

Universidade Estadual de Campinas
Faculdade de Engenharia Agrícola

**UTILIZAÇÃO DE MALHAS COLORIDAS NA
PRODUÇÃO DE FLORES DE ALTA, MÉDIA E
BAIXA EXIGÊNCIA EM RADIAÇÃO SOLAR**

Tese submetida à banca
examinadora para obtenção
do título de Doutor em
Engenharia Agrícola área de
Água e Solo.

Cícero Alexandre Leite

Orientadora: profa. Dra. Maria Angela Fagnani

Campinas
Estado de São Paulo – Brasil
Junho de 2006

BIBLIOTECA CENTRAL
CÉSAR LATTES
DESENVOLVIMENTO DE
COLEÇÃO
UNICAMP

UNIDADE BC
Nº CHAMADA UNICAMP
L536u

V EX
TOMBO BC/ 71587
PROC. 1645-0
C D X
PREÇO 11,00
DATA 07/03/07
BIB-ID 402138



PARECER

Este exemplar corresponde à redação final da Tese de Doutorado defendida por **CÍCERO ALEXANDRE LEITE**, aprovada pela Comissão Julgadora em 01 de junho de 2006.

Campinas, 09 de janeiro de 2007.


P/ Prof. Dra. MARIA ANGELA FAGNANI
Presidente

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA ÁREA DE ENGENHARIA E ARQUITETURA - BAE - UNICAMP

L536u Leite, Cícero Alexandre
Utilização de malhas coloridas na produção de flores de alta, média e baixa exigência em radiação solar / Cícero Alexandre Leite .--Campinas, SP: [s.n.], 2006.

Orientador: Maria Angela Fagnani.
Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola.

1. Espectro solar. 2. Floricultura. 3. Estufa (Plantas). 4. Radiação solar. I. Fagnani, Maria Angela. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Agrícola. III. Título.

Titulo em Inglês: Use of coloured nets for growth of flowers with high, medium and low requirement of solar radiation.

Palavras-chave em Inglês: Solar spectrum; Floriculture; Greenhouse; Solar radiation.

Área de concentração: Água e Solo.

Titulação: Doutor em Engenharia Agrícola.

Banca examinadora: Maria Angela Fagnani, Hiton Silveira Pinto, Lee Tseng Sheng Gerald, Paulo Ademar Martins Leal e Taíz Tostes Graziano.

Data da defesa: 01/06/2006.

Universidade Estadual de Campinas
Faculdade de Engenharia Agrícola

**UTILIZAÇÃO DE MALHAS COLORIDAS NA
PRODUÇÃO DE FLORES DE ALTA, MÉDIA E
BAIXA EXIGÊNCIA EM RADIAÇÃO SOLAR**

Tese submetida à banca
examinadora para obtenção
do título de Doutor em
Engenharia Agrícola área de
Água e Solo.

Cícero Alexandre Leite

Orientadora: profa. Dra. Maria Angela Fagnani

Campinas
Estado de São Paulo – Brasil
Junho de 2006



2007-10136

“Para aprender é preciso não saber, pois é impossível aprender o que já se sabe”.

(J.F. Leite Neto)

*“Uma sequência de pequenos atos de vontade
leva a grandes resultados.”*

(Baudelaire)

*“Estrelas que já não existem há milhões de anos
ainda dão sua luz para que muitos naveguem pela noite.”*

(A. Einstein)

**À Maria Luisa Wenceslau Leite
ofereço esta obra porque ela me
deu a sua Força**

AGRADECIMENTOS

À profa. Maria Ângela Fagnani, pela orientação científica, estímulo e compreensão no decorrer do presente trabalho, e por me permitir compartilhar de sua sabedoria.

À FEAGRI e todos os seus professores que me ajudaram na jornada.

À Daniela Terenzi Stuchi pelo apoio nas longas horas de trabalho e pelo imenso incentivo, além da ajuda nas análises estatísticas.

Ao prof. Inácio Dal Fabbro pelas sábias palavras de incentivo.

À ESALQ e ao prof. Iran. J.O. Silva por permitir a montagem de dois experimentos em suas dependências e o uso de seus equipamentos.

Ao prof. Paulo A. M. Leal, por ceder equipamentos empregados nos experimentos e pelas muitas orientações e incentivos.

Ao MSc. José Luis Martins pela ajuda na execução dos experimentos.

À Aline M. Leite, pelo carinho e incentivo.

Ao Eng. Robert M. Ito, pela ajuda no ensaio com as orquídeas

Ao Eng. Altair A. Zotti, MSc. Raz Ganelevin e Gustavo Grines pela amizade e por terem acreditado em minha pessoa.

A Rosa Helena Aguiar, pela ajuda incondicional e pelo profissionalismo.

Ao Sítio do Oriente por ceder as instalações para os ensaios com orquídeas e pela paciência de aguardar quase três anos até a conclusão.

Aos “kibutzim” de Nir Yitzhak e Sufa pelo apoio financeiro, concessão dos materiais testados e pela amizade.

À família Stuchi que me acolheu e me apoiou.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
1.1. OBJETIVOS	3
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
2. REVISÃO DE LITERATURA	5
2.1. RADIAÇÃO SOLAR	5
2.1.1. INTENSIDADE DE RADIAÇÃO	7
2.1.2. DIFUSÃO DA RADIAÇÃO	8
2.1.3. QUALIDADE DE RADIAÇÃO	8
2.1.3.1. Atuação da radiação na fotossíntese	9
2.1.3.2. Atuação da radiação na fotomorfogênese	10
2.2. ESPÉCIES VEGETAIS ESTUDADAS	12
2.2.1. <i>Gypsophila paniculata</i>	12
2.2.2. <i>Gerbera jamesonii</i>	15
2.2.3. <i>Phalaenopsis</i>	17
3. MATERIAIS E MÉTODOS	19
3.1. LOCALIZAÇÃO DOS EXPERIMENTOS	19
3.2. EXPERIMENTO 1 – PLANTA DE ALTA EXIGÊNCIA EM RADIAÇÃO- <i>Gypsophila paniculata</i>	20
3.2.1. CONDUÇÃO DA CULTURA	22
3.2.2. DADOS AVALIADOS	23

3.2.2.1. Parâmetros do ambiente	23
3.2.2.2. Parâmetros da cultura	25
3.2.2.3. Parâmetros fisiológicos	25
3.2.3. ANÁLISE ESTATÍSTICA	26
3.2.3.1. Análise dos parâmetros do ambiente	26
3.2.3.2. Análise dos parâmetros da cultura	26
3.2.3.3. Análise dos parâmetros fisiológicos	26
3.3. EXPERIMENTO 2 – PLANTA DE MÉDIA EXIGÊNCIA EM RADIAÇÃO- <i>GERBERA JAMESONII</i>	27
3.3.1. CONDUÇÃO DA CULTURA	28
3.3.2. DADOS AVALIADOS	29
3.3.3. MALHAS TESTADAS	29
3.3.4. DADOS AVALIADOS	30
3.3.4.1. Parâmetros do ambiente	30
3.3.4.2. Parâmetros da cultura	31
3.3.4.3. Parâmetros econômicos	32
3.3.5. ANÁLISE ESTATÍSTICA	32
3.3.5.1. Análise dos parâmetros do ambiente	32
3.3.5.2. Análise dos parâmetros da cultura	33
3.3.5.3. Análise dos parâmetros econômicos	33
3.4. EXPERIMENTO 3 – PLANTA DE BAIXA EXIGÊNCIA EM RADIAÇÃO – ORQUÍDEA <i>PHALAENOPSIS</i>	34
3.4.1. MALHAS TESTADAS	36
3.4.2. VARIEDADES TESTADAS	37
3.4.3. ANÁLISE DO TEMPO PARA A ANTESE	38
3.4.4. ANÁLISE DO CRESCIMENTO VEGETAL	38
3.4.5. ANÁLISE DOS PARÂMETROS DO AMBIENTE	39
3.4.6. EQUIPAMENTOS UTILIZADOS	40
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	41
4.1. EXPERIMENTO 1- PLANTA DE ALTA EXIGÊNCIA EM RADIAÇÃO- <i>GYPHOPHILA PANICULATA</i>	41
4.1.1. PARÂMETROS DO AMBIENTE	41
4.1.1.1. Temperatura do ar	41
4.1.1.2. Umidade relativa do ar	42
4.1.1.3. Temperatura da folha	43

4.1.1.4. Luminosidade	44
4.1.1.5. Radiação solar	45
4.1.1.6. Densidade de fluxo de fótons fotossintéticos	45
4.1.2. PARÂMETROS DA CULTURA	46
4.1.2.1. Curva de crescimento	46
4.1.2.2. Número e comprimento das hastes	49
4.1.2.3. Massa fresca e seca das hastes e raízes	51
4.1.2.4. Assimilação de carbono	52
4.2. EXPERIMENTO 2 -PLANTA DE MÉDIA EXIGÊNCIA EM RADIAÇÃO- <i>GERBERA JAMESONII</i>	55
4.2.1 PARÂMETROS DO AMBIENTE	55
4.2.1.1. Temperatura do ar	55
4.2.1.2. Umidade relativa do ar	56
4.2.1.3. Radiação solar	57
4.2.1.4. Densidade de fluxo de fótons fotossintéticos	57
4.2.2. PARÂMETROS DA CULTURA	58
4.2.2.1. Área foliar e número de folhas	58
4.2.2.2 Número de hastes	60
4.2.2.3. Massa fresca e seca da parte radicular e aérea	61
4.2.2.4. Curva de crescimento das hastes florais	64
4.2.3. ANÁLISE ECONÔMICA	70
4.3. EXPERIMENTO 3 - PLANTA DE BAIXA EXIGÊNCIA EM RADIAÇÃO – ORQUÍDEA <i>PHALAENOPSIS</i>	73
4.3.1. PARÂMETROS DO AMBIENTE	73
4.3.1.1. Radiação fotossinteticamente ativa e radiação solar global	73
4.3.1.2. Temperatura e Umidade relativa do ar	75
4.3.2. PARÂMETROS DA CULTURA	76
4.3.2.1. Análise do tempo para a antese	76
4.3.2.2. Análise do crescimento vegetal	79
4.4. DISCUSSÃO GERAL	84
5. CONCLUSÕES	86
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	88

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Espectro eletromagnético segundo ordem de grandeza do comprimento de onda em metros e faixa visível em nanômetros (adaptação de figura extraída do sítio eletrônico do CENA-USP).	6
Figura 2	Estimativa da absorção da Clorofila A, Clorofila B e dos Carotenóides e taxa de fotossíntese correspondentes aos comprimentos de onda na faixa de 400 a 800nm (Adptado de Taiz y Zeiger, 2004).	9
Figura 3	Malha pérola.	20
Figura 4	Curva transmissão da malha perolizada de alta difusibilidade (Determinado pelo Laboratório de Química Analítica da UNICAMP).	20
Figura 5	Malha vermelha	20
Figura 6	Curva de transmissão da malha vermelha e vermelha distante (Determinado pelo Laboratório de Química Analítica da UNICAMP,	20
Figura 7	Esquema experimental utilizado.	21
Figura 8	Distribuição das plantas avaliadas nos canteiros.	21
Figura 9	Plantio de <i>Gypsophila paniculata</i> em caixas plásticas de cultivo.	21
Figura 10	Estação aquisitora e armazenadora de dados.	24
Figura 11	Posicionamento dos sensores.	24
Figura 12	Termômetro infravermelho.	24
Figura 13	Radiômetro Quantum para 400-700nm.	24
Figura 14	Radiômetro Quantum, piranômetro de Eppley para radiação global e sensores de temperatura e umidade relativa do ar.	24

Figura 15	Ambiente protegido dividido em três partes, uma com malha vermelha, com malha azul e com malha negra.	27
Figura 16	Variedade Denfil Golden Yellow.	29
Figura 17	Variedade Denfil Scarlet	29
Figura 18	Malha de transmissão com pico no azul e vermelho distante.	29
Figura 19	Curva de transmissão da malha com pico no azul (Determinado pelo Laboratório de química analítica da UNICAMP 2004).	29
Figura 20	Malha de transmissão na faixa do vermelho e vermelho distante.	30
Figura 21	Curva de transmissão da malha vermelha e vermelha distante (Determinado pelo Laboratório de química analítica de UNICAMP, 2004).	30
Figura 22	Malha negra convencional.	30
Figura 23	Curva de transmissão da malha negra convencional (Determinado pelo Laboratório de Química Analítica da UNICAMP, 2004).	30
Figura 24	Esquema de permanência em cada tipo de vaso e ambiente dos dois lotes de plantas estudados.	34
Figura 25	Vista da área experimental	35
Figura 26	Curva de transmissão da malha vermelha e vermelha distante (Oren-Shamir et al, 2001).	36
Figura 27	Curva de transmissão da malha azul (Oren-Shamir et al, 2001).	36
Figura 28	Curva de transmissão da malha negra convencional (Oren-Shamir, 2001).	37
Figura 29	Variedades testadas sob malha vermelha, preta e azul.	37
Figura 30	Aquisitor de dados usado para radiação global e RFA	40
Figura 31	Equipamento utilizado para medir a área foliar das plantas de <i>Phalaenopsis</i> .	40
Figura 32	Aspecto do desenvolvimento das plantas de <i>Gypsophila paniculata</i> ao longo do cultivo em casa de vegetação, em Piracicaba-SP, no período de março a junho de 2002.	48
Figura 33	Curva de crescimento de <i>Gypsophila paniculata</i> cultivada em casa de vegetação sob diferentes coberturas, em Piracicaba-SP.	48
Figura 34	Taxa de CO ₂ absorvido pela planta de <i>Gypsophila paniculata</i> ao longo do dia.	54
Figura 35	Número de hastes florais em formação a partir da fase reprodutiva até a	65

	colheita para variedade Denfil Scarlet.	
Figura 36	Número de hastes florais em formação, a partir do início da fase reprodutiva, até a colheita para variedade Denfil Golden Yellow.	65
Figura 37	Representação da altura acumulada das hastes florais em formação, a partir do início da fase reprodutiva, até a colheita da variedade Denfil Scarlet.	66
Figura 38	Representação da altura acumulada das hastes florais em formação, ao longo do início da fase reprodutiva, até a colheita da variedade Denfil Golden Yellow.	66
Figura 39	Representação em escala logarítmica da altura acumulada das hastes florais em formação, ao longo do início da fase reprodutiva, até a colheita da variedade Scarlet.	67
Figura 40	Representação em escala logarítmica da altura acumulada das hastes florais em formação, ao longo do início da fase reprodutiva, até a colheita da variedade Golden yellow.	67
Figura 41	Vista das diferenças entre altura de hastes de gérbera de vaso da variedade Scartlet (esquerda, malha vermelha; centro, malha negra (testemunha); direita, malha azul).	68
Figura 42	Vista das diferenças entre altura de hastes de gérbera de vaso da variedade Golden Yelow (esquerda, malha vermelha; centro, malha negra (testemunha); direita, malha azul).	68
Figura 43	Vista das plantas tratadas com malha vermelha, azul e negra, após o seu transplântio para pote 15 então com 6 de idade, em 03/08/2004, por ocasião da abertura das primeiras flores.	77
Figura 44	Vista das plantas tratadas com malha vermelha, azul e negra, após o seu transplântio para pote 15 então com 6 meses de idade em 10/09/2004, na ocasião em que todos os tratamentos apresentavam pelo menos alguma flor em alguma das variedades testadas.	77
Figura 45	Vista das plantas tratadas desde o início com malha vermelha, azul e negra, em 12/04/2005, por ocasião da ocorrência de antese em pelo menos um dos tratamentos.	78
Figura 46	Vista das plantas tratadas desde o início com malha vermelha, azul e negra, em 11/05/2005, por ocasião da abertura das primeiras flores em todos os tratamentos.	78

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Caracterização climática dos dias escolhidos para medições de fotossíntese.	26
Tabela 2	Resultado do teste de Tukey para as médias horárias de temperatura do ar (°C), em função dos diferentes ambientes analisados, no intervalo das 8 às 18 h, ESALQ-USP, Piracicaba, SP.	42
Tabela 3	Resultado do teste de Tukey para as médias horárias de umidade relativa do ar (%), em função dos diferentes ambientes analisados, no intervalo das 8 às 18 h, ESALQ-USP, Piracicaba, SP.	43
Tabela 4	Resultado do teste de Tukey para as médias horárias temperatura da folha (C), em função dos diferentes ambientes analisados, no intervalo das 8 às 18 h, ESALQ-USP, Piracicaba, SP.	44
Tabela 5	Resultado de Tukey para médias horárias de luminosidade (Wm^{-2}) da folha (°C), em função dos diferentes ambientes analisados, no intervalo das 8 às 18 h, ESALQ-USP, Piracicaba, SP.	45
Tabela 6	Resultado de Tukey para as médias horárias de densidade de fluxo de fótons fotossintéticos ($\mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$) da folha, em função dos diferentes ambientes analisados, no intervalo das 8 às 18 h, ESALQ-USP, Piracicaba, SP.	46
Tabela 7	Resultado do teste de Tukey para a variável diâmetro da planta (cm) em função dos sombreamentos da espécie <i>Gypsophila paniculata</i> , ESALQ-USP, Piracicaba, SP.	49
Tabela 8	Modelos de regressão representativos das curvas de crescimento da <i>Gypsophila paniculata</i> sob diferentes coberturas.	48
Tabela 9	Resultado do teste de Tukey para a variável número de hastes por planta em função dos sombreamento para a espécie <i>Gypsophila paniculata</i> , ESALQ-USP, Piracicaba, SP.	50
Tabela 10	Resultado do teste de Tukey para a variável altura da planta (cm) em função das malhas para a espécie <i>Gypsophila paniculata</i> , ESALQ-USP, Piracicaba, SP.	50

Tabela 11	Resultado do teste de Tukey para a variável massa fresca da parte aérea (g) em função das malhas para a espécie <i>Gypsophila paniculata</i> , ESALQ-USP, Piracicaba, SP.	51
Tabela 12	Resultado do teste de Tukey para a variável massa seca da parte aérea (g) em função das malhas para a espécie <i>Gypsophila paniculata</i> , ESALQ-USP, Piracicaba, SP.	51
Tabela 13	Resultado do teste de Tukey para a variável massa fresca e seca da parte radicular (g) em função das malhas para a espécie <i>Gypsophila paniculata</i> , ESALQ-USP, Piracicaba, SP.	52
Tabela 14	Resultado do teste de Tukey para a variável taxa de assimilação de carbono em micromol de CO ₂ em função do tipo de malhas para a espécie <i>Gypsophila paniculata</i> , ESALQ-USP, Piracicaba, SP.	54
Tabela 15	Resultado do teste de Tukey para as médias horárias de temperatura do ar (°C), em função dos diferentes ambientes analisados, no intervalo das 8 às 18 h, ESALQ-USP, Piracicaba, SP.	55
Tabela 16	Resultado do teste de Tukey para as médias horárias de umidade relativa do ar (%), em função dos diferentes ambientes analisados, no intervalo das 8 às 18 h, ESALQ-USP, Piracicaba, SP.	56
Tabela 17	Resultado do teste de Tukey para as médias horárias de radiação solar (Wm ⁻²), em função dos diferentes ambientes analisados, no intervalo das 8 às 18 h, ESALQ-USP, Piracicaba, SP.	57
Tabela 18	Resultado do teste de Tukey para as médias horárias da densidade de fluxo de fótons fotossintéticos (DFFF, μmol m ⁻² s ⁻¹), em função dos diferentes ambientes analisados, no intervalo das 8 às 18 h, ESALQ-USP, Piracicaba, SP.	58
Tabela 19	Resultado do teste de Tukey para a variável número de folhas por planta em função do tipo de malha para a espécie <i>Gerbera jamesonii</i> var. Scarlet, ESALQ-USP, Piracicaba, SP.	58
Tabela 20	Resultado do teste de Tukey para a variável número de folhas por planta em função do tipo de malha para a espécie <i>Gerbera jamesonii</i> var. Golden Yellow, ESALQ-USP, Piracicaba, SP.	59
Tabela 21	Resultado do teste Tukey para a variável área foliar para a variedade Scarlet em função dos tipos de malhas.	60
Tabela 22	Resultado do teste Tukey para a variável área foliar para a variedade Golden Yellow em função dos tipos de malhas.	60
Tabela 23	Resultado do teste Tukey para a variável número de hastes comerciais por	60

planta para a variedade Scarlet em função dos tipos de malhas.

Tabela 24	Resultado do teste Tukey para a variável número de hastes comerciais por planta para a variedade Golden Yellow em função dos tipos de malhas	61
Tabela 25	Resultado do teste Tukey para a variável massa fresca da parte aérea para a variedade Scarlet em função dos tipos de malhas.	62
Tabela 26	Resultado do teste Tukey para a variável massa fresca da parte aérea para a variedade Golden Yellow em função dos tipos de malhas.	62
Tabela 27.	Resultado do teste Tukey para a variável massa seca da parte aérea para a variedade Scarlet em função dos tipos de malha.	62
Tabela 28	Resultado do teste Tukey para a variável massa seca da parte aérea para a variedade Golden Yellow em função dos tipos de malha.	63
Tabela 29	Resultado do teste Tukey para a variável massa fresca de raízes para a variedade Scarlet em função dos tipos de malha.	63
Tabela 30	Resultado do teste Tukey para a variável massa fresca de raízes para a variedade Golden Yellow em função dos tipos de malhas.	63
Tabela 31	Resultado do teste Tukey para a variável massa seca de raízes para a variedade Scarlet em função dos tipos de malhas.	64
Tabela 32	Resultado do teste Tukey para a variável massa seca de raízes para a variedade Golden Yellow em função dos tipos de malhas.	64
Tabela 33	Resultado do teste Tukey para a variável altura de hastes por planta para a variedade Scarlet em função dos tipos de malhas.	69
Tabela 34	Resultado do teste Tukey para a variável altura de hastes por planta para a variedade Golden Yellow em função dos tipos de malhas.	69
Tabela 35	Número de vasos da variedade Scarlet com qualidade A, com 4 hastes; qualidade B, com 3 hastes e qualidade C, com 2 hastes e qualidade D, com apenas uma haste.	70
Tabela 36	Número de vasos da variedade Yellow com qualidade A, com 4 hastes; qualidade B, com 3 hastes e qualidade C, com 2 hastes e qualidade D, com apenas uma haste.	71
Tabela 37	Resultado do teste de Tukey para as médias horárias da radiação fotossinteticamente ativa - RFA (Wm^{-2}), em função dos diferentes ambientes analisados, no intervalo das 9 às 17 h.	73
Tabela 38	Resultado do teste de Tukey para as médias horárias de radiação solar (Wm^{-2}), em função dos diferentes ambientes, no intervalo das 9 às 17 h.	74

Tabela 39	Resultado do teste de Tukey para as médias horárias de umidade relativa do ar (%), em função dos diferentes ambientes, no intervalo das 9 às 17 h.	75
Tabela 40	Resultado do teste de Tukey para as médias horárias de temperatura do ar (°C), em função dos diferentes ambientes, no intervalo das 9 às 17 h.	76
Tabela 41	Número de flores abertas em um total de 12 vasos por variedade tratados a partir dos 6 meses de idade sob malha vermelha azul e negra.	76
Tabela 42	Número de flores abertas em um total de 12 vasos por variedade tratados desde o início sob malha vermelha azul e negra.	78
Tabela 43	Valores de área foliar, número de flores, altura da haste massa fresca e seca das raízes, folhas e hastes da variedade LC006, a qual permaneceu sob tratamento com malha vermelha, azul e testemunha negra de 50% desde os 6 meses de idade até o final do ciclo. Média de 12 repetições por tratamento. Agosto de 2004.	79
Tabela 44	valores de Área foliar, número de flores, altura da haste massa fresca e seca das raízes, folhas e hastes da variedade LT 14, a qual permaneceu sob tratamento com malha vermelha, azul e testemunha negra de 50% desde os 6 meses de idade até o final do ciclo. Média de 12 repetições por tratamento. Agosto de 2004.	80
Tabela 45	Valores de Área foliar, número de flores, altura da haste massa fresca e seca das raízes, folhas e hastes da variedade 113, a qual permaneceu sob tratamento com malha vermelha, azul e testemunha negra de 50% desde os 6 meses de idade até o final do ciclo. Média de 12 repetições por tratamento. Avaliação de maio de 2005.	82
Tabela 46	Valores de Área foliar, número de flores, altura da haste massa fresca e seca das raízes, folhas e hastes da variedade 113, a qual permaneceu sob tratamento com malha vermelha, azul e testemunha negra de 50% desde os 6 meses de idade até o final do ciclo. Média de 12 repetições por tratamento. Avaliação de junho de 2005.	82
Tabela 47	Valores de Área foliar, número de flores, altura da haste massa fresca e eca das raízes, folhas e hastes da variedade LC046, a qual permaneceu sob tratamento com malha vermelha, azul e testemunha negra de 50% desde os 6 meses de idade até o final do ciclo. Média de 12 repetições por tratamento. Avaliação de maio de 2005.	83
Tabela 48	Valores de Área foliar, número de flores, altura da haste massa fresca e seca das raízes, folhas e hastes da variedade LC046, a qual permaneceu sob tratamento com malha vermelha, azul e testemunha negra de 50% desde os 6 meses de idade até o final do ciclo. Média de 12 repetições por tratamento. Avaliação de junho de 2005.	83

RESUMO

As malhas de sombra coloridas atuando como seletores de ondas do espectro solar constituem-se em uma tecnologia com potencial para uso na Floricultura. O presente trabalho visou identificar se seu uso é promissor na floricultura do estado de São Paulo. Para isto foram estudadas espécies com baixo, médio e alto nível de exigência em radiação solar, as quais foram respectivamente: os híbridos comerciais de *Phalaenopsis*, variedades de *Gerbera jamesonii* e a *Gypsophila paniculata*. No caso da primeira, utilizou-se como tratamentos malhas vermelha, azul e a testemunha negra todas com 50% de sombra sob plástico leitoso. No caso da segunda, as mesmas malhas porém com 40% sob plástico transparente. No caso da terceira, foram testadas a malha vermelha e uma malha pérola descrita pelo fabricante como altamente difusora de luz e a testemunha foi a ausência de sombreamento sob plástico transparente. Foram avaliados os parâmetros do ambiente e da planta para os três ensaios. Os resultados indicaram respostas morfológicas em todas as espécies estudadas. Os ciclos das três culturas foram antecipados pela malha vermelha. A malha pérola teve um efeito negativo sobre o cultivo de *Gypsophila paniculata* e a malha azul teve um efeito positivo sob o aspecto foliar de *Phalaenopsis*. Como conclusão, o uso dessa tecnologia é viável para as espécies estudadas, porém serão necessários estudos para outras espécies cultivadas

Palavras-chave: espectro solar; floricultura; estufa, radiação solar

1. INTRODUÇÃO

As flores são de fundamental importância para qualidade de vida. O consumo de flores depende do tipo de cultura e do poder aquisitivo de uma população. KYIUNA et al. (2002) afirmam que o mercado brasileiro de flores movimentava cerca de US\$1,5 bilhão de reais. O mercado externo é promissor e atualmente há investimentos na exportação de flores em estados como São Paulo, Minas Gerais, Santa Catarina, Ceará, Pernambuco e Alagoas. Para se atingir a qualidade de exportação ou mesmo para obter competitividade no mercado interno, no entanto, é quase impossível, para a maioria das espécies cultivadas, a produção sem algum tipo de proteção do ambiente. Isto gera uma demanda crescente por parte dos produtores de um constante aprimoramento das técnicas de cultivo em ambiente protegido.

TIVELLI (1998) In: TIVELLI & GOTO (1998) relata que as dificuldades no manejo do ambiente se destacam entre os principais motivos pelos quais inúmeros agricultores deixaram o cultivo protegido ainda no início. A forma menos onerosa e que tem sido largamente utilizada para controlar a intensidade de luz é o uso de telas de sombreamento negras. Essas somente mudam a intensidade e não o espectro de luz, nem propiciam difusão em quantidade suficiente para provocar respostas fisiológicas das plantas. Para muitas flores de corte e vaso, no entanto, esse tipo de malha vem sendo largamente utilizado, principalmente nas espécies que exigem quantidade de luz abaixo de 600 μmol de fótons fotossinteticamente ativos por metro quadrado por segundo como a gérbera e as orquídeas. Em espécies de maior exigência em termos de radiação, o uso de malhas de baixa porcentagem de sombra, com a finalidade de controlar o calor pode, ainda, gerar falta de luz para o processo de fotossíntese e o desenvolvimento vegetal.

A partir desta problemática, foram desenvolvidas malhas com capacidade de transmissão de luz em determinadas faixas do espectro solar, as quais foram testadas por OREM-SHAMIR et al. (2001) em Israel para a cultura de *Pittosporum*. Essa diferenciação da qualidade da luz transmitida pode, em tese, suprir a falta da luz direta que o sombreamento proporciona, seja por otimizar a fotossíntese, seja por estimular a fotomorfogênese. Isto também se observa com o emprego de diferentes tipos de lâmpadas usadas para suplementação de luz em cultivos protegidos em países com períodos extensos de dias curtos. Além disso, outros autores trabalhando com alterações do espectro através de películas de água com solução de pigmentos entre dois plásticos justapostos usados como cobertura e mesmo com plásticos de cobertura pigmentados têm encontrado resultados promissores no sentido de mudar as características morfológicas de espécies vegetais o que pode implicar em vantagens comerciais.

A radiação proveniente de filtros sobre espécies de flores ornamentais pode incorrer em vantagens comerciais devido, principalmente, aos possíveis efeitos fotomorfogenéticos quando estes melhoraram as características da planta adequando-as às exigências do mercado. As espécies cultivadas comercialmente apresentam comportamentos fisiológicos distintos, variando o grau de respostas em termos de exigência em fotoperíodo e de intensidade de radiação solar, o que é fartamente referenciado na literatura científica. Se os aspectos intensidade e duração do período de luz são importantes, em hipótese, a qualidade espectral da radiação, determinada pelas quantidades proporcionais de cada comprimento de onda, também deve ter sua importância e requer maiores estudos no sentido de diagnosticar seus efeitos sobre as diferentes espécies de flores comerciais.

Concebeu-se, então, o presente trabalho compreendendo o estudo de três tipos de plantas representativas das espécies de flores cultivadas comercialmente no Brasil. A planta de alta exigência foi o mosquitinho - *Gypsophila paniculata*, para a qual se testou malha vermelha e uma malha difusora de luz de cor pérola, ambas com 40% de sombra, sob plástico transparente de 70% de transmissividade, comparadas com a testemunha, somente o plástico sem malhas. As plantas de média exigência em radiação solar foram duas variedades comerciais de gerbera de vaso - *Gerbera jamesonii*. Escolheu-se como tratamentos a malha vermelha, a azul e a malha negra, como testemunha, que também é comumente utilizada neste cultivo. Todas as malhas têm cerca de 40% de sombreamento e foram instaladas sob plástico

transparente com 70% de transmissividade. Escolheu-se um grupo de plantas com baixa exigência em irradiância ou taxa de fluência que são os híbridos de *Phalaenopsis*. Os tratamentos escolhidos para este trabalho foram as malhas vermelha, azul e a malha negra, como a testemunha, normalmente usada para este cultivo. Todas as malhas têm cerca de 50% de sombreamento e foram usadas sob plástico leitoso, ou seja, plástico de transmissividade ao redor de 25%.

1.1. Objetivos

O objetivo geral deste trabalho foi verificar o potencial do uso de malhas coloridas funcionando como filtros solares para espécies de diferentes níveis de exigência em radiação solar cultivadas em ambiente protegido no estado de São Paulo, em clima Cwa na classificação de Köppen.

1.2. Objetivos específicos

Os três experimentos que compõem este trabalho são similares, porém adaptados à realidade de cada cultivo. Eles foram concebidos para se ter uma idéia da versatilidade da tecnologia estudada para diferentes níveis de exigência de plantas pertencentes.

Assim, no experimento 1, para as plantas de alta exigência em radiação, a *Gypsophila*, o objetivo foi verificar se há possibilidade de que uma determinada proporção entre as ondas do espectro solar referenciada na literatura como ideal para o cultivo pode suprir a falta de radiação solar incidente para uma planta altamente exigente em luz.

Procurou-se também explicar os resultados de produtividade encontrados com um estudo das trocas gasosas instantâneas.

No experimento 2, para as plantas de média exigência em radiação, a *Gérbera*, o objetivo foi verificar se as asteráceas de média exigência em radiação, no caso duas variedades de gérbera, respondem à mudança da qualidade da luz transmitida por malhas coloridas

quando comparadas com a mesma intensidade de sombreamento com malha negra, comumente usada.

Realizou-se um estudo econômico para verificar se o investimento na nova tecnologia é compensado pelo retorno financeiro.

No experimento 3, para as plantas de baixa exigência em radiação solar, a *Phalaenopsis* a idéia foi trabalhar com uma cultura de ciclo longo e baixa exigência de luz solar para verificar se havia um encurtamento do ciclo de produção ou uma melhoria na qualidade do parte vegetativa e das hastes florais. As referências bibliográficas sobre o tema encontram-se divididas, sendo que a maioria reporta que este tipo de planta não responde contundentemente às mudanças do espectro, e uma minoria atestando que mudanças na proporção entre vermelho, vermelho distante e azul podem acarretar em sínteses hormonais capazes de mudar o comportamento morfológico da planta. Assim, instalou-se este experimento para testar as duas teorias e esperando um encurtamento de ciclo.

2. REVISÃO DE LITERATURA

As plantas são afetadas pela radiação solar de diversas maneiras. O processo de fotossíntese, através do qual a planta sintetiza os açúcares utilizados em sua própria alimentação é dependente da luz. A intensidade, a difusibilidade e a qualidade da luz solar interferem na fotossíntese como também na fotomorfogênese, que é a mudança morfológica de um vegetal como resposta a um tipo específico de radiação solar. Assim, o entendimento da radiação solar em seus aspectos intensidade, difusibilidade e qualidade se faz necessário para a compreensão da interação da luz com os pigmentos vegetais e as respostas fisiológicas das plantas.

2.1. RADIAÇÃO SOLAR

A radiação solar, ao percorrer o vácuo, tem um comportamento ondulatório sendo classificada conforme o seu comprimento de onda, ou seja, distância entre dois picos sucessivos de uma mesma onda. Num extremo do espectro eletromagnético estão os raios cósmicos, gama e raios X com comprimentos de ondas muito curtos e um nível de energia muito elevado. No outro extremo estão as ondas de rádio, com ondas longas e nível baixo de energia. A faixa de espectro mais importante para os processos fotobiológicos situa-se do ultravioleta (200-400 nm), espectro visível (400-700 nm) e infravermelho (740-1600 nm) (HART, 1988) (Figura 1).

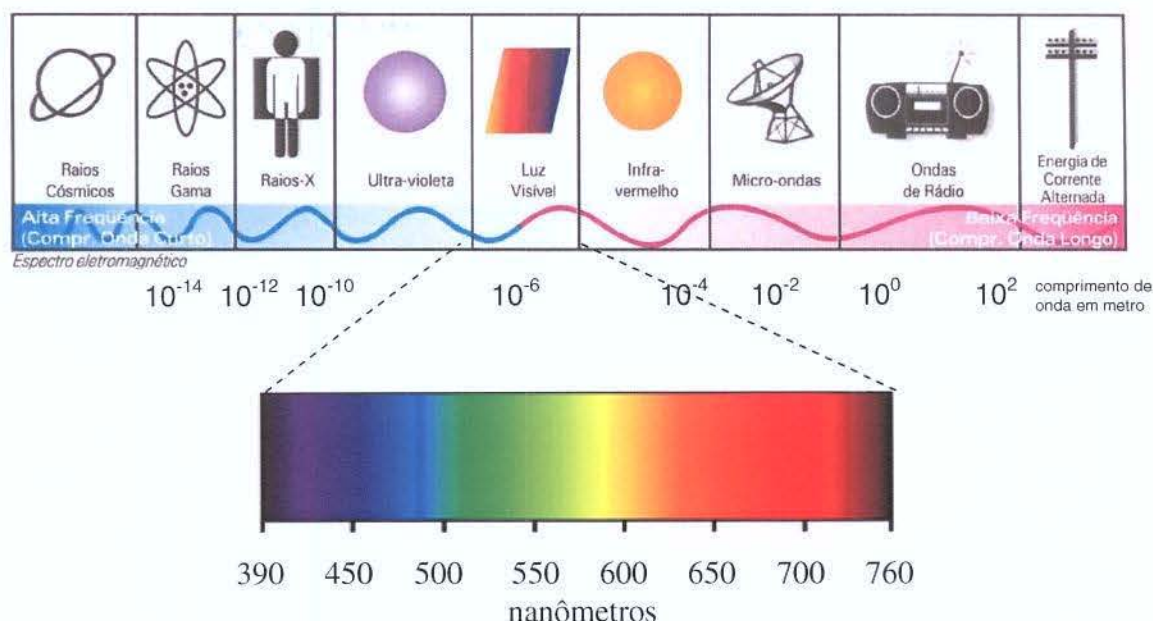


Figura 1. Espectro eletromagnético segundo ordem de grandeza do comprimento de onda em metros e faixa visível em nanômetros (adaptação de figura extraída do sítio eletrônico do CENA-USP).

A faixa compreendida dentro do espectro visível pode ser medida com um luxímetro, que é um equipamento que se baseia no princípio da foto-eletricidade e mede a iluminância ou faixa espectral do olho humano à radiação (ANGELOCCI, 2002). Como esta faixa corresponde até certo ponto à radiação utilizada pela planta e é de baixo custo, este equipamento é muito utilizado por produtores para nortear suas decisões quanto às coberturas de ambiente protegido. No entanto, o uso de piranômetros com curvas de captação de fótons ou de “quanta” de energia mais ajustadas aos das plantas é cientificamente mais recomendado.

Ao interagir com a matéria, por emissão ou absorção, a radiação pode ser entendida como se sua energia fosse propagada em pacotes discretos pela teoria quântica de Plank. Esses pacotes discretos são os fótons e a energia gerada por um fóton é denominada “quantum”. Quanto menor o comprimento de onda maior a energia contida nessa onda, assim, uma pequena parte do montante de ondas eletromagnéticas emitidas pelo Sol, que está na faixa do ultravioleta, carrega uma quantidade de energia que atua nos níveis eletrônicos dos átomos, chegando a alterar as ligações químicas degradando as clorofilas das plantas e desestabilizando a composição lipoproteica da membrana celular (LARCHER, 2000). Os

maiores comprimentos de onda se caracterizam por ter energia baixa capaz apenas de aumentar a energia cinética das moléculas por elas atingidas, gerando um aumento de temperatura, como ocorre com as ondas infra-vermelha e térmicas.

Para estudos do efeito da radiação solar sobre plantas, portanto, é importante ter radiação global que é dada em W.m^{-2} , que compreende todo o espectro solar e a radiação que tem influência na fotossíntese que vai de 400 até 700nm e é chamada radiação fotossinteticamente ativa (RFA), quando consideramos seu comportamento ondulatório e é dada em W.m^{-2} ou densidade de fluxo de fótons fotossintéticos, quando consideramos seu comportamento como partículas que são assimiladas por pigmentos como a clorofila. Neste caso sua medida é expressa em micromoles de fótons. $\text{m}^2.\text{s}^{-1}$. GRANT et al. (1996) afirmam que radiação fotossinteticamente ativa é uma função estrita da radiação global. Entretanto, ALADOS et al. (1999) em estudo mais recente concluíram que a radiação fotossinteticamente ativa em ambiente protegido depende, logicamente da global, porém é afetada em alto grau por temperatura de ponto de orvalho, pressão atmosférica, turbidez do ar e angulação solar.

2.1.1. Intensidade da radiação

Ao iniciar um dia normal, pela manhã o ponto de compensação lumínico é alcançado, sendo definido como a quantidade de radiação com a qual a planta absorve uma quantidade de moléculas de CO_2 igual àquela consumida para a respiração. Depois desse momento, com o aumento da taxa de radiação solar incidente, há um aumento do nível de fotossíntese até que se atinja o ponto de saturação lumínico, quando, mesmo que se aumente a radiação não haverá incremento significativo na fotossíntese.

A radiação em excesso passa a ser prejudicial, pois acaba por provocar o fenômeno fisiológico denominado fotoinibição da fotossíntese e degradação de clorofila por excesso de luz (LONG et al., 1994). Se há muita transferência de energia nos fotossistemas, o excesso de energia é eliminado em forma de calor ou fluorescência. Isto proporciona a formação de radicais livres, os quais interrompem as reações bioquímicas vitais para fotossíntese (LARCHER, 2000). Esse autor ainda explica que o UV-A (315-400 nm) atua como fotooxidante e a radiação UV-B (280-314 nm) além desse efeito causa lesões nas biomembranas. Um dos principais motivos para se usar sombra no cultivo protegido é evitar a fotoinibição e a degradação das clorofilas.

A intensidade de radiação solar varia com a latitude, estação do ano, horário do dia, presença ou não de nuvens e transmitância da cobertura da estufa (FARIA JUNIOR & LIMA, 2000). Com relação ao horário do dia, durante o meio dia, com a maior luminosidade a fotossíntese deveria ser maior, porém isto não ocorre, pois nesse horário, as plantas tendem a estar com déficit hídrico (KRIEG & HUTMACHER, 1986). Além do déficit hídrico, a elevada temperatura pode prejudicar o acúmulo de carbono nesse horário.

2.1.2. Difusão da radiação

A radiação denominada como global é composta por radiação solar direta e radiação solar difusa, sendo que a radiação difusa é quantitativamente tão importante para o acúmulo de matéria seca pela fotossíntese como a radiação direta (BERNARDES & LIMA, 2000). MOTA (1977) e OMETTO (1981) afirmam que as plantas com folhas mais inclinadas produzem mais devido à melhor capacidade de absorver luz difusa, ou seja, correlacionam aproveitamento de luz difusa com produtividade. RICIERI & ESCOBEDO (1997) encontraram cerca de 50% mais luz difusa, proporcionalmente, em ambiente protegido que no ambiente externo, o que pode contribuir para as maiores produtividades dentro do ambiente protegido do que em ambiente externo.

2.1.3. Qualidade da radiação

Faixas específicas de comprimentos de onda são de fundamental importância para as reações fotoquímicas ocorrentes nos pigmentos vegetais, como clorofilas e carotenóides. Tais reações que ocorrem na fotossíntese e em outros processos fisiológicos relacionados à fotomorfogênese, dependem diretamente de determinadas faixas do espectro de radiação solar. Para citar um exemplo, a própria síntese das clorofilas e do pigmento antocianina é afetado pelas diferentes faixas do espectro (VAN DER VEEN & MEIJER, 1959). As interações entre cada faixa do espectro solar, tal como a faixa do azul, do verde, do vermelho e do vermelho distante, com o respectivo pigmento que a absorve são importantes para explicar as respostas das plantas obtidas nos experimentos deste trabalho.

2.1.3.1. Atuação da radiação na fotossíntese

O nome fotossíntese transmite a idéia de síntese através do *fóton*, ou seja, da luz. A luz é absorvida por moléculas e dessa forma inicia-se um processo de síntese de moléculas compostas por carbono que é o principal constituinte da matéria vegetal depois da água.

As clorofilas A e B são as moléculas que absorvem a radiação fotossinteticamente ativa nas plantas superiores. A clorofila A apresenta picos de absorção ao redor dos 420 nm e dos 660 nm. A clorofila B apresenta picos de absorção para os comprimentos de onda de 435 nm e 643 nm. Os carotenóides, pigmentos mais envolvidos com outras reações fotoquímicas, têm picos de absorção em 425, 450 e 480 nm.

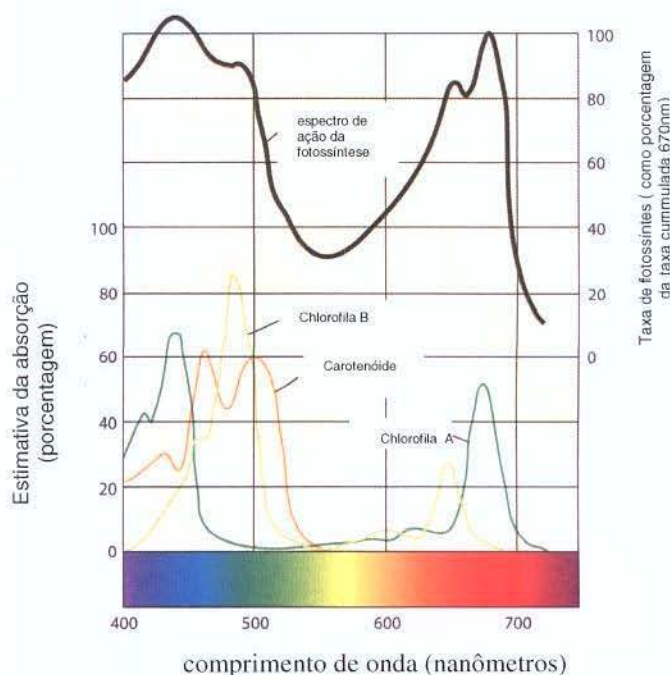


Figura 2 Estimativa da absorção da Clorofila A, Clorofila B e dos Carotenóides e taxa de fotossíntese correspondentes aos comprimentos de onda na faixa de 400 a 800nm (Adptado de Taiz y Zeiger, 2004).

Pelo princípio de Gottaus-Draper, a luz só tem atividade fotoquímica se for absorvida por um pigmento e pela Lei de Equivalência Fotoquímica de Eisten-Stark, um único fóton é capaz de excitar um único elétron. A interação entre o fóton e o elétron situado nos orbitais mais externos das cadeias conjugadas dos pigmentos foto-receptivos encontrados nas folhas

das plantas, depende da energia do fóton e da energia do orbital em que o elétron se encontra. Essa interação é do tipo “tudo ou nada”, ou seja, se o nível de energia do fóton não está dentro da faixa passível de absorção pelo determinado elétron, não ocorre fenômeno algum. A maioria dos pigmentos apresenta ligações químicas do tipo conjugadas, com uma dupla e uma simples ligação alternadas. Assim, os elétrons ficam deslocados externamente por um fóton cujo comprimento de onda lhe caracteriza como contendo a energia adequada para excitar o elétron. No caso das clorofilas, elas absorvem mais azul e vermelha e quase nada de verde (NOBEL, 1991). O espectro na faixa do verde tem uma quantidade de energia insuficiente para transpor elétrons para os níveis de energia necessários para incorrer nas transições possíveis dentro das moléculas de clorofila (WHATLEY & WHATLEY, 1982). Embora os comprimentos de ondas na faixa do verde como de 480 nm não sejam importantes para a fotossíntese, são essenciais em outros processos que envolvem os carotenóides localizados nas lamelas dos cloroplastos (HART, 1988).

Outro ponto importante a se considerar é o chamado “Efeito de Intensificação de Emerson”. TAIZ & ZEIGER (2004) citam um experimento clássico produzido por Emerson, o qual descobriu que a radiação vermelha e vermelha distante fornecidas simultaneamente, propiciam uma taxa de fotossíntese maior que a soma das taxas obtidas com o fornecimento desses comprimentos de onda separadamente. Isso deve ser levado em consideração no momento de se escolher o tipo de sombreamento de um ambiente protegido para produção vegetal.

2.1.3.2. Atuação da radiação na fotomorfogênese

Além do efeito sobre a fotossíntese, há ainda um efeito fotocibernético que é exercido pela radiação azul, vermelha e vermelha-distante sobre fotorreceptores especiais. Os fotorreceptores são pigmentos como os fitocromos e criptocromos. Os fitocromos são proteínas que apresentam formas interconvertíveis. Quando um fitocromo que absorve radiação vermelha (F_{660}) recebe uma grande quantidade deste tipo de radiação converte-se em um pigmento que é capaz de detectar a presença de vermelho extremo (F_{730}). Este por sua vez pode voltar a se converter em F_{660} desde que receba uma proporção maior de vermelho distante. A proporção entre as quantidades dos dois pigmentos em uma folha depende da

relação entre a radiação vermelha e vermelha-distante recebida. Os criptocromos são receptores de radiação azul (MAJEROVICS In: KERBAUY, 2004).

A luz vermelha, por exemplo, faz aumentar a concentração do complexo Ca^{++} - calmodulina, que ativa enzimas específicas as quais podem mudar o fenótipo. QUAIL et al. (1995) realizaram um estudo concluindo que a luz pode expressar ou suprimir o efeito de genes. A relação entre vermelho e vermelho distante parece ser determinante para expressão de certas características na planta. Uma planta em campo aberto recebe uma quantidade de radiação na proporção de cerca de 1:2 de vermelho : vermelho distante. As plantas sob copas de árvores, por sua vez, recebem radiação na proporção de 1:1 e assim detectam a presença de sombreamento (DOWNS & HELLMERS (1975) apud LARCHER, 2000). As características da radiação em um ambiente sombreado estimulam a competição com outras plantas que as impõem realizar mudanças em sua forma para sobreviver (BALLARE et al. 1994; KASPERBAUER, 1994; SMITH, 1995). A manipulação do espectro com fim de modificar a conformação morfológica da planta através de malhas coloridas tem sido estudada por OREN-SHAMIR et al. (2001) que observaram efeitos de alongação de hastes sob malhas com alta transmissão de luz vermelha e vermelha distante, simultaneamente.

A luz vermelho distante fornecida na ausência de outros comprimentos de onda também parece estar ligada à compactação das plantas (RAJAPAKSE et al., 1999).

FISHER & RUNKLE apud FISHER & RUNKLE (2004) relatam que as plantas de dias longos podem ser induzidas ao florescimento com um incremento de luz vermelho distante. As plantas diferem entre si com respeito às respostas à relação V/VD. Segundo MORTENSEN & STROMME (1987) plantas de sombra não respondem tanto a esta mudança quanto aquelas que crescem a pleno sol.

Com respeito à luz azul, ela estimula abertura de estômatos (WASSINK & STOLWIJK, 1956). (PIMENTA In KERBAUY, 2004) cita que a abertura dos estômatos é uma resposta direta da incidência de luz azul sobre um criptocromo. Outro efeito da luz azul em plantas é a compactação e encurtamento de internódios. A radiação na faixa de 480 nm promove diminuição da alongação celular (HELSON, 1965; MURATA et al., 1997).

2.2. ESPÉCIES ESTUDADAS

2.2.1. *Gypsophila paniculata*

A *Gypsophila paniculata* L. é uma planta pertencente à família *Caryophyllaceae* sendo de origem da Europa e norte da Ásia. Esta família compreende cerca de 80 gêneros e 2000 espécies oriundas de todos os continentes do globo terrestre. (GEMTCHUJNICOV, 1976 apud TAKANE, 1997). Dentre as principais espécies ornamentais cultivadas compreendidas nesta família estão as plantas do gênero *Dianthus*, como os cravos e as do gênero *Gypsophila*, destacando-se como de maior importância a *G. paniculata* (ANON, 1978). Seu ciclo completo até florescimento varia de 80 a 120 dias. Depois da primeira colheita podem ser feitos mais 2 cortes. A gipsofila, também conhecida por mosquitinho, é cultivada em todos os pólos de floricultura temperada do planeta. Trata-se de um produto usado na maioria dos arranjos florais em todos os mercados do mundo e é flor mais utilizada nos EUA e Europa para confecção de arranjos segundo HALEVY (1995). Em termos internacionais, a Holanda é o principal produtor com cerca de 53% do mercado, seguido pela Colômbia com 13%, Itália com 8% e Israel com 6,5% (ALMEIDA & AKI, 1995). Em se tratando do mercado nacional, é a terceira flor de corte mais cultivada no Brasil. De 1983 a 1991, a produção nacional cresceu de 500 mil para 2,4 milhões de maços, perdendo apenas para crisântemo e a rosa (OLIVETTI et al., 1994). Quase a totalidade do cultivo no país destina-se ao mercado interno, porém a potencialidade para exportação é grande.

Há poucos estudos tratando das condições de cultivo (MARTINEZ, 1997). Dentre os problemas principais enfrentados por esta cultura no Brasil está a dificuldade no manejo de radiação e temperatura em ambiente protegido. Além desses problemas a fusariose é um fator limitante e por isto, nos últimos anos, alguns produtores estão cultivando em substrato e não diretamente no solo, o que reduz a área de piso molhado dentro da estrutura, reduzindo a perda de calor pelo piso e elevando ainda mais a temperatura do ar interna no ambiente protegido.

A proteção da cultura com plástico impermeável à água é necessária porque o contato prolongado da água com as folhas da gipsofila propicia o desenvolvimento de fungos patogênicos que inviabilizam este cultivo. Para as condições brasileiras, a cobertura de

proteção mais utilizada é o polietileno transparente de baixa densidade (PEBD). No entanto, o uso de plásticos para proteção contra chuvas incorre no aumento de temperatura como citam SGANZERLA (1994), e BURIOL et al. (1993). O sombreamento das estruturas é a forma de controle de temperatura que menos requer investimento inicial por parte do produtor. No entanto, o sombreamento não tem sido empregado para não se reduzir a quantidade de luz. Não se encontra, até a presente data na literatura científica brasileira, estudos específicos sobre ambiência ou adequação de casas de vegetação para a cultura da gipsofila.

A gipsofila tolera solos ligeiramente ácidos a alcalinos e assim se espera que se necessite de altos níveis de bases no solo (MOLINA et al., 1991). O próprio nome da planta indica sua afinidade por solos básicos, pois origina-se de duas palavras, sendo *phillum* traduzido por afim, ou amigo, e *Gypso* é o mesmo que gesso. Este mesmo autor cita que a gipsofila também é muito exigente em potássio. Em se tratando de solo ou substrato, a gipsofila exige boa drenagem e reduzida capacidade de retenção de água (SERRA, 1994). O cultivo em substratos pode fornecer água, nutrientes, oxigênio e suporte para as raízes de forma tão satisfatória quanto quaisquer solos (RESH, 1992). Substratos apresentam-se livres de inóculo inicial de patógenos e ervas daninhas (VERDONCK et al., 1976). No entanto requerem maior cuidado com a manutenção do pH e da concentração de sais na sua fase aquosa, pois o excesso ou deficiência podem acarretar sérios danos à cultura.

KUSEY et al. (1981) verificaram que a gipsofila necessita de temperaturas entre 18 e 25 °C e de acordo com TREGEEA (1994), a exposição a um período de calor intenso afeta, significativamente a qualidade das flores. As temperaturas acima de 30 °C antecipam o florescimento e as flores murcham rapidamente, além dos caules permanecerem curtos. Por outro lado, se a temperatura noturna for inferior a 12 °C, as plantas permanecem em estágio de vegetação mesmo que haja luz suficiente para o florescimento (SHLOMO et al., 1985). A gipsofila também é conhecida como uma plana que só faz transição da fase vegetativa para a reprodutiva se as condições ambientais forem favoráveis (HINCKLETON et al., 1993). A temperatura e o comprimento do dia são os principais fatores que afetam seu florescimento (MOE & HEINS, 1990). Em um estudo sobre fluxo de fótons, HICKLETON et al. (1993) usaram $710\mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$ como ideal para a cultura. Considerando que em condições brasileiras, durante todo o ano pode ser encontrado níveis superiores de radiação dentro de ambiente protegido coberto por polietileno, um sombreamento usado para diminuir a radiação solar

incidente visando diminuir a temperatura poderia ser adequado em quase todas as estações para as plantas de alta exigência em radiação, como é a gipsofila.

O manejo do ambiente protegido para esta planta tem sido mais estudado em países de clima frio e com baixa luminosidade natural, por esta razão, a maioria dos estudos sobre luminosidade diz respeito às respostas ao comprimento do dia. No entanto, trabalhando com iluminação suplementar, SHILLO & HALEVY (1982), estudaram dois tipos de iluminação. Em seu estudo, as lâmpadas fluorescentes não foram eficientes em promover florescimento. Ao contrário, as lâmpadas incandescentes, que fornecem grande quantidade de vermelho e vermelho distante, foram efetivas quando utilizadas por 4 horas. FISHER & RUNKLE (2004) relatam que as plantas de dias longos podem ser induzidas ao florescimento com um incremento de radiação vermelho distante. Isto é um indício que além de responder ao comprimento do dia, a gipsofila responde à qualidade da radiação.

O controle da luminosidade em seus aspectos de intensidade, direção e qualidade merecem ser estudados objetivando desenvolvimento de tecnologias aplicáveis pelo floricultor. O estudo de materiais de sombreamento com características ópticas especiais é de fundamental importância, pois as estruturas para este cultivo são geralmente simples e não comportam graus tecnológicos mais sofisticados para controle do microclima. Uma vez que um sombreamento consiste em um dos graus tecnológicos de controle de ambiente de menor custo, se ele pudesse realizar a redução da carga térmica em ambiente protegido do tipo guarda-chuva e melhorar a qualidade e difusibilidade da luz recebida pelas plantas poderia chegar a uma maior produtividade e melhor qualidade para esta cultura.

2.2.2. *Gerbera jamesonii*

A gérbera - *Gerbera jamesonii* é uma planta pertencente à família Asteraceae de origem afro-asiática. De grande importância na Europa, a Holanda, França e a Itália são os maiores produtores europeus (PIERIK et al., 1991). Com potencial para mercado interno e externo, no Brasil, seus híbridos são produzidos em Holambra, em Atibaia, e na região de Arujá, no estado de São Paulo. No entanto com a abertura de novos pólos produtores de flores, sobretudo na região sul do país, a gérbera vem sendo cultivada com importância na região da serra gaúcha, e Curitiba e de Guarapuava.

Variações na intensidade de luz da ordem de 15% a mais que o limite afetam a duração do ciclo de produção e conseqüentemente a produtividade. Também há perdas de coloração com excesso de luminosidade afetando a qualidade do produto final. Além disso, os híbridos cultivados apresentam hastes florais muito longas ou muito curtas, devido à própria genética da planta.

Para a cultura da gérbera, tanto o excesso de radiação global, quanto de fótons fotossinteticamente ativos pode prejudicar as plantas. TIJA & ROGER (1982) realizaram estudos onde comprovaram que, na primavera, houve necessidade de usar malha de sombreamento de 25% e no verão de 30% para se manter a qualidade da flor. Eles determinaram ainda que o bom florescimento da gérbera depende da carga de radiação que a planta recebe. LIN & FRENCH (1985), encontraram até 50% a mais de produtividade em gérbera usando iluminação suplementar, o que também mostra a validade da hipótese de que o sombreamento citado por TIJA & ROGER (1982) como uma necessidade no verão tenha efeito na planta por diminuir a temperatura, mais do que por reduzir a luminosidade. O manejo da radiação através de uma malha móvel foi estudado por LEITE & FAGNANI (2003) que encontraram cerca de 25% a mais de produtividade em gérbera de corte sob malha termo-refletora móvel sob plástico transparente do que sob plástico leitoso sem malha, evidenciando que o sombreamento adequado é essencial para o bom desenvolvimento da cultura da gérbera.

Plantas de meia-sombra normalmente não apresentam capacidade de se ajustar a altas quantidades de luz ocorrentes normalmente no verão. Assim, a única forma de evitar o estresse é através da eliminação de parte da radiação solar incidente (HALE & ORCUTT, 1992).

GABRYZEVSKA & RUBNICKI. (1995) encontraram diferenças significativas em enraizamento e produção de folhas de gérbera na fase de mudas como resposta a diferentes comprimentos de ondas, principalmente na faixa do vermelho. Isto é um indício de que a cultura, tanto de vaso como de corte, pode responder com incremento de produção a determinados comprimentos de onda. As malhas de sombreamento que alteram as proporções entre comprimentos de onda poderiam, em tese, promover aumento ou diminuição da altura e números de hastes e assim, ajudariam os produtores a obter uma qualidade melhor no seu produto se comparado com uma malha preta para cultivos como o de gérbera.

2.2.3. *Phalaenopsis*

O cultivo de orquídea vem crescendo em todo o mundo principalmente em países orientais como Taiwan, Japão, Coréia, Tailândia e China. Este último país passou de 80 ha de área cultivada para 140 ha no ano de 2000 (CHAUR. 2002).

No Brasil, o cultivo está aumentando e as maiores demandas do mercado são pelos gêneros *Dendrobium*, *Epidendrum*, *Laelia*, *Cattleya*, *Cymbidium* e *Phalaenopsis*, sendo que este último é comercializado com os melhores preços. O gênero *Phalaenopsis* compreende 66 espécies de orquídeas epífitas, monopodiais com folhas suculentas. São originárias do extremo oriente, na Ásia, sendo encontradas na natureza desde Papua-Nova Guiné, norte da Austrália, China, Tailândia e Filipinas (TSAI et al., 2003).

É também o gênero mais exigente em microclima. As espécies e híbridos desse gênero não toleram grandes amplitudes térmicas e requerem níveis diferentes de radiação solar, temperatura e umidade relativa dependendo da fase fenológica da cultura (LEE & LIN, 1984; WANG, 1995). CHEN & WANG, citados por FOUCHÉ et al. (1997), relatam que plantas em fase de vegetação podem estar crescendo com fluxo de fótons fotossinteticamente ativos em torno de 280 até 380 μmol de fótons fotossinteticamente ativos $\cdot \text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$. Porém vários estudos relatam que o ponto de saturação lumínico da *Phalaenopsis* é em redor de 130 a 180 μmol de fótons $\cdot \text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$ (OTA et al., 1991, LOOTENS & HEURSEL, 1998). LEE & GUO, 2000 citados por LIN & HSU (2004) relatam ainda que as folhas submetidas a níveis de radiação maiores que 200 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ sofrem foto-inibição. LIN & HSU (2004) relatam que no caso de um cultivo comercial normal as folhas novas posicionadas na parte superior da planta podem estar sujeitas à foto-inibição enquanto as folhas de baixo, que estão sombreadas, ainda não alcançaram o nível ideal de densidade de fluxo de fótons fotossinteticamente ativos. Com base neste fato poderia se cogitar que uma maior quantidade luz difusa no ambiente, ainda que fosse mantida a quantidade total de radiação, poderia beneficiar o cultivo seja por diminuir a foto-inibição como aumentar a quantidade de fótons recebidos pelas folhas de baixo.

Devido à alta exigência microclimática da cultura, as instalações para este cultivo são de bom nível tecnológico variando o número de subcoberturas conforme a incidência local de radiação solar. Preferivelmente, a *Phalaenopsis* é cultivada em regiões serranas, porém com o aumento da demanda a cultura tem sido instalada em regiões de clima, a princípio, inóspito, o que requer maior investimento no microclima, por consequência.

Dentre os problemas que afetam este cultivo estão as temperaturas baixas do inverno, o excesso de radiação e de temperatura. As temperaturas altas provocam a vegetação da cultura e prejudicam a indução floral das plantas. FOUCHÉ et al. (1997) relatam que, a indução floral depende da submissão da planta a um período sob baixas temperaturas. LEE (1990) citado por KONOW & WANG (2001) reporta que a indução floral pode ser obtida mantendo a planta sob temperaturas diurnas de no máximo 25 °C e noturnas de 15 °C por 4 a 5 semanas. WANG (1998) afirma ainda que interações entre temperatura e luminosidade podem ser usadas para manipular a indução floral.

Para sair do problema de enfrentar temperaturas altas na fase de indução floral, muitos produtores mantêm estruturas em regiões montanhosas, onde a bacia microclimática oferece condições mais próximas do ideal para o estímulo ao florescimento dessas orquídeas. Como alternativa a esse trabalho de transporte de plantas, há produtores que investem em sistemas de climatização mais potentes como ar condicionado, por exemplo.

Devido ao fato de que a planta necessita, em todas as suas fases fenológicas, de um nível de radiação bastante baixo (em torno de 200 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$) um sombreamento fixo é necessário pelo menos durante metade da primavera, passando pelo verão até metade do outono, além de outro sistema móvel de sombreamento.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Três experimentos independentes foram instalados para verificar o efeito da malhas coloridas em cultivos de flores de alta, média e baixa exigência em luminosidade, chamando-os de experimento 1, 2 e 3 respectivamente.

O experimento 1 e 2 foram montados no mesmo local porém os tratamentos foram diferentes. O experimento 3 foi montado em um ambiente semi-climatizado, devido a maior exigência microclimática da cultura.

3.1. LOCALIZAÇÃO DOS EXPERIMENTOS

As culturas da gérbera (*Gerbera jamesonii*) de vaso e da gipsofila (*Gypsophila paniculata*) foram implantadas em ambiente protegido localizado na área experimental do Núcleo de Pesquisa em Ambiência (NUPEA), no Departamento de Engenharia Rural da ESALQ-USP em Piracicaba-SP, cujo clima, segundo a classificação climática de Köppen, é Cwa, ou seja, subtropical úmido, com inverno seco. A latitude é de 22° 42' 40'', longitude 47°37'30'' e a altitude de 570 m.

A cultura da orquídea *Phalaenopsis* foi instalada na propriedade rural Sítio do Oriente no município de Pirassununga cujas coordenadas aproximadas são latitude 22° 10', longitude 47° 29' e altitude de 620 m.

3.2. EXPERIMENTO 1 - PLANTA DE ALTA EXIGÊNCIA EM RADIAÇÃO - *Gypsophila paniculata*

Os tratamentos desse experimento consistiram em:

Tratamento I: malha perolizada de alta difusibilidade (Figuras 3 e 4) (malha pérola)

Tratamento II: uso de malha vermelha que transmite grande quantidade de luz na faixa do vermelho e vermelho-distante (Figuras 5 e 6) (malha vermelha).

Tratamento III somente a cobertura plástica de PEBD com 150 μm de espessura.

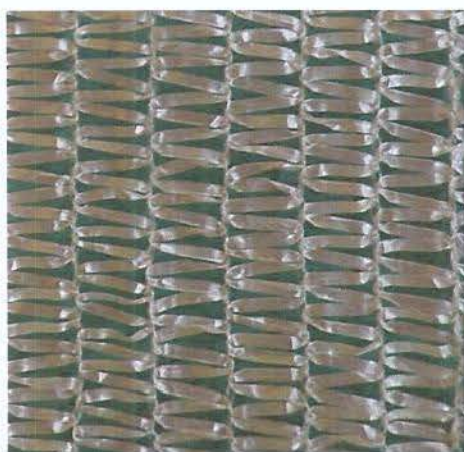


Figura 3 Malha pérola

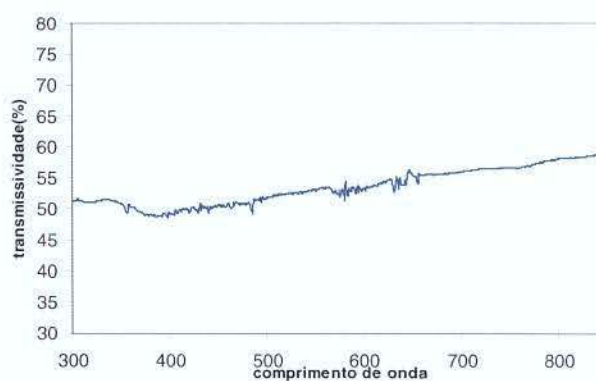


Figura 4

Curva de transmissão da malha pérola (Determinado pelo Laboratório de Química Analítica da UNICAMP, 2004).



Figura 5 Malha vermelha

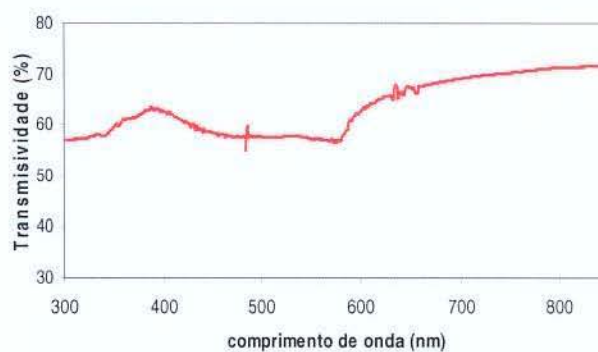
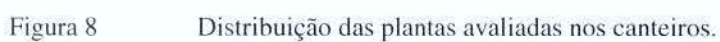
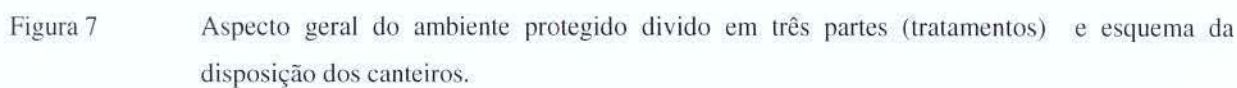


Figura 6

Curva de transmissão da malha vermelha (Determinado pelo Laboratório de Química Analítica de UNICAMP, 2004).

Sob cada tipo de malha, houve três canteiros de 1 m de largura com duas ruas de plantas com espaçamento entre linhas de 0,50 m; e entre plantas de 0,20 m (Figura 8). Foram sorteadas ao acaso 5 plantas em cada canteiro totalizando 15 plantas por tratamento para serem avaliadas periodicamente e também no final do experimento conforme figura 8.



3.2.1. Condução e manejo da cultura

As mudas foram adquiridas no município de Atibaia e foram transplantadas quando apresentavam cerca de 5 cm de altura com 25 dias de idade. O plantio foi realizado no dia 27 de fevereiro de 2002. Utilizou-se uma camada de substrato de casca de pinus de 20 cm de espessura em caixas plásticas de cultivo (Figura 9).



Figura 9 Plantio de *Gypsophila paniculata* em caixas plásticas de cultivo em ambiente protegido coberto com polietileno de baixa densidade na área experimental do Dep. de Eng. Rural da ESALQ-USP, em Piracicaba-SP, Brasil.

As plantas receberam irrigação por aspersão até os 30 dias de transplantio, quando foi feita a poda apical ou “pinch”, através da remoção das 4 primeiras folhas conforme indica PEDROSA (1999). Até esta época a planta recebeu fertirrigação com alto enriquecimento em cálcio e nitrogênio. Após esta época somente a irrigação localizada por gotejamento foi utilizada. Utilizou-se gotejadores com vazão de 2 litros por hora, sendo acionados uma vez por dia com dias de pleno sol, e uma vez a cada 2 dias com dias parcialmente nublados. A partir de então utilizou-se a recomendação de nutrientes nas seguintes dosagens: NPK 20:10:20 em 200mg/L mais 30mg/L de cálcio quelatizado Calbit C[®] da empresa Valagro . Utilizou-se cerca de 2 a 4 mm dessa solução por dia. Aplicou-se micronutrientes via foliar na dosagem de 15mg/litro sendo feita a cada 3 dias. Depois das plantas emitirem as primeiras hastes florais utilizou-se 20mg/L de solução completa de micronutrientes mais 35mg/l de Calbit C. Utilizou-

se uma aplicação de 100 mg/l de GA3, produto comercial Progib, quando as plantas estavam com 60 dias, o que é prática comum dos produtores de gipsofila do estado de São Paulo nesta época e embasada nas informações de SHLOMO et al. (1985).

O controle de insetos durante o ciclo da cultura foi feito com Abamectin na dosagem de 20g ia/ 100L de calda.

Periodicamente, a intervalos de 10 a 15 dias, as 15 plantas sorteadas de cada tratamento foram medidas em sua altura e diâmetro com auxílio de uma régua graduada em milímetros. A colheita, bem como a análise de massa seca e fresca foi feita quando em cada tratamento se encontravam mais de 80% das plantas com flores.

3.2.2. Dados avaliados

3.2.2.1. Parâmetros do ambiente

Em cada tratamento foi instalada uma estação automática de registro de dados composta por:

- a. A umidade relativa do ar e a temperatura foram medidas através de um psicrômetro de termopar modelo S2095, marca Squiter (Figura 14).
- b. A radiação global com piranômetro modelo CM3 da marca Squiter (Figura 14);
- c. A densidade de fluxo de fótons fotossintéticos foi medida através de um radiômetro modelo PAR sensor Kipp & Zonen. Deft Holland 5437, da marca Squiter com faixa spectral de captção de luz entre 400 e 700nm (Figura 13);
- d. A temperatura de folha foi medida com um termômetro infravermelho com mira laser da marca Whurth (Figura 12).

Os sensores foram posicionados no centro geométrico de cada área a 50 cm de altura.

Os dados obtidos nos itens a, b e c foram armazenados em “datalogger” da marca Squiter, modelo A1000 conforme figura 10.

Como precaução ao sistema automático foram instalados em cada tratamento termômetros de bulbo seco e de bulbo úmido. As temperaturas foram registradas às 08:00, 10:00, 12:00, 14:00 e 16:00 horas.

A temperatura da planta foi tomada com termômetro infra-vermelho digital da marca Wurth. Foram realizadas medidas em folhas maduras do lado norte de 5 plantas por bloco,

totalizando 15 plantas por tratamento. As temperaturas foram tomadas às 08:00, 10:00, 12:00, 14:00 e 16:00 horas.



Figura 10 Estação aquisitora e armazenadora de dados.



Figura 11 Posicionamento dos sensores



Figura 12 Termômetro infravermelho.



Figura 13 Radiômetro *Quantum* para 400-700nm.



Figura 14 Radiômetro *Quantum*, piranômetro de Eppley para radiação global e sensores de temperatura e umidade relativa do ar.

3.2.2.2. Parâmetros da cultura

1. Comprimento de haste floral: por ocasião da colheita, as plantas sorteadas tiveram suas hastes florais medidas com uma régua.
2. Número de hastes florais por planta: foram contadas as hastes colhidas de cada planta sorteada
3. Diâmetro da planta: com uma régua graduada em centímetros mediu-se o diâmetro da planta em dois sentidos perpendiculares entre si e calculou-se a média aritmética entre os dois. Para tanto tomou-se a por padrão medir a parte da planta em contato com o solo de onde, após atingir a fase reprodutiva, partem as hastes florais.
4. Tempo do plantio à colheita: foi anotado o dia em que cada planta se apresentou com 80% das hastes em ponto de colheita.
5. Massa fresca: foram pesadas em balança eletrônica as hastes colhidas das 15 plantas sorteadas em cada tratamento e depois toda a planta foi pesada incluindo a parte que contém o sistema radicular.
6. Massa seca: foram secas em estufa as hastes e o restante da planta em separado. Foram pesados em separado e depois somados os valores para se ter a massa seca somente das hastes e da planta toda.

3.2.2.3. Parâmetros fisiológicos

Para análise da fotossíntese, utilizou-se um aparelho “infra red gas analyser” IRGA da marca Licor, modelo Li 6400, cujo funcionamento baseia-se no princípio de enclausurar uma folha em uma câmara que recebe um fluxo conhecido de gás carbônico e pela diferença entre o que entra e o que sai desse gás têm-se o que a planta absorveu. Nessa análise foram utilizadas 3 plantas ao acaso em cada tratamento em cada horário do dia (9, 11, 13, 15 e 17:00 horas) durante 4 dias, ao longo do desenvolvimento da planta, na fase em que as mesmas se encontravam no início da fase reprodutiva. A seleção dos dias para avaliação baseou-se primeiramente em dias de céu limpo e sem nuvens, que nesse estudo foram os dias 24, 25, 26 e 28 de junho de 2002, com as seguintes características baseadas nos dados climáticos da estação meteorológica da ESALQ (Tabela 1).

Tabela 1 Caracterização climática dos dias escolhidos para medições de fotossíntese.

Data	T _{max} (°C)	T _{min} (°C)	T _{med} (°C)	Radiação (Wm ⁻² s ⁻¹)	UR%	Velocidade do vento (m/s)	Insolação (Horas de luz)
24/06/2002	26,5	10,7	18,60	285	70	6,0	8,4
25/06/2002	25,4	10,8	18,10	283	71	6,5	8,5
26/06/2002	25,6	9,4	17,50	322	66	6,6	6,6
28/06/2002	24,7	12,8	18,75	328	59	5,2	7,4

3.2.3. Análise estatística

3.2.3.1. Análise de parâmetros do ambiente

O delineamento utilizado foi inteiramente ao acaso fazendo dos diferentes dias de avaliação, as repetições. Os dias escolhidos para análise foram sem nuvens, 13/05, 25/05, 26/05, 30/05, 09/06, 10/06, 11/06 e 12/06/2002. A análise foi realizada para cada horário do dia sendo as variáveis respostas a temperatura do ar, umidade relativa do ar, temperatura da folha, a luminosidade, a radiação global e a densidade de fluxo de fótons fotossintéticos DFFF. A comparação entre as médias foi feita por meio do teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

3.2.3.2. Análise de parâmetros da cultura

O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso com 3 tratamentos e 15 repetições, com parcelas perdidas. Para comparação entre as médias, foi utilizado o teste de Tukey a 5 % de significância com as variáveis respostas sendo altura da haste, número de hastes por planta, peso seco e fresco das hastes e da parte radicular. As 15 plantas analisadas foram escolhidas ao acaso no início da cultura e por isto houve parcelas perdidas, ou seja, plantas que não floresceram dentro do ciclo esperado.

3.2.3.3. Análise dos parâmetros fisiológicos

Utilizou-se da estatística descritiva para se estimar as correlações e regressões entre a taxa de CO₂ absorvido e o tipo de sombreamento utilizado e Tukey para comparar médias.

3.3. EXPERIMENTO 2 – PLANTA DE MÉDIA EXIGÊNCIA EM RADIAÇÃO – *GERBERA JAMESONII*

O “lay out” do experimento 2 mostra o ambiente subdividido em 3 áreas, contendo módulos com 15 vasos de cada variedade, distribuídos em 5 linhas e 3 colunas. (Figura 15).

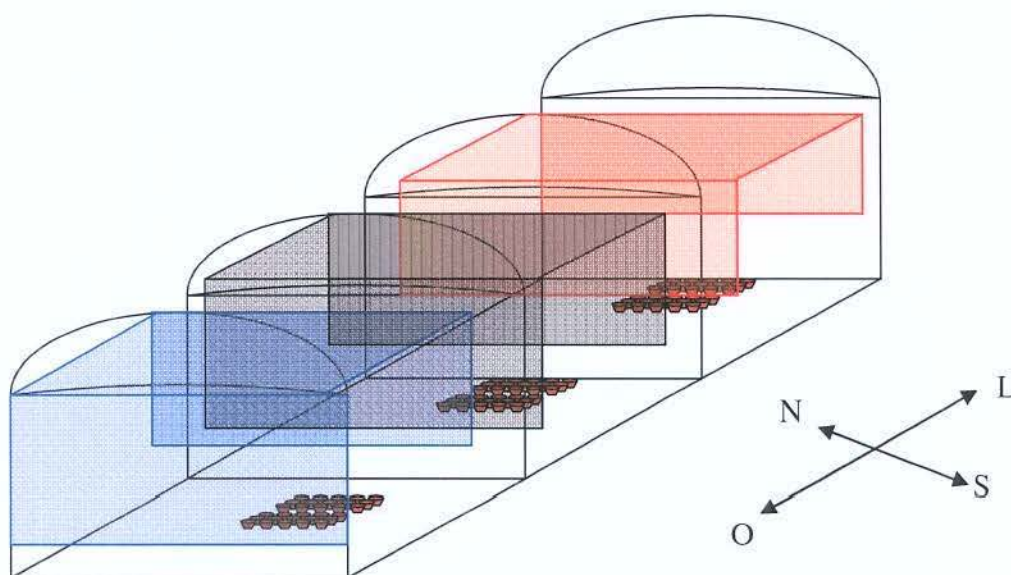


Figura 15 Ambiente protegido dividido em três partes, uma com malha vermelha, outra com malha azul e com malha negra.

O polietileno de baixa densidade (PEBD) com 150 micra de espessura foi utilizado na parte frontal e parte dos fundos da estrutura para seu revestimento. As duas laterais foram revestidas com malha negra de monofilamento fazendo 50% de sombreamento. Este ambiente protegido foi dividido em três partes, correspondendo a cada tratamento com subcoberturas de malhas de polietileno todas com 40% de sombreamento.

Sob cada tipo de malha, foram colocados 30 vasos sendo 15 da variedade Denfil Scarlet e 15 da variedade Denfil Golden Yellow. Os vasos foram trocados de lugar de forma aleatória a cada dia para se neutralizar o chamado efeito-bordadura.

3.3.1. Condução da cultura

As mudas foram adquiridas no município de Holambra e foram transplantadas quando apresentavam cerca de 4 cm de diâmetro com cerca de 30 dias pós germinação das sementes. O plantio foi realizado no dia 7 de julho de 2002. Utilizaram-se vasos chamados “pote 15”, ou seja, com 15 cm de diâmetro na parte superior. O substrato utilizado foi 85% de casca de pinus e 10% de vermiculita e 5% de areia em volume.

As plantas de gérbera têm um ciclo esperado entre 12 e 14 semanas, período no qual foram tomados e registrados os dados de clima, bem como os de crescimento parcial da cultura.

Os vasos foram dispostos sobre cobertura de solo confeccionada em polietileno branco com 60 micra de espessura pois, por questões fitossanitárias, não se pode deixar os vasos em contato direto com o solo.

Após o plantio, somente água foi fornecida e nenhum fertilizante foi ministrado. Depois de uma semana de plantio, as mudas receberam fertirrigação. As plantas receberam irrigação localizada, sendo fornecido cerca de 80ml a cada irrigação. Em dias claros foram feitas 3 irrigações por dia e em dias nublados apenas 2 irrigações, com uma fertirrigação por dia devido a diferenciação do consumo de água pelo vaso em função da radiação. Para padronização da irrigação, foi considerado dia claro, aquele no qual se podia ter mais de 8 horas de brilho solar sem interferências de núvens. A adubação básica usada foi de fórmula 15-16-17 mais micronutrientes na concentração de 100 a 150mg/L até a terceira semana de plantio, passando em seguida para 150 a 200 mg/L até florescimento e após florescimento de 200 a 250 mg/L.

O controle fitossanitário das doenças de folhas causadas por *Alternaria*, *Phytophthora* e mildio foi realizado com Mancozeb (Dithane) com concentração de 40 mg/L.

3.3.2. Variedades testadas

As variedades estudadas foram duas: “Denfil Golden Yellow” (Figura 16), que apresenta o problema característico de ter hastes curtas e a outra, Denfil Scarlet with eyes” (Figura 17), tem hastes demasiadamente compridas. Todos os vasos foram etiquetados com o nome da variedade e o número da repetição (de 1 a 15 para cada variedade dentro de cada malha, ou seja 15 vasos marcados de cada variedade sob três malhas totalizando 90 vasos).



Figura 16 Variedade Denfil Golden Yellow



Figura 17 Variedade Denfil Scarlet

3.3.3. Malhas testadas

Os tratamentos utilizados constituíram-se em diferentes malhas quanto ao espectro de luz transmitido, porém com o mesmo índice de sombreamento, de 40%.

Tratamento I: Malha de maior transmissão no azul e vermelho distante (Figura 18 e 19);

Tratamento II: Malha de maior transmissão de ondas na faixa do vermelho próximo e distante (Figuras 20 e 21);

Tratamento III: Malha negra convencional de 40% de sombreamento (Figuras 22 e 23).



Figura 18 Malha de transmissão com pico no azul e vermelho distante.

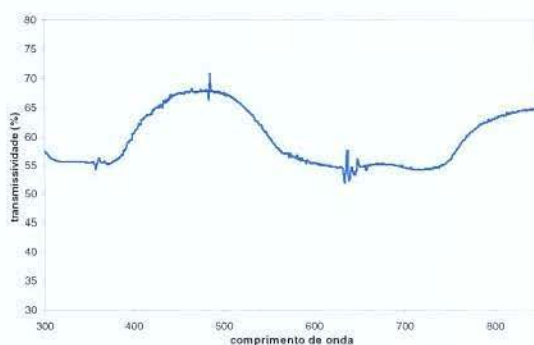


Figura 19 Curva de transmissão da malha com pico no azul (Determinado pelo Laboratório de química analítica da UNICAMP, 2004).

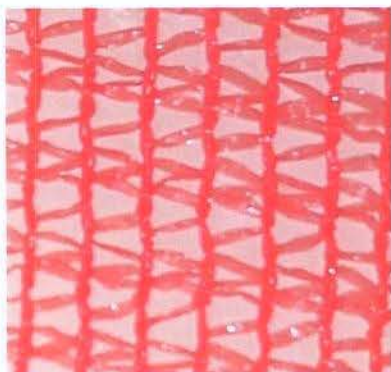


Figura 20 Malha de transmissão na faixa do vermelho e vermelho distante.

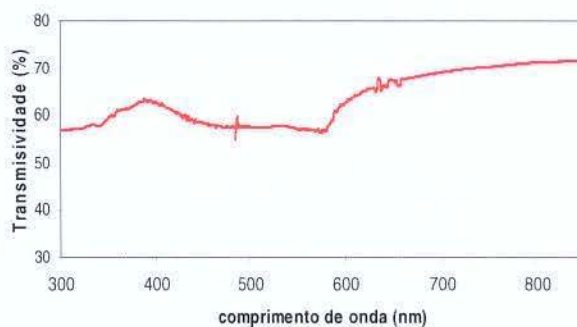


Figura 21 Curva de transmissão da malha vermelha (Determinado pelo Laboratório de química analítica de UNICAMP, 2004).

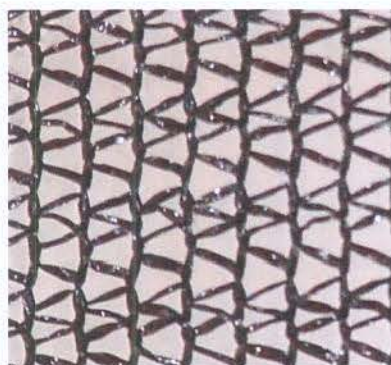


Figura 22 Malha negra convencional.

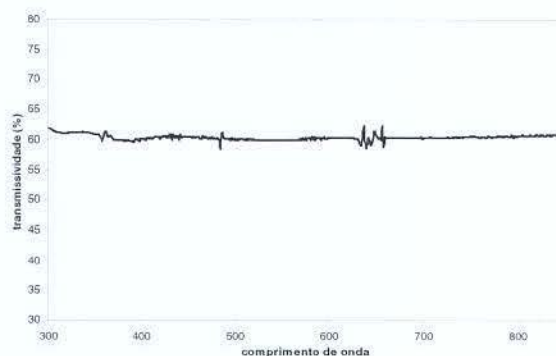


Figura 23 Curva de transmissão da malha negra convencional (Determinado pelo Laboratório de Química Analítica da UNICAMP, 2004).

3.3.4. Dados avaliados

3.3.4.1. Parâmetros do ambiente

- A umidade relativa do ar, e a temperatura foram medidas através de um psicrômetro de termopar modelo S2095, marca Squiter.
- A radiação global foi medida através de um piranômetro modelo CM3 da marca Squiter.

- c. A densidade de fluxo de fótons fotossintéticos (DFFF) foi medida através de um radiômetro modelo PAR sensor Kipp & Zonen. Deft Holland 5437, da marca Squiter com faixa spectral de captação de luz entre 400 e 700nm.

Coleta de dados do ambiente

Foi instalada uma estação de aquisição de dados automatizado da marca Squiter , modelo A1000 (Figura 10). Cabos especiais permitiram a conexão dos sensores à estação e esta foi programada para que as coletas fossem registradas a cada hora durante o período diurno e armazenadas no aqisitor de dados Squiter A1000. O período noturno não foi analisado porque previamente foram feitas medições e não se observou quaisquer diferenças entre os tratamentos.

3.3.4.2. Parâmetros da cultura

As variáveis da cultura foram as seguintes:

- a. Tempo até a formação do vaso comercial: anotou-se a data em que cada vaso enumerado estava em ponto de colheita, ou seja com pelo menos uma flor aberta com mais de 10 cm de altura;
- b. Número de hastes com flores por vaso: foram contadas semanalmente as hastes com flores e estas foram medidas com uma régua graduada em milímetros. Através da soma das alturas de todas as hastes de um vaso pode-se avaliar o grau de adiantamento do vaso semanalmente. Adotou-se esta variável considerando o somatório das alturas das hastes do vaso como um critério comparativo para avaliação comercial das gérberas
- c. Número de folhas por vaso: foram contadas semanalmente as folhas mais longas que 6 centímetros, a qual pode ser considerada uma folha madura em plena atividade fotossintética.
- d. Área foliar: por ocasião da colheita todas as folhas maiores que 6 centímetros foram medidas através de um medidor de área foliar tipo “scanner” modelo Li 3100 da marca Licor, sendo dado o valor em cm².

- e. Massa fresca: no final do experimento as plantas foram retiradas e limpas das partículas de substrato, em seguida foram pesadas as hastes, o restante da parte aérea e as raízes em separado, sendo os valores em gramas.
- f. Massa seca: no final do experimento a parte aérea da planta e a parte radicular foram colocados em sacos de papel pardo devidamente etiquetados e levados à secagem em estufa com circulação de ar a 62 °C durante 48 horas para posterior pesagem em balança eletrônica com precisão de centigramas, sendo o valor em gramas.

3.3.4.3. Parâmetros Econômicos

Quanto ao estudo econômico, foram tomados os preços no centro de comercialização Veiling Holambra e assim determinados os valores de produção em cada tratamento. O valor da produção por metro quadrado assim obtido, foi contrastado com o custo de produção que engloba o custo da malha usada em cada tratamento, além de horas homem e tempo da cultura na estufa. Dessa forma, determinou-se se o custo do investimento na nova tecnologia de produção pode ser pago pelo retorno financeiro propiciado por cada tratamento. Também foi aplicado o modelo de BACHA (1992) que consiste em método matemático para verificar aplicabilidade econômica de novas tecnologias para agricultura.

3.3.5. Análise Estatística

3.3.5.1. Análise dos parâmetros do ambiente

O delineamento utilizado foi em inteiramente ao acaso fazendo dos diferentes dias de avaliação, as repetições. Utilizou-se 8 dias totalmente sem nuvens que foram 25/08, 01/09, 02/09, 03/09, 27/09, 28/09, 29/09, 02/10. A análise foi feita para cada duas horas durante o período diurno, sendo as variáveis a temperatura do ar, umidade relativa do ar, radiação global, radiação RFA.

3.3.5.2. Análise dos parâmetros da cultura

O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso. O experimento foi um fatorial 3 x 2 pois utilizou-se 3 tratamentos com malhas e 2 variedades, Denfil Golden Yellow with Eyes e Denfil Scarlet with Eyes em 15 repetições, com parcelas perdidas. Para comparação entre as médias, foi utilizado o teste Tukey a 5 % de probabilidade.

3.2.5.3. Análise de parâmetros econômicos

Para a análise econômica foi verificado o valor de comercialização do vaso no Veiling Holambra, na época da colheita.

Os vasos foram classificados de acordo com o número de hastes com flores abertas, sendo 4 flores ou mais de qualidade A1, 3 flores, qualidade B, 2 flores qualidade C, e uma flor, qualidade D.

O valor comercial de todos os vasos classificados sob cada tratamento foi somado e dividido por 1,5 m², que é a área ocupada pelos 15 vasos, para se obter a receita possível por metro quadrado. Em seguida, calculou-se a diferença entre o valor agregado pelo tratamento e o valor adicional do custo tecnológico e então obteve-se o lucro propiciado por tratamento.

A vantagem econômica da adoção de uma tecnologia nova em relação à tradicional também pode ser obtida aplicando-se o modelo de inovação tecnológica citado por BACHA (1992).

3.4. EXPERIMENTO 3 - PLANTA DE BAIXA EXIGÊNCIA EM RADIAÇÃO - ORQUÍDEA *PHALAENOPSIS*

As plantas do primeiro lote foram plantadas em 7 de abril de 2003. Utilizou-se variedades comerciais do gênero *Phalaenopsis*. As mudas foram obtidas por clonagem de meristemas e plantadas em potes de polietileno transparentes com 11 cm de diâmetro por 11 cm de profundidade (pote11). Quando estavam com 5 meses de idade foram transplantadas para pote de 15 cm de diâmetro quando foram levadas para o ambiente experimental. Os vasos continham substrato de fibra de coco de designação média, ou seja, com fibras de 2 mm até 1,5 cm. O ciclo de produção variou conforme a variedade e o tratamento de 10 meses até 15 meses. A irrigação foi a cada 3 dias e a fertirrigação, a cada 9 dias, foi idêntica para todas as plantas utilizando-se a formulação 20-20-20 Master® da empresa Valagro, diluída a 800mg/l mais micronutrientes 12mg/l até a floração e depois da indução floral 1.200mg/l de 20-20-20, sendo fornecido cerca de 150 ml de solução por vaso. O segundo lote de plantas foi conduzido da mesma forma que o primeiro e foi levado ainda em bandeja para o ambiente experimental em 20 de outubro de 2003 (Figura 24), diferentemente do primeiro lote que só chegou ao ambiente experimental com cerca de 6 meses de idade.

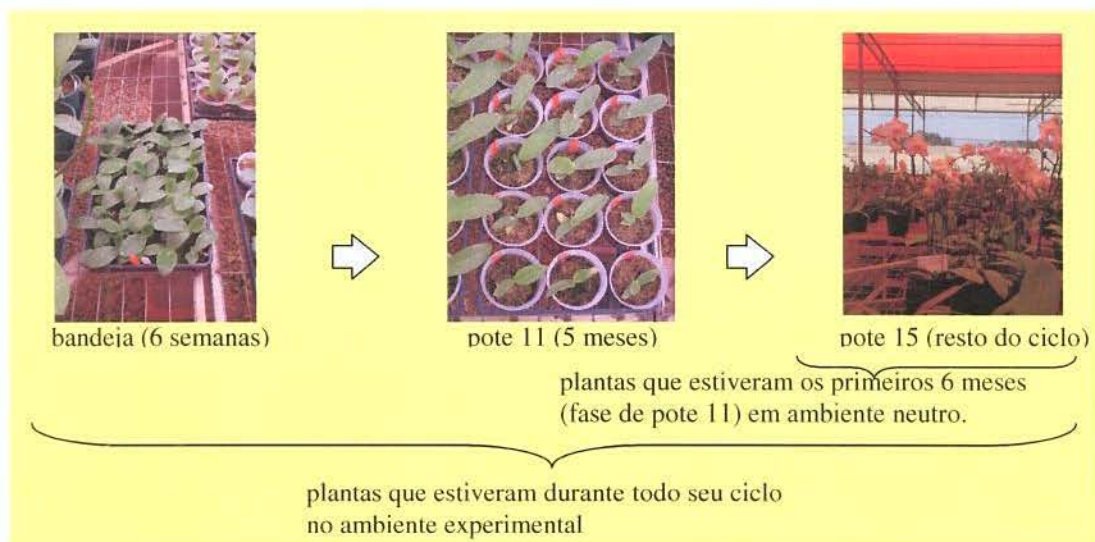


Figura 24 Esquema de permanência em cada tipo de vaso e ambiente dos dois lotes de plantas estudados.

O ambiente continha 3 malhas diferentes que consistiam nos tratamentos. O cultivo estava em ambiente protegido semi-climatizado do tipo multi-túnel sendo 4 vãos de 6,40m x 10 módulos de 4,5m. Os túneis estavam situados no sentido norte-sul com desvio de 13 graus para norte. O ambiente contava com circuladores de ar interno e sistema de nebulização de alta pressão e cortina lateral para ventilação natural. Os circuladores de ar foram distribuídos de forma a uniformizar as características psicrométricas do ar interno. O ambiente foi dividido em três partes iguais e foram sorteadas as posições de onde ficariam as três malhas. A malha vermelha ficou na parte sul, a malha negra ficou na parte central e a malha azul ficou na parte norte da referida casa de vegetação multi-túnel de 1152m². Cada malha ocupou cerca de 384m² e foi instalada a 3,5 m de altura ou a 2,70 m do topo das plantas sem inflorescência (Figura 25). Para evitar interferências entre os tratamentos colocaram-se as plantas e os sensores de temperatura, umidade, radiação solar global e radiação fotossinteticamente ativa no centro geométrico de cada área de modo que as plantas tomadas para análise de um tratamento estavam a uma distância maior que 7 metros do outro tratamento ou do perímetro da casa de vegetação, evitando assim interferência direta da luz de um tratamento no outro.



Figura 25 Vista da área experimental em Pirassununga-SP, Brasil.

3.4.1. Malhas testadas

Os tratamentos utilizados constituíram-se em diferentes malhas quanto ao espectro de luz transmitido, porém com o mesmo índice de sombreamento, de 50 %

Tratamento 1 - malha de transmissão de ondas na faixa do vermelho próximo e vermelho distante com aproximadamente 50% de sombreamento ChromatiNet Vermelha[®] 50 cuja curva de transmissão. (Figura 26).

Tratamento 2 - Malha de transmissão de luz na faixa do azul e vermelho distante com aproximadamente 50% de sombreamento, ChromatiNet Azul[®] 50. (Figura 27).

Tratamento 3 - Malha negra convencional de 50% de sombreamento cuja curva de transmissão pode ser observada na figura 28.

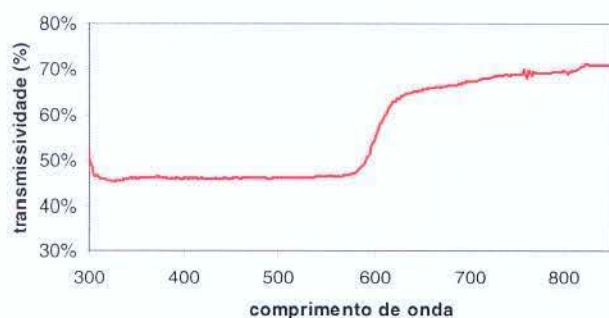


Figura 26 Curva de transmissão da malha vermelha e vermelha distante (Oren-Shamir et al, 2001).

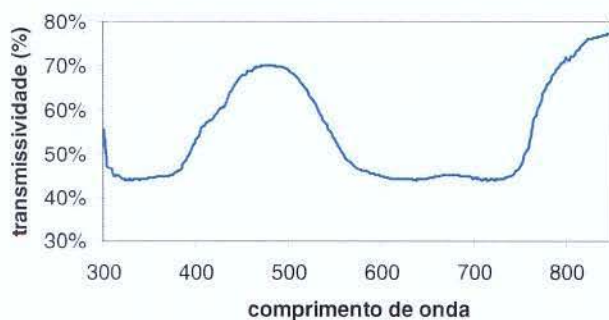


Figura 27 Curva de transmissão da malha azul (Oren-Shamir et al, 2001).

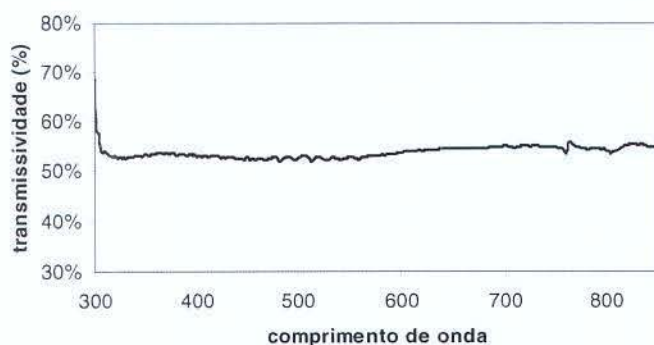


Figura 28 Curva de transmissão da malha negra convencional (Oren-Shamir,2001).

Todas as malhas foram confeccionadas em polietileno de alta densidade mono-orientado, coextrusada em três capas pela Polysack Plastic Ind. ltd.

3.4.2. Variedades testadas

As variedades testadas eram híbridos de *Phalaenopsis* e *Doritaenopsis* (Figura 5.6)

LC006 - *Doritaenopsis* var. Newberry Parfait

LT 14 - *Phalaenopsis maraldee*

94 - *Doritaenopsis taisuco* var.Firebird x *Doritaenopsis* var.I-Hsing New Girl

140 - híbrido codificado

45A - híbrido codificado

34 - *Doritaenopsis*.Purple Gem

LC046 - *Phalaenopsis belgium* Pink

G1 - híbrido codificado

ST1 - híbrido codificado

113 - híbrido codificado



LC006

94

14

45A

34

LC046

G1

ST1

113

Figura 29 Variedades testadas sob malha vermelha, preta e azul.

3.4.3. Análise do tempo para a antese

O objetivo foi avaliar o tempo até a antese, ou seja, a abertura floral das plantas que chegaram ao ambiente experimental depois de permanecerem cerca de 6 meses em outro ambiente sem malhas coloridas cultivadas em pote tipo 11 onde foram transplantadas em abril de 2003 e transplantada para pote 15 por ocasião de sua transferência para área experimental em outubro de 2003. Verificou-se, também, outro lote de plantas que foram cultivadas no ambiente experimental desde seu transplante da bandeja de enraizamento para o pote 11 na data de outubro de 2003. Em ambos os casos, utilizaram-se 12 plantas de cada variedade, com exceção da variedade 46 e 94, as quais foram avaliadas com 8 plantas por tratamento.

Contou-se as flores de cada tratamento com intervalos de cerca de 20 a 30 dias. A análise dos dados foi descritiva marcando-se o número de flores abertas a cada intervalo de tempo.

3.4.4. Análise do crescimento vegetal

Duas variedades das que foram para a área experimental com 6 meses de idade (LT 14 e LC006) e duas variedades que estiveram no ambiente com as malhas de cor desde o início (LC046 e 113) foram levadas ao laboratório de pós-colheita da FEAGRI-UNICAMP em setembro de 2004 maio, e em maio e junho de 2005 e avaliou-se:

- 1- Área foliar com medidor de área foliar LiCor 3100;
- 2- Altura da haste, com auxílio de uma régua;
- 3- Número de flores abertas;
- 4- Massa seca de raiz;
- 5- Massa fresca de raiz;
- 6- Massa seca das folhas;
- 7- Massa fresca das folhas;
- 8- Massa seca das hastes;
- 9- Massa fresca das hastes.

Todas as massas foram medidas com balança eletrônica com precisão de duas casas decimais e tara para 500g.

Para cada tratamento foram utilizadas 12 repetições ou plantas de cada uma das variedades estudadas.

A precocidade das variedades que estiveram sob a malha vermelha foi de tal dimensão que impediu de se constatar como seria uma haste normal das plantas dos outros tratamentos por ocasião da data de avaliação que foi quando 80% das hastes de algum tratamento apresentaram flores maiores que 2 cm.

Devido a esta diferença acentuada do estágio fenológico das plantas no momento da avaliação, decidiu-se avaliar mais um lote da mesma clonagem quando havia pelo menos 80% de antese nos vasos de todos os tratamentos, o que se deu cerca de 32 dias depois da primeira avaliação para a variedade 113 (Tabela 9 e 10) e para a variedade 46 (Tabela 11 e 12). Assim sendo, houve 1 experimento para cada variedade testada (LT14, LC006, LC046 e 113), sendo que as duas últimas variedades foram avaliadas duas vezes em datas diferentes (11 de maio de 12 de junho de 2005).

O delineamento experimental para análise dos dados das plantas foi inteiramente ao acaso considerando cada planta como sendo uma repetição. Utilizou-se 12 repetições por tratamento. A análise dos dados foi feita através do teste F de significância e a comparação das médias foi feita através do teste Tukey ao nível de significância de 95%.

3.4.5. Análise dos parâmetros do ambiente

O delineamento experimental para análise dos parâmetros microclimáticos foi inteiramente ao acaso considerando cada dia como sendo uma repetição. Procurou-se tomar os dados em dias completamente sem nuvens e próximos. Os dias escolhidos para a avaliação foram 3, 4, 5, 6, 7, 9, e 10 de agosto de 2004. Utilizou-se 8 repetições por tratamento nos horários de 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, e 18 horas. A análise dos dados foi feita através do teste F de significância e a comparação das médias foi feita através do teste Tukey ao nível de significância de 95%.

3.4.6. Equipamentos utilizados

Para medição de temperatura foi utilizado um termômetro de mercúrio instalado no centro geométrico de cada parcela na altura do docel da cultura que era cerca de 1,20m do solo e 2,30 da malha.

Para medição da radiação fotossinteticamente ativa (RFA) utilizou-se sensores fotovoltaicos Quantum Li190 SZ calibrado para medir a radiação em $W.m^{-2}$.

Para medir a radiação global utilizou-se sensores fotovoltaicos Piranômetro Li 200 SZ calibrado para medir a radiação em $W.m^{-2}$.

Para registrar os dados de radiação utilizou-se uma estação aquisitora de dados Licor Li-1400 (Figura 30).

Para verificação da área foliar foi utilizado um aparelho Licor Li-3100 (Figura 31).



Figura 30 Aquisitor de dados usado para radiação global e RFA



Figura 31 Equipamento utilizado para medir a área foliar das plantas de *Phalaenopsis* *Gypsophila* e *Gerbera*.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. EXPERIMENTO 1 – PLANTA DE ALTA EXIGÊNCIA EM RADIAÇÃO – *GYPSOPHILA PANICULATA*

4.1.1. Parâmetros do ambiente

A análise de dados a seguir refere-se aos dias mais críticos do período de cultivo que vai de 27 de fevereiro de 2002 até 6 de julho de 2002.

4.1.1.1. Temperatura do ar

Foi possível verificar que não houve diferença significativa para o horário das 8:00 horas da manhã, porém, nos horários entre 10:00h e 16:00h houve diferenças entre as temperaturas nos ambientes com malhas de sombreamento e onde não havia malha (testemunha) sempre estando mais altas sem malha. O fato de não haver diferenças significativas nas primeiras horas da manhã se explica pelo fato da carga térmica nesses horários ser significativamente menor devido à inclinação solar. Nos horários entre 12 e 14:00 horas, o ângulo de incidência solar favorece uma carga térmica muito grande. Neste momento, como a diferença entre a quantidade de radiação transmitida pela malha e por onde não há malha é muito grande em porcentagem, a diferença de temperatura também se acentua a ponto de mostrar-se estatisticamente significativa entre os tratamentos com malha e a testemunha, sem malha (Tabela 2). FARIA JUNIOR & LIMA (2000), trabalhando com estufa simples e outra sombreada em 18 % negro, encontraram maiores diferenças de temperatura, embora estatisticamente não significativas, durante as horas mais quentes do dia. Estes autores ainda

afirmam que a diferença de temperatura não foi maior devido à baixa porcentagem de sombreamento utilizada (18%), o pequeno tamanho da estufa e as boas condições de ventilação natural. ROCHA (2002), trabalhando com níveis de sombreamento diferentes encontrou as maiores diferenças de temperatura sob diversas malhas nos horários entre 10 e 16 horas, o que concorda com os dados obtidos neste trabalho. No horário das 18:00h a temperatura do ar na testemunha estava menor que nos outros dois tratamentos indicando uma inversão térmica maior no tratamento sem malha do que com malhas.

Tabela 2 Resultado de Tukey para as médias horárias de temperatura do ar (°C), em função dos diferentes ambientes analisados, no intervalo das 8 às 18 h, ESALQ-USP, Piracicaba, SP.

Horário	Temperatura do ar (°C) Malha pérola	Temperatura do ar (°C) Malha vermelha	Temperatura do ar (°C) Sem malha (Testemunha)
8:00	19,11a	19,09a	19,02a
10:00	28,91b	28,92b	29,99a
12:00	30,29b	30,05b	30,94a
14:00	31,01b	31,15b	32,49a
16:00	28,14b	28,01b	28,97a
18:00	22,74a	21,93a	21,08b

Médias seguidas pelas mesmas letras na mesma linha não diferem entre si, pelo Teste de Tukey no nível de 5% de probabilidade.

4.1.1.2. Umidade relativa do ar

Com relação à umidade relativa do ar no interior do ambiente protegido, encontrou-se um comportamento inverso à temperatura, o que era esperado. Nas horas de maior temperatura a umidade relativa foi menor e ao cair da tarde, quando a temperatura diminuiu, a umidade se elevou.

A umidade relativa do ar sempre foi maior nos ambientes com malha do que sem malha, possivelmente devido à retenção física do conteúdo evapotranspirado. Estes dados concordam com BURIOL et al. (1993), FARIA JUNIOR & LIMA (2000) e COSTA et al. (2000). A perda de calor latente através da transpiração é maior durante as primeiras horas da manhã em condições de cultivo protegido (MEDINA et al. 2002). Isto implica na manutenção de vapor d'água no ar o que colabora para uma maior umidade relativa, porém quando a planta fecha estômatos devido a estresse térmico, o fluxo de vapor d'água da planta para o ar cessa

provocando rápida diminuição na umidade relativa do ar. Sem a presença de uma malha que ofereça resistência à passagem de ar e vapor, a umidade relativa caiu para níveis ainda mais baixos (Tabela 3).

Tabela 3 Resultado de Tukey para as médias horárias de umidade relativa do ar (%), em função dos diferentes ambientes analisados, no intervalo das 8 às 18h, ESALQ-USP, Piracicaba, SP.

Horário	Umidade Relativa (%) Malha Pérola	Umidade Relativa (%) Malha vermelha	Umidade Relativa (%) Sem malha (Testemunha)
8:00	66,22a	66,30a	63,04b
10:00	41,21a	41,04a	37,81b
12:00	39,23a	39,16a	35,71b
14:00	38,83a	38,73a	34,84b
16:00	42,48a	42,24a	36,70 b
18:00	53,70a	53,54a	43,97 b

Médias seguidas pelas mesmas letras na mesma linha não diferem entre si, pelo Teste de Tukey no nível de 5% de probabilidade.

4.1.1.3. Temperatura da Folha

Como a planta faz mais fotossíntese durante a manhã (Figura 34), a transpiração também é maior neste horário, portanto, há grande perda de calor latente responsável pela diminuição da temperatura das folhas sombreadas pelos tratamentos com relação às não sombreadas da testemunha (Tabela 4). À tarde, as diferenças de temperatura não foram tão grandes, pois já não havia o mesmo índice de perda de calor latente pelas plantas sombreadas.

Nota-se que as diferenças de temperatura entre os tratamentos com malhas e sem malha foram maiores na folha do que no ar, o que seria de se esperar devido à folha ter maior massa e capacidade de armazenar calor.

Tabela 4 Resultado de Tukey para as médias horárias temperatura da folha (°C), em função dos diferentes ambientes analisados, no intervalo das 8 às 18 h, ESALQ-USP, Piracicaba, SP.

Horário	Temperatura da folha (C) Malha pérola	Temperatura da folha (C) Malha vermelha	Temperatura da folha (C) Sem malha (Testemunha)
8:00	18,96 b	18,99 b	19,86 a
10:00	29,31 b	28,11 b	33,85 a
12:00	33,32 b	32,58 b	40,40 a
14:00	33,61 b	32,13 b	39,64 a
16:00	29,50 b	31,07 ab	32,85 a
18:00	19,67 a	19,21 b	19,23 b

Médias seguidas pelas mesmas letras na mesma linha não diferem entre si, pelo Teste de Tukey no nível de 5% de probabilidade.

As diferenças na temperatura das folhas entre os tratamentos sombreados e a testemunha também sugere que o déficit de pressão de vapor seja maior no tratamento sem malha. É sabido que déficits de pressão de vapor altos acarretam o fechamento dos estômatos. Ainda que não houvesse sido constatado menor assimilação de gás carbônico nesses horários (Tabela 15), as plantas não sombreadas apresentaram-se com menor massa seca e fresca. Isto pode ser um indício que ainda que haja assimilação de carbono, um alto déficit de pressão de vapor pode causar algum desequilíbrio fisiológico que prejudica a fixação de carbono e o desenvolvimento da planta como um todo.

4.1.1.5. Radiação solar

Houve diferenças significativas entre os tratamentos com malhas e sem malha em todos os horários com exceção das 8:00 e 18:00h (Tabela 5). As diferenças nos níveis de radiação nesses horários foram devidas à orientação da estufa que permitiu maior incidência de manhã no tratamento com malha vermelha e à tardinha no tratamento com malha pérola.

Tabela 5 Resultado de Tukey para médias horárias de luminosidade (Wm^{-2}) em função dos diferentes ambientes analisados, no intervalo das 8 às 18h, ESALQ-USP, Piracicaba, SP.

Horário	Radiação Solar (Wm^{-2})	Radiação Solar (Wm^{-2})	Radiação Solar (Wm^{-2})
	Malha pérola	Malha vermelha	Testemunha (sem malha)
8:00	43,92 c	58,974 b	102,94 a
10:00	201,43 b	194,57 b	292,00 a
12:00	324,00 b	338,87 b	473,00 a
14:00	292,71 b	309,74 b	418,57 a
16:00	118,49 b	124,36 b	164,77 a
18:00	18,41 a	14,57 b	16,20 ab

Médias seguidas pelas mesmas letras na mesma linha não diferem entre si, pelo Teste de Tukey no nível de 5% de probabilidade.

4.1.1.6. Densidade de fluxo de fótons fotossintéticos (DFFF)

Não houve diferenças significativas entre os níveis de DFFF entre as duas malhas testadas, porém ambas foram diferentes da testemunha (Tabela 6). Como no caso da radiação solar global, a DFFF foi maior pela manhã (8:00h) sob malha vermelha, a qual estava localizada a leste e no fim da tarde (18:00) foi maior sob malha pérola que estava a oeste.

Tabela 6. Resultado de Tukey para as médias horárias de densidade de fluxo de fótons fotossintéticos ($\mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$) em função dos diferentes ambientes analisados, no intervalo das 8 às 18h, ESALQ-USP, Piracicaba, SP.

Horário	DFFF($\mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$) Malha Pérola)	DFFF ($\mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$) Malha vermelha	DFFF ($\mu\text{mol.m}^{-2}\text{s}^{-1}$) Testemunha (sem malha)
8:00	41,81 c	51,30 b	79,87 a
10:00	303,14 b	279,69 b	448,43 a
12:00	535,86 b	525,71 b	971,29 a
14:00	490,43 b	477,86 b	855,00 a
16:00	219,14, b	206,86 b	346,86 a
18:00	25,40 b	18,44 c	43,06 a

Médias seguidas pelas mesmas letras na mesma linha não diferem entre si, pelo Teste de Tukey no nível de 5% de probabilidade.

4.1.2. Dados da cultura

No tratamento (T2) com malha vermelha, a colheita foi realizada em 05/06/2002. Nesta data, 100% das plantas apresentavam-se com flores. A colheita na testemunha (T3) foi feita em 29/06/2002, quando 12 das 15 plantas sorteadas apresentavam-se com hastes florais. O tratamento (T1) com malha pérola não permitiu florescimento e as plantas permaneceram em estado de “roseta”, ou seja, sem a emissão de hastes até setembro, quando finalizou-se o experimento.

4.1.2.1. Curva de crescimento

Nesse trabalho observou-se uma influência no diâmetro da planta (Tabela 7) e na emissão de hastes florais (Figura 32), sendo significativamente maior no caso das plantas sob malha vermelha. Embora não houvesse diferença estatística entre a DFFF e a luminosidade entre as malhas testadas, observou-se um resultado diametralmente oposto entre as plantas desenvolvidas sob malha vermelha e sob malha pérola. Na natureza, a razão entre as radiações refletidas vermelho/vermelho distante aumenta com o distanciamento da planta que está

emitindo a radiação. As plantas que recebem reconhecem esta radiação e conseqüentemente, a distância da planta mais próxima por meio do sistema de fitocromos (SMITH, 1995). Se a planta está muito próxima da emissora, a sua fisiologia é alterada para competir com vantagem. Estas alterações podem envolver um florescimento precoce, alongamento de internódios, expansão de limbo foliar, emissão de brotações dentre outros fenômenos (KASPERBAUER, 1994).

Tabela 7 Resultado do teste de Tukey para a variável diâmetro da planta (cm) em função dos sombreamentos para a espécie *Gypsophila paniclata*, ESALQ-USP, Piracicaba, SP.

Tratamento	Datas							
	16/03/2002	30/03/2002	13/04/2002	04/05/2002	19/05/2002	29/05/2002	9/06/2002	29/06/2002
Pérola	11,67 ab	13,00 b	14,86 b	17,73 b	26,13 b	27,86 b	31,13 b	33,70 c
Vermelha	13,40 a	15,73 a	17,40 a	20,20 a	37,53 a	43,86 a	43,13 a	47,93 a
Testemunha	12,33 b	13,73 b	14,60 b	16,80 b	22,26 b	25,00 b	29,26 b	40,20 b

Médias seguidas pelas mesmas letras e na mesma coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey no nível de 5% de probabilidade. CV= 13,49; 11,43; 15,62; 18,24; 15,05; 18,72; 20,61; 18,34%, respectivamente.

De acordo com os dados apresentados (Tabela 8) pode-se observar que não houve diferenças significativas no diâmetro das plantas cultivadas sob malha perolizada (T1) e a testemunha (T3). Isso evidencia que apesar da intensidade da radiação global e DFFF terem sido completamente diferentes entre esses dois tratamentos estes parâmetros não influenciaram decisivamente no diâmetro da planta, sendo que, apenas na última avaliação as plantas na testemunha estavam maiores por terem florescido. HICLINTON et al. (1993) afirmam que diferenças no microclima podem agir sobre a planta para passar da fase vegetativa para a reprodutiva. No caso, a maior intensidade de radiação global e DFFF não contribuíram significativamente, uma vez que as diferenças entre os outros parâmetros não foram estatisticamente significativas. As plantas do tratamento com malha vermelha (T2) mostraram-se com maior diâmetro diferenciando suas fases fenológicas com certa precocidade. Isto pode indicar que maior quantidade de radiação na faixa do vermelho e vermelho distante pode influir no diâmetro da planta que, por sua vez é tão maior quanto mais hastes a planta possui.



Figura 32 Aspecto do desenvolvimento das plantas de *Gypsophila paniculata* ao longo do cultivo em casa de vegetação em Piracicaba-SP, no período de março a junho de 2002.

As curvas de crescimento em diâmetro das plantas cultivadas sob diferentes malhas são apresentadas na Figura 33 e os modelos de regressão representados na Tabela 8 subsequente.

Tabela 8 Modelos de regressão representativos das curvas de crescimento para a *Gypsophila paniculata* sob diferentes coberturas.

Tratamento	Modelo	R ²
T1 malha pérola	$y = 0,0029x^2 - 214,56x + 4E+06$	0,9934
T2 malha vermelha	$y = -2E-06x^4 + 0,2675x^3 - 14992x^2 + 4E+08x - 3E+12$	0,9612
T3 testemunha	$y = 0,0007x^2 - 50,916x + 947290$	0,9613

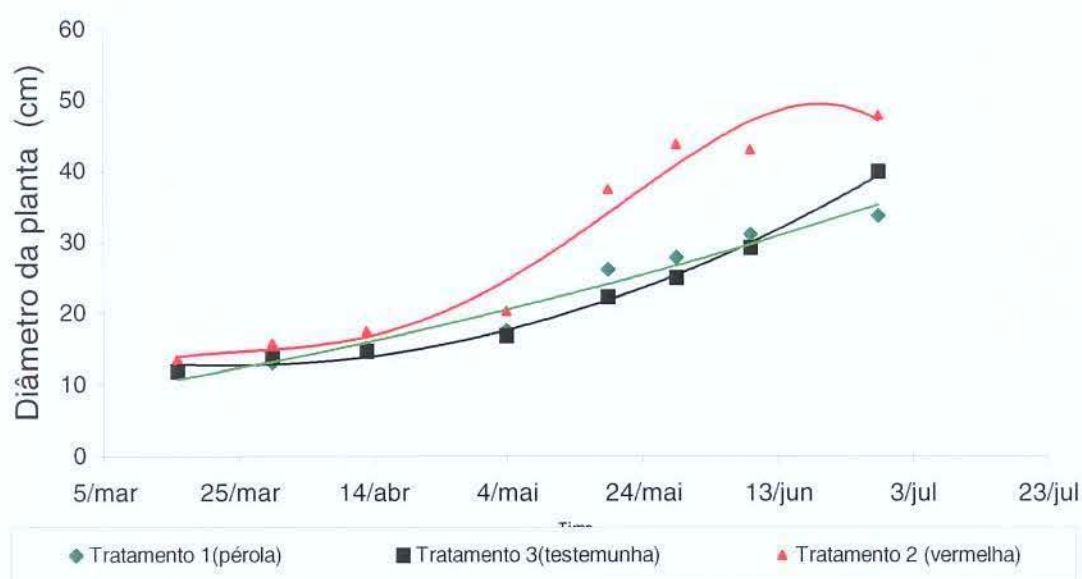


Figura 33 Curva de crescimento de *Gypsophila paniculata* cultivada em casa de vegetação sob diferentes coberturas, em Piracicaba-SP.

A planta sombreada pela malha pérola apresentou-se em estado de roseta até o final do experimento (Figura 32 e 33). Isto pode ser explicado pela falta de luz, pois as plantas cultivadas apenas sob o plástico receberam cerca do dobro da radiação e luminosidade e assim puderam emitir hastes florais desenvolvendo-se normalmente. Não obstante, as plantas sob malha vermelha receberam radiação e luminosidade praticamente iguais às plantas sob malha pérola e mesmo assim floresceram inclusive com precocidade (Figura 32). Segundo KASPERBAUER (1994), SMITH (1995) e FISCHER & RUNKLE In: FISHER & RUNKLE (2004) o estreitamento na relação de comprimentos de onda vermelho e vermelho-distante (V/VD) provocam competição entre plantas e por isto desencadeia mudanças fisiológicas com fins de sobrevivência e manutenção da espécie. Este fenômeno pode explicar o florescimento precoce ocorrido sob malha vermelha, a qual transmite uma relação V/VD muito estreita. MORTENSEN & MOE (1992) afirmam que radiação vermelha distante no final do dia promove o florescimento em várias plantas de dia longo.

TOYOMATSU et al. (1998) relatam que plantas submetidas a uma alta quantidade de luz vermelha apresentam uma alta concentração de giberelina. Este hormônio pode promover o alongamento de internódios ou florescimento (TAIZ & ZEIGER, 1998). A aplicação de giberelina exógena pode substituir a indução fotoperiódica quando usada em plantas de dia longo que crescem como rosetas em dias curtos (GUERRA 2004 In:KERBAUY 2004).

4.1.2.2. Número e comprimento das hastes florais

Tanto o número de hastes quanto o comprimento das hastes foi maior no tratamento com malha vermelha (Tabela 9 e 10). Estes dados concordam com os de VAN DER ZANDE & BLACQUIÈRE (1997) que trabalhando com iluminação artificial em época de pouca luz, encontraram maior florescimento e maior comprimento de hastes sob lâmpadas incandescentes e lâmpadas que dão grande quantidade de V+VD. MARISKA et al (2001). trabalhando com iluminação de quebra de fotoperíodo encontraram maior número de hastes por planta de gipsofila tratadas com lâmpadas incandescentes e lâmpadas que dão alta quantidade de V e VD, assim como KADMAN-ZAHAVI (1989) trabalhando com iluminação suplementar para gipsofila em Israel.

Alterações na quantidade de radiação na faixa do vermelho não só sensibilizam os fitocromos num processo onde há produção de inúmeras enzimas, como também aumentam a

concentração de Ca^{++} que se liga à calmodulina, ativando várias enzimas responsáveis pelo desencadeamento de processos de fotomorfogênese como emissão de hastes florais, por exemplo (LARCHER, 2000); (HART, 1988). É provável que a explicação para um maior número de hastes encontrado sob malha vermelha seja devido à maior ativação do complexo cálcio-calmodulina devido à maior quantidade de luz vermelha presente. O fato de não ter havido florescimento no tratamento com malha pérola pode ser explicado pelo fato da supressão de radiação que segundo RUNKLE & HEINS (2002) promove atraso no florescimento de diversas espécies de flores anuais.

Tabela 9 Resultado do teste de Tukey para a variável número de hastes florais por planta em função das malhas para a espécie *Gypsophila paniculata*, ESALQ-USP, Piracicaba, SP.

Tratamento	Nº de hastes	
Pérola	-	
Vermelha	8,2	a
Plástico (testemunha)	5,6	b

Médias seguidas pelas mesmas letras na mesma coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey no nível de 5% de probabilidade. CV= 11,32%.

Tabela 10 Resultado do teste de Tukey para a variável altura da planta (cm) em função das malhas para a espécie *Gypsophila paniculata*, ESALQ-USP, Piracicaba, SP.

Tratamento	altura (cm)	
Pérola	-	
Vermelha	80,40	a
Plástico (testemunha)	72,00	b

Médias seguidas pelas mesmas letras na mesma coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey no nível de 5% de probabilidade CV=16,21%

4.1.2.3. Massa seca e massa fresca de hastes e raízes

Foram realizadas as análises de massa seca e fresca da parte aérea e radicular Houve diferenças entre todos os tratamentos para massa seca e fresca da parte aérea como para massa seca e fresca da parte radicular (Tabelas 11, 12 e 13).

A maior massa fresca das hastes (Tabela 12) e a maior massa seca da parte aérea (Tabela 13) foram observadas no tratamento com malha vermelha, sugerindo que o espectro fornecido por esta malha foi mais favorável à produtividade que o tratamento com apenas do plástico transparente. Isto concorda com dados de VAN DER ZANDE & BLACQUIÈRE (1997), os quais observaram maior produtividade total em plantas de gipsofila produzidas sob lâmpadas que propiciam proporcionalmente, maiores quantidades de vermelho e vermelho distante.

Tabela 11 Resultado do teste de Tukey para a variável massa fresca da parte aérea (g) em função das malhas para a espécie *Gypsophila paniculata*, ESALQ-USP, Piracicaba, SP.

Tratamento	massa fresca (g)	
Pérola	-	
Vermelha	178,93	a
Plástico (testemunha)	117,00	b

Médias seguidas pelas mesmas letras na mesma coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey no nível de 5% de probabilidade. CV=13,34%.

Tabela 12 Resultado do teste de Tukey para a variável massa seca da parte aérea (g) em função das malhas para a espécie *Gypsophila paniculata*, ESALQ-USP, Piracicaba, SP.

Tratamento	massa seca (g)	
Pérola	-	
Vermelha	35,33	a
Plástico (testemunha)	26,69	b

Médias seguidas pelas mesmas letras na mesma coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey no nível de 5% de probabilidade. CV=11,93%.

As massas fresca e seca das raízes (Tabela 14) foram maiores sob malha vermelha mais plástico do que somente com plástico. A planta sob subcobertura com malha vermelha teve,

portanto, um maior vigor vegetativo por completo e não apenas nas suas hastes florais. Isto rejeita a suposição que houve apenas um efeito da luz transmitida pela malha vermelha na morfogênese e sim que houve também um efeito na fotossíntese, ainda que as medições de trocas gasosas instantâneas fossem mais favoráveis no tratamento sem malha, somente com plástico de cobertura (Figura 34).

Tabela 13 Resultado do teste de Tukey para a variável massa fresca e seca da parte radicular (g) em função das malhas para a espécie *Gypsophila paniculata*, ESALQ-USP, Piracicaba, SP.

Tratamento	massa fresca (g)		massa seca (g)	
Pérola	-		-	
Vermelha	33,33	a	8,20	a
Plástico (testemunha)	28,15	b	7,54	b

Médias seguidas pelas mesmas letras na mesma coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey no nível de 5% de probabilidade. CV=17,29% e CV=13,42%.

4.1.2.4. Assimilação de carbono

A taxa de assimilação de carbono foi maior no tratamento sem malha às 09:00h, que foi o primeiro horário avaliado e possivelmente antes desse horário, porém as plantas sem sombreamento apresentaram-se com menores volumes foliares do que as da malha vermelha para o processo fotossintético, indicado pelo diâmetro da planta (Tabela 7). Durante o restante do período diurno não houve diferenças significativas entre a malha vermelha e sem malha. Estes resultados vão de encontro aos encontrados por MEDINA et al. (2002). Em experimento com plantas cítricas sombreadas com malha termo-refletora encontraram que plantas sombreadas pela manhã apresentavam saldo de fotossíntese maior devido a um incremento relativo de fotossíntese bruta ao longo da tarde, possivelmente devido à conservação de clorofila na folha devido ao bloqueio de radiação UV. A princípio, o fato das curvas de assimilação de carbono da malha vermelha e sem malha serem iguais no maior período do dia não explica a maior massa seca das plantas sob a malha vermelha. Porém, uma respiração cerca de 50% menor sob malha vermelha do que sem malha pode ser um indício de que a planta sofreu menor estresse durante as horas mais críticas dentro do ambiente protegido, e que, portanto, ocorreu em menor grau o fenômeno conhecido como fotoinibição na clorofila e

fotodestruição dos cloroplastos, organelas responsáveis pela fotossíntese. MEDINA et al. (2002) encontraram maior fotossíntese líquida em plantas cítricas sombreadas do que nas plantas não sombreadas devido à menor respiração celular ocorrida sob o sombreamento. Segundo estes autores, a respiração consome a energia produzida pelo processo fotossintético e reduz o ganho líquido de carbono.

Outro fenômeno é a indução à expansão do limbo foliar proporcionado pela baixa relação de V/VD. OREN-SHAMIR et al. (2001) encontraram diferenças significativas na vegetação de *Pittosporum variegatum* quando esta planta foi conduzida sob malha vermelha em comparação com malhas negras comuns, possivelmente devido a um efeito fotomorfogênico. A taxa de fotossíntese é dada em micromol de CO₂ por cm² por segundo, portanto embora a taxa fosse estatisticamente igual entre malha vermelha e sem malha, como havia menor número de folhas e folhas menores, a massa seca foi menor sob o plástico do que no tratamento com malha vermelha, onde também se encontrou uma maior massa fresca da parte aérea, indicando que a planta tinha mais superfície verde para realizar fotossíntese embora assimilasse menos CO₂ por cm² de folha. No entanto, sob a malha pérola, a produtividade foi nula devido a não passagem do estágio vegetativo para o reprodutivo, que pode ser explicado por SHLOMO et al. (1985) que reportam que com baixa luminosidade não há passagem da flor do estágio de roseta e por isso não chega a florescer. MORALES et al. (1992), trabalhando com sombreamento em rosas em ambiente protegido, encontraram menor peso seco e fresco sob sombreamento. Os autores justificam que a diminuição de temperatura não foi grande suficiente para evitar o estresse vegetal e a falta de luz diminuiu significativamente a fotossíntese prejudicando assim a produtividade final. As mudanças fisiológicas proporcionadas pela luz transmitida pela malha pérola não foram grandes o suficiente para compensar a falta de luz provocada pelo sombreamento como parece ter ocorrido no caso da malha vermelha.

A taxa de assimilação de carbono foi menor com malha pérola em relação à malha vermelha a partir das 10:00h e menor que a testemunha em todos os horários (Figura 34 e Tabela 14). Apesar de não haver diferenças significativas entre esta e a malha vermelha para os parâmetros de microclima avaliados durante a maior parte do dia compreendendo os horários das 10:00 às 16:00 horas. A diferença mais contundente entre as malhas foi na curva de transmissão espectral medida em laboratório, portanto pode-se deduzir que o tratamento II

foi mais eficaz não pela intensidade da radiação, e sim pela seleção de faixas do espectro mais adequados para resposta fotomorfogênica e, conseqüentemente, fotossintética.

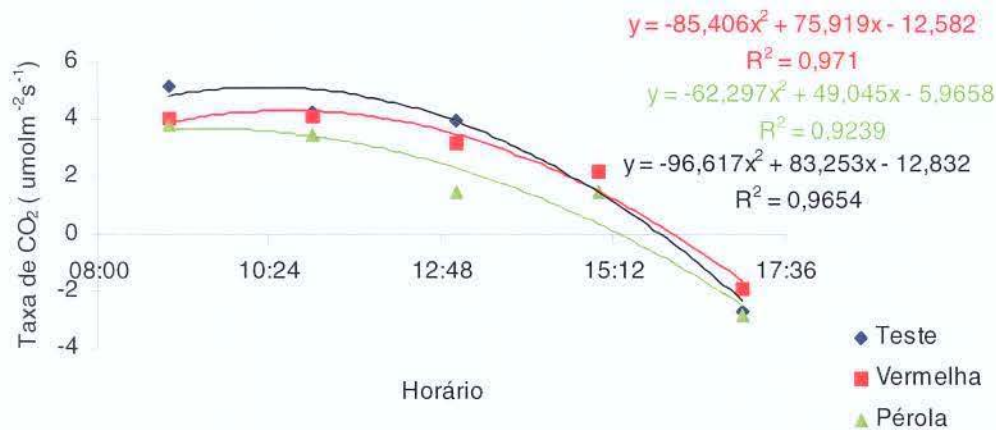


Figura 34 Taxa de CO₂ absorvido pela planta de *Gypsophila paniculata* ao longo do dia.

Tabela 14 Resultado do teste de Tukey para a variável taxa de assimilação de carbono em micromol de CO₂ em função do tipo de malha para a espécie *Gypsophila paniculata*, ESALQ-USP, Piracicaba, SP.

Tratamento	Horário				
	09:00	11:00	13:00	15:00	17:00
Teste	5,18 a	4,25 a	3,97 a	2,15 a	-2,69 b
Vermelha	4,05 b	4,05 a	3,14 a	2,17 a	-1,94 a
Pérola	3,80 b	3,44 b	1,47 b	1,47 b	-2,90 b

Médias seguidas pelas mesmas letras na mesma coluna não diferem entre si, pelo Teste de Tukey no nível de 5% de probabilidade. CV=22,63%.

4.2. EXPERIMENTO 2 – PLANTA DE MÉDIA EXIGÊNCIA EM RADIAÇÃO – *GERBERA JAMESONII*

4.2.1. Dados do ambiente

A análise de dados a seguir refere-se aos dias mais críticos do período de cultivo que vai de 7 de julho a 12 de outubro de 2002.

4.2.1.1. Temperatura do ar

O fato de não haver diferenças estatísticas para os dados de temperatura do ar (Tabela 15) indica que este parâmetro não pode ter contribuído para as eventuais diferenças nas respostas das plantas.

Tabela 15 Resultado do teste de Tukey para as médias horárias de temperatura do ar (°C), em função dos diferentes ambientes analisados, no intervalo das 8 às 18 h, ESALQ-USP, Piracicaba, SP.

Horário	Temperatura do ar (°C)	Temperatura do ar (°C)	Temperatura do ar (°C)
	Malha azul	Malha vermelha	Malha preta (Testemunha)
8:00	19,09 a	19,29 a	19,02 a
10:00	26,91 a	26,93 a	26,99 a
12:00	30,62 a	30,69 a	30,86 a
14:00	31,87 a	31,95 a	31,56 a
16:00	27,41 a	27,55 a	27,73 a
18:00	24,94 a	24,03 b	24,09 b

Médias seguidas pelas mesmas letras na mesma linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey no nível de 5% de probabilidade.

Mesmo a temperatura mais alta observada sob malha azul no horário das 18:00h não pode explicar as diferenças encontradas entre os tratamentos, o mesmo podendo ter ocorrido devido á maior incidência de radiação solar neste lado do ambiente protegido por ocasião do poente.

4.2.1.2. Umidade relativa do ar

Não houve diferenças significativas na umidade relativa. De forma geral, as curvas de umidade relativa (cosenóides) foram inversas às curvas de temperatura do ar (senóides). Estes dados concordam com outros trabalhos de análise de microclima dentro de ambiente protegido como os de FARIAS et al. (1993) e KAI & SILVA. (1998). As diferenças entre os tratamentos pela manhã, foram significativas estatisticamente, porém pequenas para proporcionar respostas fisiológicas significativas na planta. Mesmo porque, o efeito da umidade do ar é pequeno e afeta apenas 2% a condutividade térmica do ar (K_{ar}), interferindo, portanto, em pequeno grau nas perdas de calor pelas folhas através da convecção (ANGELOCCI, 2002). Em todos os tratamentos as umidades encontradas a partir das 10:00h estiveram aquém do mínimo considerado como necessário para esse cultivo porém, o cultivo se desenvolveu a ponto de dar hastes comerciais (Tabela 16).

Tabela 16 Resultado do teste de Tukey para as médias horárias de umidade relativa do ar (%), em função dos diferentes ambientes analisados, no intervalo das 8 às 18 h, ESALQ-USP, Piracicaba, SP.

Horário	Umidade Relativa (%)	Umidade Relativa (%)	Umidade Relativa (%)
	Malha azul	Malha vermelha	Malha preta (Testemunha)
8:00	69,54 a	67,79 b	66,20 b
10:00	49,52 a	49,46 a	49,65 a
12:00	40,63 a	40,25 a	40,33 a
14:00	38,82 a	38,18 a	38,62 a
16:00	42,60 a	42,37 a	42,88 a
18:00	49,72 a	49,86 a	50,33 a

Médias seguidas pelas mesmas letras na mesma linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey no nível de 5% de probabilidade

4.2.1.3. Radiação solar

As diferenças na transmissão de radiação solar foram não significativas para a maior parte do dia e não implicaram em respostas fisiológicas notáveis. Mais precisamente, as diferenças na intensidade de radiação ocorreram apenas às 8:00h e às 18:00h, possivelmente devido ao posicionamento do ambiente protegido em relação à declinação solar. A malha vermelha se encontrava a leste e por isto recebeu maior radiação nas primeiras horas do dia e a malha preta e azul que estavam a oeste e por isto recebeu menor radiação nas primeiras horas do dia. Por outro lado, nas últimas horas da tarde o lado contendo o tratamento vermelho foi menos atingido pela radiação solar que o lado que continha a malha azul (Tabela 17). Isto também foi observado com relação à densidade de fluxo de fótons fotossintéticos. (Tabela 18)

Tabela 17 Resultado do teste de Tukey para as médias horárias de radiação solar (Wm^{-2}), em função dos diferentes ambientes analisados, no intervalo das 8 às 18 h, ESALQ-USP, Piracicaba, SP.

Horário	Radiação global (Wm^{-2})	Radiação global (Wm^{-2})	Radiação global (Wm^{-2})
	Malha azul	Malha vermelha	Testemunha (preta)
8:00	81,15 b	94,57 a	82,41 b
10:00	276,62 a	283,62 a	272,12 a
12:00	399,75 a	405,63 a	398,29 a
14:00	340,25 a	346,12 a	342,34 a
16:00	116,93 a	121,13 a	119,13 a
18:00	291,63 a	258,50 b	274,87 a

Médias seguidas pelas mesmas letras na mesma linha não diferem entre si pelo teste Tukey no nível de 5%

4.2.1.4. Densidade de fluxo de fótons fotossintéticos

Como era esperado, não houve diferenças estatisticamente significativas entre os tratamentos para a transmissão de fótons fotossinteticamente ativos para a maior parte do dia. Parâmetros da planta como massa seca normalmente são influenciados pela DFFF, porém, analisando a tabela 19, constata-se que as diferenças ocorreram apenas nos horários extremos e não justificam uma diferença considerável na massa seca das partes aéreas e radiculares das duas variedades testadas quando sob malha vermelha (Tabelas 27, 28, 29 e 30).

Tabela 18 Resultado do teste de Tukey para as médias horárias da densidade de fluxo de fótons fotossintéticos (DFFF, $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$), em função dos diferentes ambientes analisados, no intervalo das 8 às 18 h, ESALQ-USP, Piracicaba, SP.

Horário	DFFF($\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$) Malha azul	DFFF ($\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$) Malha vermelha	DFFF ($\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$) testemunha (preta)
8:00	65,11 b	95,67 a	68,40 b
10:00	349,38 a	358,50 a.	352,63 a
12:00	677,50 a	684,00 a	681,37 a
14:00	553,25 a	558,87 a	551,50 a
16:00	188,79 a	195,20 a	186,63 a
18:00	60,70 a	48,75 b	53,80 a

Médias seguidas pelas mesmas letras na linha não diferem, pelo teste de Tukey no nível de 5% de probabilidade

4.2.2. Dados da Planta

4.2.2.1. Área foliar e número de folhas

De forma geral, pode-se dizer que as diferenças entre número de folhas maiores que 6 cm entre os tratamentos não foram significativas para a variedade Scarlet (Tabela 19) e variedade Yellow (Tabela 20). Este índice não foi adequado para representar o desenvolvimento vegetativo da planta, pois o simples número de folhas não representou a área foliar e o vigor da planta.

Tabela 19 Resultado do teste de Tukey para a variável número de folhas por planta em função das malhas para a espécie *Gerbera jamesonii* var. Scarlet, ESALQ-USP, Piracicaba, SP.

Tratamento	Tempo em Semanas						
	semana 5	semana 6	semana 7	semana 8	semana 9	semana 10	semana 11
Azul	4,53 a	6,60 a	6,60 a	9,26 a	10,33 a	12,20 ab	13,40 a
Vermelha	5,33 a	5,40 b	7,80 a	10,27 a	10,93 a	12,53 a	13,20 a
Testemunha	4,93 a	6,13 ab	7,13 ab	10,07 a	10,80 a	11,13 b	12,80 a

Médias seguidas pelas mesmas letras e na mesma coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey no nível de 5% de probabilidade. CV= 11,21; 15,33; 18,49; 12,88; 13,74; 10,13; 11,23%, respectivamente.

Tabela 20 Resultado do teste de Tukey para a variável número de folhas por planta em função das malhas para a espécie *Gerbera jamesonii* var. *Golden Yellow*, ESALQ-USP, Piracicaba, SP.

tratamento	Tempo em Semanas						
	semana 5	semana 6	semana 7	semana 8	semana 9	semana 10	semana 11
Azul	5,33 a	5,33 a	6,20 b	7,66 a	9,20 a	10,60 a	11,80 a
Vermelha	5,33 a	6,33 a	7,40 a	8,33 a	9,40 a	10,46 a	11,60 a
Testemunha	4,80 a	5,86 a	6,66 ab	7,86 a	8,40 a	9,13 b	10,80 a

Médias seguidas pelas mesmas letras e na mesma coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey no nível de 5% de probabilidade. CV= 8,29; 13,33; 16,89; 14,28; 12,43; 11,43; 11,35%, respectivamente.

Observa-se que para as duas variedades houve diferenças no número de folhas por planta durante a semana 6 e 7. Isto pode se dever ao fato de que durante essas semanas há diferenciação para emissão de flores e isto pode ter requerido reservas que iriam para as folhas.

Contrastando os dados de número de folhas (Tabelas 19 e 20) com os dados de área foliar (Tabelas 21 e 22) pode-se observar que houve diferenças entre as áreas foliares das plantas entre os tratamentos apesar de não ter havido diferenças entre número de folhas. Sendo área foliar é dada pela equação:

$A_{\text{foliar planta}} = n_f \cdot a_f$, sendo (n_f) o número de folhas e a (a_f) a área de cada folha

Se a área foliar medida é diferente e o número de folhas é estatisticamente igual, a área de cada folha foi diferente entre os tratamentos. Este resultado concorda com KASPERBAUER (1994), segundo o qual diferenças na relação entre as quantidades de vermelho (V) e vermelho distante (VD) fornecidas a uma planta pode incorrer em diferenciações morfológicas como expansão de limbo foliar. RUNKLE & HEINS (2002), trabalhando com filmes plásticos fotosselativos que cortam radiação VD, encontraram que a supressão da radiação neste comprimento de onda promove um atraso no florescimento de *Viola wictrockiana*, *Petúnia hybrida*, *Impatiens valeriana* e *Antirrhinum majus*. No caso do presente experimento, a malha preta e azul apresentavam quantidades menores dessa radiação que a malha vermelha.

Tabela 21 Resultado do teste Tukey para a variável área foliar para a variedade Scarlet em função dos tipos de malha.

Tratamento	Área foliar (cm ²)	
Vermelha	1231,77	a
Azul	1011,15	b
Preta (testemunha)	900,93	c

Médias seguidas pelas mesmas letras na mesma coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey no nível de 5% de probabilidade. CV= 11,05%.

Tabela 22 Resultado do teste Tukey para a variável área foliar para a variedade Golden Yellow em função dos tipos de malha.

Tratamento	Área foliar (cm ²)	
Vermelha	933,85	a
Azul	799,85	b
Preta (testemunha)	706,77	c

Médias seguidas pelas mesmas letras na mesma coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey no nível de 5% de probabilidade. CV= 13,087%.

4.2.2.2. Número de hastes

O número de hastes comerciais por planta foi significativamente diferente entre os tratamentos malha vermelha e os demais, com vantagem para o tratamento com malha vermelha tanto para a variedade Scarlet (Tabela 23), como para Yellow (Tabela 24). O fato de as diferenças entre os parâmetros microlimáticos terem sido quase sempre nulas com exceção da temperatura, e radiação global e DFFF apenas as 8:00 e as 18:00 horas leva a atribuímos as diferenças encontradas no número de hastes e no comprimento das hastes a efeitos morfogenéticos possíveis devido à distintas curvas de transmissão da malha vermelha. DAVES & SIMMONS (1994) relatam que plantas podem alongar internódio e se induzir à floração precoce quando recebem mais radiação vermelha distante, proporcionalmente.

Tabela 23 Resultado do teste Tukey para a variável número de hastes comerciais por planta para a variedade Scarlet em função dos tipos de malha.

Tratamento	Nº de hastes	
Vermelha	3,6	a
Azul	2,66	b
Preta (testemunha)	2,73	b

Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferem entre si por Tukey no nível de 5% de probabilidade. CV= 17,87%.

Tabela 24 Resultado do teste Tukey para a variável número de hastes comerciais por plantapara a variedade Golden Yellow em função dos tipos de malha.

Tratamento	Nº de hastes	
Vermelha	2,61	a
Azul	2,00	b
Preta (testemunha)	1,89	b

Médias seguidas pelas mesmas letras na mesma coluna não diferem entre si, por Tukey no nível de 5% de probabilidade. CV=14,65%.

4.2.2.3. Massa seca e fresca da parte radicular e parte aérea

Houve diferenças estatísticas entre todos os tratamentos com relação à massa fresca da parte aérea da variedade Scarlet (Tabela 25), bem como para variedade Yellow (Tabela 26). Uma vez que não houve diferença estatística significativa entre os tratamentos com relação às variáveis do ambiente. Atribui-se tais diferenças às características de transmissão de luz de cada malha com relação à faixa do espectro solar transmitido. Outro fato que pode ter contribuído para o maior vigor vegetativo das plantas sob malha vermelha é uma possível quantidade de luz difusa maior neste tratamento do que nos outros. Segundo os dados do fabricante das malhas, a mesma tela vermelha desse experimento, porém em 50% de transmissão transmite no mínimo o dobro de luz difusa em comparação à malha negra em todos os comprimentos de onda até a zona do vermelho e vermelho-distante, onde a quantidade de radiação difusa é mais de 6 vezes maior sob malha vermelha que sob malha negra convencional de mesma transmissividade.

A luz azul e a supressão da radiação VD são tidas como promotoras de um efeito compactante em plantas de maior exigência em irradiância (RAJAPAKSE et al., 1999; MORTENSEN & STROMME, 1987). Porém este efeito não foi detectado comparando-se a parte aérea das plantas sob malha azul com a testemunha que era malha negra (Tabelas 26 e 27). A parte aérea era composta pelo caule, folhas e hastes florais e o efeito de compactação observado na figura 40 e 41 foi na haste somente e não nas folhas, responsáveis pela maior parte da massa fresca e seca da parte aérea. É possível que o pico de radiação vermelho-distante e infravermelho-próximo (Figura 19) tenha diminuído um possível efeito da luz azul em compactar esta planta.

Tabela 25 Resultado do teste Tukey para a variável massa fresca da parte aérea para a variedade Scarlet em função dos tipos de malha.

Tratamento	Massa fresca aérea (g)	
Vermelha	89,76	a
Azul	71,92	b
Preta (testemunha)	62,31	c

Médias seguidas pelas mesmas letras na mesma coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey no nível de 5% de probabilidade. CV= 15,36%.

Tabela 26 Resultado do teste Tukey para a variável massa fresca da parte aérea para a variedade Golden Yellow em função dos tipos de malha.

Tratamento	Massa fresca aérea (g)	
Vermelha	63,31	a
Azul	48,61	b
Preta (testemunha)	49,46	b

Médias seguidas pelas mesmas letras na mesma coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey no nível de 5% de probabilidade. CV=12,88%.

A diferença na quantidade de matéria seca da parte aérea provavelmente se deve ao fato de se encontrar um maior número de hastes florais e maior área foliar no tratamento com malha vermelha (Tabela 27 e 28).

Tabela 27 Resultado do teste Tukey para a variável massa seca da parte aérea para a variedade Scarlet em função dos tipos de malha.

Tratamento	Massa seca aérea (g)	
Vermelha	11,00	a
Azul	8,38	b
Preta (testemunha)	7,30	b

Médias seguidas pelas mesmas letras na mesma coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey no nível de 5% de probabilidade. CV=14,42%.

A massa seca nas plantas da malha azul não diferiu do tratamento com malha preta embora a massa fresca tivesse apresentado diferenças. Isto pode se dever ao fato da malha azul não ter propiciado uma taxa de fotossíntese mais elevada que sob a malha negra.

Tabela 28 Resultado do teste Tukey para a variável massa seca da parte aérea para a variedade Golden Yellow em função dos tipos de malha.

Tratamento	Massa seca de aérea (g)	
Vermelha	7,07	a
Azul	5,61	b
Preta (testemunha)	5,46	b

Médias seguidas pelas mesmas letras na mesma coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey no nível de 5% de probabilidade. CV=19,26%.

Os tratamentos com malha azul e negra não diferiram entre si tanto para a variedade Scarlet, como para a variedade GoldenYellow para a variável massa fresca e seca das raízes. Somente o tratamento com malha vermelha mostrou maior massa fresca das raízes (Tabela 29 e 30) massa seca das raízes (Tabela 31 e 32). Além disso, a radiação vermelha pode ter influenciado na expansão do limbo foliar. Com maior área foliar a planta teve oportunidade de realizar mais fotossíntese, o que é proporcional à massa seca da planta como um todo incluído a parte radicular. Dessa forma, pode se explicar a maior massa seca obtida na parte aérea e na parte radicular (Tabela 32 e 33).

Tabela 29 Resultado do teste Tukey para a variável massa fresca de raízes para a variedade Scarlet em função dos tipos de malha.

Tratamento	Massa fresca das raízes (g)	
Vermelha	25,08	a
Azul	16,23	b
Preta (testemunha)	18,46	b

Médias seguidas pelas mesmas letras na mesma coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey no nível de 5% de probabilidade. CV=17,72%.

Tabela 30 Resultado do teste Tukey para a variável massa fresca de raízes para a variedade Golden Yellow em função dos tipos de malha.

Tratamento	Massa fresca das raízes (g)	
Vermelha	21,53	a
Azul	15,08	b
Preta (testemunha)	14,23	b

Médias seguidas pelas mesmas letras na mesma coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey no nível de 5% de probabilidade. CV=18,21

Tabela 31 Resultado do teste Tukey para a variável massa seca de raízes para a variedade Scarlet em função dos tipos de malha.

Tratamento	Massa seca de raízes (g)	
Vermelha	5,61	a
Azul	4,23	b
Preta (testemunha)	3,62	b

Médias seguidas pelas mesmas letras na mesma coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey no nível de 5% de probabilidade. CV=16,23%.

Tabela 32 Resultado do teste Tukey para a variável massa seca de raízes para a variedade Golden Yellow em função dos tipos de malha.

Tratamento	Massa seca de raízes (g)	
Vermelha	5,00	a
Azul	3,31	b
Preta (testemunha)	2,54	b

Médias seguidas pelas mesmas letras na mesma coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey no nível de 5% de probabilidade. CV=15,43%.

4.2.2.4. Curva de crescimento das hastes florais

Observou-se que, desde o início da fase reprodutiva, as plantas sob malha vermelha apresentaram mais hastes florais e quanto mais se aproximou a época de colheita dos vasos mais esta diferença foi notória tanto para variedade Denfil Scarlet (Figura 35), quanto para Denfil Golden Yellow (Figura 36). Nesta última, notou-se que a malha azul apresentou-se com mais do dobro de hastes do que a malha preta na semana 10, porém na semana seguinte houve uma emissão massiva de hastes sob malha negra. No entanto essas hastes emitidas nesta semana, somente floresceram duas semanas após (semana 13), o que aumentou o tempo de produção dos vasos, que por sua vez, estiveram com idades de hastes muito diferentes o que é uma desvantagem comercial. O vaso alcança maior valor comercial com quatro ou mais flores abertas de uma só vez e menor valor com uma única haste aberta.

A variedade Golden Yellow emitiu hastes ao mesmo tempo sob todos os tratamentos, porém a elongação da haste foi mais rápida no tratamento com malha vermelha (Figura 36 e 40). No final do ciclo, foi nítido um maior número de hastes florais sob malha vermelha, para ambas as variedades testadas (Figuras 35 e 36).

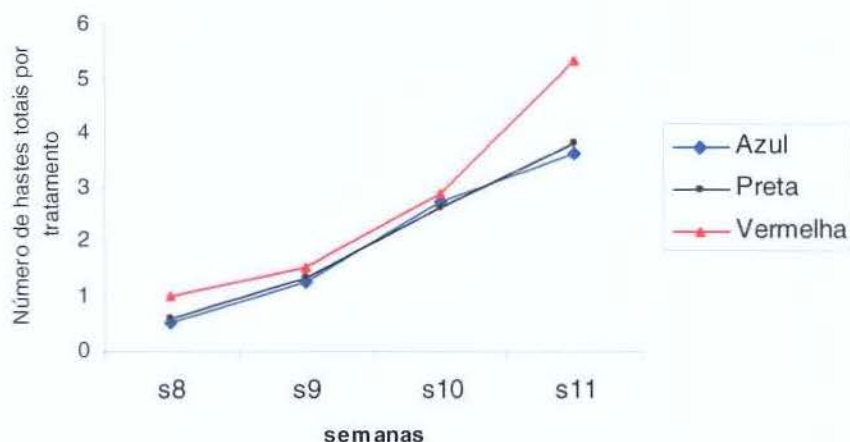


Figura 35. Número de hastes florais em formação, a partir da fase reprodutiva, até a colheita para a variedade Denfil Scarlet.

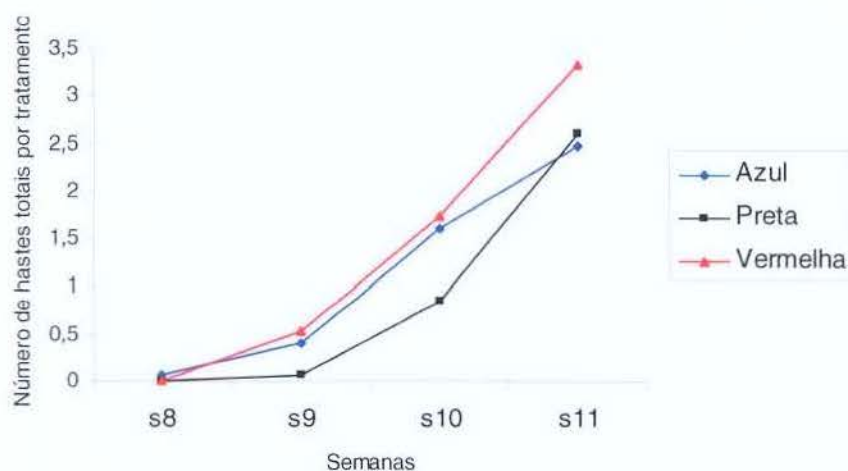


Figura 36. Número de hastes florais em formação, a partir do início da fase reprodutiva, até a colheita para a variedade Denfil Golden Yellow.

Somando-se as alturas de todas as hastes medidas semanalmente, obteve-se a altura acumulada por tratamento para a variedade Scarlet (Figura 37) e Golden Yellow (Figura 38). Esta forma de apresentação dos dados de altura das hastes dá uma idéia da magnitude da influência do ambiente no desenvolvimento das hastes florais dessa cultura, não somente em termos de comprimento da haste, mas também em número de hastes. Isto é interessante, pois os dois componentes é que agregam valor à planta. Observa-se que a partir da semana 10 houve um crescimento rápido das hastes sob malha vermelha em relação às malhas azul e preta.

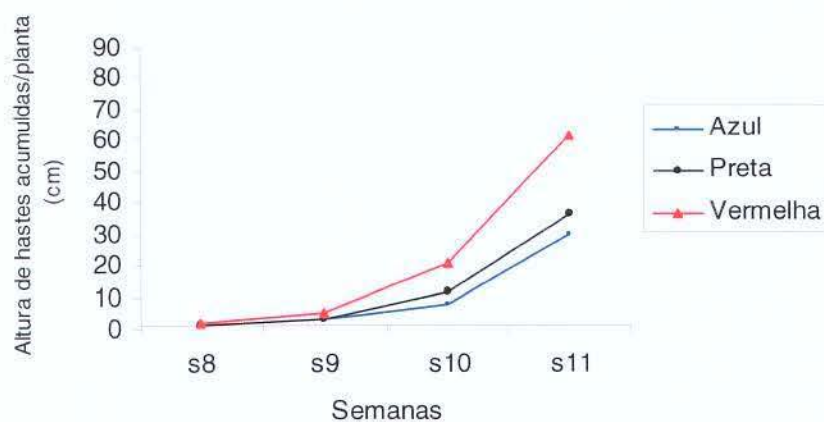


Figura 37. Representação da altura acumulada das hastes florais em formação, a partir do início da fase reprodutiva, até a colheita para a variedade Denfil Scarlet.

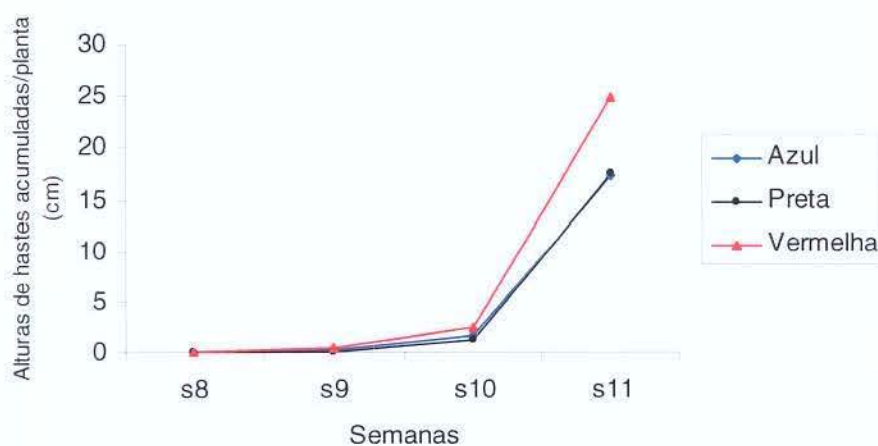


Figura 38. Representação da altura acumulada das hastes florais em formação, ao longo do início da fase reprodutiva, até a colheita para a variedade Golden Yellow.

Como as ordens de grandeza dos dados de altura acumulada das hastes por tratamento são diferentes a cada semana, optou-se por reconstruir o gráfico das figuras 37 e 38, em escala logarítmica (Figura 39 e 40). Isto permitiu visualizar as diferenças desde o início da fase reprodutiva, o que propiciou o diagnóstico de uma iniciação floral precoce sob a malha vermelha, havendo cerca de 25% a mais de altura acumulada de hastes sob malha vermelha que sob os demais tratamentos já na semana 8 pós plantio no caso da variedade Scarlet. No caso da variedade Golden Yellow, houve resposta do azul em relação ao negro desde a semana 8, porém o tratamento com malha vermelha proveu um número significativamente maior.

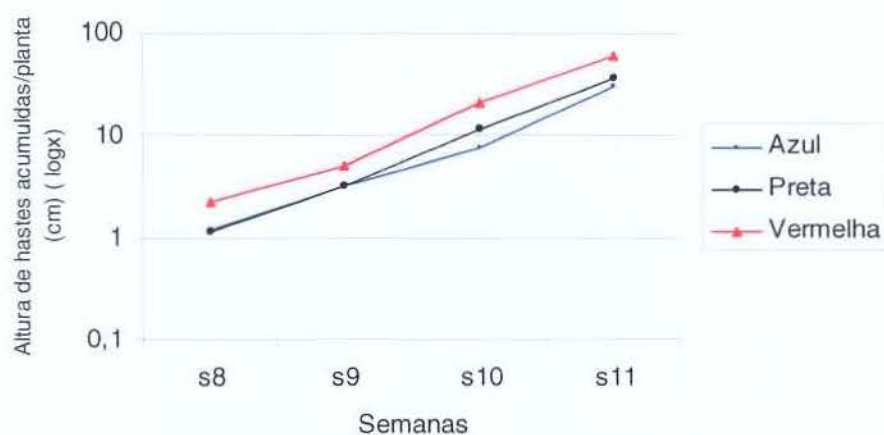


Figura 39 Representação em escala logarítmica da altura acumulada das hastes florais em formação, ao longo do início da fase reprodutiva, até a colheita para a variedade Scarlet.

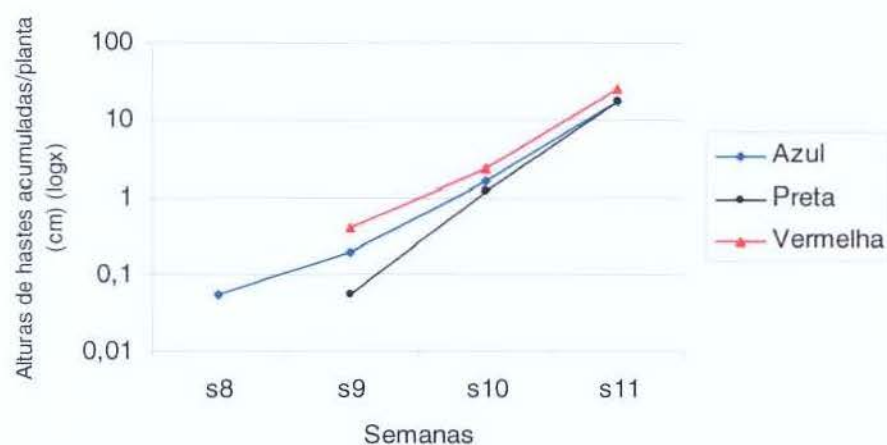


Figura 40 Representação em escala logarítmica da altura acumulada das hastes florais em formação, ao longo do início da fase reprodutiva, até a colheita para a variedade Golden Yellow.

Todos os vasos da variedade Scarlet atingiram o padrão mínimo para comercialização que são hastes de, no mínimo 10 cm (Tabela 33 e Figura 41). Os vasos da variedade Scarlet sob malha vermelha (Figura 41 à esquerda), estão com hastes muito grandes para comércio, mas poderiam ter sido colhidos uma semana antes com altura adequada, pois já tinham flores abertas. Os vasos à direita, na figura 41, que são oriundos do tratamento com malha azul, apresentam hastes mais curtas, o que coincide como os experimentos de RAJAPAKSE & KELLY (1992) que reportam que a luz azul transmitida por filtro de sulfato de cobre diluído

em água, entre duas camadas de plástico de cobertura, reduziu a altura da planta e o internódio produzindo plantas compactas similares a plantas tratadas com hormônios reguladores de crescimento. MURATA et al. (1997) explicam que as células filhas provindas de uma divisão celular têm os seus fibroblastos sem dilatação quando estas células são submetidas à luz azul. Isto faz com que as células tenham um tamanho reduzido comparando com uma que recebe iluminação normal.



Figura 41 Vista das diferenças entre altura de hastes de gérbera de vaso da variedade Scartlet (esquerda, malha vermelha; centro, malha negra (testemunha); direita, malha azul).



Figura 42 Vista das diferenças entre altura de hastes de gérbera de vaso da variedade Golden Yelow (esquerda, malha vermelha; centro, malha negra (testemunha); direita, malha azul).

Tabela 33 Resultado do teste Tukey para a variável altura de hastes por planta para a variedade Scarlet em função dos tipos de malha.

Tratamento	Altura das hastes	
Vermelha	16,64	a
Azul	10,21	c
Preta (testemunha)	13,33	b

Médias seguidas pelas mesmas letras na mesma coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey no nível de 5% de probabilidade. CV=22,2%.

Tabela 34 Resultado do teste Tukey para a variável altura de hastes por planta para a variedade Golden Yellow em função dos tipos de malha.

Tratamento	Altura das hastes	
Vermelha	9,50	a
Azul	8,83	a
Preta (testemunha)	9,27	a

Médias seguidas pelas mesmas letras na mesma coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey no nível de 5% de probabilidade. CV=12,72%

Visualmente (Figura 42) e estatisticamente (Tabela 34) não se observam diferenças de alturas das hastes entres os tratamentos da variedade Golden Yellow. O fato de ser uma variedade tardia e de haste curta não permitiu que todos os vasos atingissem qualidade de comercialização, o que interferiu nos resultados da análise econômica da aplicação da nova tecnologia em malhas.

O fato da variedade Scarlet ter respondido em maior grau que a variedade Golden Yellow às mudanças no espectro indicam que a resposta depende da genética da planta e que provavelmente a expressão fenotípica altura de haste está relacionada a uma carga genética que determina se a planta responde ou não à mudança do espectro solar. Estes dados mostram um efeito que pode ser explicado pelas inferências de BALLARE (1994), DAVES & SIMMONS (1994), KASPERBAUER, (1994) e SMITH (1995), as quais dizem que a relação vermelho/vermelho distante influencia a fotomorfogênese, o comprimento de internódios e hastes florais. A influência da malha vermelha na diferenciação das gemas que dão origem à haste floral foi nítida, pois se observou que na semana 8 havia 10 plantas com hastes em início de formação e no tratamento azul só havia 4 e sob malha negra havia apenas 2. Na semana 9

havia 18 plantas com hastes florais sob malhas vermelhas incluindo 3 Golden Yellow que naturalmente tem ciclo mais longo, enquanto que no tratamento azul havia 7 plantas e sob malha preta havia apenas 5 plantas. Os dados de microclima avaliados como temperatura, umidade relativa e radiação global, praticamente não variaram significativamente o que indica que quaisquer respostas das plantas deveram-se às mudanças no espectro transmitido através da filtragem pelas malhas de cor.

4.3.3. Análise econômica

O preço alcançado por produtores no Veiling Holambra na época da colheita foi:

qualidade A = R\$ 2,10

qualidade B = R\$ 1,90

qualidade C = R\$ 1,70

qualidade D = R\$ 1,60

Multiplicando-se o preço do vaso pelo número de vasos de cada qualidade obtido sob cada tratamento obteve-se a receita gerada por cada microclima para a variedade Scarlet (Tabela 35) e variedade Yellow (Tabela 36). Como se deseja vasos de hastes não muito longas, no caso da variedade Scarlet, e como esta apresentou precocidade, a colheita do vaso de Scarlet sob malha vermelha deveria ter sido feita uma semana antes, em média, que sob os demais tratamentos, o que levaria a uma diminuição do custo de produção devido a menos gastos com irrigação, nutrição, mão-de-obra e amortização de custos fixos.

Tabela 35 Número de vasos da variedade Scarlet com qualidade A, com 4 hastes; qualidade B, com 3 hastes e qualidade C, com 2 hastes e qualidade D, com apenas uma haste.

	azul	vermelha	testemunha
qualidade D	0	0	0
qualidade C	3	2	6
qualidade B	6	2	5
qualidade A	4	11	4
Valor total	R\$24,90	R\$ 30,30	R\$ 28,10

Tabela 36

Número de vasos da variedade Yellow com qualidade A, com 4 hastes; qualidade B, com 3 hastes e qualidade C, com 2 hastes e qualidade D, com apenas uma haste.

	azul	vermelha	testemunha
qualidade D	2	1	4
qualidade C	6	7	6
qualidade B	2	4	0
qualidade A	0	0	0
Valor total	R\$17,20	R\$21,10	R\$16,60

No caso da variedade Scarlet a diferença de receita entre o tratamento com malha negra e malha vermelha foi de R\$ 4,90. Uma vez que a área de produção de 15 vasos é de $1,5\text{m}^2$, para se ter a diferença de receita por metro quadrado deve-se dividir R\$ 4,90/ $1,5\text{m}^2$. Com resultado tem-se R\$ 3,26, que por sinal, é maior que o custo da malha ao produtor que é de R\$ 2,59/ m^2 . Sendo o custo da malha negra de R\$1,59 / m^2 , verifica-se uma diferença de R\$ 1,00 de custo entre as duas malhas e de R\$ 3,26 de receita em favor da malha vermelha. Isto torna a aquisição da malha economicamente viável e paga em apenas uma safra. No caso da variedade Yellow, a diferença de receita por metro quadrado é de R\$ 3,00/ m^2 e a diferença de preço da malha é R\$ 1,00/ m^2 , logo em apenas uma safra a troca de tecnologia de sombreamento é paga e ainda sobram de lucro R\$ 2,00/ m^2 .

Aplicando-se o modelo de “Inovação induzida” citado por BACHA (1992) pode-se determinar a viabilidade econômica do emprego de uma nova tecnologia. Segundo este autor a razão entre o valor da produção com tecnologia nova e seu respectivo custo de produção tem que ser maior do que a razão entre o valor da produção com técnicas tradicionais e o seu custo de produção. Isto em termos matemáticos é dado como:

$$\frac{Q^M}{X^M} \cdot \frac{P_q}{P^M} > \frac{Q^T}{X^T} \cdot \frac{P_q}{P^T_x}, \text{ onde:}$$

$$Q^M \cdot P_q = \text{valor da produção com técnicas modernas}$$

$$Q^T \cdot P_q = \text{valor da produção com técnicas tradicionais}$$

$$X^M \cdot P^M = \text{custo de produção com modernos despendidos na produção (diferencial de custo da malha amortizado no custo de produção por unidade de área).}$$

$X^T \cdot P^T_x$ = custo de produção com técnicas tradicionais (assumindo que o custo de produção seja igual ao preço mínimo pago pelo Veiling no período, que foi de R\$1,23/vaso ou R\$12,30/m²).

Aplicando-se a equação 1 para malha vermelha para variedade Denfil Scarlet tem-se:

$$\frac{30,30}{12,80} > \frac{28,10}{12,30} = 2,37 > 2,28$$

Portanto é compensatório o emprego da malha vermelha para esta variedade

Da mesma forma e para a mesma variedade, aplicando-se a equação (1) para malha azul tem-se:

$$\frac{24,90}{12,80} > \frac{28,10}{12,30} = 1,95 > 2,28$$

Portanto, não é compensatório o emprego da malha azul para Denfil Scarlet

Para variedade Denfil Golden Yellow, aplicando a equação 1 para averiguação da malha vermelha tem-se:

$$\frac{21,10}{12,80} > \frac{16,60}{12,30} = 1,64 > 1,35$$

Portanto é compensatório o emprego da malha vermelha para a variedade Denfil Golden Yellow.

Da mesma forma e para a mesma variedade, aplicando-se a equação 1 para malha azul tem-se:

$$\frac{17,20}{12,80} > \frac{16,60}{12,30} = 1,34 < 1,35$$

Portanto o emprego da malha azul não faz diferença economicamente.

O uso da malha vermelha foi economicamente positivo para ambas as variedades testadas. Mesmo, tendo que a variedade Denfil Golden Yellow praticamente não respondeu em altura de haste e somente em número de hastes, justificou-se o uso da malha vermelha para esta variedade como um substituto da malha negra.

4.3. EXPERIMENTO 3 – PLANTA DE BAIXA EXIGÊNCIA EM IRRADIÂNCIA – ORQUÍDEA *PHALAENOPSIS*

4.3.1. Dados do ambiente

4.3.1.1. Radiação fotossinteticamente ativa-RFA e radiação solar global

Os resultados mostram menos radiação fotossinteticamente ativa (Tabela 37) e menos radiação global (Tabela 38) no tratamento sob malha azul e não houve diferenças significativas entre as malhas vermelha e negra nos horários da manhã e a tarde depois das 15:00. Isto provavelmente devido à inclinação solar desse horário propiciar maior quantidade de luz difusa em relação à luz direta sobre o plástico leitoso, que por si só pode ser considerado um agente difusor da radiação.

Nos horários das 11:00h até as 14:00h identificou-se diferenças significativas entre as transmissividades das malhas vermelha e preta, além da azul que desde as primeiras horas já transmitia menos luz. Isto pode ser devido à maior translucidez da malha vermelha quando submetida à radiação solar com uma angulação mais próxima da normal com o plano, isto é, mais perpendicular.

Tabela 37 Resultado do teste de Tukey para as médias horárias da radiação fotossinteticamente ativa - RFA (Wm^{-2}), em função dos diferentes ambientes analisados, no intervalo das 9 às 17 h.

Horário	RFA (Wm^{-2}) Malha vermelha	RFA (Wm^{-2}), Malha azul	RFA (Wm^{-2}) Testemunha (malha negra)
9:00	30,43 a	28,99 b	31,36 a
10:00	46,53 ab	44,72 b	48,01 a
11:00	57,96 b	54,59 c	61,56 a
12:00	64,66 b	60,88 c	66,49 a
13:00	64,42 b	60,83 c	66,41 a
14:00	57,96 b	52,35 c	60,33 a
15:00	46,35 a	41,80 b	48,78 a
16:00	31,21 ab	28,96 b	33,09 a
17:00	12,90 ab	11,52 b	13,21 a

Médias seguidas pelas mesmas letras na mesma linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey no nível de 5% de probabilidade.

A RFA se manteve em todos os tratamentos na faixa de 30 a 42% da radiação total o que concorda com GUISELINE (2002), que trabalhando com malha negra de 50% debaixo de plástico leitoso em Piracicaba, que como em Pirassununga apresenta clima tipo Cwa, encontrou as mesmas proporções entre os dois tipos de radiação.

É importante observar que o equipamento usado neste experimento forneceu a medida em Watt, que é uma medida de energia tendo como base seu comportamento ondulatório. Há de se salientar que pela lei de Wien, determinado tipo de radiação tem mais energia quanto menor for seu comprimento de onda e como a malha vermelha transmite menos ondas de maior energia, na faixa do UV, azul e verde, e mais ondas de baixa energia, na faixa do vermelho e vermelho distante, na verdade o fluxo de fótons fotossintéticos pode ser até maior no caso da malha vermelha para a mesma quantidade de energia em Watts.

Outro ponto importante que a qualidade da radiação dada pela razão entre vermelho e vermelho distante, bem como a razão entre azul e vermelho eram totalmente diferentes conforme reportam OREN-SHAMIR et al. (2001) que trabalharam com as mesmas malhas desse ensaio. As diferenças encontradas nas plantas sob malha vermelha podem ser explicadas pelas diferenças na qualidade da luz transmitida pelas malhas mais do que pela intensidade, uma vez que as diferenças estatísticas da transmissão de RFA e radiação global encontradas entre as malhas vermelha e preta foram relativamente pequenas e se deram apenas nos horários das 11:00h até 14:00h.

Tabela 38 Resultado do teste de Tukey para as médias horárias de radiação solar (Wm^{-2}), em função dos diferentes ambientes analisados, no intervalo das 9 às 17 h.

Horário	Radiação Global (Wm^{-2}) Malha vermelha	Radiação Global (Wm^{-2}) Malha azul	Radiação Global (Wm^{-2}) Testemunha (malha preta)
9:00	79,89 a	69,01 b	79,67 a
10:00	115,35 ab	94,37 b	121,47 a
11:00	144,73 b	132,81 c	149,58 a
12:00	159,77 b	152,45 c	166,39 a
13:00	160,18 b	151,40 c	167,10 a
14:00	144,65 b	137,61 c	148,96 a
15:00	114,08 b	105,44 c	117,76 a
16:00	80,01 ab	73,84 b	83,86 a
17:00	32,33 ab	30,40 b	33,21 b

Médias seguidas pelas mesmas letras na mesma linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey no nível de 5% de probabilidade.

4.3.1.2. Temperatura e umidade relativa do ar

Não houve diferenças significativas com relação à umidade relativa (Tabela 39) e a temperatura do ar (Tabela 40), com exceção da temperatura do ar sob malha azul se apresentando como mais alta em alguns horários, onde o sistema de climatização parara de funcionar.

Observando o gráfico de transmissão da malha azul em OREN-SHAMIR et al. (2001) observa-se que há uma grande quantidade de radiação no infra-vermelho que pode ser responsável por esta ligeira modificação da temperatura do ar.

A diferença na temperatura do ar sob malha azul, embora significativa, parece não estar afetando os resultados do experimento devido ao fato que temperaturas maiores neste cultivo produzem sintomas justamente ao contrário do que foi verificado como plantas mais estressadas e precoces, quando a mínima noturna é suficiente para promover indução floral.

Tabela 39 Resultado de Tukey para as médias horárias de umidade relativa do ar (%), em função dos diferentes ambientes analisados, no intervalo das 9 às 17 h.

Horário	Umidade relativa (%) Malha vermelha	Umidade Relativa (%) Malha azul	Umidade Relativa (%) Testemunha (malha negra)
9:00	73,37 a	73,52 a	73,57 a
10:00	64,84 a	65,69 a	64,82 a
11:00	48,75 a	48,64 a	48,60 a
12:00	44,04 a	43,10 a	43,75 a
13:00	43,00 a	42,81 a	43,11 a
14:00	42,11 a	41,97 a	41,90 a
15:00	45,05 a	44,18 a	45,04 a
16:00	47,64 a	45,01 a	47,41 a
17:00	62,98 a	62,68 a	63,17 a

Médias seguidas pelas mesmas letras na mesma linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey no nível de 5% de probabilidade.

Tabela 40 Resultado do teste de Tukey para as médias horárias de temperatura do ar (°C), em função dos diferentes ambientes analisados, no intervalo das 9 às 17 h.

Horário	Temperatura (°C) Malha vermelha	Temperatura (°C) Malha azul	Temperatura (°C) testemunha (malha negra)
9:00	18,65 b	19,51 a	18,80 b
10:00	26,01 a	26,42 a	25,94 a
11:00	26,82 a	27,02 a	26,94 a
12:00	27,25 a	27,51 a	27,28 a
13:00	27,47 a	27,71 a	27,54 a
14:00	27,57 a	27,88 a	27,65 a
15:00	27,22 a	27,41 a	27,22 a
16:00	26,02 b	26,42 a	26,00 b
17:00	22,95 b	23,37 a	23,04 b

Médias seguidas pelas mesmas letras na mesma linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey no nível de 5% de probabilidade.

4.3.2. Dados da planta

4.3.2.1. Análise do tempo para a Antese

Tanto as plantas que foram levadas à área experimental com 6 meses de idade, plantada em pote 15 (Tabela 42), como aquelas que foram com 6 semanas, plantadas em pote 11 e posteriormente no pote 15 dentro do mesmo ambiente (Tabela 43), responderam com precocidade na floração sob malha vermelha com exceção da variedade 140 (Tabela 43).

Tabela 41 Número de flores abertas em um total de 12 vasos por variedade tratados a partir dos 6 meses de idade sob malha vermelha azul e negra. Os números de flores estão seguidos pelas iniciais das cores das malhas testadas indicando as diferenças de data das anteses em cada tratamento.

Variedade	03/08/2004	10/09/2004	07/10/2004	11/01/2005	02/02
46	3v	24v 1a 5p			
94	11v	32v 4a 12p			
14	3v	40v 20p 19a			
006	3v	52v 4a 2p			
G1	8v	42v 6a 5p			
St1		16v	58v 2a 34p		
34				4v	67v 30p 24a

Observando a figura 43 e a figura 44 pode-se ter uma idéia visual da evolução do crescimento das hastes florais das variedades testadas que chegaram ao ambiente experimental com 6 meses de idade. Em um intervalo de 37 dias entre as figuras 43 e 44 nota-se que quase todas as variedades sob malha vermelha apresentavam flores quando sob malha azul e preta as hastes ainda estavam em formação.



Figura 43 Vista das plantas tratadas com malha vermelha, azul e negra, após o seu transplântio para pote 15 então com 6 de idade, em 03/08/2004, por ocasião da abertura das primeiras flores.



Figura 44 Vista das plantas tratadas com malha vermelha, azul e negra, após o seu transplântio para pote 15 então com 6 meses de idade em 10/09/2004, na ocasião em que todos os tratamentos apresentavam pelo menos alguma flor em alguma das variedades testadas.

As plantas que estiveram desde o início na área experimental sofrendo a ação dos tratamentos começaram a florir em abril e maio sob a malha vermelha e em maio e junho sob as outras malhas (Tabela 42). As hastes sob malha vermelha já estavam formadas e floridas quando as hastes dos outros tratamentos ainda estavam em formação. As hastes sob malha vermelha que ainda não estavam floridas estavam mais altas mostrando um adiantamento das plantas sob malha vermelha desde a indução floral (Figura 45 e 46).

Tabela 42 Número de flores abertas em um total de 12 vasos por variedade tratados desde o início sob malha vermelha azul e negra. Os números de flores estão seguidos pelas iniciais das cores das malhas testadas indicando as diferenças de data das anteses em cada tratamento.

Variedade	12/04/2005	11/05/2005	12/06/2005
14		4v	28v 4a 8p
140			4v 1a 5p
45A		3v	48v 12a 15p
46	12v	38v 9a 13p	
113	15v	43v 15a 30p	



Figura 45 Vista das plantas tratadas desde o início com malha vermelha, azul e negra, em 12/04/2005, por ocasião da ocorrência de antese em pelo menos um dos tratamentos.



Figura 46 Vista das plantas tratadas desde o início com malha vermelha, azul e negra, em 11/05/2005, por ocasião da abertura das primeiras flores em todos os tratamentos.

O número de flores sempre maior sob malha vermelha indica que as propriedades da luz transmitida por esta malha tem efeito significativo na fotomorfogêse, o que concorda com DAVES & SIMMONS (1994). BALLARE et al. (1994) afirmam que as plantas emitem comprimento de ondas na faixa do vermelho-distante e quanto mais próxima uma planta está da sua vizinha, recebe mais radiação desse comprimento de onda o qual é absorvido pelos

pigmento P₇₂₀. A recepção dessa luz em quantidade leva a planta a mudar seu metabolismo para competir aumentando o internódio ou florescendo antecipadamente. Não só a radiação vermelha distante, mas também a radiação vermelha parece estar ligada ao florescimento precoce. TOYOMATSU et al (1998) relatam que a luz vermelha provoca um grande aumento na expressão de um gene que codifica uma enzima-chave na síntese da giberelina. Esta por sua vez pode promover o alongamento de internódios ou florescimento TAIZ & ZEIGER (2004). CHEN et al. (2001) afirmam que o nível de giberelina é muito baixo em *Phalaenopsis* quando está submetida a altas temperaturas. Quando há frio o nível de giberelina aumenta e a planta floresce normalmente. Isto pode explicar porque sob mesma temperatura em todos os tratamentos quase todas as variedades testadas floresceram antecipadamente sob o regime de altas quantidades de radiação vermelha e vermelha-distante.

4.3.2.2. Análise de crescimento vegetal

As variedades LT 14 e LCO006 foram avaliadas quando 80% das hastes de um dos tratamentos apresentavam-se com botões florais maiores que 2 cm. Como se pode observar (Tabelas 43 e 44) as plantas sob a malha vermelha apresentaram os melhores resultados para os parâmetros de haste principalmente devido à precocidade da antese. Todas as variedades tratadas com malha vermelha apresentaram diferenças significativas na altura de haste, massa seca e fresca das hastes e ainda com respeito ao número de flores.

Tabela 43 Valores de área foliar, número de flores, altura da haste massa fresca e seca das raízes, folhas e hastes da variedade LC006, a qual permaneceu sob tratamento com malha vermelha, azul e testemunha negra de 50% desde os 6 meses de idade até o final do ciclo. Média de 12 repetições por tratamento. Agosto de 2004.

	Malha vermelha	Malha azul	Malha preta	
Área foliar (cm ²)	290,44 b	320,67 a	283,58 b	CV 11,43
Altura da haste (cm)	42,56 a	23,88 b	24,88 b	CV 30,93
Número de flores (u.)	3,6 a	0,64 b	0,68b	CV 84,17
Massa seca das raízes (g)	4,45 a	4,22 a	4,06 a	CV 16,28
Massa fresca das raízes (g)	44,01 a	44,58 a	41,42 a	CV 13,95
Massa seca de folhas (g)	3,52 b	3,86 a	3,46 b	CV 13,52
Massa fresca de folhas (g)	63,85 b	73,45 a	61,72 b	CV10,46
Massa seca das hastes (g)	1,94 a	1,53 b	1,38 b	CV 26,61
Massa fresca das hastes (g)	20,41 a	14,26 b	15,30 b	CV 22,77

Médias seguidas pelas mesmas letras na mesma linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey no nível de 5% de probabilidade.

Tabela 44 Valores de área foliar, número de flores, altura da haste massa fresca e seca das raízes, folhas e hastes da variedade LT 14, a qual permaneceu sob tratamento com malha vermelha, azul e testemunha negra de 50% desde os 6 meses de idade até o final do ciclo. Média de 12 repetições por tratamento. Agosto de 2004.

	Malha vermelha	Malha azul	Malha preta	
Área foliar (cm ²)	254,75 b	284,08 a	250,00 b	CV 8,13
Altura da haste (cm)	40,29 a	28,79 b	31,87 ab	CV 30,93
Número de flores (u.)	3,33 a	1,75 b	1,33 b	CV 57,31
Massa seca das raízes (g)	2,25 a	2,19 a	1,87 b	CV 9,21
Massa fresca das raízes (g)	20,77 a	19,78 a	17,10 b	CV 12,64
Massa seca de folhas (g)	3,43 ab	3,54 a	2,21 b	CV 6,76
Massa fresca de folhas (g)	47,04	48,35	43,95	CV 9,71
Massa seca das hastes (g)	2,03 a	1,73 ab	1,51 b	CV 27,30
Massa fresca das hastes (g)	18,71 a	14,44 b	12,64 b	CV 38,33

Médias seguidas pelas mesmas letras na mesma linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey no nível de 5% de probabilidade.

Para o lote de plantas seguinte, constituído das variedades LCO 046 e LCO113, realizou-se duas avaliações, a primeira quando 80% das plantas de algum dos tratamentos apresentasse botões florais maiores que 2 cm e a segunda quando todos os tratamentos apresentassem esta condição, o que se deu 32 dias depois.

As variedades LC 046 e 113 foram avaliadas em 11 de maio de 2005. As plantas verificadas nesta data apresentavam grandes diferenças entre o tratamento com malha vermelha e os demais (Tabelas 45 e 46), porém as diferenças entre as hastes das plantas avaliadas cerca de um mês depois, em 12 de junho (Tabela 47 e 48) já apresentavam menores diferenças e as hastes mais tardias encontradas nos tratamentos azul e preto estavam próximos ao ponto das plantas do tratamento malha vermelha avaliadas um mês antes. Assim não se pode dizer que as hastes sob malha vermelha apresentaram mais flores e foram mais altas que nos demais tratamentos, mas sim que surgiram antes e atingiram o ponto de comercialização com mais de um mês de antecedência.

Como a radiação solar esteve dentro dos limites ideais para estas plantas durante todo o ciclo e como radiação solar sob malha azul foi significativamente menor em boa parte do dia, poderia se presumir um menor acúmulo de matéria seca nas plantas desse tratamento. O fato é que ocorreu justamente o revés, ou seja, houve maior matéria fresca e seca nas folhas e raízes das plantas cultivadas sob malha azul.

Houve diferenças entre as concentrações de matéria seca e fresca em diferentes órgãos das plantas entre os tratamentos, o que concorda com o que reporta RAJAPAKSE & KELLY

(1992) que trabalhando com filtros de sulfato de cobre encontraram alterações na morfologia da planta e na distribuição de fotossintetizados. No caso desse experimento houve uma maior matéria seca e fresca nas folhas das plantas oriundas da malha azul.

A maior massa fresca e seca das folhas das variedades que foram cultivadas sob malha azul parece se dever à qualidade da luz transmitida. Algumas plantas mantêm os estômatos abertos ainda que em condições não ideais se submetidas à luz azul. Esta luz entumesce a célula guarda do estômato mantendo o ostíolo aberto. Assim entra o gás carbônico do ar, o que pode implicar em mais carbono fixado (SIRIVASTAVA & ZEIGER 1995).

A maior área foliar encontrada em plantas cultivadas sob luz azul pode ter relação com o fenômeno fisiológico conhecido como mobilização de nutrientes induzida por citocinina. As citocininas influenciam o movimento de nutrientes de outras partes da planta para a folha (TAIZ & ZAIGER 1998; GAN & AMASINO 1995).

A luz azul influencia a biosíntese de clorofila e outros pigmentos através da regulação da expressão de determinados genes (TSUNOYAMA et al. 2002). Isto pode explicar o maior vigor foliar encontrado para todas as variedades tratadas com malha azul. Embora não tenha sido avaliado formalmente, as folhas das plantas tratadas com luz azul também apresentavam-se mais verdes e brilhantes. Diferentemente dos resultados encontrados por MORTENSEN & STROME (1987); RAJAPAKSE & KELLY (1992); RAJAPAKSE et al. (1999) e OREN-SHAMIR (2001). Os resultados encontrados por estes autores mostram plantas mais compactas e mais tardias. O fato de ser uma planta de baixa exigência em luz, de crescimento lento e de metabolismo ácido das crassuláceas também pode ajudar a explicar resultados diametralmente opostos entre este estudo e a literatura.

Observa-se que, embora houvesse 80% de vasos com flores na avaliação de junho de 2005, as hastes ainda estavam aquém do ponto de crescimento das plantas sob malha vermelha na primeira avaliação que fora 32 dias antes. Isto pode ser observado comparando os valores de massa fresca de hastes para a variedade 113 (Tabelas 45 e 46) e a variedade LC046 (Tabelas 47 e 48), sendo que para esta última a diferença é ainda maior.

Tabela 45 Valores de área foliar, número de flores, altura da haste massa fresca e seca das raízes, folhas e hastes da variedade 113, a qual permaneceu sob tratamento com malha vermelha, azul e testemunha negra de 50% desde os 6 meses de idade até o final do ciclo. Média de 12 repetições por tratamento. Avaliação de maio de 2005.

	Malha vermelha	Malha azul	Malha preta	
Área foliar (cm ²)	260,25 b	288,42 a	247,67 c	CV 8,87
Altura da haste (cm)	44,29 a	34,41 b	40,50 ab	CV 23,45
Número de flores (u.)	4,91 a	1,75 b	1,66 b	CV 40,53
Massa seca das raízes (g)	3,72 b	4,38 a	3,69 b	CV 12,39
Massa fresca das raízes (g)	37,09 b	42,94 a	36,08 b	CV 12,39
Massa seca de folhas (g)	4,15 b	4,93 a	3,67 b	CV 16,05
Massa fresca de folhas (g)	67,40 a	82,97 b	58,33 c	CV 11,33
Massa seca das hastes (g)	2,16a	1,31 b	1,47 b	CV 22,77
Massa fresca das hastes (g)	22,19 a	12,69 b	14,08 b	CV 16,60

Médias seguidas pelas mesmas letras na mesma linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey no nível de 5% de probabilidade.

Tabela 46. Valores de área foliar, número de flores, altura da haste massa fresca e eca das raízes, folhas e hastes da variedade 113, a qual permaneceu sob tratamento com malha vermelha, azul e testemunha negra de 50% desde os 6 meses de idade até o final do ciclo. Média de 12 repetições por tratamento. Avaliação de junho de 2005.

	Malha vermelha	Malha azul	Malha preta	
Área foliar (cm ²)	263,17 ab	289,92 a	259,50 b	CV 13,58
Altura da haste (cm)	48,33 a	44,41 a	43,91 a	CV 8,87
Número de flores (u.)	5,25 a	4,33 ab	3,91 b	CV 21,82
Massa seca das raízes (g)	3,78 b	4,28 a	3,79 b	CV 7,06
Massa fresca das raízes (g)	38,16 a	42,80 a	38,07 a	CV 6,15
Massa seca de folhas (g)	4,18 b	5,06 a	3,89 b	CV 12,65
Massa fresca de folhas (g)	67,60 b	83,68 a	60,33 c	CV10,26
Massa seca das hastes (g)	2,66 a	2,24 b	2,17 b	CV 22,77
Massa fresca das hastes (g)	28,41 a	22,92 b	21,13 b	CV 26,61

Médias seguidas pelas mesmas letras na mesma linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey no nível de 5% de probabilidade.

As proporções entre massa seca e fresca para raiz, folha e haste não apresentaram diferenças significativas com exceção das plantas sob malha vermelha que apresentaram menor razão massa seca / fresca possivelmente devido ao maior número de flores por haste.

Tabela 47 Valores de Área foliar, número de flores, altura da haste massa fresca e seca das raízes, folhas e hastes da variedade LC046, a qual permaneceu sob tratamento com malha vermelha, azul e testemunha negra de 50% desde os 6 meses de idade até o final do ciclo. Média de 12 repetições por tratamento. Maio de 2005.

	Malha vermelha	Malha azul	Malha preta	
Área foliar (cm ²)	281,33 b	316,08 a	269,33 b	CV 10,25
Altura da haste (cm)	42,00 a	27,75 a	32,92 ab	CV 23,45
Número de flores (u.)	11,25 a	5,25 b	2,91 b	CV 65,85
Massa seca das raízes (g)	4,77 a	4,52 a	4,06 b	CV 8,01
Massa fresca das raízes (g)	45,43 a	45,53 a	42,74 a	CV 8,65
Massa seca de folhas (g)	4,28 a	4,42 a	4,32 a	CV 11,05
Massa fresca de folhas (g)	79,04 ab	83,89 a	73,37 b	CV 11,67
Massa seca das hastes (g)	2,03 a	0,68 b	0,88 b	CV 18,45
Massa fresca das hastes (g)	21,07 a	6,58 b	8,71 b	CV 16,60

Médias seguidas pelas mesmas letras na mesma linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey no nível de 5% de probabilidade.

Tabela 48 Valores de Área foliar, número de flores, altura da haste massa fresca e seca das raízes, folhas e hastes da variedade LC046, a qual permaneceu sob tratamento com malha vermelha, azul e testemunha negra de 50% desde os 6 meses de idade até o final do ciclo. Média de 12 repetições por tratamento. Avaliação de junho de 2005.

	Malha vermelha	Malha azul	Malha preta	
Área foliar (cm ²)	284,41 b	317,45 a	276,33	CV 22,46
Altura da haste (cm)	45,08 a	37,83	41,16 ab	CV 16,62
Número de flores (u.)	12,75 a	9,16 b	10,25 ab	CV 22,61
Massa seca das raízes (g)	4,83 a	4,72 a	4,11 b	CV 7,43
Massa fresca das raízes (g)	48,16 a	46,88 ab	42,41 b	CV 23,45
Massa seca de folhas (g)	4,42 a	4,52 a	4,20 b	CV 12,65
Massa fresca de folhas (g)	75,58 b	84,89 a	75,24 b	CV 7,38
Massa seca das hastes (g)	2,11 a	1,67 b	1,80 b	CV 12,19
Massa fresca das hastes (g)	22,59 a	18,39 b	19,18 b	CV 12,61

Médias seguidas pelas mesmas letras na mesma linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey no nível de 5% de probabilidade.

Em geral, como principais resultados tem-se que a massa fresca e seca das folhas das quatro variedades estudadas apresentaram-se com melhor folhagem sob a malha azul e houve um florescimento precoce sob malha vermelha, tanto para as plantas que ficaram os 6 primeiros meses sem influência do manejo de espectro, como as que permaneceram na área experimental todo o seu ciclo.

O florescimento precoce para quase todas as variedades sob malha vermelha consiste em um forte indício que a proporção de radiação V/VD pode atuar de modo a diminuir o período de temperaturas amenas exigido para a indução floral das plantas estudadas, o que implica em diminuição de gastos com energia para resfriamento e tempo de casa de vegetação,

que por sua vez permite uma maior rotatividade de vasos por área de ambiente protegido, ou seja, uma maior produtividade de vasos/m²/ano.

4.4. Discussão geral

Neste trabalho observou-se o comportamento de três tipos de plantas quando tratadas com faixas específicas do espectro solar. No caso das plantas de média e baixa exigência em irradiância, que foram a gérbera e a orquídea *Phalaenopsis* respectivamente, a testemunha foi uma malha negra com transmissividade similar às malhas coloridas usadas para prover as faixas de espectro diferenciadas. As diferenças nos parâmetros climáticos não foram estatisticamente significativas para a maioria dos horários avaliados. Assim, não se pode justificar as diferenças encontradas nas plantas com as das medições *in loco* dos parâmetros microclimáticos.

A planta de baixa exigência em irradiância, a orquídea *Phalaenopsis*, mostrou um florescimento antecipado sob malha vermelha, que também não pode ser justificado pelos parâmetros de microclima avaliados no local. O efeito de compactação encontrado para a variedade Scarlet de gérbera e também referenciado por vários autores como MORTENSEN & STROMME 1987, RAJAPAKSE (1999), OREM-SHAMIR et al. (2001) não foi observado para estas orquídeas, pelo contrário, houve uma maior área foliar e massa fresca e seca das folhas em todas as variedades estudadas para esses parâmetros. O fato de se tratar de uma planta botanicamente distante das plantas referenciadas por estes autores pode justificar os resultados encontrados. O fato de apresentar um metabolismo de carbono diferente das demais plantas estudadas, o chamado metabolismo ácido das crassuláceas, também pode ser uma chave na explicação do porque a luz azul transmitida por esta malha propiciou melhor desenvolvimento foliar e não o contrário como era esperado.

No caso da planta de média exigência lumínica, a gérbera, a malha vermelha deu precocidade ao florescimento, o que na cultura de vaso implicou em maior quantidade de flores abertas ao mesmo tempo por vaso, o que aumenta o valor comercial, além do fato de se poder colher o vaso em menos tempo que nos demais tratamentos, o que possibilita um giro maior de vaso dentro do ambiente protegido em determinado período, o que diminui os custos de produção por vaso. A malha azul teve um efeito de compactação das hastes de uma das

variedades testadas, a Denfil Scarlet, mas não na segunda variedade, a Denfil Golden Yellow. Isto faz deduzir que o efeito de compactação depende da carga genética da planta. Ambos os tratamentos com malhas coloridas apresentaram melhores plantas, que a malha negra.

No caso da planta de alta exigência em radiação solar, a gipsofila, a testemunha foi a ausência de malha, que é a condição comum de cultivo desta planta na época testada. O fato de se ter plantas florescendo sob malha vermelha antes da testemunha, sem malha, foi surpreendente, porque no outro tratamento com malha de transmissividade muito similar a planta não saiu do estado de roseta.

Em todos os casos, independentemente da planta estudada, a malha vermelha pareceu favorecer a indução floral precoce. No caso das plantas de alta e média exigência lumínica houve também maior resposta à malha vermelha na massa fresca e seca das partes radiculares e aéreas, o que não foi uma constante para a *Phalaenopsis*, para a qual se pôde perceber maior massa seca e fresca somente nas hastes, mas isto foi devido à antecipação da indução floral, o que se pode comprovar quando se avaliou novamente as plantas depois de um mês e quando todos os tratamentos tinham mais de 80% de hastes com flores.

Pelos resultados destes estudos, pode-se inferir que o controle do espectro de radiação solar apresenta um grande potencial para ser usado no cultivo de flores no Brasil. Devido às respostas distintas entre variedades de mesma espécie, não se pode pensar em generalizações e extrapolações. O uso em cada cultura deve ser previamente investigado e, portanto, o tema merece continuar sendo estudado.

O manejo do espectro solar parece ser uma alternativa ao uso de produtos químicos como hormônios vegetais tais com ácido giberélico e citocinina seja por diminuir o custo da aplicação desses produtos, ou devido à dificuldade de obtenção desses produtos cada vez mais controlados ou, ainda, se considerarmos a percepção negativa do público aos produtos químicos de modo geral.

O uso de malhas de sombra constituídas de material plástico pareceu ser de fácil aplicação se comparamos com o trabalho de RAJAPAKSE & KELLY (1992) que usaram plástico duplo com uma camada de solução com pigmentos preenchendo o espaço entre esses plásticos. Em outras palavras, o manejo de espectro de radiação solar é facilmente obtido por meio de malhas plásticas, que consistem em uma tecnologia de fácil acesso e emprego pelo produtor de flores.

5. CONCLUSÕES

A alteração do balanço entre os comprimentos de onda transmitidos pelas malhas testadas influencia significativamente no desenvolvimento vegetal de espécies de baixa (*Phalaenopsis*), média (*Gerbera*) e alta exigência em irradiância (*Gypsophila*) cultivadas em clima Cwa;

Houve diferenças em vários parâmetros das plantas de média e alta exigência em luz que parecem ser devidas à alteração do espectro solar transmitido pelas malhas coloridas embora as condições microclimáticas não houvesse diferenças significativas entre os tratamentos quando se utilizou malhas de 40% sob plástico transparente;

Ainda que se haja encontrado diferenças significativas na radiação solar global e na fotossinteticamente ativa usando malhas de cerca de 50% de sombra sob plástico leitoso, essas diferenças não explicam a maior precocidade ocorrida nas plantas sob malha vermelha, pois esta apresentou um nível intermediário de intensidade luminosa entre negra e azul e mesmo assim propiciou adiantamento da floração significativa;

A malha vermelha propicia precocidade aos ciclos da *Gypsophila paniculata*, da *Gerbera jamesonii* e da *Phalaenopsis*;

A malha vermelha aumentou a emissão de flores em *G. paniculata*, da *G. jamesonii*;

A malha vermelha teve um efeito na indução floral da *Phalaenopsis* que pode diminuir o chamado período de indução, que é o tempo que a planta necessita estar sob baixas

temperaturas ou altas diferenças de temperatura entre dia e noite (10°C) diminuindo, assim o custo de produção;

A malha azul causa compactação cuja amplitude depende da variedade de gérbera, ou seja, as respostas à luz azul dependem da carga genética intra-específica. Assim, o efeito do tipo de luz oriundo da filtragem de uma malha colorida no desenvolvimento vegetal depende da espécie e da variedade testada;

A menor transmissão de radiação propiciado pela malha azul de 50% sob plástico leitoso não parece explicar a maior massa fresca e seca das folhas sob esse tratamento e sim o tipo de radiação transmitida;

A atribuição, por parte da malha azul de 50%, de melhores características às folhas de *Phalaenopsis* implica que variedades com problemas de folhagem como coloração amarelada e tamanhos de folhas reduzidos podem se beneficiar da luz filtrada pela malha azul;

Pode-se recomendar a malha azul para vegetação para maior massa foliar e a vermelha na fase de pré-indução e indução floral para conferir precocidade à formação das hastes.

A malha pérola não permite o desenvolvimento normal da planta de *Gypsophila paniculata*, não podendo ser recomendada para este cultivo;

O uso de malhas coloridas apresenta alto potencial para controle do crescimento vegetativo e do florescimento na floricultura em condições de clima Cwa e dentre as malhas estudadas destacou-se a malha vermelha, que provou ser merecedora de ser incluída em estudos futuros nos quais se vise adiantar florescimento.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALADOS, I.; ALADOS, A. R.; BOLEDAS, L. Direct and diffuse photosynthetically active radiation: measurements and modelling. **Agricultural and Forest Meteorology**, v.93, p. 27-38,1999.
- ALMEIDA, F. R. F.; AKI, A.Y. Grande crescimento do mercado das flores. **Agroanalysis**, Rio de janeiro, RJ, Brasil, v.15 n.9, p.8-11, 1995.
- ANDERSEN, A. The influence of light quality on plant growth in control led environment. **Acta Horticulturae**, v.174, p.205-210, 1985.
- ANGELOCCI , L. R. **Água na planta e trocas gasosas/energéticas com a atmosfera.** Introdução ao Tratamento Biofísico, Piracicaba, 2002, 272p.
- ANON, A. Gypsophilla clean-up. **Grower**, v.90, n.18, p.869, 1978.
- BACHA, J. C. Alguns aspectos dos modelos de análise dos impactos de mudança tecnológica no comportamento do setor agrícola. **Revista de Economia e Sociologia Rural, Brasília**, v.30,n.1, p.41-62, jan./mar. 1992.
- BALLARE, C. L.; SCOPEL, A. L.; JORDAN, E. T.; VIERSTRA, R. D. Signaling among neighboring plants and the development of size inequalities in plant populations.

- Proceedings** da National Academy of Sciences of the United States of America (USA). v.91, n.21, p.10094-10098, Oct, 1994.
- BERNARDES, M. S.; LIMA, S. F. **Densidade populacional, disposição e direção de linhas de plantio, manejo da copa: a luz como fator essencial**, ESALQ / LSN Piracicaba, 55p. 2000.
- BERNINGER, E. Effects of air and soil temperatures on the growth of gerbera. **Scientia Hort**, v.10, n.(3): 271-276, 1979.
- BURIOL, G. A.; SCHNEIDER, F. M.; ESTEFANEL, V.; ANDRIOLO, J. L.; MEDEIROS, S. L. P. Modificações na temperatura mínima do ar causada por estufas de polietileno transparente de baixa densidade. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.10, n.1, p. 43-49, 1993.
- CAMACHO, M. J.; ASSIS, F. N. DE; MARTINS, S. R.; MENDEZ, M. E. G. Avaliação de elementos meteorológicos em estufa plástica em pelotas, RS. **Revista Brasileira de agrometeorologia**, v.3, n.1, p.19-24, 1995.
- CHAUR, S. L. An economic analysis of orchid production under protected facilities in Taiwan: Case of *Phalaenopsis*, C. **Acta Horticulture**, v.578, p. 263-71. 2002.
- CHEN, W. S.; KOSHIOKA, M.; MANDER, L. N.; HUNG, L. S.; CHEN, W. H.; FU, Y. M.; HUANG, K. L. Changes in gibberellin levels in the flowering shoot of *Phalaenopsis* hybrida under high temperature conditions when flower development is blocked. **Plant physiology and biochemistry**, v.31, n.1, p.45-50, 2001.
- COSTA, E.; LEAL, P. A. M.; CARMO JUNIOR, R. R. do. Validação de Um Modelo de Simulação da Temperatura Interna Média de Casas de Vegetação **Anais XXIX Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2000** (compact disc). Fortaleza, 2000.

DAVES, M. H.; SIMMONS, S. R. Far-red light reflected from neighbouring vegetation promotes shoot elongation and accelerates flowering in spring barley plants. **Plant, Cell and Environment**, United Kingdom. v.17, n.7, p.829-836, 1994.

FARIA JUNIOR, M. J. A.; LIMA, A. M. Uso de Sombreamento em Estufa Coberta com Polietileno e com Ventilação Natural: Efeitos Sobre Variáveis Climáticas. **Anais XXIX CONBEA 2000**. Fortaleza.

FARIAS, J. B. R.; BERGAMASHI, 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**, v.1, n.1, p.51-62, 1993.

FERNANDES, A. L. T. **Monitoramento da cultura do crisântemo em estufa através do uso de lisímetro e estação meteorológica automatizada**. Dissertação (mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luis de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1996. 96p.

FISHER, P & RUNKLE, E. **Managing lightening in the greenhouse - why is it important?** In: E. In FISHER, P& RUNKLE,E.; *Lightening up profits*. Willoughby, Ohyo, USA, 2004, 98 p.

FOUCHÉ, J. G.; JOUVE, L.; HAUSMAN, J. F. KEVERS, C.; GASPAR, T. Are temperaure-induced early changes in auxin and polyamine levels related to flowering in *Phalaenopsis*. **J. Plant Physiol.**v.150, p.232-234, 1997.

GABRYSZEWSKA, E.; RUBNICKI, R. The influence of light quality on the shoot proliferation and rooting of *Gerbera jamesonii* in vitro. **Acta-Agrobotanica** v. 48, n. 2, p.105-111, 1995.

GAN, S; AMASINO, R. M. Inhibition of leaf senescence by autoregulated production of cytokinine. **Science**. v.270, n.4, p.1986-88,1995.

- GRANT, R. H., HEISLER, G. M., GAO, H. Photosynthetically-active radiation: sky radiance distributions under clear and overcast conditions. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 82, p. 267-292, 1996.
- GUISELINI, C. **Microclima e produção de gérbera em ambientes protegidos com diferentes tipos de cobertura**. DISSERTAÇÃO DE MESTRADO. Escola Superior de Agricultura “Luis de Queirós”. Piracicaba-SP, Brasil. 2002, 53p.
- GUERRA, M. P. Giberelinas. In: Kerbaui, G. **Fisiologia Vegetal**. Ed. Guanabara Koogan Rio de Janeiro-RJ, Brasil, 2004. 452p.
- HALE, M. G.; ORCUTT, D. M. **The physiology of plants under stress**. John Wiley & Sons, Blakburg, 1992.
- HALEVY, A. H. Introduction of new plants as cut flower crops. Cultivar improvement of Horticultural crops. **Acta Horticulturae**, v.404, p.166-170, 1995.
- HART, J. W. **Light and plant growth**. Londres, Engl. Allen & Unwin, 1988. 204p.
- HELSON, V. A. Comparison of Gro-Lux and cool white fluorescent lamps with and without incandescent as light sources used in growth rooms for growth and development of tomato plants. **Canadian.J.Plant Science**, v. 45 p.416-466, 1965.
- HICKLETON, P. R.; NEWMAN, S. M.; DAVIES, L. J. Growth and flowering of *Gypsophila paniculata* l. Bristol Fairy and Bridal Veil in relation to temperature and photosynthetic photon flux. **Scientia Horticulturae**. Hamburg, v. 133, p.137-145, 1993.
- KADMAN-ZAHAVI, A. & GARTENHAUSE,M. The effects of light spectra fluence duration and time of application on flowering of *Gypsophila*. *Scientia Hortic.*, v.40, p.237-45, 1989.

- KAI, E. S., SILVA, I. J. O. Variações microclimáticas em estufas cobertas com polietileno e PVC. In: SIMPÓSIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 6., Piracicaba, 1998. **Resumos**. São Paulo, USP 1998. p.540.
- KASPERBAUER, M. J. Light and plant development. In: *Plant environment interactions*. (Wilkinson, R. E., Ed.) . Marcel Dekker Inc., NY, USA, p.83-123, 1994.
- KONOW, E. A.; WANG, Y. T. Irradiance levels affect in vitro and greenhouse growth, flowering, and Photosynthetic behavior of a hybrid *Phalaenopsis* Orchid. **J. Amer. Soc. Hort. Sci.**, v.126 n.5, p. 531-536, 2001.
- KRIEG, D. D.; HUTMACHER, R. B. Photosynthetic rate control in dorghum: stomatal and nonstomatal factors. **Crop Science**, v.26, p.112-117, 1986.
- KUSEY, W. E. WEILER, J. C., HAMMER, P. A., HARBAUGH, B. K., WILFRED, G. J. Seasonal and chemical influences on the flowering of *Gypsophila paniculata*. **Journal of American Society of Horticulturae Science**, Purdue, v.106, p.84-88, 1981.
- KYIUNA, I, FRANCISCO, V. F. S., COELHO, P. J. CASER, D. V.; ASSUMPÇÃO, R. ÂNGELO, J. A. A Floricultura brasileira no início do século XXI: o perfil do produtor. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, v. 8, n.1/2, p. 56-76, 2002.
- LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos. Ed. Rima, 2000, 531p.
- LEE, N. & LIN, G.M. Effect of temperature on growth and flowering of *Phalaenopsis* white hybrid. **J. Chinese Soc. Hort. Sci.**, v. 30, n.4, p. 223-231, 1984.
- LEITE, C. A. FAGNANI, M. A. Comparação entre dois tipos de manejo de ambiente para a cultura da gérbera de corte – *Gérbera jamesonii*. **Resumos** do 14º Congresso brasileiro de floricultura e plantas ornamentais. Outubro, 2003.

- LIN, W. C.; FRENCH, C. J. Effect of supplementary lighting and soil warming on flowering of three *Gerbera* cultivars. **HortScience**, v.20, n.2, 271-273, 1985.
- LIN, M. J.; HSU, B. D. Photosynthetic plasticity of *Phalaenopsis* in response to different light environments. **J. Plant Physiology**, v.161, p. 1259-1268, 2004.
- LONG, S.P.; HUMPHRIES, S.; FALKOWSKI, P.G. Photoinhibition of photosynthesis in nature. **Annual Review of Plant Physiology and Molecular Biology**, v.45, p. 633-662, 1994.
- LOOTENS, P.; HEURSEL, J. Irradiance, temperature and carbon enrichment affect photosynthesis in *Phalaenopsis* hybrids. **HortScience**, v.33 n.7, p.1183- 1185, 1998.
- MAJEROWICZ, N. Fotossíntese. In: Kerbauy, G. **Fisiologia Vegetal**. Ed. Guanabara Koogan Rio de Janeiro-RJ, Brasil, 2004. 452p.
- MARISKA, T, H.; VAN DER ZANDE, G.; BLACQUIÈRE, T. Alternative sources for photoperiodic lighting of *Gypsophilla*. **Proceedings**. Third Int. Simp. Artificial Lighting In: Acta Horticulture, 418. 2001.
- MARTINEZ, H. E. P. O Uso do cultivo hidropônico de plantas em pesquisa. **Cadernos didáticos**, Viçosa: UFV, 1997, n.1, 137 p.
- MEDINA, C. L.; SOUZA, R. P.; MACHADO, E.C; RIBEIRO, R.V.; SILVA, J.A.B. Photosynthetic respons of citrus growing under reflective aluminized polypropilene shading nets. **Sci. Hort.** n. 96, p115-125, 2002.
- MOE, R.; HEINS, R. Control of plant morphogenesis and flowering by light quality and temperature. Bedding andpot plants. **Acta Horticulture**. Wageningen, v.272, p.8-89, 1990.

- MOLINA, E.; GAMBOA, J.; GONZALES, P. Fertilización potasica de *Gypsophila paniculata* cv Perfecta en paraiso, Cartago. *Agronomia Costarricense*, **Apartado**, v.15, n.1/2, 185-187, 1991.
- MORALES, D.; JIMENEZ, M. S.; BRAVO, F.; MANSITO, P.; CABALERO, M. Fotosíntesis en Rosas Cultivadas Bajo invernaderos de Plástico en Canarias. **Invest. Agr. Prod.Prot.Veg**, v.7, n.2, p.159-166, 1992.
- MORESHET, S. Z.; ZIESLIN., P. N. Spatial variation in Glasshouse rose flower production in relation to solar radiation. **Science Horticulture**. v.5, p.269-276, 1976
- MORTENSEN, L. M.; MOE, R.. Effects of selective screening of the daylight spectrum and of twilight on plant growth in greenhouses. *Acta Horticulture*. v.305, p.103-108, 1992.
- MORTENSEN, L. M.; STROMME, E. Effects of light quality on some Greenhouse Crops. **Scientia Horticulturae**, v.33, p.27-36, 1987.
- MOTA, F. S. **Meteorologia agrícola**. São Paulo, Nobel, 376 p. 1977.
- MURATA, T.; KADOTA, A.; WADA, M. Effects of blue light on cell elongation and microtubule orientation in dark-grown gametophytes of *Ceratopteris richardii* [Pteridophyta]. **Plant and Cell Physiology**, Japão, v.38, n.2, p.201-209, Feb, 1997.
- NELSON, P. V. **Greenhouse operation and management**. 4 ed. New Jersey: Prentice Hall, 612p. 1991.
- NOBEL, P. S. **Physicochemical and Environmental Plant Physiology** 4th ed. London: Academic Press, 1991, 635p.
- OLIVEIRA, C. R. Cultivo em ambiente protegido. **Boletim Técnico CATI**, n.232, p.1-31, abr. 1997.

- OLIVEIRA, M. R. V. de. O emprego de casas de vegetação no Brasil; Vantagens e desvantagens. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 30, n.8, p. 1049-1060, 1995.
- OLIVETTI, M.P.A., TAKAES, M. MATSUNAGA, M. Perfil da produção das principais flores de corte no estado de São Paulo. **Informações econômicas**, São Paulo, v. 24, n.7, p. 31-54, 1994.
- OMETTO, J. C. **Bioclimatologia vegetal**. Agronômica Ceres, 425p. 1981.
- OREN-SHAMIR, M., GUSSAKOVSKY, E. E., SHPIEGEL, E., NISSIM-LEVI, A., RATNER, K., OVADIA, R., GILLER, Y. E.; SHAHAK, Y. Coloured shade nets can improve the yield and quality of green decorative branches of *Pittosporum variegatum*. **J. Hort. Sci. Biotech.** v. 76 p. 353-361, 2001.
- OTA, K.; MORIOKA, K.; YAMAMOTO, Y. Effects of leaf age, inflorescence, temperature, Light intensity and moisture conditions on CAM photosynthesis in *Phalaenopsis*. **J Japan. Soc. Hort. Sci.**, v. 60 p.125-32, 1991
- PEDROSA, M. W. **Crescimento e acúmulo de nutrientes pela *Gypsophila paniculata* L. em cultivo hidropônico**. DISSERTAÇÃO DE MESTRADO. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa-MG, Brasil. 1997. 70p
- PIERIK, R. L. M.; JANSEN, J. L. M.; MAADSAM, A. BINDENBUCK, C. M. Optimization of Gerbera a plantled production from excised capitulum explants. **Scientia Hort.**, 3(1): 351-357, 1991.
- PIMENTA, J. A. Relações hídricas. In: Kerbaudy, G. **Fisiologia Vegetal**. Ed. Guanabara Koogan Rio de Janeiro-RJ, Brasil, 2004. 452p.

- QUAIL, P. H.; BOYLAN, M. T.; PARKS, B. M. SHORT, T. W.; XU, Y.; WAGNER, D. Phytochromes: Photosensory perception and signal transduction. **Science**, v. 268, p. 675-80, 1995.
- RAJAPAKSE, N. C. & KELLY, J. W. Regulation of *Dendrothema grandiflorum* (Ramat) Kitamura growth by irradiance quality. **J. Am. Soc. Hort. Science**. v. 117, p. 481-85. 1992.
- RAJAPAKSE, N. C.; YOUNG, R. E., McMAHON, M. J.; OI, R. Plant height control by selective filters: current status and future prospects. **HortTechnology**, v. 9, p.618-20, 1999.
- RESH, H. M. **Cultivos hidroponicos – Nuevas técnicas de producción**. 2 ed. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 1992, 318p.
- RICIERI, R. P.; ESCOLBEDO, J. F. Radiação solar global e difusa em túneis com cobertura de polietileno. **Energia na Agricultura**, v. 11, n.1, p.15-37, 1997.
- ROCHA, P. K. Desenvolvimento de bromélias em ambiente protegidos com diferentes alturas e níveis de sombreamento. TESE DE DOUTORADO – Escola Superior de Agricultura “Luis de Queiroz” Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002. 90p.
- RUNKLE, S. E.; HEINS D. R. Stem extension and subsequent flowering of seeds grown under a film creating a far-red deficient environment. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, n.96, p. 257-265, 2002.
- SERRA, G. Innovation in cultivation techniques of greenhouse ornamentals with particular regard to low energy input and pollution reduction. **Acta Horticulturae**, v. 353, p.149-163, 1994.

- SGANZERLA, E. **Nova Agricultura**: a fascinante arte de cultivar com os plásticos. 5 ed. Guaíba: Agropecuária, 1995, 342p.
- SHILLO, R.; HALEVY A. H. Interaction of photoperiod and temperature in flowering-control of *Gypsophila paniculata* L. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, n.16, p.385-393, 1982.
- SHLOMO, E., SHILLO, R.; HALEVY, A.H. Gibberelin substitution for the high night temperatures required for the long day promotion of flowering in *Gypsophila paniculata* L. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.26, p.69-76, 1985.
- SIRIVASTAVA, A.; ZEIGER, E. guard cell zeaxanthin traps photosynthetic active radiation and stomatal apertures in *Vicia faba* leaves. **Plant cell. Environ.** v.18, p.813-17,1995.
- SMITH, H. Physiological And ecological function within the phytochrome family. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, v.46, p.289-315, 1995.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant Physiology**. Sunderland, Massachusetts, USA, Sinauer Associates Inc, Publisher, 1998, 791p.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. Porto Alegre, RS, Brasil, Artmed, 2004. 719p.
- TAKANE, R. J. **Micropropagação de *Gypsophila paniculata* L.** DISSERTAÇÃO DE MESTRADO. Escola Superior de Agricultura “Luis de Queirós” Piracicaba-SP, Brasil. 1997, 47p.
- TIJA, B. & ROGERS, M.N. Culture and evaluation of Florida gerberas for pots, eds and vases. **Floriculture review**. v.171, n.28, 1982.
- TIVELLI, S.W. **Manejo do ambiente em cultivo protegido**. In GOTO, R. & TIVELLI, S.W. Produção de Hortaliças em Ambiente Protegido: condições subtropicais. São Paulo: Fundação Editora UNESP, 1998. 319p.

- TOYOMATSU, T.; KAWAIDE, H.; INOUE, Y.; KAMIYA, Y. Phytochrome regulates gibberellin biosynthesis during germination of photoblastic lettuce seeds. **Plant Physiol.**, v. 118, p.1517-23, 1998.
- TSAI, C. C.; HUANG, S. C.; HUANG, P. L. AND CHOU, C. H. Phylogeny of the genus *Phalaenopsis* (Orchidaceae) with emphasis on the subgenus *Phalaenopsis* based on the sequences of the internal transcribed spacers 1 and 2 of rDNA. **Journal of Hort. Scie. & Biotech.**, v.78, n.6, p.879-87, 2003.
- TSUNOYAMA, Y.; MORIKAWA, K.; SHIINA, T.; TOYOSHIMA, Y. Blue light specific and differential expression of plastid sigma factor, Sig5 in *Arabidopsis thaliana*, FEBS. v. 516 p. 225-228, 2002.
- TSUJITA, M.J. Greenhouse gerbera production. Ont. Min. Agr. **Food Factsheet** v.86, n.066, p.1-4, 1987
- TREGEA, W. Gypsophila growing in Central Australia. Agnote, **Alice Springs**, n.615, D21, nov.1994.
- VAN DER VEEN, R.; MEIJER, G. **Light and plant growth**. Philips Technical Library, 161p, 1959.
- VAN DER ZANDE, G.; BLACQUIÈRE, T.; Alternative sources for photoperiodic lighting on Gypsophila. **Proceedings** of the third international symposium on artificial lighting in horticulture, Noordwijkerhout, Holanda, 23-27 January 1994. **Acta-Horticulturae**, n. 418 p. 119-125, 1997.
- VERDONCK, O. CAPPAERT, J., de BOODT, M. Some results of the growth of *Achmea fasciata* in inert substrates. In: INTERNATIONAL SOCIETY ON SOILLESS CULTURE, v.4, 1976, Wageningen, Proceedings..., Wageningen: ISOSC, 1976, p.285-288.

- VINCE PRUE, D. & CANHAM, A. E. Horticultural significance of photomorphogenesis. In: W.Shorpsire and Mohrs (eds): **Encyclopedia of Plant Physiology**. New Series v. 16B p.518-544, 1983.
- WANG, Y. T. *Phalaenopsis* orchid light requirement during the induction of spiking. **Hortscience**, v. 30, p.59-61, 1995.
- WANG, Y. T. 1997 *Phalaenopsis* requirements and scheduling of floweing. **Orchids**, v.66, p. 934-939, 1997.
- WANG, Y. T. Deffering floweing of greenhouse grown *Phalaenopsis* orchids by alternating dark and light. **Journal of Amer. Soc. Hort. Science**, v. 123, p. 56-60, 1998.
- WASSINK, E. C.; STOLWIJK, J. A. J. Effects of light quality on plant growth. **Ann. Rev. of Plant Physiology**, 1956.
- WENT, F. W. The role of enviroment in plant growth. **American Science**, v. 44 p378-398. 1956.
- WHATLEY, J. M. & WHATLEY, F. R. **A luz e a vida das plantas**. Editora Pedagógica e Universitária; EDUSP, 102p. 1982.