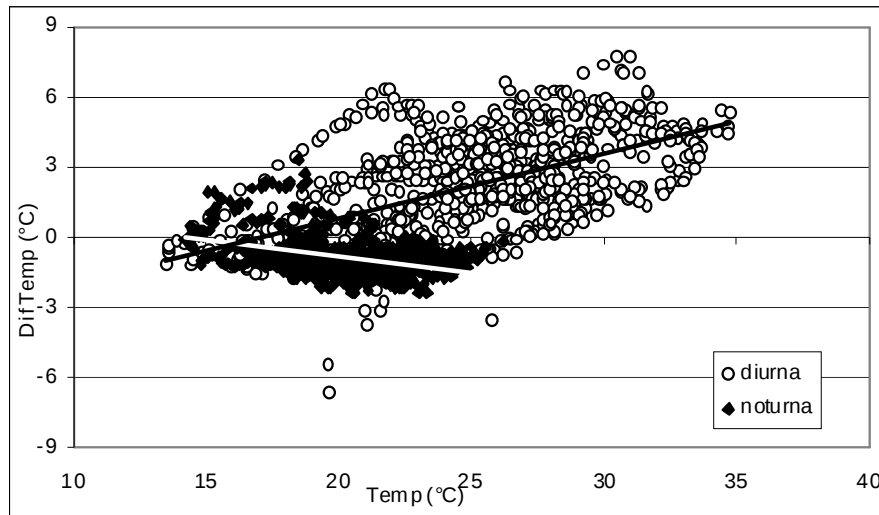


Figura 3. Diferença entre temperaturas externas e internas (Dif Temp) da casa de vegetação durante o período de 03 a 25 de fevereiro de 2004 e sua relação com a temperatura externa (Temp). Pelotas, 2004.

Também se pode observar na Fig 3 que, na ausência de radiação (período noturno), o ambiente interno à casa de vegetação apresenta incrementos na diferença de temperatura comparativamente ao exterior tanto quanto mais elevada são as temperaturas externas.

A Fig 4 mostra a relação da disponibilidade de radiação solar global incidente com a diferença de temperatura entre o ambiente da casa de vegetação e o ambiente externo. Pode-se observar que a temperatura interna da casa de vegetação somente é maior quando a radiação solar é mínima (abaixo de 100 W m^{-2}). Quando os níveis de radiação se elevam, o aumento da diferença de temperatura em favor do ambiente externo também se eleva. Observa-se que os valores máximos da diferença de temperatura entre os ambientes ocorrem quando a radiação global é próxima a 841 W m^{-2} no ambiente externo. Isto mostra a importância da presença de radiação para aumentar a eficiência da nebulização na redução da temperatura, mesmo com a ventilação restrita. Apesar de Strech et al. (2002) concluírem que o uso da nebulização não é suficiente para reduzir a temperatura dos ambientes a valores abaixo das críticas para as plantas, verificou-se que, neste caso, as técnicas utilizadas

reduziram a temperatura em até 6 °C. Em conjunto com a elevação da umidade reduz o potencial da água na atmosfera, diminuindo a evaporação da água das superfícies e a transpiração dos tecidos vegetais.

Furlan et al. (2001) também verificaram redução da temperatura do ar com o uso de nebulização em 3°C, níveis estes mais próximos aos verificados no presente trabalho.

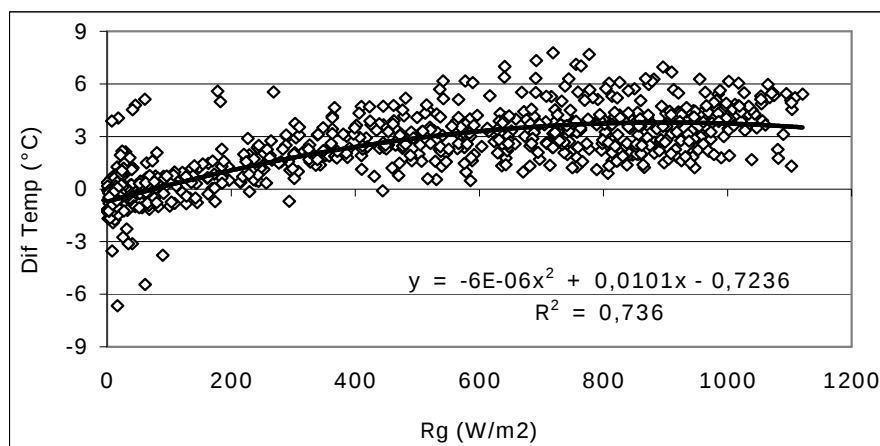


Figura 4. Diferença entre a temperatura externa e internas (Dif Temp) da casa de vegetação e sua relação com a disponibilidade de radiação solar global incidente (Rg), durante o período de 03 a 25 de fevereiro de 2004. Pelotas, 2004.

Na Figura 5 onde são mostradas as variações de temperatura do ar dos dois ambientes durante os dias 14 (nublado) e 15 de fevereiro (baixa nebulosidade), pode-se observar que em dias com baixa disponibilidade de radiação, as diferenças de temperaturas são pequenas ou inexistentes. Porém, em dias de baixa nebulosidade as diferenças se elevam, chegando até 4 °C como este dia. O resultado mostra que a técnica da nebulização é função da disponibilidade de radiação, sendo que seu efeito sobre redução de temperatura torna-se efetivo em dias ensolarados, quando este efeito se torna mais necessário (Figura 4).

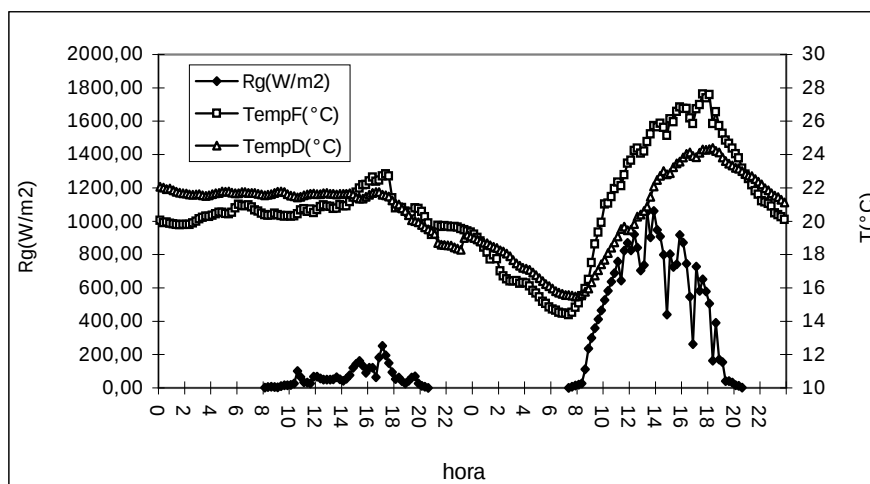


Figura 5. Temperatura do ar interna (TempD) e externa (TempF) da casa de vegetação e a variação da radiação solar global incidente (Rg), ao longo dos dias 14 (nublado) e 15 de fevereiro de 2004 (baixa nebulosidade). Pelotas, 2004.

A umidade relativa do ar do ambiente interno mostrou-se sempre maior que a do ambiente externo até o valor de 90%, quando se assemelham, o que pode ser observado na Figura 6. Nesta mesma Figura pode-se também observar a relação da umidade relativa do ar entre os dois ambientes. Quando a umidade do ar externo à casa de vegetação encontra-se abaixo de 70%, dentro da estufa encontra-se aproximadamente 15% acima.

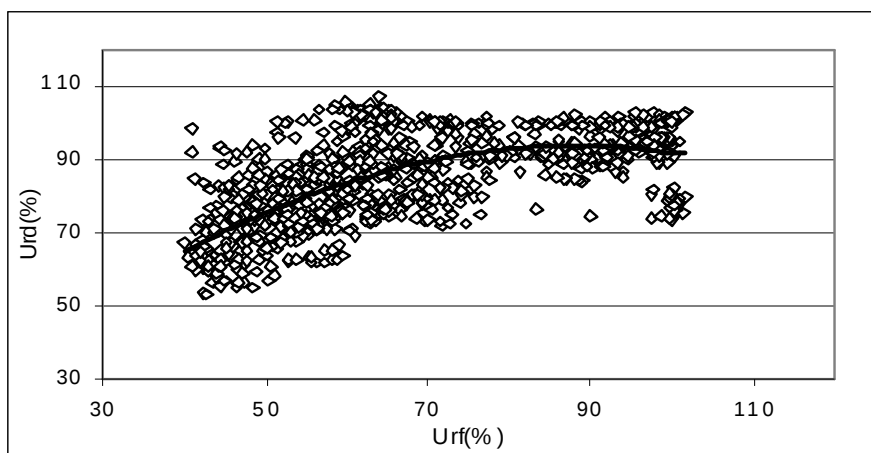


Figura 6. Relação entre a umidade relativa do ar do ambiente interno à casa de vegetação de vidro (URd) e o ambiente natural (URf), durante o período de 3 a 25 de fevereiro de 2004. Pelotas, 2006

Na Figura 7 observa-se a variação da umidade relativa e da temperatura do ar nos dois ambientes ao longo do dia. Farias et al. (1993) mostraram que, em média, a estufa plástica sem nebulização eleva os valores da umidade relativa do ar devido à impermeabilidade do plástico aos vapores de água. Na casa de vegetação, com uma fonte de água abundante no ambiente, mesmo com ventilação, a umidade relativa do ar foi mais elevada dentro deste ambiente, principalmente devido à evaporação da água das superfícies onde ela estava livre. Também se pode observar, nessa figura, a influência da temperatura sobre a umidade relativa do ar nos dois ambientes, quando a temperatura do ar aumenta a umidade diminui. Na Figura 7 também pode-se observar a redução da temperatura interna, durante o período das 10 às 17 horas, devido às técnicas de nebulização, sombreamento e ventilação. Durante a noite a umidade relativa do ar nos ambientes se equivale, podendo variar conforme as condições climáticas da noite.

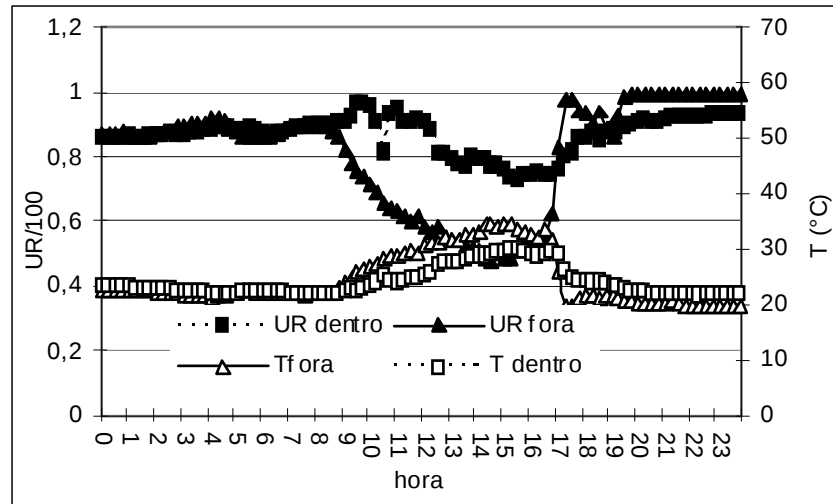


Figura 7. Variação da temperatura e da umidade relativa do ar de uma casa de vegetação equipada com nebulização intermitente e do ambiente externo, durante o dia 13 de fevereiro de 2004, caracterizado por alta disponibilidade de radiação e baixa nebulosidade. Pelotas, 2004.

O potencial da água na atmosfera, medido dentro da casa de vegetação, mostrou-se mais alto (menos negativo) do que fora dela durante todo o período com radiação solar, nos dias 14 e 15 de fevereiro, inclusive na noite do dia 14 até as 24 horas (Fig 8). No dia 15, o valor do potencial da água na atmosfera foi muito mais baixo (menos negativo) fora da estufa, principalmente durante o período de alta disponibilidade de radiação solar. Esta modificação do ambiente foi devida ao aumento da temperatura do ar e da redução da umidade do ar fora da estufa e redução da temperatura de dentro da casa de vegetação, juntamente com o aumento da umidade relativa do ar com o uso da nebulização. Esses elementos são os dois componentes do cálculo do potencial da água na atmosfera, conforme a equação 1. Este resultado juntamente com a elevada atenuação de radiação solar, mostrada com os baixos valores de transmissividade da casa de vegetação (5% a 15%), mostram a drástica redução da demanda por água dos ambientes com estas duas técnicas de modificação ambiental.

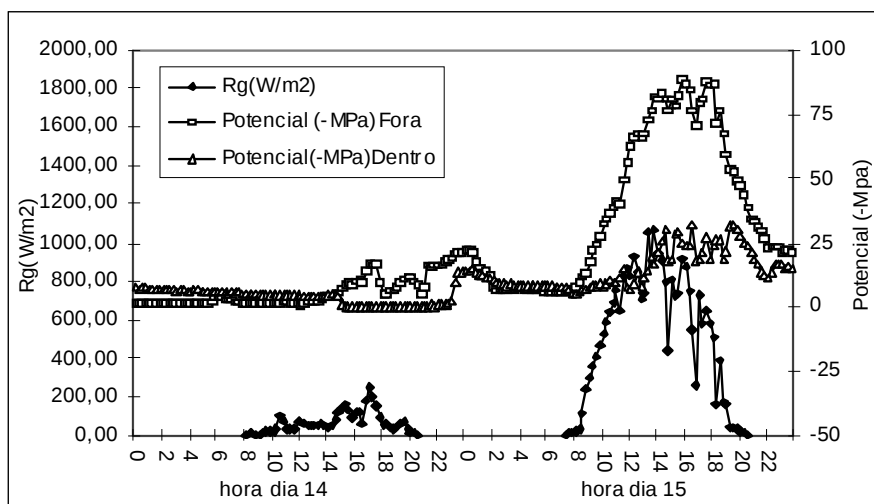


Figura 8. Variação do potencial da água na atmosfera e da radiação solar global incidente ao longo dos dias 14 (chuvoso) e 15 de fevereiro (claro). Pelotas, 2004.

Conclusões

O uso de nebulização em ambientes protegidos, como casa de vegetação de vidro, aumenta a umidade relativa do ar, reduz a temperatura do ar durante o dia e por consequência reduz a energia potencial da água na atmosfera destes ambientes;

O uso de telas de sombreamento, juntamente com os outros elementos de cobertura e sustentação da casa de vegetação, promove redução significativa da radiação solar. Como consequência reduz a transmissividade destes ambientes;

Com estes resultados pode-se concluir que as técnicas como sombreamento e nebulização, usadas para reduzir a demanda evaporativa de ambientes protegidos, são adequadas para reduzir a desidratação dos tecidos dos materiais vegetativos.

Referências

- ANTÓN I VALLEJO, A. Instalaciones y métodos de control climático: Fundamentos. In: DIAS ALVAREZ, J.R., PEREZ PARRA, J. **Tecnología de invernaderos**. 1994, p. 185-198, (Curso Superior de Especialización) Fundación para la Investigación Agraria en la Provincia de Almería. Almería.
- FARIAS, J. R. B., BERGAMASCHI, H., MARTINS, S.R., BERLATO, M. A., OLIVEIRA, A. C. B. Alterações na temperatura e umidade relativa do ar provocadas pelo uso de estufa plástica. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 1, n. 1, p. 51-62, 1993.
- FURLAN, R. A., FOLEGATTI, M. V., SENTELHAS, P. C. Efeito da nebulização e ventilação natural na redução da temperatura do ar em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 9, n. 2, p. 181-186, 2001.
- MONTERO CAMACHO J. I. Instalaciones y método de control climático: Refrigeração. In: DIAS ALVAREZ, J.R., PEREZ PARRA, J. **Tecnología de invernaderos**. 1994, p. 199-218, (Curso Superior de Especialización) Fundación para la Investigación Agraria en la Provincia de Almería. Almería.
- SCALOPPI JÚNIOR, E. J., MARTINS, A. B. G. Clonagem de quatro espécies de Annonaceae potenciais como porta-enxertos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 2, p. 286-289, 2003.
- SENTELHAS, P. C.; PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R. Elementos Meteorológicos. In: SENTELHAS, P. C.; PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R. **Meteorologia agrícola**. Piracicaba: USP Departamento de Ciências Exatas, 1999. p. 17-38.
- STRECK L., SCHNEIDER, F. M., TAZZO, I. F., BURIOL, G. A., HELDWEIN, A. B., CARLET, F. Tecnología para disminuir las temperaturas elevadas no interior de estufas plásticas. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 10, n. 2, p. 207-214, 2002.