

ISSN 0104-1347

Avaliação do cultivo de plantas de lisianthus em estufa plástica, com tela de sombreamento nas laterais, em função da temperatura e da umidade relativa do ar

Evaluation of lisianthus plants grown under plastic greenhouse, with shading screen in the laterals, in function of air temperature and relative humidity

Antonio Ribeiro da Cunha¹, Ieoshua Katz², Antônio de Pádua Sousa³ e João Domingos Rodrigues⁴

Resumo: Este trabalho avaliou o cultivo de plantas de lisianthus em relação à temperatura e umidade relativa do ar no cultivo no interior de estufa plástica. O experimento foi conduzido na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Produção de São Manuel, FCA – UNESP, Campus de Botucatu, SP, no período de 30/06 a 15/10/2003, em estufa plástica coberta e com cortinas laterais de filme plástico de polietileno transparente (PEBD), de 150 mm de espessura, e com tela de sombreamento de 50% nas laterais. Foram feitos o manejo diurno e noturno das cortinas laterais, e o revestimento do solo com blocos de concreto. Os elementos meteorológicos medidos foram a temperatura e umidade relativa do ar, e as radiações solares global e fotossinteticamente ativa. Em função dos resultados obtidos, observou-se que a condição imposta pela estufa plástica com tela de sombreamento nas laterais, com solo revestido de blocos de concreto, e com o manejo das cortinas laterais, criou condições micrometeorológicas favoráveis ao crescimento e desenvolvimento das plantas de lisianthus, apresentando valores de temperatura e umidade relativa do ar mais próximos da faixa ótima.

Palavras-chave: *Eustoma grandiflorum*, elementos meteorológicos, microclima.

Abstract: This study evaluated the cultivation of lisianthus plants in relation to air temperature and relative humidity under plastic greenhouse, with plastic film of transparent polyethylene (PEBD) of 150 mm of thickness, and with 50% shading screen in the lateral. This experiment was carried out in the experimental area of the Superior School of Agronomic Sciences – UNESP, Campus of Botucatu, São Paulo State, in the period from 30 June to 15 October 2003. Lateral curtains were handled during the day and night and the soil was covered with concrete blocks. The meteorological variables measured were air temperature and relative humidity, and global and photosynthetically active solar radiations. It was observed that the condition imposed by the plastic greenhouse with shading screen in the laterals, with soil covered by concrete blocks, and with the management of the lateral curtains, created favorable microclimatic condition to the growth and development of the lisianthus plants, with air temperature and relative humidity closest of the optimum.

Key words: *Eustoma grandiflorum*, meteorological elements, microclimate

¹ Depto. de Recursos Naturais, Faculdade de Ciências Agronômicas, UNESP, Campus de Botucatu, SP, Brasil. Caixa Postal 237, CEP 18603-970. E-mail: arcunha@fca.unesp.br

² Depto. de Engenharia Rural, FCA-UNESP, Campus de Botucatu, SP, Brasil. E-mail: iekatz@fca.unesp.br

³ Depto. de Engenharia Rural, FCA-UNESP, Campus de Botucatu, SP, Brasil. E-mail: padua@fca.unesp.br

⁴ Depto. de Botânica, IBB-UNESP, Distrito de Rubião Júnior, CEP 18618-000, Botucatu, SP, Brasil. E-mail: mingo@ibb.unesp.br

Introdução

No Brasil, a floricultura é uma atividade relativamente recente. Conta-se com aproximadamente 2,6 mil produtores, exercendo a atividade em uma área em torno de 5,2 mil hectares, em 304 municípios em todo Brasil (NOGUEIRA JR., 2001). Os produtores de flores, de maneira geral, não dispõem ainda de resultados de pesquisas feitas para as condições do Brasil de forma suficiente, utilizando-se, em muitos casos, de informações e recomendações provenientes de outros países produtores.

No Estado de São Paulo, a floricultura tem demonstrado ao longo dos últimos anos, o quanto ela é importante no desenvolvimento regional dos municípios produtores. Como exemplo, cita-se a cidade de Holambra, SP, por intermédio da Cooperativa Veiling Holambra de produtores de flores, e em Atibaia, SP, principalmente pelos produtores de *lisianthus*.

No período de primavera e verão, a intensidade luminosa aumenta muito, e torna-se quase impossível cultivar flores em condições de campo. Assim, é necessário o cultivo de flores em ambientes protegidos que protejam as plantas contra adversidades meteorológicas, sendo possível a produção de produtos de qualidade. Esse tipo de ambiente protege as plantas contra alta intensidade de radiação solar, temperatura do ar elevada, vento e chuvas excessivas durante seus ciclos (SCHNEIDER et al., 1993; OLIVEIRA, 1995; ANDRIOLO, 2000).

O *lisianthus* é uma flor selvagem da América do Norte, nativa das regiões de pradaria do Nebraska, Colorado e México. O *lisianthus* tem sido classificada como flor para corte, para canteiros e para vaso. A variedade *Mariachi* é específica para produção em estufas. Para um crescimento adequado, a temperatura ótima é de 18,3°C noturna e 23,9°C diurna. É importante estar atento à temperatura média diária, pois a mesma não deve ultrapassar os 23,9°C (HARBAUGH et al., 1998). Cresce melhor onde a temperatura mínima diária está em torno de 15°C, e a com uma máxima menor que 25°C. A utilização de proteção para essa cultura, ou seja, plantá-la em ambiente protegido, é função de dois aspectos: a) proteção contra chuvas fortes visando

proteger as flores, e b) proteção contra a radiação solar intensa, pois seus danos resultam em 60% de talos menores em relação às cultivadas em ambientes protegidos (FOX, 1998). Segundo GILL et al. (2000), plantas de *lisianthus* em períodos de primavera e verão, requerem sombreamento em estufas, enquanto que no inverno requerem luz suplementar para aumentar a intensidade luminosa e a duração do dia, pois essa planta é de dias longos. Ela floresce mais rapidamente com dias de 16 horas de luz. Faixas ótimas de temperatura noturna estão entre 15 e 18°C, e diurna de 18 a 20°C, sendo que até a colheita a temperatura noturna não deve cair abaixo de 15°C. Temperaturas acima de 30 a 32,2°C induz o florescimento prematuro em plantas jovens.

As alterações micrometeorológicas ocorridas no interior do ambiente protegido influenciam no crescimento e na precocidade de floração de muitas plantas ornamentais, com efeito direto na qualidade do produto final, sendo que no Brasil, são quase inexistentes informações a esse respeito. Essas alterações tornam viável a produção de certos vegetais em épocas ou lugares cujas condições climáticas são críticas, demonstrando com isso a importância de estudos relativos a esses ambientes, com relação ao manejo, tipo de cobertura e estrutura, doenças, necessidades hídricas, e automação (SENTELHAS & SANTOS, 1995).

Em função do que foi descrito, este trabalho teve como objetivo caracterizar alguns elementos meteorológicos: temperatura e umidade relativa do ar, e radiações solar global e fotossinteticamente ativa, e suas influências no cultivo de plantas de *lisianthus* no interior de estufa plástica, com tela de sombreamento nas laterais.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Produção de São Manuel, pertencente à Faculdade de Ciências Agrônomicas - UNESP, Campus de Botucatu, SP, (22° 46' S de latitude, 48° 34' W de longitude, e 740 m de altitude), no período de 30/06 a 15/10/2003.

Foi utilizado uma estufa plástica orientada NW-SE, com estrutura metálica de dimensões de 17,50 m x 7,90 m, pé direito de 2,00 m, e arco central de 4,00 m, com cobertura e cortinas laterais de

polietileno transparente (PEBD) de espessura de 150 mm, e com tela plástica com 50% de atenuação à radiação solar. As cortinas foram mantidas abertas das 8 às 18 horas.

Junto ao solo foi realizado um revestimento com blocos de concreto assentados na posição “deitado”, formando um piso para diminuir o fluxo vertical de calor latente durante o dia e do calor sensível durante a noite, oriundos da superfície do solo, tentando assim, respectivamente, diminuir a temperatura do ar próxima às plantas durante o dia e aumentá-la durante a noite. As mesas foram montadas de ripado com base confeccionadas de tubos de PVC e preenchidos com concreto, e niveladas a uma altura do solo de 0,50 m. Foram instaladas 8 mesas, e divididas ao meio, onde foram fixados registros de controle de irrigação. E novamente subdivididas ao meio caracterizando a parcela experimental, perfazendo um total de 32 parcelas, onde foram colocados 20 vasos em cada parcela, num total de 640 vasos. No entanto, foram utilizadas apenas 30 parcelas úteis para a condução da cultura, pois 2 parcelas foram deixadas para auxiliar no manuseio do método da pesagem, pois estas continham apenas o vaso com substrato.

A cultura utilizada foi o *lisianthus Eustoma grandiflorum* (Raf.) Shinn, var. *Mariachi blue picotee*. As mudas foram semeadas entre 15 e 20/03/2003, no município de Atibaia, SP, por um produtor comercial, e transplantadas em 03/06/2003 para vasos com substrato com a seguinte composição química: N (14%), P₂O₅ (18%), K₂O (20%), micronutrientes contendo: Mg (0,5%), B (0,03%), Cu (0,15%), Fe (0,1%), Mn (0,16%), Mo (0,2%), Zn (0,1%), e ainda enriquecido com um suplemento de fósforo na forma de Superfosfato Simples. A composição física do substrato possui 70% de casca de pinus, 10% de areia grossa e 20% de vermiculita. A partir do transplante até o dia 27/06/2003 de junho foram fornecidos às plantas fertilizantes com P₂O₅ via água de irrigação, com a fórmula 9-45-15, em turnos diários de rega com 2,0 g L⁻¹ de água e com 300 mg de N (Nitrato de Amônio) com 2 aplicações semanais. Em 28-29/06/2003 foi realizada a operação de quebra da dominância apical das plantas (“pinch”), logo após o 2º e 3º pares de folhas. A análise de crescimento foi efetuada após o “pinch” nas seguintes datas: 30/06, 21/07, 11/08, 01/09, 22/09 e 13/10/2003, em 2 plantas por vaso.

O critério para o manejo da irrigação foi o método da pesagem utilizando-se uma balança para efetuar as pesagens dos vasos. A lâmina necessária para a reposição de água nos vasos foi estabelecida com base na diferença entre os valores obtidos na capacidade máxima de retenção de água do substrato, que foi o peso médio medido entre as amostragens de 905 g e o ponto de secamento do substrato nos vasos ou limite inferior de água disponível, de 570 g. Utilizou-se como critério no manejo o limite de 90% da capacidade de retenção máxima de água no substrato.

O controle de pragas e doenças na cultura foi feito preventivamente de acordo com recomendações técnicas do produto químico indicado.

As medidas da temperatura do ar no interior da estufa plástica foram feitas por 3 conjuntos psicrométricos de termopares tipo T (Cu-Co), bulbos seco e úmido, numa altura de 2 m e em 3 pontos representativos. Por meio das relações psicrométricas foram determinados os valores de umidade relativa do ar no interior do ambiente (CUNHA et al., 2001). Em condição de campo (ambiente externo) foi usado um sensor Vaisala modelo HMP45C para as medidas de temperatura (°C) e umidade relativa do ar (%).

Para as medidas instantâneas da radiação solar global (R_g) e da radiação fotossinteticamente ativa (RFA), nas condições de estufa e campo, foram utilizados respectivamente os radiômetros modelos CM3 e SP Lite, ambos da Kipp & Zonen. Os valores instantâneos das radiações solares foram integrados ao longo do dia (MJ m⁻²).

O intervalo de varredura desses dados foi de 60 segundos, com armazenamento a cada 30 minutos, sendo feita por um sistema de aquisição automático, o Micrologger CR23X (Campbell Scientific, Inc.).

As transmissividades das radiações global e RFA foram determinadas a partir de valores médios a cada 30 minutos, por meio das expressões:

$$T_{Rg} = \frac{Rg_E}{Rg_C} 100 \quad e$$

$$T_{RFA} = \frac{RFA_E}{RFA_C} 100 \quad (1)$$

em que T_{RFA} é a transmissividade em %; Rg_E a radiação solar global transmitida para o interior da estufa plástica, em $W m^{-2}$; Rg_C a radiação solar global incidente no ambiente externo, em $W m^{-2}$; RFA_E a radiação fotossinteticamente ativa transmitida para o interior da estufa plástica, em $W m^{-2}$; e RFA_C a radiação fotossinteticamente ativa incidente no ambiente externo, em $W m^{-2}$.

A separação ao longo do dia, em período diurno e noturno, para as variáveis temperatura e umidade relativa do ar, foi feita levando-se em consideração os horários do nascer e pôr do Sol.

Resultados e Discussão

Nas Figuras 1A e 1B são apresentadas as variações da temperatura mínima do ar e da umidade relativa máxima do ar, ocorridas pouco antes do nascimento do Sol, de cada dia ao longo do ciclo da cultura de lisianthus em condições de estufa plástica (E) e no seu exterior (C).

Observa-se que houve diferenças significativas entre os dois ambientes, apresentado em termos médios, valores mínimos de temperatura de 13,9°C e 11,5°C, respectivamente, para as condições de estufa plástica e externa, com uma diferença média superior de 2,4°C para o interior da estufa plástica

(Figura 1A e Tabela 1). A diminuição da temperatura do ar ocorre à medida que o Sol vai-se pondo, sofrendo uma queda acentuada com tendência a valores de temperatura mínima igual ou ligeiramente superiores à condição de campo. Isso é função da ausência da fonte de calor e também dos constituintes da estufa plástica, ou seja, a presença do filme de PEBD na cobertura associado à tela plástica de 50% de transparência e cortinas de PEBD nas laterais, atenuando a energia incidente no interior desse ambiente, influenciando nas condições microclimáticas desse meio.

De acordo com MONTERO et al. (1985), LEVIT & GASPAR (1988), MILLS et al. (1990) e BURIOL et al. (1993), a temperatura mínima do ar no interior desses ambientes tendem a ser iguais ou ligeiramente superiores à condição externa. Resultados experimentais mostraram que as temperaturas mínimas do ar no interior de estufas plásticas são em média de 1 a 3°C superiores à condição externa (VILLELE, 1983). Conforme FOX (1998), a planta de lisianthus cresce melhor onde a temperatura mínima diária está em torno de 15°C, demonstrando que a condição de estufa é mais favorável ao crescimento dessa planta, pois apresentou uma média dos valores mínimos diários obtidos de 13,9°C, valor superior à condição externa (11,5°C).

A temperatura é um fator que diminui a taxa de crescimento e desenvolvimento de uma espécie, caso esteja fora dos limites considerados ideais para

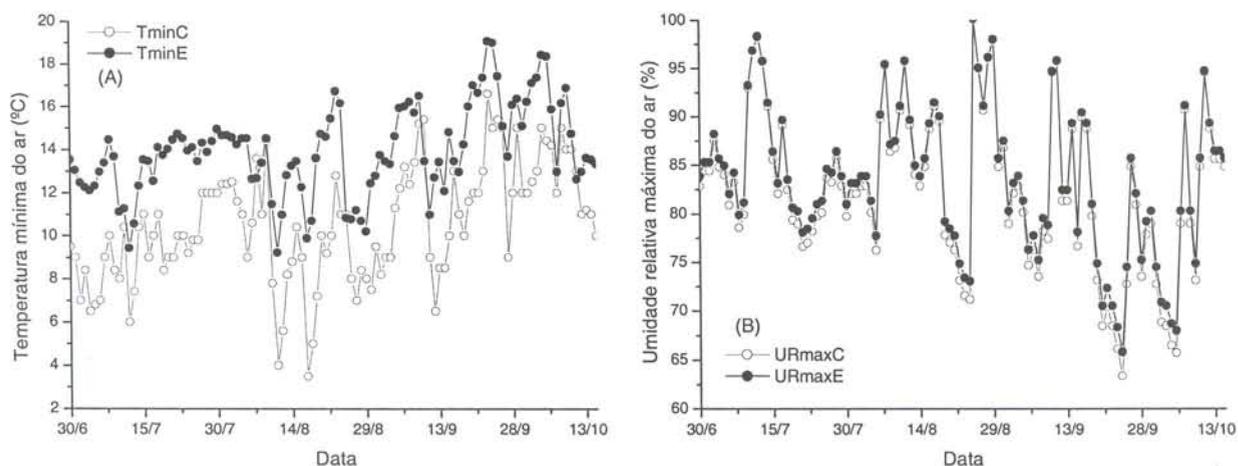


Figura 1. Valores mínimos diários de temperatura do ar (Tmin - A) e máximos diários de umidade relativa do ar (URmax - B) ao longo do ciclo da cultura, na estufa plástica (E) e a campo (C). São Manuel, SP, 2003.

ela. As baixas temperaturas do ar diminuem a velocidade das reações enzimáticas da planta, diminuindo assim o seu crescimento e desenvolvimento das mesmas (ANDRIOLO, 2000), e quando se atinge valores abaixo de 12°C, essas reações tendem a cessar (GARY, 1988).

A umidade relativa máxima do ar apresentou-se ligeiramente maior em torno de 1% no interior da estufa plástica, com valores médios de 83,4% e 82,4%, respectivamente para as condições de estufa plástica e externa (Figura 1B e Tabela 1). Não houve diferença significativa entre as duas condições, o que significa que ambos tiveram condições iguais de vapor d'água contido na atmosfera. FARIAS et al. (1993a) também verificaram valores máximos de umidade relativa do ar muito próximos entre o interior da estufa plástica e a condição externa.

Os valores de umidade relativa do ar no interior da estufa plástica são altamente dependentes dos valores de temperatura do ar, principalmente por esse ambiente ter um volume de ar menor para as trocas de calor, pois para um mesmo conteúdo de vapor d'água no ar a umidade relativa é inversamente proporcional à temperatura (SEEMAN, 1979; PRADOS, 1986).

Normalmente, durante a noite, a umidade relativa do ar aumenta mais neste tipo de estufa plástica, pois a presença do filme plástico pouco permeável (PEBD) cria condições de condensação

de água na cobertura na face interna do plástico, o que pode favorecer o aumento da umidade relativa no interior desse ambiente em relação ao campo. À medida que a umidade relativa do ar se eleva, o crescimento das folhas é favorecido, afetando o índice de área foliar, sendo que isto ocorre de forma mais pronunciada quando acompanhado de temperaturas noturnas baixas, inferiores a 18°C (ANDRIOLO et al., 1998).

A presença da tela plástica com 50% de atenuação à radiação solar e das cortinas de PEBD nas laterais da estufa plástica, no momento da ocorrência da temperatura mínima e da umidade relativa máxima do ar, provavelmente não permitiu uma renovação de ar noturna no interior da estufa plástica até a chegada do amanhecer. Esses anteparos evitaram perdas energéticas armazenadas no seu interior durante o todo o dia anterior, e com isso a temperatura mínima atingiu valores maiores em relação ao ambiente externo; e a umidade relativa máxima do ar, mesmo não apresentando diferenças significativas entre os dois ambientes, teve seus maiores valores no interior da estufa plástica (Figuras 1A e 1B, Tabela 1).

As Figuras 2A e 2B mostram as variações da temperatura máxima do ar e da umidade relativa mínima do ar, ocorridas por volta das 14 horas, para as condições de estufa plástica (E) e ambiente externo (C).

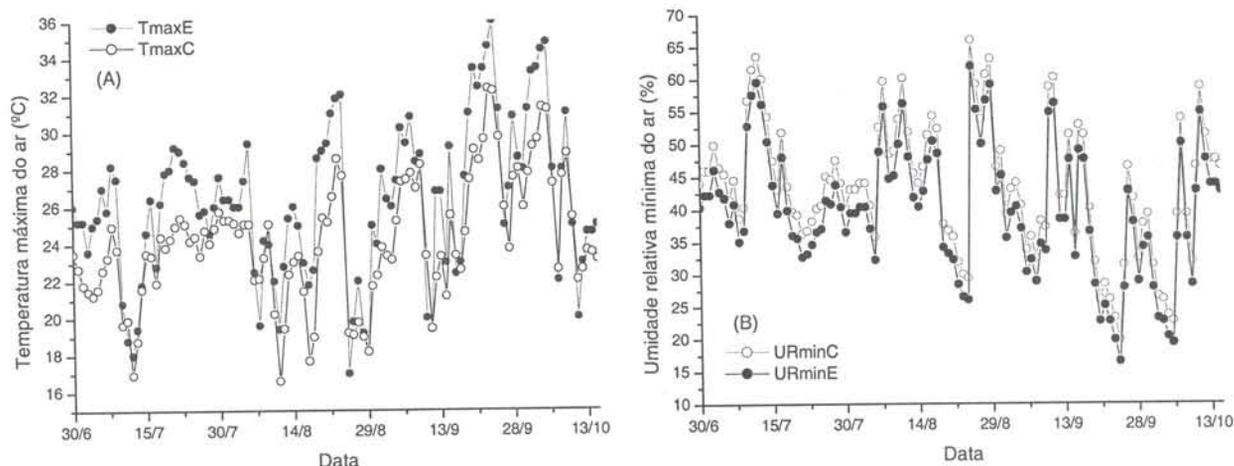


Figura 2. Valores máximos diários de temperatura do ar (Tmax - A) e mínimos diários de umidade relativa do ar (URmin - B) ao longo do ciclo da cultura, no interior da estufa plástica (E) e a campo (C). São Manuel, SP, 2003.

Para a temperatura máxima do ar, observa-se que os valores diários foram superiores no interior da estufa plástica, com valores médios de 26,2°C e 24,2°C, respectivamente para as condições de estufa plástica e externa, com uma diferença média superior de 2°C para o interior da estufa plástica (Figura 2A e Tabela 1). A redução da radiação solar que penetra no interior do ambiente protegido não induz necessariamente a uma diminuição da temperatura na mesma proporção, pois da radiação que entra, parte é absorvida pelo solo, plantas e objetos no seu interior, e a outra convertida em energia térmica, a qual causa a elevação da temperatura do ar (TAPIA, 1981).

A presença da tela plástica com 50% de atenuação à radiação solar, e a ausência das cortinas de PEBD nas laterais da estufa plástica, no momento da ocorrência da temperatura máxima e da umidade relativa mínima do ar, permitiu uma renovação de ar no interior da estufa plástica até a chegada do anoitecer, ocorrendo trocas energéticas e gasosas com o meio externo. Valores maiores de temperatura máxima do ar para o interior da estufa plástica também foram encontrados por SEEMAN (1979), MONTERO et al. (1985), MARTINS (1992), FARIAS et al. (1993a), CAMACHO et al. (1995), FARIA JR. (1997), EVANGELISTA & PEREIRA (2001) e CUNHA & ESCOBEDO (2003).

A umidade relativa mínima do ar apresentou-se menor em 3,7% no interior da estufa plástica, com

valores médios de 39,8% e 43,5%, respectivamente para as condições de estufa plástica e externa (Figura 2B e Tabela 1), com diferença significativa. Isso é devido ao maior aquecimento do ar no interior da estufa, momento de ocorrência da temperatura máxima do ar, o que aumenta a capacidade de retenção do vapor d'água, mas no entanto, a evaporação não aumenta na mesma proporção. FARIAS et al. (1993a), EVANGELISTA & PEREIRA (2001), SOUSA (2002) e CUNHA & ESCOBEDO (2003) também verificaram valores de umidade relativa mínima do ar inferiores no interior da estufa plástica em relação ao campo.

Com relação aos valores de temperatura e umidade relativa média do ar, não houveram diferenças significativas entre as duas condições, com valores médios de temperatura do ar de 18,9°C e 18,4°C, e valores médios de umidade relativa do ar de 62,2% e 62,9%, respectivamente para as condições de estufa plástica e campo (Figuras 3A e 3B, Tabela 1).

PRADOS (1986), HERTER & REISSER JR. (1987), MARTINS (1992), FARIAS et al. (1993a), FERNANDES (1996), FARIA JR. (1997), GALVANI (2001), SOUSA (2002) e CUNHA & ESCOBEDO (2003) também encontraram valores médios de temperatura e umidade relativa do ar semelhantes entre o interior da estufa plástica e a condição de campo. Segundo HARBAUGH et al. (1998), é importante estar atento à temperatura

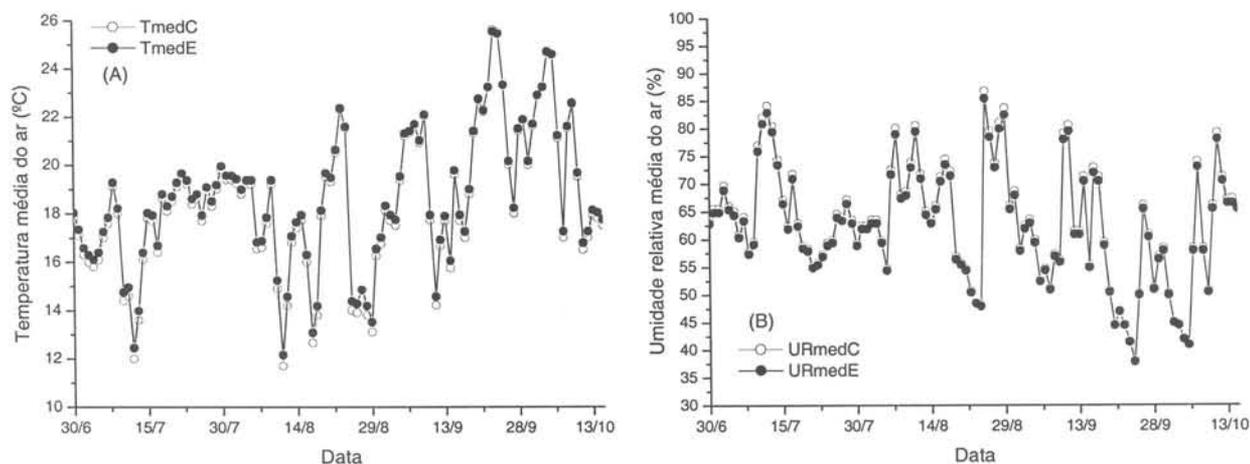


Figura 3. Valores médios diários de temperatura do ar (Tmed - A) e umidade relativa do ar (URmed - B) ao longo do ciclo da cultura, no interior da estufa plástica (E) e a campo (C). São Manuel, SP, 2003.

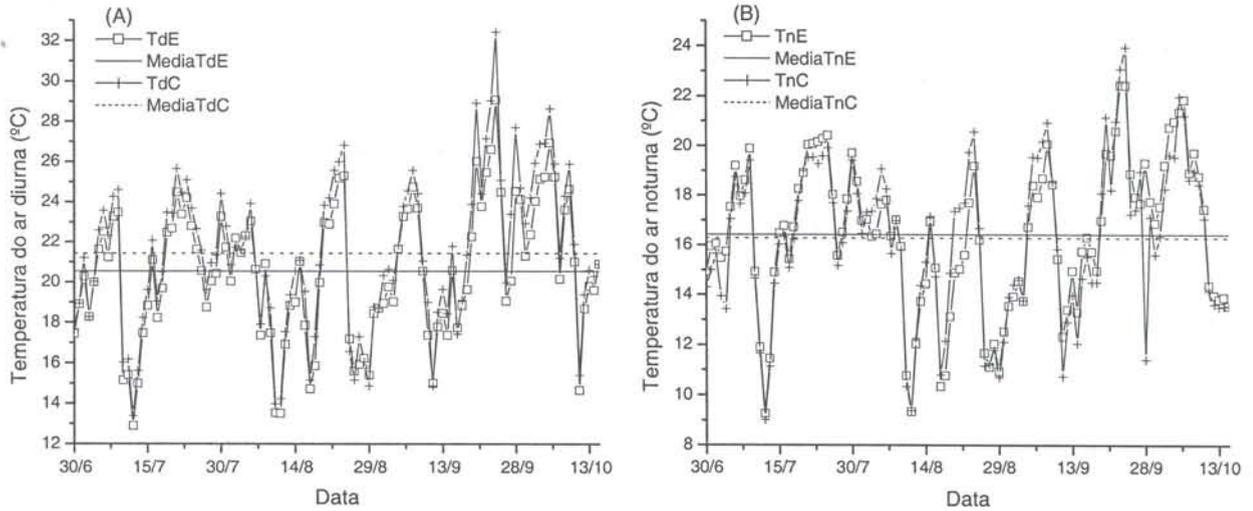


Figura 4. Valores de temperatura do ar diurna (Td - A) e noturna (Tn - B) ao longo do ciclo da cultura, no interior da estufa plástica (E) e a campo (C). São Manuel, SP, 2003.

média diária, pois a mesma não pode ultrapassar os 23,9°C para o ótimo desenvolvimento da cultura de lisianthus. Levando-se em consideração só o elemento temperatura média do ar, as duas condições de ambiente apresentaram-se adequadas para esse propósito, ou seja, o cultivo de lisianthus. No entanto, não é recomendável analisar somente dessa forma, pois quando analisamos a média aritmética de um evento, ela oculta valores discrepantes, como exemplo, os valores mínimos e máximos que ocorrem no dia, mascarando os valores individuais, pois a mesma representa uma média das situações ocorridas ao longo do dia.

Por esse motivo, vimos a importância de inserir e analisar aqui a variação diurna e noturna das temperaturas e umidades relativa do ar. Por meio da metodologia empregada, para separar as temperaturas diurna e noturna dos valores ao longo do dia, notou-se que o fotoperíodo variou de 10h e 37min à 12h e 33min ao longo do período analisado (30/06 a 15/10/2003). Observou-se que à medida que foi chegando a primavera, ou seja, aumentando o período de exposição à luz solar, a planta de lisianthus se sentiu induzida a florescer, comprovando a sua caracterização como planta de dias longos (GILL et al., 2000).

Pela Figura 4A observa-se que a temperatura do ar diurna na estufa plástica oscilou entre um mínimo de 12,9°C a um máximo de 29,1°C, enquanto que na condição externa essa variação foi entre

13,4°C e 32,4°C, demonstrando que na estufa houve uma menor variação da ocorrência desse elemento meteorológico. Apesar dessa variação ser menor na estufa plástica, não foram encontradas diferenças significativas nos valores de temperatura do ar diurna entre os dois ambientes (Tabela 1).

Segundo GILL et al. (2000), quando ocorrem temperaturas diurnas acima de 30°C, estas induzem o florescimento prematuro em plantas jovens, podendo apresentar a condição de campo, um efeito indutivo maior ao florescimento prematuro em plantas jovens, o que não é desejável. O valor médio de temperatura do ar diurna encontrado para cada ambiente no ciclo da cultura, foi de 20,5°C para a estufa e de 20,8°C para a condição externa. Isto se deve ao fato que neste tipo de estufa há a atenuação da radiação solar, tendo como efeito a diminuição da temperatura do ar. As temperaturas excessivamente elevadas, acima de 30°C, estão geralmente associadas a valores também elevados de radiação solar, o que pode ocorrer na condição de campo. Os efeitos negativos dessas altas temperaturas se manifestam pela redução da fotossíntese, acompanhada pelo aumento de respiração, diminuindo a assimilação líquida da planta (GARY, 1988) e, conseqüentemente, a ocorrência de efeitos deletéricos nas flores.

As temperaturas do ar noturnas ocorridas, conforme Figura 4B, mostram oscilações entre 9,3°C e 23,4°C para o interior da estufa plástica, enquanto

que para a condição externa as oscilações foram entre 9,0°C e 23,9°C, tendo pouca diferença entre os dois ambientes, sendo que essa variação não apresentou diferenças significativas (Tabela 1). O valor médio de temperatura do ar noturna encontrado para cada ambiente no ciclo da cultura, de 17,2°C para a estufa e de 16,0°C para a condição externa, mostra que a estufa perdeu menos calor do seu interior.

Portanto, em relação às temperaturas do ar diurnas e noturnas, estas não limitariam o cultivo da planta *lisianthus*, pois não houveram diferenças significativas entre os dois ambientes, mas no entanto, não se pode analisar o cultivo de uma planta levando-se em consideração apenas a temperatura, e nem somente seus valores médios.

No caso da umidade relativa do ar diurna entre os dois ambientes analisados, Figura 5A, houveram diferenças significativas (Tabela 1), com valor médio de umidade relativa do ar diurna de 58,3°C para a estufa e de 53,4°C para a condição externa, mostrando que a estufa reteve uma maior quantidade de vapor d'água no seu interior, devido às características próprias da cobertura de polietileno. Os valores de umidade relativa do ar diurna variaram entre 28,9% e 95,3% na estufa, e na condição de campo entre 24,4% e 93,5%, apresentando uma condição mais estressante para a cultura de *lisianthus*, caso ela estivesse sido cultivada em campo em relação aos valores mínimos.

Em relação à umidade relativa do ar noturna, entre os dois ambientes, Figura 5B, também houveram diferenças significativas (Tabela 1), com valor médio de umidade relativa do ar noturna de 75,2°C para a estufa e de 71,6°C para a condição externa, com valores maiores de quantidade de vapor d'água na atmosfera no interior da estufa, em função das próprias características do tipo de cobertura utilizada. Os valores variaram desde 49,5% até 92,7% para a condição de estufa, e de 29,7% até 90,9% para a condição externa, valores mínimos bem abaixo da condição de estufa, o que poderia ser uma condição estressante para a cultura de *lisianthus*, caso a mesma estivesse sido cultivada nessa condição.

Nota-se que em alguns dias do ciclo, tanto para a umidade relativa do ar diurna como noturna, que a condição externa apresentou valores de umidade do ar mais baixos em relação à condição de estufa, o que poderia prejudicar muito o crescimento da cultura de *lisianthus* se a mesma estivesse submetida à condição de campo (Figuras 5A e 5B). Isso provocaria um aumento na taxa transpiratória da planta resultando em fechamento estomático e diminuição da fotossíntese.

Valores intermediários de umidade relativa entre 40 a 80% são mais favoráveis ao crescimento e rendimento das culturas em ambiente protegido (BAKKER, 1991; CTIFL, 1995). A influência da umidade relativa do ar sobre a fotossíntese da planta

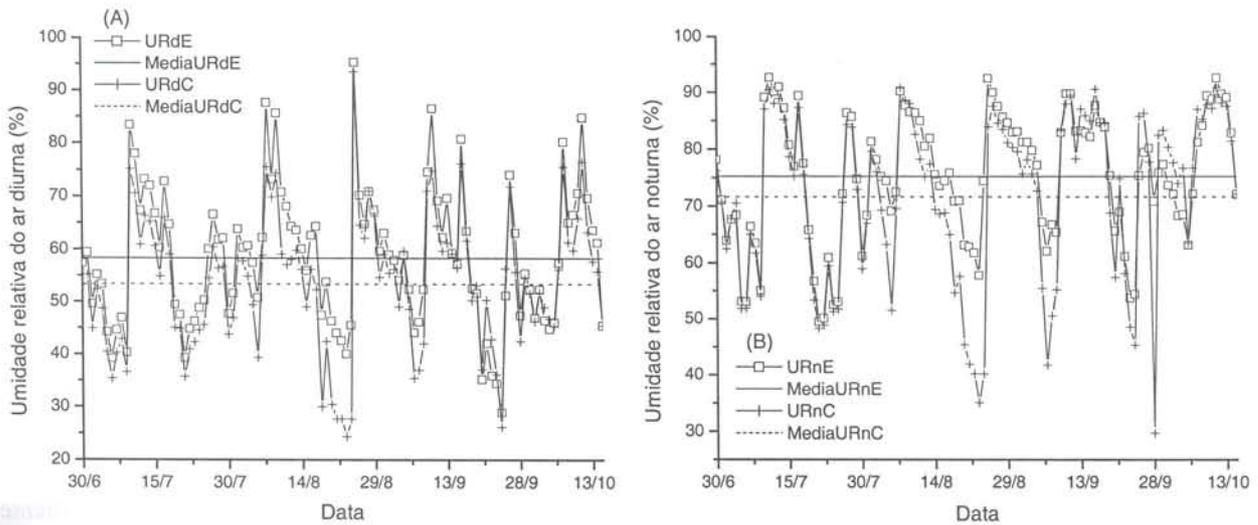


Figura 5. Valores de umidade relativa do ar diurna (URd - A) e noturna (URn - B) ao longo do ciclo da cultura, no interior da estufa plástica (E) e a campo (C). São Manuel, SP, 2003.

Tabela 1. Média, desvio padrão e coeficiente de variação da temperatura e umidade relativa do ar para valores mínimo, máximo e médio diário, e para os períodos diurno e noturno, e radiações solares global e fotossinteticamente ativa, em condições de estufa plástica e campo ao longo do ciclo da cultura. São Manuel, SP, 2003.

Elementos	estufa plástica			campo		
	\bar{m}	σ	<i>C.V.</i>	\bar{m}	σ	<i>C.V.</i>
Tmin (°C)	13,95 a ¹	2,05	14,68	11,51 b	2,65	25,22
Tmax (°C)	26,25 a	4,09	15,60	24,15 a	3,27	13,54
Tmed (°C)	18,90 a	2,78	14,97	18,39 a	2,89	15,73
Td (°C)	20,54 a ¹	3,33	16,21	20,80 a	3,71	17,32
Tn (°C)	17,25 a	2,97	18,07	16,00 a	3,11	19,12
URmin (%)	39,79 a	9,80	24,63	43,45 b	9,95	22,90
URmax (%)	83,43 a	7,40	8,86	82,37 a	7,97	9,68
URmed (%)	62,24 a	10,23	16,44	62,86 a	10,54	16,77
URd (%)	58,35 a	12,83	21,99	53,40 b	12,75	23,88
URn (%)	75,25 a	11,26	14,96	71,65 b	14,99	20,92
Rg (MJ/m ²)	12,25 a	3,87	31,60	17,00 b	5,16	30,34
RFA(MJ/m ²)	5,65 a	1,76	31,14	7,64 b	2,32	30,41

¹ Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem entre si ao nível de 5% pelo teste F.
d = período diurno; n = período noturno.

ocorre diretamente sobre a demanda evaporativa da atmosfera, a qual determina a condutância estomática, interferindo em vários processos metabólicos e, indiretamente, modificando o índice de área foliar da cultura (BAKKER, 1991).

Esses resultados de temperatura e umidade relativa do ar encontrados parecem ter sido adequados para o crescimento e desenvolvimento da cultura de *lisianthus*, pois segundo GILL et al.(2000) e CORMENZANA (2005), a mesma necessita de faixas ótimas de temperatura do ar diurna entre 18 e 20°C, e noturna entre 15 e 18°C. Já HARBAUGH et al. (1998), diz que para um crescimento adequado da planta de *lisianthus*, a temperatura ótima é de 18,3°C noturna e de 23,9°C diurna.

A Figura 6A mostra os valores integrados da Rg ao longo do ciclo da cultura de *lisianthus*, onde obteve-se no interior da estufa plástica 1.322 MJ m⁻² e externamente 1.836 MJ m⁻². A transmissividade média do plástico em relação à Rg foi de 72%, diminuindo a Rg no interior da estufa, o que corrobora com os autores SEEMAN (1979),

ROBLEDO DE PEDRO & MARTIN VICENTE (1988) e FARIAS et al. (1993b). É importante ressaltar, que quando a radiação solar é excessiva, o crescimento da cultura é afetado negativamente em função da redução da fotossíntese e do aumento da respiração, diminuindo a assimilação líquida da planta (GARY, 1988).

Em alguns dias, observa-se uma diminuição acentuada nos valores de Rg na condição externa e, conseqüentemente, no interior da estufa plástica, em função da nebulosidade.

Observa-se pela Figura 6B, que os valores integrados da RFA ao longo do ciclo da cultura de *lisianthus*, foram de 611 MJ m⁻² no interior da estufa plástica e de 825 MJ m⁻² na condição externa. A transmissividade média do plástico em relação à RFA foi de 74%, pouco maior que a transmissividade em relação à Rg.

Observa-se que em média, aproximadamente 45% da Rg é a parcela da RFA incidente no interior da estufa plástica, tanto diariamente como também ao longo do ciclo da cultura, e de 46% para a

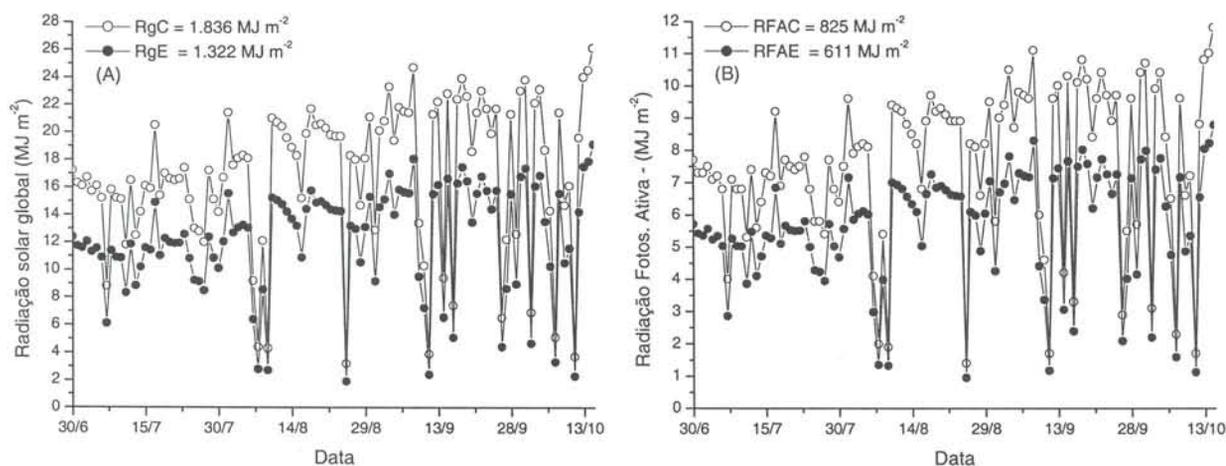


Figura 6. Variação da radiação solar global (Rg - A) e da radiação fotossinteticamente ativa (RFA - B) ao longo do ciclo da cultura de lisianthus no interior da estufa plástica (E) e a campo (C). São Manuel, SP, 2003.

condição externa. A relação RFA/Rg obtida está de acordo com a encontrada na literatura para diferentes locais, como exemplo em MEEK et al. (1984), RAO (1984), ASSIS & MENDEZ (1989), PAPAIOANNOU et al. (1996) e TEIXEIRA et al. (1997).

Observa-se na Tabela 2, que as amplitudes das variáveis meteorológicas foram sempre maiores na condição externa, demonstrando que no interior da estufa plástica ocorre um ambiente menos

estressante para a cultura de lisianthus, principalmente com relação às temperaturas mínima e máxima do ar, as quais tem efeito na velocidade das reações químicas e dos processos internos de transporte, diretamente relacionados com o crescimento e desenvolvimento da planta.

Já com relação à Rg e RFA, é esperado que se no interior da estufa plástica penetre menos energia solar, conseqüentemente, haverá menor amplitude

Tabela 2. Amplitudes médias dos elementos meteorológicos no interior da estufa plástica e na condição de campo. São Manuel, SP, 2003.

Elementos meteorológicos	Amplitude média (30/06 a 15/10/2003)	
	Estufa plástica	Campo
Tmin (°C)	1,6	2,0
Tmax (°C)	2,8	3,0
Tmed (°C)	2,2	2,2
Td (°C)	2,7	3,0
Tn (°C)	2,4	2,6
URmin (%)	7,7	7,8
URmax (%)	5,8	6,3
URmed (%)	8,1	8,3
URd (%)	10,4	10,1
URn (%)	9,4	12,6
Rg (MJ/m ²)	3,0	4,0
RFA (MJ/m ²)	1,4	1,8

desses elementos, e que também afete a amplitude dos outros elementos meteorológicos, nos casos da Rg, da temperatura e da umidade relativa do ar, diretamente ligados à radiação solar (Tabela 2).

A Figura 7 apresenta valores do comprimento final da haste, do número de folhas por haste, e da matéria seca da haste durante o ciclo da cultura.

Aos 105 DAPI, momento da colheita, ou ainda, na finalização do ciclo da cultura de lisianthus, obteve-se neste estudo para a variedade “Mariachi blue picotee”, um comprimento de haste igual a 56,2 cm com 85 folhas contendo 5 flores por haste. Para esta mesma variedade, ZACCAI et al. (2001) encontraram uma altura de 40 cm com 2,9 flores por haste aos 100 dias após o transplante em vasos.

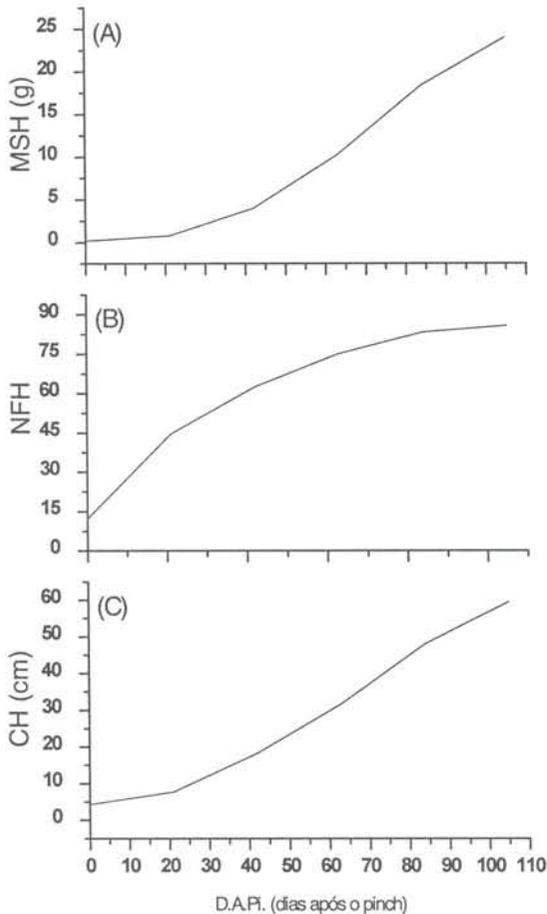


Figura 7. Matéria seca da haste (MSH - A), número de folhas por haste (NFH - B) e comprimento da haste (CH - C) de plantas de lisianthus ao longo do ciclo no interior da estufa plástica. São Manuel, SP, 2003.

Já STARMAN (1991) obteve uma altura de 51,9 cm com 3,4 flores por haste para a variedade “Yodel Blue”, enquanto CAMARGO et al. (2004), para a variedade “Echo” aos 106 dias após o transplante em cultivo de canteiros, encontraram um comprimento de haste de 87,6 cm com 74 folhas. Cultivando cinco variedades de lisianthus em vasos: “Echo Champagne”, “Echo Pink”, “Mariachi Pure White”, “Balboa Yellow” e “Ávila Blue Rim”, BACKES (2005) encontraram os comprimentos de haste iguais a: 49,9 cm, 49,2 cm, 50,5 cm, 50,4 cm, e 50,2 cm, respectivamente; número de folhas por haste iguais a: 34, 39, 39, 33, e 37, respectivamente; número de flores por haste iguais a: 7, 4, 5, 6, e 5, respectivamente.

Assim, pode-se observar que as plantas de lisianthus tiveram um bom crescimento e uma alta produção de flores no interior da estufa plástica, superando os dados obtidos pela literatura citada. Isso pode ser devido às condições microclimáticas impostas pela estufa plástica, as quais foram diferentes dos locais e estruturas utilizadas nos trabalhos citados anteriormente, pois o tipo de cobertura e o manejo das laterais de PEBD com tela de sombreamento criou essas condições microclimáticas favoráveis.

Conclusões

A condição imposta pela estufa plástica coberta e com laterais de PEBD de 150 mm, com tela de sombreamento de 50% nas laterais, e o solo coberto com blocos de concreto, criou condições micrometeorológicas favoráveis para o crescimento e desenvolvimento das plantas de lisianthus, pois apresentou valores de temperatura e umidade relativa do ar mais próximos da faixa ótima. As temperaturas mínimas do ar foram superiores em 2,4°C e as máximas superiores em 2,0°C. Já as umidades relativas máximas do ar foram superiores em 1,1% e as mínimas inferiores em 3,7%. Os valores médios de temperatura e umidade relativa do ar não indicaram diferenças entre os dois ambientes analisados, demonstrando que os dois ambientes seriam adequados para o cultivo de lisianthus. No entanto, não é recomendável analisar o crescimento e desenvolvimento de uma planta em função de valores médios, pois a média aritmética de um evento esconde valores discrepantes, como os valores mínimos e máximos que ocorrem no dia,

mascarando os valores individuais, pois a mesma representa uma média das situações ocorridas ao longo do dia.

Referências Bibliográficas

- ANDRIOLO, J.L. Fisiologia da produção de hortaliças em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, v.18, p.26-33, 2000.
- ANDRIOLO, J.L. et al. Growth, development and dry matter distribution of a tomato crop as affected by environment. **Journal of Horticultural Science & Biotechnology**, v.73, p.125-130, 1998.
- ASSIS, F.N., MENDEZ, M.E.G. Relação entre radiação fotossinteticamente ativa e radiação global. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.24, n.7, p.797-800, 1989.
- BACKES, F.A.A.L., et al. Produção de lisianthus (*Eustoma grandiflorum* Shinn.) em vaso sob diferentes densidades de plantas. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.27, n.2, p.237-241, 2005.
- BAKKER, J.C. **Analysis of humidity effects on growth and production of glasshouse fruit vegetables**. Wageningen, 1991. 155p. Dissertation - Wageningen Agricultural University, 1991.
- BURIOL, G.A. et al. Modificação na temperatura mínima do ar causada por estufas de polietileno transparente de baixa densidade. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.1, p.43-49, 1993.
- CAMACHO, M.J. et al. Avaliação de elementos meteorológicos em estufa plástica em Pelotas, RS. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.3, p.19-24, 1995.
- CAMARGO, M.S. et al. Crescimento e absorção de nutrientes pelo Lisianthus (*Eustoma grandiflorum*) cultivado em solo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 1, p. 143-146, jan-mar 2004.
- CORMENZANA, J.M.A. El cultivo del lisianthus para flor cortada. Dirección General de Investigación y Transferencia Tecnológica, España: Consejería de Agricultura, Agua y Medio Ambiente. Disponível em: <http://www.terra.es/personal8/ocamurcia/Floricultura/lisiflor.htm>. Acesso em 17-11-2005.
- CUNHA, A.R., ESCOBEDO, J.F. Alterações micrometeorológicas causadas pela estufa plástica e seus efeitos no crescimento e produção da cultura de pimentão. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.11, p.15-26, 2003.
- CUNHA, A.R., ESCOBEDO, J.F., GALVANI, E. Avaliação de um psicrômetro de termopar de baixo custo. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.9, p.17-22, 2001.
- C.T.I.F.L. Centre Technique Interprofessionel des Fruits e des Légumes. **Maîtrise de la conduite climatique**. Paris: C.T.I.F.L., 1995, 220p.
- EVANGELISTA, A.W.P., PEREIRA, G.M. Efeito da cobertura plástica de casa-de-vegetação sobre os elementos meteorológicos em Lavras, MG. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v.25, n.4, p.952-957, 2001.
- FARIA JR., M.J.A. **Avaliação de diferentes arquiteturas de estufas, coberturas do solo com filme plástico, em híbridos de pimentão (*Capsicum annuum* L.)**. Jaboticabal, 1997. 102p. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - Universidade Estadual Paulista, 1997.
- FARIAS, J.R.B. et al. Alterações na temperatura e umidade relativa do ar provocadas pelo uso de estufa plástica. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.1, p.51-62, 1993a.
- FARIAS, J.R.B. et al. Efeito da cobertura plástica de estufa sobre a radiação solar. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.1, p.31-36, 1993b.
- FERNANDES, A.L.T. **Uso de estação agrometeorológica automática para o controle da irrigação de uma cultura de crisântemo em estufa**. Piracicaba, 1996, 91p. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - Universidade de São Paulo.
- FOX, R. Lisianthus: a specialty cut flower. Published in Practical Hydroponics & Greenhouse, edição 40, July/Aug -1998. Disponível em: http://www.hydroponics.com.au/back_issues/issue40.html. Acesso em 21-11-2005.
- GALVANI, E. **Avaliação agrometeorológica do cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.) em**

- ambientes protegido e a campo, em ciclos de outono-inverno e primavera-verão.** Botucatu, 2001. 124p. Tese (Doutorado em Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas - Universidade Estadual Paulista, 2001.
- GARY, C. Relation entre température, teneur en glucides et respiration de la plante chez la tomate en phase végétative. *Agronomie*, v.8, n.5, p.419-424, 1988.
- GILL, S. et al. Production of *lisianthus* as a cut flower. Baltimore: University of Maryland - College of Agriculture & Natural Resources. 2000. Disponível em: <http://www.agnr.umd.edu/MCE/Publications/Publication.cfm>. Acesso em 19-10-2005.
- HARBAUGH, B.K., McGOVERN, R.J., PRICE, J.P. Potted *lisianthus*: secrets of success – bedding and potted plant production. Published in Greenhouse Grower, Bradenton, Jan - 1998. Disponível em: <http://gcrec.ifas.ufl.edu/Harbaughpubs/PottedLisianthus2.htm>. Acesso em 19-12-2005.
- HERTER, F.G., REISSER JR., C. Balanço térmico em estufas plásticas, RS. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.5, n.1, p.60, 1987.
- LEVIT, G.J., GASPAS, R. Energy budget for greenhouses in humid temperature climate. *Agricultural and Forest Meteorology*, Amsterdam, v.44, p.241-54, 1988.
- MARTINS, G. **Uso da casa-de-vegetação com cobertura plástica na tomaticultura de verão.** Jaboticabal, 1992. 65p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - Universidade Estadual Paulista, 1992.
- MEEK, D.W. et al. A generalized relationship between photosynthetically active radiation and solar radiation. *Agronomy Journal*, Madison, v.76, p. 939-945, 1984.
- MILLS, P.J.W., SMITH, I.E., MARAIS, G. A greenhouse design for a cool subtropical climate with mild winters based on microclimatic measurements of protected environments. *Acta Horticulturae*, Leuven, n.281, p.83-94, 1990.
- MONTERO, J.I. et al. Climate under plastic in the Almeria area. *Acta Horticulturae*, Leuven, v.170, p.227-234, 1985.
- NOGUEIRA JR., P. S. Programa Florabrazilis: Base produtiva da floricultura nacional aumenta o desempenho exportador. *Revista Brasileira de Plantas Ornamentais*, Campinas, v. 7, n.2, p. 79-80, 2001.
- OLIVEIRA, M.R.V. O emprego de casas de vegetação no Brasil: vantagens e desvantagens. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.30, n.8, p.1049-1060, 1995.
- PAPAIOANNOU, G. et al. Photosynthetically active radiation in Athens. *Agricultural and Forest Meteorology*, Amsterdam, v.81, p.287-298, 1996.
- PRADOS, N.C. **Contribución al estudio de los cultivos enarenados en Almeria: necesidades hídricas y extracción del nutrientes del cultivo de tomate de crecimiento indeterminado em abrigo de polietileno.** Almeria, Espanha, 1986. 195p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Caja Rural Provincial.
- RAO, C.R.N. Photosynthetically active components of global solar radiation: measurements and model computations. *Arch. Met. Geoph. Biocl.*, v.34, p.353-364, 1984.
- ROBLEDO DE PEDRO, F., MARTIN VICENTE, L.M. **Aplicación de los plásticos en la agricultura.** 2ed., Madrid: Mundi-Prensa, 1988. 573p.
- SCHNEIDER, F.M., et al. Modificação na temperatura do solo causada por estufas de polietileno transparente de baixa densidade em Santa Maria, RS. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, Santa Maria, v.1, p.37-42, 1993.
- SENTELHAS, P.C., SANTOS, A.O. Cultivo protegido: aspectos microclimáticos. *Revista Brasileira de Horticultura Ornamental*, Campinas, v.1, n.2, p.108-115, 1995.
- SEEMAN, J. Greenhouse climate. In: SEEMAN, J. et al., *Agrometeorology*. Berlin Heidelberg, Germany: Springer-Verlag, 1979. p.165-78.
- SOUSA, J.W. **Efeito da cobertura de polietileno difusor de luz em estufa plástica cultivado com pimentão (*Capsicum annuum* L.).** Botucatu:

UNESP, 2002. 113p. Tese (Doutorado em Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas - Universidade Estadual Paulista, 2002.

STARMAN, T.W. Lisianthus growth and flowering responses to uniconazole. **HortScience**, Alexandria, v.26, n.2, p.150-152. 1991.

TAPIA, G.J. Filmes térmicos para invernaderos. **Revista de los plásticos modernos**, Madrid, v.295, p.75-82, 1981.

TEIXEIRA, A.H.C., LIMA FILHO, J.M.P., SOARES, J.M. Transmissão da radiação

fotossinteticamente ativa na cultura da videira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 10., 1997, Piracicaba. **Anais...**, Piracicaba: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia / ESALQ-USP, 1997. p. 526-528.

VILLELE, O. Le contexte climatique et cultural de la serre. 1 – La serre, agent de modification du climat. In: **L' INRA et les cultures sous serre**. Paris: Institut National de la Recherche Agronomique, 1983. p.21-27.

ZACCAI, M., LEWINSOHN, E., PICHERSKY, E. Modifying lisianthus traits by genetic engineering. **Acta Horticulturae**, v.552, p.137-142. 2001.