

RAIMUNDO LUIZ LAURINHO DOS SANTOS

**CARACTERÍSTICAS FITOTÉCNICAS E FISIOLÓGICAS DO GLADIÓLO
'AMSTERDAM' CULTIVADO SOB DIFERENTES TIPOS DE TELAS**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRAISL
2014

**Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da Universidade
Federal de Viçosa - Câmpus Viçosa**

T

S237c
2014 Santos, Raimundo Luiz Laurinho dos, 1955-
Características fitotécnicas e fisiológicas do gladiólo
‘Amsterdam’ cultivado sob diferentes tipos de telas / Raimundo
Luiz Laurinho dos Santos. – Viçosa, MG, 2014.
xiv, 138f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Inclui anexo.

Orientador: José Antônio Saraiva Grossi.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.

Inclui bibliografia.

1. Gladiólo (Amsterdam). 2. Gladiólo - Cultivo.
3. Fluorescência da clorofila. 4. Sombreamento - Telas
coloridas. I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de
Fitotecnia. Programa de Pós-graduação em Fitotecnia. II. Título.

CDD 22. ed. 635.93438

RAIMUNDO LUIZ LAURINHO DOS SANTOS

**CARACTERÍSTICAS FITOTÉCNICAS E FISIOLÓGICAS DO GLADIÓLO
'AMSTERDAM' CULTIVADO SOB DIFERENTES TIPOS DE TELAS**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

APROVADA: 26 de fevereiro de 2014.

Kacilda Naomi Kuki
(Coorientadora)

Sukarno Olavo Ferreira

Ernesto José Resende Rodrigues

Luiz Carlos Chamhum Salomão

José Antônio Saraiva Grossi
(Orientador)

“Jamais considere seus estudos uma obrigação,
mas uma oportunidade invejável... para aprender
a conhecer a influência libertadora da beleza do
reino do espírito, para seu próprio prazer pessoal
e para proveito da comunidade a qual seu futuro
trabalho pertencer.”

(Albert Einstein)

*Ao Senhor Deus, por seu cuidar até das
pequenas coisas, como a mais simples plantinha.*

AGRADECIMENTOS

A Tiago Pires – um grande companheiro –, por ter-me ensinado a operar o IRGA e dado muitas “dicas” na área de Fisiologia Vegetal, possibilitando a realização deste trabalho.

A Gessimar Nunes Camelo – grande amigo e irmão na hora de enfrentar as batalhas da vida –, por estar sempre a postos.

A Robson Pelúzio – companheiro de estudo –, por ter-me ensinado a ser mais focado nos objetivos, corrigindo características dispersivas no meu modo de ser.

A Antônio Rezende, meu amigo e camarada, companheiro de estudo, pela amizade.

A Fred Denilson, meu amigo e companheiro de estudo, pelas trocas de saber.

A Rogério Pego, grande amigo que encontrei em Minas Gerais, por estar sempre pronto a ajudar, principalmente, na área de Informática, e pela paciência.

A Ernesto Lopes Soares Neto (Funcionário da UFV – Setor de Floricultura), grande amigo, por sempre conseguir simplificar o que naquele momento parecia difícil.

A Antonio Carlos dos Santos (Funcionário da UFV – Setor de Floricultura), grande amigo, pela paciência em ajudar sempre que eu não ia dar conta do aporte de trabalho.

Ao Professor José Geraldo Barbosa, por quase sempre possuir solução simples, rápida e precisa para os problemas – tive sorte em tê-lo como professor e coorientador.

A Kacilda Naomi Kuki, minha professora e coorientadora, pela orientação, que muito me ajudou a construir meus conhecimentos na área de Fluorescência da Clorofila, e pela maior profundidade na área de Fisiologia Vegetal – Obrigado por ter sido tão paciente e acreditado que eu era capaz de aprender tanto.

A Letícia dos Anjos, por, mesmo sem me conhecer direito, ter estado sempre disposta em tirar minhas dúvidas na prática com a Fluorescência.

A Samuel Martins (Samuca) – estar e conversar com você era sempre interessante –, por ter-me ensinado a operar o fluorômetro com cuidado e tranquilidade e pela paciência.

A Thaissa, estagiária do Curso de Agronomia, uma grande pessoa, ótima companheira de trabalho, pela ajuda, sem a qual a vida teria sido muito difícil.

A Fátima Amorim – minha esposa e minha companheira de todos os momentos, que na minha ausência cuidou da nossa casa e dos nossos filhos em Aracaju –, pela imprescindível ajuda, pois sem sua força e incentivo este trabalho não teria sido possível.

A Moisés Alves Muniz, companheiro de trabalho na Floricultura, meu amigo e coorientador, por ter sempre uma palavra de ajuda e refino no trabalho desta tese.

A José Antonio Grossi, meu orientador e comandante-geral e para quem parecia que tudo era possível – durante o trabalho, os custos do experimento foram bancados com recursos dos projetos dele e, mesmo com valores um tanto elevados, não houve dificuldades –, pela convivência simples e pelo tratamento afável que sempre dispensou a mim.

Luiz Antonio Santos Dias, meu coorientador estatístico, pela paciência.

Enfim, a todos que deram sua parcela de ajuda para que esta pesquisa fosse concluída.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	xi
ABSTRACT.....	xiii
1. INTRODUÇÃO GERAL	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1. A cultura do gladiolo.....	3
2.2. Características gerais do cultivo protegido	5
2.3. Telas de sombreamento para cultivos	6
2.4. O papel da radiação fotossinteticamente ativa (RFA)	9
2.5. Temperatura	12
2.6. Umidade relativa do ar	12
3. REFERÊNCIAS.....	14
CAPÍTULO I.....	19
CARACTERÍSTICAS FITOTÉCNICAS E FISIOLÓGICAS DO GLADIÓLO ‘AMSTERDAM’ CULTIVADO A PLENO SOL E SOB TELAS ALUMINIZADA, VERMELHA E AZUL, NA PRIMAVERA E NO OUTONO	19
RESUMO	19

	Página
CHAPTER I	21
PHYTOTECHNICAL AND PHYSIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE GLADIOLUS 'AMSTERDAM' CULTIVATED UNDER FULL SUNLIGHT AND UNDER ALUMINIZED, RED AND BLUE SCREENS IN SPRING AND AUTUMN	21
ABSTRACT	21
1. INTRODUÇÃO	23
2. OBJETIVO GERAL	25
2.1. Objetivos específicos	25
3. MATERIAL E MÉTODOS	26
3.1. Local e condições de cultivo	26
3.2. Delineamento estatístico	28
3.3. A planta	28
3.4. O plantio	29
3.5. Tratos culturais	30
3.6. Colheita	30
3.7. Variáveis ambientais	31
3.7.1. Temperatura e umidade relativa do ar	31
3.7.2. Qualidade da luz	32
3.7.3. Intensidade da luz	32
3.8. Trocas gasosas	32
3.9. Fluorescência da clorofila	33
3.10. Características biométricas avaliadas	34
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	36
4.1. Temperaturas	36
4.2. Umidade relativa	41
4.3. Curvas da fotossíntese em função da hora do dia e da radiação fotossinteticamente ativa (RFA) para o gladiolo	44
4.4. Curvas da intensidade da luz	49
4.5. Qualidade da luz	52
4.6. Trocas gasosas na primavera e no outono	53
4.6.1. Fotossíntese líquida na primavera e no outono (A)	53

	Página
4.6.2. Transpiração na primavera e no outono (E).....	55
4.6.3. Condutância estomática na primavera e no outono (gs)	56
4.6.4. Concentração interna de carbono na primavera e no outono	58
4.7. Fluorescência da clorofila na primavera e no outono	59
4.7.1. Rendimento quântico máximo do Fotossistema II na primavera e no outono.....	59
4.7.2. Rendimento quântico efetivo do Fotossistema II – Y(II) – na primavera e no outono.....	61
4.7.3. Rendimento quântico da dissipação regulada de energia do Fotossistema II – Y(NPQ) – na primavera e no outono	63
4.7.4. Rendimento quântico da dissipação não regulada de energia do Fotossistema II - Y(NO) na primavera e no outono.....	65
4.7.5. Razão de decréscimo da fluorescência da clorofila – R_{fd} – na primavera e no outono.....	67
4.8. Discussão da análise conjunta dos índices biométricos do gladiolo ‘Amsterdam’ nos cultivos de primavera/2011 e de outono/2012	69
4.8.1. Número de flor na espiga floral – NFEF.....	69
4.8.2. Comprimento da parte aérea – CPA	70
4.8.3. Comprimento da espiga floral – CEF	71
4.8.4. Diâmetro da haste floral – DHF	73
4.8.5. Diâmetro da flor – DF	74
4.8.6. Comprimento da haste floral – CHF	75
4.8.7. Área foliar – AF	76
4.8.8. Massa Seca de Haste Floral – MSHF.....	78
4.8.9. Massa Seca de Folhas – MSF	79
4.8.10. Massa seca de Bulbos Filhos – MSBF.....	80
4.8.11. Massa seca de raiz.....	80
4.8.12. Massa seca de Bulbos Comerciais no outono – BC.....	81
5. CONCLUSÕES	82
6. REFERÊNCIAS.....	83

	Página
CAPÍTULO II	91
ANÁLISE DE CRESCIMENTO DO GLADIÓLO 'AMSTERDAM'	
CULTIVADO EM QUATRO AMBIENTES DE LUZ.....	91
RESUMO	91
CHAPTER II.....	93
GROWTH ANALYSIS OF GLADIOLUS 'AMSTERDAM'	
CULTIVATED IN FOUR LIGHT ENVIRONMENTS	93
ABSTRACT.....	93
1. INTRODUÇÃO	95
2. OBJETIVO GERAL	99
2.1. Objetivo específico.....	99
3. MATERIAL E MÉTODOS	100
3.1. Local e condições de cultivo	100
3.2. Delineamento estatístico	101
3.2. A planta	101
3.3. O plantio.....	101
3.4. Tratos culturais.....	102
3.5. A coleta dos dados	103
3.6. Variáveis ambientais	104
3.6.1. Temperatura e umidade do ar.....	104
3.6.2. Qualidade da luz.....	104
3.6.3. Intensidade da luz.....	104
3.6.4. Índices morfofisiológicos da análise de crescimento.....	104
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	106
4.1. Parâmetros climáticos	106
4.2. Massa seca total e área foliar – MST e AF	112
4.3. Área Foliar Específica – AFE	115
4.4. Duração da Área Foliar – DAF	118
4.5. Razão de Área Foliar – RAF.....	119
4.6. Razão de Massa Foliar – RMF.....	121
4.7. Razão de Massa de Bulbos – RMB.....	123
4.8. Razão de Massa de Raiz – RMR.....	124

	Página
4.9. Taxa Assimilatória Líquida – TAL.....	124
4.10. Taxa de Crescimento Relativo – TCR.....	126
4.11. Altura de Planta – AP.....	128
5. CONCLUSÕES.....	130
6. REFERÊNCIAS.....	131
CONCLUSÕES FINAIS.....	136
ANEXO.....	137

RESUMO

SANTOS, Raimundo Luiz Laurinho dos, D. Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2014. **Características fitotécnicas e fisiológicas do gladiolo ‘Amsterdam’ cultivado sob diferentes tipos de telas.** Orientador: José Antônio Saraiva Grossi. Coorientadores: Moisés Alves Muniz, José Geraldo Barbosa, Luiz Antonio dos Santos Dias e Kacilda Naomi Kuki.

Objetivou-se com este trabalho avaliar caracteres fisiológicos e fitotécnicos do gladiolo ‘Amsterdam’, bem como acompanhar seu desenvolvimento através de análise de crescimento. O gladiolo foi cultivado em quatro ambientes de luz: a pleno sol (controle) e sob três telas – aluminizada, vermelha e azul –, que restringiram em 50% a luminosidade global. Os bulbos, com perímetro entre 12 e 14 cm, foram plantados em vasos com capacidade para 11 L contendo substrato apropriado. Para monitorar a temperatura e a umidade durante todo o ciclo das plantas, foram instalados miniloggers (HT-500). Os experimentos foram feitos em delineamento inteiramente casualizado com 60 vasos em cada ambiente de luz, dos quais cinco foram utilizados para a medição dos caracteres fitotécnicos, cinco foram deixados no ambiente após a colheita da haste para completarem o amadurecimento dos bulbos e 32 foram empregados na análise de crescimento, sendo o restante usado na bordadura. Quando as plantas exibiram duas folhas definitivas, foram feitas medições da fotossíntese em relação às intensidades luminosas e em relação às horas do dia, da intensidade luminosa em relação às horas do dia e das curvas da qualidade

do espectro da luz nos quatro ambientes de cultivo. Medições pontuais de trocas gasosas e fluorescência da clorofila foram iniciadas aos 36 dias após o plantio e repetidas a cada intervalo de 10 dias, sendo quatro na primavera e cinco no outono. A análise de crescimento iniciou-se aos 21 dias depois do plantio, quando as plantas apresentavam o primeiro par de folhas. Ocorreram oito coletas em cada estação de cultivo. Não houve efeito significativo entre as médias de tratamentos no final de cada época de cultivo sobre os parâmetros de trocas gasosas. A condutância estomática, transpiração e concentração interna de carbono na câmara subestomática foram mais baixas na primavera, mas não limitantes da qualidade da haste floral. Os parâmetros de fluorescência da clorofila não indicaram presença de estresse no gladiolo nas duas épocas de cultivo. Nos tratamentos com telas, o número de flores na espiga floral foi maior na primavera. O gladiolo apresentou médias do comprimento da parte aérea superiores às do controle, sendo maiores no outono. Nas duas épocas avaliadas, o gladiolo sob tela azul não alcançou a melhor classificação comercial (10 mm) quanto ao diâmetro da haste, e o diâmetro da flor foi menor no outono. Apenas nos tratamentos com telas aluminizada e vermelha as plantas alcançaram o melhor padrão comercial (≥ 110 cm) para o comprimento da haste floral. As médias de massa seca da haste floral do gladiolo cultivado sob telas vermelha e aluminizada e a pleno sol foram superiores às do gladiolo sob tela azul. A massa seca total (MST) e a área foliar (AF) apresentaram padrão de crescimento de uma curva sigmoideal, e o gladiolo cultivado sob tela azul teve menor MST. A área foliar específica (AFE) do gladiolo sob tela azul foi maior que as demais nas duas estações de cultivo. A duração de área foliar (DAF), tanto na primavera quanto no outono, teve forte crescimento. Enquanto as plantas estavam com acelerado crescimento vegetativo, elas começaram a ficar estáveis aos 63 DAP. A razão de área foliar (RAF) e a razão de massa foliar (RMF) foram elevadas nas primeiras coletas, indicando forte investimento em folhas. A razão de massa de bulbos (RMB) a pleno sol foi maior do que nos tratamentos com telas. No tratamento a pleno sol, as médias da altura de planta foram menores nas duas épocas de cultivo. O gladiolo cultivado sob telas aluminizada e vermelha apresentaram vigoroso crescimento e maior número de características comercialmente desejáveis.

ABSTRACT

SANTOS, Raimundo Luiz Laurinho dos, D. Sc., Universidade Federal de Viçosa, February, 2014. **Phytotechnical and physiological characteristics of gladiolus ‘Amsterdam’ grown under different types of screens.** Adviser: José Antônio Saraiva Grossi. Co-Advisers: Moisés Alves Muniz, José Geraldo Barbosa, Luiz Antonio dos Santos Dias and Kacilda Naomi Kuki.

The objective of this study was to evaluate physiological and phytotechnical characters of gladiolus ‘Amsterdam’, as well as monitor its development through growth analysis. The gladiolus was grown in four different light environments: full sunlight (control) and under three screens – aluminized, red and blue –, which restricted in 50% the overall brightness. Bulbs with circumference between 12 and 14 cm were planted in pots with capacity of 11 L containing appropriate substrate. To monitor the temperature and humidity throughout the entire plant cycle, miniloggers (HT-500) were installed. The experiments were conducted in a completely randomized design with 60 pots in each light environment, of which five were used for the phytotechnical characters measurement, five were left in the environment after stem harvest to complete the ripening of the bulbs and 32 were employed in growth analysis, the rest was used in the border. When plants exhibited two true leaves, photosynthesis measurements were made in relation to light intensity and time of day, light intensity in relation to time of day and spectrum quality curves in the four culture environments. Spot measurements of gas exchange and

chlorophyll fluorescence were initiated 36 days after planting and repeated every 10 days, four in spring and five in autumn. Growth analysis started 21 days after planting, when the plants presented the first pair of leaves. There were eight samples in each growing season. There was no significant effect between treatment averages in the end of each growing season regarding leaf gas exchange. The stomatal conductance, transpiration, and internal carbon dioxide concentration in the substomatal chambers were lower during spring, but not limiting the quality of the flower stem. The chlorophyll fluorescence parameters indicated no presence of stress in gladiolus in two cropping seasons. In treatments with screens, the number of flowers in floral spike was higher during spring. The gladiolus showed a superior average in the length of the aerial part than the ones of control, being greater in autumn. In both evaluated periods, the gladiolus under blue screen did not reach the best commercial classification (10 mm) as for the stem diameter, and flower diameter was smaller in autumn. Only in the treatments with aluminized and red screens the plants achieved the best commercial standard (≥ 110 cm) as for the length of the flower stem. The average dry matter of the flower stem of the gladiolus grown under red and aluminized screens and full sunlight were greater than the gladiolus under blue screen. The total dry matter (TDM) and leaf area (LA) showed growth pattern of a sigmoidal curve, and gladiolus grown under blue screen had lower TDM. Specific leaf area (SLA) of gladiolus under blue screen was greater than the others in the two growing seasons. The leaf area duration (LAD), both in spring and autumn, had strong growth. While the plants had accelerated vegetative growth, they began to be stable at 63 DAP. The leaf area ratio (LAR) and leaf weight ratio (LWR) were elevated in the first samplings, indicating strong investment in leaves. The bulb weight ratio (BWR) in full sunlight was greater than in treatments with screens. In the full sunlight treatment, the averages of plant height were lower in the two growing seasons. The gladiolus grown under red and aluminized screens presented vigorous growth and greater number of commercially desirable characteristics.

1. INTRODUÇÃO GERAL

O mercado mundial de flores e plantas ornamentais está em plena expansão em consequência da busca de harmonia e estética visual do ambiente, com o uso de diversas variedades de flores e plantas ornamentais, proporcionando bem-estar ao homem.

A floricultura vem passando por transformações e fazendo que a atividade se torne cada vez mais competitiva, exigindo do produtor maior capacidade de gerenciamento e tomada de decisões. A dificuldade de obter lucro com essa atividade vem aumentando e exigindo contínua interação dos produtores com novas tecnologias, o que mostra que a utilização dos recursos de forma eficiente é indispensável.

Com a expansão do comércio de flores no Brasil, o gladiolo tornou-se uma das culturas mais expressivas, ocupando o quarto lugar em produção. Isso devido à sua facilidade de cultivo, caracterizada pela tolerância a pragas e doenças, ciclo curto, cultivo a céu aberto, produção de flores, bulbos e bulbilhos e à grande diversidade de coloração das flores, além da fácil condução, do baixo custo de implantação, do rápido retorno financeiro e de poder ser cultivado em pequenas áreas (BARBOSA, 2011).

As plantas são cultivadas predominantemente para corte de flor, tendo suas hastes florais aceitação crescente tanto no mercado nacional quanto internacional, em razão da diversidade de cores, do tamanho e do número de flores, do comprimento da haste e da espiga floral e da vida pós-colheita. Dessa forma, as hastes florais são

largamente utilizadas por floristas e decoradores, conferindo volume e colorido aos arranjos e buquês, usados para enfeitar escritórios e interiores de casas, bem como outros ambientes em ocasiões especiais, como casamentos, formaturas, aniversários etc.

Desde 2005, o gladiolo divide espaço com tulipas, crisântemos, rosas, gérberas, girassóis e orquídeas, entre outras espécies (FARIA, 2005). Seu cultivo disseminou-se para várias regiões do país, e hoje os maiores polos produtores são Holambra (SP), Paranapanema (SP), Nova Friburgo (RJ) e Gravatá (PE), os quais são responsáveis pela produção anual de aproximadamente 6 milhões de hastes e 65 milhões de bulbos. A maior parte da produção de bulbos é destinada ao mercado externo, e as flores, em cerca de 30%, destinam-se à exportação, principalmente no período de outubro a maio (VILELLA, 2005).

Neste trabalho, assumiu-se uma posição de vanguarda, pois, embora se saiba que o gladiolo é considerado planta de pleno sol, essa flor foi cultivada sob telas, que restringiram a luminosidade natural em 50%. Alguns conhecimentos e situações vivenciados no país contribuíram para essa tomada de decisão: entre eles, ser o gladiolo uma planta C_3 . O gladiolo normalmente sofre fotoinibição em alta irradiância. Portanto, subtrair um pouco da radiação natural não deve prejudicá-la; o crescente mercado especializado de São Paulo exige hastes que provavelmente em outros locais do Brasil não seria possível produzi-las devido a altíssimos níveis de radiação natural.

Objetivando, assim, regularizar a produção futura e contornando problemas relacionados à elevada temperatura e irradiância, fatores característicos de regiões tropicais, embarcou-se na tendência crescente de utilização de telas de sombreamento (SILVA, 1999; QUEIROGA et al., 2001). Essas telas reduzem a incidência direta dos raios solares, favoráveis às espécies que necessitam de menor fluxo de energia radiante, ocorrendo, assim, redução da temperatura.

Portanto, como a radiação está ligada ao crescimento e produtividade do gladiolo e é um dos fatores que mais limitam a produção, o objetivo deste estudo foi comparar caracteres morfofisiológicos do gladiolo ‘Amsterdam’ no momento da colheita da haste floral. Foi objetivo também acompanhar seu desenvolvimento através de análise de crescimento em duas épocas, na primavera de 2011 e no outono de 2012, com os mesmos tratamentos: cultivo a pleno sol e cultivos sob telas aluminizada, vermelha e azul.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. A cultura do gladiolo

A cultura do gladiolo tem elevada importância econômica na horticultura ornamental. Sendo flor de corte por excelência, o gladiolo é largamente utilizado por floristas e decoradores, conferindo volume e colorido aos arranjos. Por ser muito versátil, pode também formar *bouquets*, arranjos de mesa e especialmente em vasos grandes e longos para enfeitar interiores de casas e escritórios, além de adornar festas e casamentos. No período de 2000 a 2008, os bulbos mais comercializados pelo Brasil foram de gladiolos e amarílis, principalmente fornecidos pelos Estados de São Paulo (78,65%) e Ceará (21,35%), e os principais países consumidores foram Holanda (83,15%) e Estados Unidos (14,20%) (JUNQUEIRA; PEETZ, 2011).

O gladiolo, comumente conhecido como palma-de-santa-rita ou palma-holandesa, é uma planta que se originou no Oeste asiático, África (Madagascar e Cabo da Boa Esperança) e Europa (Bacias do Mediterrâneo), mas o maior número de espécies encontra-se na África. Compreende 180 espécies nativas, que crescem espontaneamente (O GLADIÓLO, 2004), pertence à família botânica Iridacea e subfamília Ixioidea. O híbrido *Gladiolus x grandiflorus* L. é o principal representante do gênero, apresentando diferentes formas, cores ou variedades botânicas (REES, 1992; WILFRED, 1992; JOLY, 1993).

O gladiolo é uma planta herbácea bulbosa de clima tropical, adaptando-se bem ao clima subtropical. Segundo Crockett (1977) e Salinger (1991), o bulbo-

sólido, ou corno, é a estrutura do caule que possui a base intumescida com o acúmulo de nutrientes de reserva envoltos em restos foliares secos com aparência de escamas, apresentando nós e entrenós bem marcados e evidentes. O acúmulo de reservas ocorre entre os feixes vasculares e a epiderme, de forma compacta, e suas raízes fasciculadas são em grande número (SIMÕES, 2001). Essa estrutura sólida possui forma arredondada, achatada, tem orientação vertical e uma gema crescendo no centro do ápice. A propagação, embora possa ser realizada por meio de sementes, é essencialmente vegetativa, através de coletas de bulbilhos e bulbos formados no bulbo-mãe. Esta constitui a principal técnica de reprodução comercial de gladiólos. A propagação por meio de sementes é utilizada somente em programas de melhoramento genético e na obtenção de híbridos (SALINGER, 1991).

As folhas são lanceoladas e apresenta inflorescência do tipo espiga floral. Número, tamanho e cor das flores são variáveis, de acordo com a espécie ou cultivar. Possui porte ereto, chegando até a 1,50 m de altura e, dependendo da variedade, apresenta grande variação na forma e tamanho das flores (SOUZA, 1970). Estas são bissexuais, sendo cada uma protegida por uma bráctea à qual está acoplada, e o seu fruto encontra-se em pequenas cápsulas, onde estão contidas as sementes aladas (O GLADIÓLO, 2004).

De acordo com Paiva et al. (1999), o florescimento do gladiólo ocorre de 65 a 120 dias após o plantio. Suas fases fenológicas são divididas assim, podendo variar com a variedade:

- a) 1-3 semanas após o plantio – surgimento de raízes e início da emissão de folhas.
- b) 4-8 semanas – desenvolvimento vegetativo
- c) 9-14 semanas – lançamento da espiga floral.
- d) 15 -18 semanas – senescência das folhas e a formação de novos bulbos e bulbilhos.

A temperatura ótima para o cultivo do gladiólo situa-se entre 20 e 25 °C, podendo desenvolver-se bem quando cultivado na faixa de 15 a 0 °C. As plantas são bastante sensíveis a geadas ou a temperaturas muito baixas, que, além de provocarem queimaduras nas folhas, atrasam a produção de flores. O gladiólo é cultivado a pleno sol, mas produz bem em casa de vegetação, especialmente em regiões de temperaturas mais amenas. No período de verão, seu crescimento e desenvolvimento ocorrem com maior rapidez e intensidade (PAIVA et al., 1999).

Por ser planta bastante rústica, adapta-se bem a diferentes tipos de solo, com restrição apenas para os mal drenados e sujeitos a encharcamento. O plantio dos bulbos é feito em sulcos, que devem ser abertos com profundidade média de 15 cm e espaçados 60-70 cm entre si. Em cada sulco são depositadas duas linhas de plantio, proporcionando o espaçamento final de 15 cm entre as linhas, no sistema chamado de “linhas duplas”. O espaçamento entre bulbos numa linha é de 7-10 cm (PAIVA et al., 1999).

2.2. Características gerais do cultivo protegido

Cultivo protegido como conceito moderno é amplo e abrangente e significa toda a proteção que se dá a uma cultura para superação de qualquer adversidade que possa influir negativamente no seu desenvolvimento e produção. Em países cujas adversidades climatológicas são severas, essa técnica vem sendo desenvolvida há muito tempo, já que permite o controle parcial dos fatores ambientais adversos (SOUZA et al., 1994). Entretanto, há necessidade de que as plantas sejam adaptadas a essa modalidade de cultivo (TEIXEIRA, 1996), além de maiores e melhores informações quanto ao manejo dessas estruturas de proteção e das culturas cultivadas sob elas (BLANK et al., 1995).

A principal vantagem do cultivo protegido é a produção de plantas em determinadas épocas do ano, quando ao ar livre se torna inviável. Outras vantagens são a obtenção de produtos de melhor qualidade, a precocidade da cultura, a menor demanda de mão de obra e o aumento da produtividade (OLIVEIRA, 1995; ANDRIOLO, 1999).

No Brasil, essa prática é relativamente nova e foi iniciada com a produção de pepino e tomate, sendo em pouco tempo utilizada para cultivo de plantas ornamentais (VECCHIA; KOCH, 1999). Atualmente, no Brasil, mais de 400 espécies de plantas ornamentais são cultivadas em ambiente protegido, sobretudo rosas, crisântemos, gérberas, gladiolo, violetas e azaleias (BUENO, 1999; MOTOS, 2000).

Purquerio e Tivelli (2006) afirmaram que, no entanto, o cultivo em ambiente protegido também apresenta desvantagens, como o alto custo para sua implantação, o que pode variar de R\$30,00 a R\$60,00/m², dependendo do grau de tecnologia empregado. Além disso, esse sistema de cultivo envolve áreas de conhecimento amplas para que o manejo dessas plantas dentro assim seja bem feito, necessitando

de mais conhecimento técnico para ser realizado com sucesso. Segundo esses mesmos autores, a radiação solar é o principal fator que limita o rendimento das espécies tanto no campo quanto em ambientes protegidos, especialmente nos meses de inverno e em altas latitudes. As distintas regiões do Brasil, em geral, mostram redução da radiação solar incidente no interior do ambiente protegido com relação ao meio externo de 5 a 35%. Esses valores variam com o tipo de plástico (composição química e espessura), com o ângulo de elevação do sol (estação do ano e hora do dia) e também dependem da reflexão e absorção pelo material. Afirmam ainda que, no interior do ambiente protegido, a fração difusa da radiação solar é maior que no exterior, evidenciando o efeito dispersante do plástico. Este possibilita que essa radiação chegue com maior eficiência às folhas das hortaliças no seu interior, principalmente as conduzidas na vertical ou cultivadas em densidade elevada, em que uma folha tende a sombrear a outra.

2.3. Telas de sombreamento para cultivos

Objetivando regularizar a produção e contornar problemas relacionados à elevada temperatura e irradiância, fatores característicos de regiões tropicais, têm sido crescente a utilização de telas de sombreamento (SILVA, 1999; QUEIROGA et al., 2001). Os vegetais utilizam sinalizadores para promover determinados padrões de crescimento, e esses sinalizadores respondem à qualidade (comprimentos de onda) e quantidade de luz (irradiância) (ALMEIDA; MONDSTOCK, 2001), crescendo sob uma região limitada do espectro visível e exibindo morfologia e fisiologia determinadas pelas variações ocorridas no espectro produzido pelas telas. Estas reduzem a incidência direta dos raios solares, favoráveis às espécies que necessitam de menor fluxo de energia radiante, ocorrendo, assim, redução da temperatura. Essa menor incidência de energia solar pode contribuir para diminuir os efeitos extremos da radiação, principalmente a fotoinibição, e proporcionar melhores condições ambientais, aumentando a produtividade e qualidade das flores e folhas para consumo (MACIEL et al., 2007). Contudo, o uso dessas telas visando atenuar temperatura e irradiância elevadas pode apresentar o inconveniente de diminuir o fluxo de luz a níveis inadequados, promovendo prolongamento do ciclo, estiolamento das plantas e redução da produtividade. Entretanto, o uso das telas termorrefletoras e difusoras pode contornar esse problema, em razão de a sua

composição proporcionar mais luz difusa ao ambiente, promovendo redução da temperatura e não afetando, todavia, significativamente os processos relacionados à fotossíntese (POLYSACK, 2009). Esses mesmos autores afirmaram que essa tela confeccionada com filme de polietileno de alta densidade e fios de monofilamento (Figura 1) bloqueia a passagem da radiação ultravioleta e, em consequência da refração da luz direta pela estrutura de cristais, altera o espectro da luz que as atravessa, reduzindo ou aumentando picos de transmitância de radiação de determinados comprimentos de onda.



Figura 1 – Fotos da estrutura das telas utilizadas nos experimentos.

A tela de cobertura tem espessura de 0,5 cm e furos oblongos, proporciona 50% de sombra e mesma proporção entre os espaços vazios e aqueles ocupados pelos fios do tecido. A tela aluminizada promove boa ventilação, distribuição uniforme da luz e aporte máximo da luz difusa e da reflexão da radiação infravermelha, tanto para evitar o excesso da temperatura quanto para economizar energia (HUERTAS, 2006). As telas aluminizadas, comercialmente conhecidas como Aluminet ou termorrefletoras, são amplamente utilizadas na agricultura. Além de promoverem sombreamento, possuem as características de serem metalizadas em alumínio em ambas as faces, permitindo reflexão de parte da energia solar. Dessa forma, é possível obter menores temperaturas no verão e maiores no inverno, propiciar proteção contra geadas, promover difusão da luz e aumentar a eficiência da fotossíntese (COSTA, 2004).

Enquanto as telas de coloração vermelha transferem mais a luz do espectro nas ondas do vermelho e vermelho-distante (590 a 750) e difundem a luz que passa através da tela, sendo eficiente no desenvolvimento da planta (LI, 2006), as telas de coloração azul proporcionam luz do espectro em comprimento de onda de 440-490 nm, intensificando o fototropismo e a fotossíntese (RODRIGUES, 2002).

Novo et al. (2008) afirmaram que o emprego de telas de sombreamento se destaca entre as técnicas utilizadas para diminuição da temperatura, por ser uma das soluções de menor custo.

Medina e Machado (2006) relataram que, usando tela aluminizada, houve incremento de fotossíntese que propiciou cerca de 26% a 40% de precocidade na formação de mudas citrícolas. Esses mesmos autores afirmaram que, se for adequadamente manejada, a tela aluminizada pode proporcionar ganhos de mais de 40% de precocidade.

Pesquisas de Braga (2006) com o uso de telas coloridas vermelha 50%, preta 50% e azul 50% no cultivo de plantas de crisântemo (*Dendrathera glandiflora* cv. Rage), oriundas de cultura de tecidos, evidenciaram que as telas coloridas não provocaram alterações anatômicas e fisiológicas nos tecidos dessa espécie, que é insensível à qualidade de luz. Corrêa (2008), estudando o efeito de telas coloridas preta, vermelha e azul no crescimento de plantas, teor de óleo essencial e anatomia de plantas de *Origanum vulgare*, concluiu que as telas não influenciaram a biomassa seca total e a área foliar, porém o ambiente de pleno sol reduziu significativamente essas variáveis. Observou-se também que os teores de clorofila, densidade de estômatos e espessura de tecidos foram influenciados pelo ambiente, porém o teor de carotenoides não foi regulado pela qualidade de luz.

Segundo Seemann (1979), a temperatura do ar no interior do ambiente protegido pode variar de acordo com seu volume e tamanho, bem assim com o tipo de cobertura, abertura ou não de janelas e cortinas, com a cobertura do solo e a incidência da radiação solar. Há maior influência nas temperaturas máximas, não afetando tanto as temperaturas mínimas e médias. Essas temperaturas, segundo Cermeño (1993), estão intimamente ligadas ao balanço de energia.

Segundo Andriolo (1999), a radiação solar é essencial para a fixação de CO₂, devendo esse ser o primeiro elemento a ser condicionado no processo de produção. Bliska e Honório (1996) citaram que a escolha do material de cobertura influencia a quantidade de luz no interior do ambiente, beneficiando plantas de acordo com as

suas necessidades. Kittas et al. (1999), analisando a distribuição da radiação solar no interior de ambientes protegidos, perceberam que materiais clássicos ou tecnificados de cobertura de estufa, que obscurecem o ambiente protegido e são mais conhecidos como malhas de sombreamento, geralmente são considerados como neutros em relação à distribuição da radiação solar, porém podem afetar significativamente alguns comprimentos de onda, sobretudo na faixa do azul. Baille e Tchamitchian (1993) relataram que a intensidade de alguns comprimentos de onda de importância biológica para plantas, insetos ou patógenos pode ser aumentada ou diminuída, dando a possibilidade de controlar seu crescimento e desenvolvimento.

Whatley e Whatley (1982) verificaram que plantas mantidas em sombreamento tendem a ser mais altas e apresentam maior área foliar que as que crescem em plena luz do sol, pois a luz intensa favorece o desenvolvimento de células longas. Já as plantas que crescem em ambiente coberto apresentam maior formação de parênquima lacunoso, o que confirma, assim, o que Kendrick e Frankland (1981) observaram, afirmando que plantas que crescem em ambiente coberto têm maior massa foliar do que as crescidas em plena luz do sol.

2.4. O papel da radiação fotossinteticamente ativa (RFA)

A deficiência de radiação solar é o principal fator que limita o rendimento das espécies tanto no campo quanto em ambientes protegidos, especialmente nos meses de inverno e em altas latitudes (PURQUERIO; TIVELLI, 2006).

A maior parte dessa energia é convertida em calor, impulsionando o processo de transpiração e alterando a temperatura dos tecidos vegetais com consequências para os processos metabólicos (JONES, 1992). Essa radiação é também a principal responsável pelas modificações microclimáticas ocorridas no interior dos ambientes protegidos, influenciando diretamente a temperatura e a umidade relativa do ar (ROCHA, 2002).

O espectro de radiação compreendido entre 400 e 700 nm (RFA) é o único que está envolvido na fotossíntese, processo básico para o desenvolvimento da planta (McCREE, 1972), enquanto o total de energia é o principal fator que afeta a transpiração (GATES, 1976). A radiação compreendida na faixa de 300 a 1.000 nm tem sido chamada de janela biológica (TANG, 1997).

A molécula de clorofila pode absorver apenas um fóton de cada vez, e este causa a excitação de apenas um elétron dessa molécula. Para que o processo fotoquímico aconteça, a clorofila precisa atingir o estado excitado de primeiro singlete, que ocorre, por exemplo, quando os pigmentos absorvem luz vermelha. Quando a clorofila absorve luz de um nível de energia superior, a exemplo da luz azul, parte dessa energia deve ser perdida até atingir o nível do primeiro singlete. Por isso, a luz azul é menos eficiente para o processo fotossintético do que a luz vermelha (MARENCO; LOPES, 2009). As clorofilas no segundo singlete estão em nível energético muito elevado, sendo extremamente instáveis e não utilizáveis na fotossíntese, e perdem energia rapidamente na forma de calor até atingir o primeiro singlete (^1Chl), no qual a clorofila permanece instável por alguns nanossegundos, antes de retornar ao estado estável. A energia de excitação no primeiro singlete pode ser dissipada através de quatro mecanismos: (1) trabalho fotoquímico, que inclui as reações de fotossíntese, fotorrespiração e ciclo água-água, este último também chamado de reação de Mehler (ASADA, 1999); (2) re-emissão de fótons associados a um comprimento de onda maior, um processo conhecido como fluorescência; (3) formação de clorofila triplete ($^3\text{Chl}^*$); e (4) dissipação térmica (liberação de calor) por mecanismos não fotoquímicos, principalmente no ciclo das xantofilas.

A atividade fotoquímica pode dissipar até 45% da energia absorvida em condições adequadas para crescimento, percentual esse que diminui sensivelmente com o estresse (BJÖRKMAN; DEMMING-ADAMS, 1995). Já a fluorescência, produção de luz vermelha intensa (685 nm) associada à diminuição da excitação de elétrons, pode dissipar entre 1 e 3% da energia recebida pela planta (MÜLLER et al., 2001).

Em radiação solar intensa, a energia da clorofila excitada (^1Chl) pode levar à formação de clorofila no estado triplete ($^3\text{Chl}^*$), e nesse estado a clorofila pode permanecer em torno de 0,001s, sendo, portanto, altamente reativa. A energia da $^3\text{Chl}^*$ pode ser dissipada: (a) pela formação de oxigênio singlete ($^1\text{O}_2^*$); (b) pela interação com moléculas antioxidantes; e (c) por fosforescência, processo similar à fluorescência, porém mais lento. Via $^3\text{Chl}^*$, as plantas podem dissipar de 5 a 25% do excesso de energia absorvida (MÜLLER et al., 2001).

Os mecanismos não fotoquímicos, sob radiação solar excessiva, permitem a planta dissipar, na forma de calor, até mais de 75% da energia absorvida, principalmente por meio do ciclo das xantofilas (NIYOGI, 1999). A síntese de

isoprenos é outra forma de proteção contra os danos à fotossíntese causados por altas temperaturas, derivadas de radiação solar intensa. Portanto, a planta pode aumentar a síntese e emissão de isoprenos para reduzir os efeitos dos picos de temperaturas altas (SHARKEY; YEH, 2001). Contudo, em algumas circunstâncias os mecanismos de dissipação fotoquímicos e não fotoquímicos podem ser insuficientes para drenar o excesso de energia de excitação, levando ao fenômeno conhecido como fotoinibição, causada, principalmente, por fotodanificação do fotossistema II (KRAUSE, 1988).

A fotoinibição está associada à produção de formas de oxigênio altamente tóxico (por exemplo: oxigênio singlete $^1\text{O}_2^*$ e superóxidos O_2^- ou $\text{O}_2^{\cdot}$). O oxigênio singlete ($^1\text{O}_2^*$) é produzido, em situação de estresse, por radiação solar intensa. Além disso, com radiação solar excessiva, o fotossistema I sofre suprarredução, o que também leva à formação de superóxidos ($\text{O}_2^{\cdot}$). Este íon pode ser metabolizado para produzir água oxigenada (H_2O_2) e um radical hidroxila (OH^*). Todos esses agentes oxidantes ($^1\text{O}_2^*$, $\text{O}_2^{\cdot}$, OH^* , H_2O_2) podem causar danos aos pigmentos, peroxidação de lipídios e destruição de membranas (APEL; HIRT, 2004).

As curvas de luz em função da fotossíntese são curvas que mostram a relação entre a produção primária e a irradiância. Seus parâmetros variam, dependendo da espécie estudada, mas a forma geral é comum: a produção aumenta com o incremento da irradiância até o ponto A_{max} , a partir do qual, com a elevação da irradiância, ocorre fotoinibição nas espécies C_3 , conforme pode ser verificado na Figura 2.

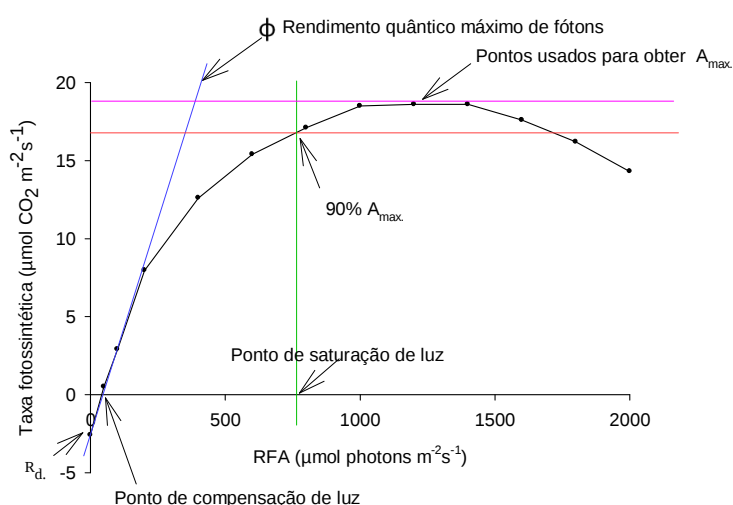


Figura 2 – Representação teórica dos principais elementos da curva de luz da fotossíntese.

2.5. Temperatura

A temperatura é outro fator agrometeorológico que exerce influência sobre as seguintes funções vitais das plantas: germinação, transpiração, respiração, fotossíntese, crescimento, floração e frutificação. Nos países do Hemisfério Norte, caracterizados por clima temperado com invernos muito rigorosos, o ambiente protegido possui a finalidade de aquecimento, tornando-se uma verdadeira “estufa” para que a produção seja possível. Porém, nas condições climáticas brasileiras, consideradas tropicais e subtropicais, em que o cultivo de hortaliças é possível durante o ano todo, o aquecimento natural demasiado do ambiente pode causar problemas no cultivo das plantas (MATOS, 2007).

O uso de telas sintéticas de sombreamento e, ou, pincelamento de tinta ou cal no teto da casa de vegetação, embora seja relativamente eficiente na diminuição da temperatura, também diminui a luminosidade, o que nem sempre é desejado. No mercado também existe à disposição dos produtores uma tela aluminizada que, instalada na altura do pé-direito de estruturas com 3,0 a 4,0 m de altura, proporciona redução da temperatura sem influir demasiadamente na luminosidade (MATOS, 2006).

Mangetti (2003) realizou um experimento em Pouso Alegre, MG, em tela com malha refletora (aluminizada 40%) sobre plantas de morango nos meses de junho e julho de 2002. Verificou que não houve danos causados por geadas nos morangueiros sob tela, uma vez que a temperatura do ar nesse ambiente se encontrava na faixa de 2 °C, enquanto o ambiente a céu aberto estava com temperatura de aproximadamente -3 °C.

Todas essas práticas são efetuadas para manter a temperatura ideal para o crescimento e desenvolvimento das culturas. Por exemplo, o tomateiro necessita de temperaturas diurnas médias em torno de 22 a 28 °C. Temperaturas acima de 30 a 32 °C prejudicam o pegamento de frutos.

2.6. Umidade relativa do ar

A umidade relativa do ar no interior de um ambiente protegido é determinada diretamente pela temperatura, numa relação inversa entre ambas. Pode variar, num período de 24 h, de 30 a 100%, diminuir durante o dia e aumentar durante a noite.

Ela está vinculada ao equilíbrio hídrico das plantas, em que um déficit pode alterar a evapotranspiração, alterando também a capacidade do sistema radicular em absorver a água e o nutriente. Dessa forma, o manejo da umidade do ar também vai depender da cultura, com o objetivo de atender à sua fisiologia de crescimento e desenvolvimento (PURQUERIO; TIVELLI, 2006).

A alta umidade do ar também pode influir no aparecimento de desordens fisiológicas, como a deficiência de cálcio em folhas jovens em expansão, devido ao deficiente transporte desse elemento em função da restrição evapotranspirativa (LORENZO MÍNGUEZ, 1998 citado por MARTINS et al., 1999).

No manejo da umidade do ar, a ventilação do ambiente pode auxiliar tanto para aumentar quanto para diminuí-la.

Outras medidas de manejo podem ser adotadas para elevar a umidade, como a pulverização das plantas com água. Nesse caso, a água pulverizada ao evaporar das plantas irá elevar a umidade e diminuir a temperatura.

3. REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, M. L.; MUNDSTOCK, C. M. O afilhamento da aveia afetado pela qualidade de luz em plantas sob competição. **Ciência Rural**, v. 31, n. 3, p. 393-400, 2001.
- ALTAFIN, V. L. **Estudo da micropropagação, aclimação e econômico prévio do plantio em campo de *Musa* spp.** 2005. 78 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) – Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, SP, 2005.
- ANDRIOLO, J. L. **Fisiologia das culturas protegidas.** Santa Maria, RS: Editora da UFSM, 1999. 142 p.
- APEL, K.; HIRT, H. Reactive oxygen species: metabolism, oxidative stress, and signal transduction. **Annual Review of Plant Biology**, v. 55, p. 373-399, 2004.
- ASADA, K. The water-water cycle in chloroplasts; scavenging of active oxygens and dissipation of excess photons. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, v. 50, p. 601-639, 1999.
- BARBOSA, J. G.; LOPES, L. C. **O cultivo do gladiolo.** Viçosa, MG: Imprensa Universitária da UFV, 1994. 13 p.
- BJÖRKMAN, O.; DEMMIG-ADAMS, B. Regulation of photosynthetic light energy capture, conversion, and dissipation in leaves of higher plants. In: SCHULZE, E. -D.; CALDWELL, M. M. (Ed.). **Ecophysiology of photosynthesis.** Berlin, Heidelberg; New York: Springer-Verlag, 1995. p. 7-47.
- BLANK, A. F.; SOUZA, R. J. de; GOMES, L. A. A. Produção de pimentão em estufa. **Circular**, Lavras, MG, v. 4, n. 55, p. 10, 1995.

BLISKA JR., A.; HONORIO, S. L. **Cartilha tecnológica de plasticultura e estufa**. Campinas, SP: Unicamp, 1996. 85 p. Disponível em: <<http://www.cidapa.com/arquivos/CartilhaTecnologicaIndice.htm>>. Acesso em: 20 Out. 2009.

BRAGA, F. T. **Ambiente de cultivo na propagação *in vitro* de crisântemo (*Dendranthema grandiflora* Tzvelev cv. Rage): características anatômicas e fisiológicas**. 2006. 119 f. Dissertação (Mestrado em Fisiologia Vegetal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2006.

BUENO, V. H. P. Protected cultivation and research on biological control of pests in greenhouses in Brazil. **Bulletin of the International Organization for Biological Control, WPRS**, v. 22, n. 1, p. 21-24, 1999.

CERMEÑO, Z. S. **Cultivo de plantas hortícolas em estufa**. Lisboa, Portugal: Litexa, 1993. 366 p.

CORRÊA, R. M. **Adubação orgânica, intensidade e qualidade de luz no crescimento de plantas, características anatômicas e composição química do óleo essencial de orégano (*Origanum vulgare* L.)**. 2008. 132 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2008.

COSTA, V. M. **Desenvolvimento de mudas de cafeeiro produzidas em tubetes, sob malhas termorrefletoras e malha negra**. 2004. 79 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, 2004.

CROCKETT, J. U. **Bulbs**. Netherland: Time-Life Books, 1977. 160 p.

FARIA, T. T. **Floricultura: as plantas ornamentais como agronegócio**. Londrina, PR: Mecenaz, 2005. 103 p.

GAFFNEY, M. ChromatiNet-light spectrum management. **Greenhouse Product News**, v. 14, n. 12, p. 54, 2004.

GATES, D. M. **Energy exchange and transpiration**. Berlim: Springer-Verlag, 1976. p. 137-147.

GIACOMELLI, G. A.; TING, K. C.; PANIGARAH, S. Solar PAR vs. solar total radiation transmission in a greenhouse. **Transactions of the ASAE**, v. 31, p. 1540-1543, 1988.

HUERTAS, L. Control ambiental em el vivero. **Horticultura Internacional**, p. 77-84, 2006. Número extra.

JOLY, A. B. **Botânica: introdução à taxonomia vegetal**. 11. ed. São Paulo, SP: Ed. Nacional, 1993. 777 p.

JONES, H. G. **Plants and microclimate: a quantitative approach to environmental plant physiology**. 2. ed. Cambridge: Cambridge University Press, 1992. 429 p.

KITTAS, C.; BAILLE, A.; GIAGLARAS, P. Influence of covering material and shading on the spectral distribution of light in greenhouse. **Journal of Agricultural Engineering Research**, v. 73, p. 341 -351, 1999.

KOBAYASHI, K. D. et al. Effects of photoselective shade cloths on potted *Dracaena* and *Anthurium* plants. **HortScience**, v. 41, n. 4, p. 1053-1054, 2006.

KENDRICK, R. E.; FRANKLAND, B. **Fitocromo e crescimento vegetal**. São Paulo, SP: USP, 1981. 76 p.

KRAUSE, G. H. Photoinhibition of Photosynthesis. An evaluation of damagings and protective mechanisms. **Physiology Plantarum**, v. 74, p. 566-574, 1988.

LI, J. C. Uso de mallas en invernaderos. **Horticultura Internacional**, p. 86-91, 2006. Número extra.

MACIEL, S. P. A.; ZANELLA, F.; LIMA, A. L. S. Efeito do sombreamento sobre a produção de alface em hidroponia. **Revista Ciência & Consciência**, Ji-Paraná, v. 2, n. 1, 2007. Disponível em: <<http://www.revista.ulbrajp.edu.br/seer/inicia/ojs/viewarticle.php?id=1066>>. Acesso em: 21 Out. 2009.

MANGETTI, A. L. **Os morangos dão mais lucro quando são produzidos sob Aluminet**. 2003. Disponível em: <www.polysack.com>. Acesso em: 25 Jan. 2011.

MARENCO, R. A.; LOPES, N. F. **Fisiologia vegetal: fotossíntese, respiração, relações hídricas e nutrição mineral** 3. ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2009. 486 p.

MARTINS, S. R.; FERNANDES, H. S.; ASSIS, F. N.; MENDEZ, M. E. G. Caracterização climática e manejo de ambientes protegidos: a experiência brasileira. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 20, n. 200/201, p. 15-23, 1999.

MATOS, E. H. S. F. **DOSSIÊ TÉCNICO – Cultivo protegido de hortaliças**. SBTR – Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas – Centro de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico da Universidade de Brasília. Disponível em: <<http://www.sbtr.ibict.br>>. Acesso em: 8 Fev. 2013.

McCREE, K. J. The action spectrum, absorptance and quantum yield of photosynthesis in crop plants. **Agricultural Meteorology**, v. 9, p. 191-216, 1972.

MEDINA, C.; MACHADO, E. C. **Uma nova luz para o futuro dos pomares**. Campinas, SP: IAC, 2006. 4 p. (Boletim citrus). Disponível em: <<http://www.polysack.com/files/219e53b274618f7c2a7321150c2334f4.pdf>>. Acesso em: 27 Jan. 2014.

MOTOS, J. R. **A produção de flores e plantas ornamentais no Brasil e no mundo. Apresenta informações sobre as plantas ornamentais cultivadas no Brasil e no mundo**. Disponível em: <<http://www.flortec.com.br/Artigo01.htm>>. Acesso em: 12 Dez. 2000.

MÜLLER, P.; LI, X. -P.; NIYOGI, K. K. Non-photochemical quenching. A response to excess light energy. **Plant Physiology**, v. 125, p. 1558-1566, 2001.

NIYOGI, K. K. Photoprotection revisited: genetic and molecular approaches. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, v. 50, p. 333-359, 1999.

NOVO, A. A. C.; MEDEIROS, J. F.; SOUZA, C. H. E.; PEREIRA, P. R. G.; MARTINEZ, H. E. P.; FONTES, P. C. R.; COMETTI, N. N. Influência do sombreamento sobre o crescimento e teores de nitrato em hortaliças folhosas em hidroponia. **Revista Universo Acadêmico**, Nova Venécia, v. 13, 2008. Disponível em:

<http://www.univen.edu.br/universo_academico_13.asp>. Acesso em: 20 Out. 2009.

O Gladiolo. Disponível em: <<http://floristacarvera.blogspot.com.br/2004/08/o-gladolo.html>>. Acesso em: 7 Fev. 2013.

OLIVEIRA, M. R. V. de. O emprego de casa de vegetação no Brasil: vantagens e desvantagens. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 8, p. 1049-1060, 1995.

OLIVEIRA, J. R.; PAULO, M. W.; CORRÊA, R. M.; REIS, E. S.; CARVALHO, M. A.; REIS, M. M. Cultivos agrícolas utilizando telas coloridas e termorrefletoras. In: JORNADA CIENTÍFICA, 1.; FIPA DO CEFET BAMBUÍ, 6., 2009, Bambuí, MG. **Anais...** Bambuí, MG: CEFET, 2009. Disponível em:

<http://www.cefetbambui.edu.br/str/artigos_aprovados/Ciências%20Agrarias/34-PT-6.pdf>. Acesso em: 20 Out. 2009.

OYAERT, E. et al. Growth of chrysanthemum under coloured plastic films with different light qualities and quantities. **Scientia Horticulture**, Amsterdam, v. 79, p. 195-205, 1999.

PAIVA, P. D. O.; SIMÕES, F. C.; VIEIRA, F. A. et al. Cultura do gladiolo. **Boletim Técnico – Série Extensão**, Lavras, MG, v. 8, n. 59, 1999.

POLYSACK INDÚSTRIAS Ltda. **Malhas termorefletos aluminizadas.** Disponível em: <http://www.polysack.com/index.php?page_id=744>. Acesso em: 20 Out. 2009.

PURQUERIO, L. F. V.; TIVELLI, S. W. **Manejo do ambiente em cultivo protegido.** Campinas, SP: Instituto Agrônomo de Campinas, 2006.

QUEIROGA, R. C. F.; BEZERRA NETO, F.; NEGREIROS, M. Z.; OLIVEIRA, A. P.; AZEVEDO, C. M. S. B. Produção de alface em função de cultivares e tipos de tela de sombreamento nas condições de Mossoró. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 19, n. 3, p. 192-196, 2001.

REES, A. P. **Ornamental bulbs, corms and tubers.** Wallingford: CAB Internacional, 1992. 220 p.

REVISTA SEBRAE DE AGRONEGÓCIOS. **Jardim de Oportunidades**, n. 1, Out. 2005.

ROCHA, P. K. **Desenvolvimento de bromélias em ambientes protegidos com diferentes alturas e níveis de sombreamento**. 2002. 90 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Irrigação e Drenagem) – Escola Superior de Agricultura Luís de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, 2002.

RODRIGUES, L. R. F. **Técnicas de cultivo hidropônico e de controle ambiental no manejo de pragas, doenças e nutrição vegetal em ambiente protegido**. Jaboticabal, SP: Funep, 2002. 762 p.

SALINGER, J. P. **Producción comercial de flores**. Zaragoza: Acribia, 1991.

SEEMANN, J. Greenhouse climate. **SEEMANN – Journal Agrometeorology**. New York: Springer-Verlag, 1979. p. 165-178.

SHARKEY, T. D.; YEH, S. Isoprene emission from plants. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, v. 52, p. 407-436, 2001.

SILVA, V. F. **Cultivares de alface em diferentes espaçamentos sob temperatura e luminosidade elevadas**. 1999. 25 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semiárido/ESAM, Mossoró, RN.

SOUZA, H. M. **Cultura de gladiolo**. São Paulo, SP: Sociedade Brasileira de Floricultura, 1970. 12 p.

SOUZA, J. A. de; SOUZA, R. J. de; COLLICHIO, E.; GOMES, L. A. A.; SANTOS, H. S. **Instruções práticas para construção de estufas “modelo ANA Dias”**. Lavras, MG: UFLA, 1994. v. 3, p. 22. (Circular, n. 17).

TANG, Y. Light. In: PRASAD, M. N. V. **Plant ecophysiology**. Chichester, New York, Toronto: John Wiley & Sons, 1997. p. 3-40.

TEXEIRA, N. T. **Hidroponia: uma alternativa para pequenas áreas**. Guaíba, RS: Agropecuária, 1996. 86 p.

TOMBOLATO, A. F. C. T.; CASTRO, J. L.; MATTHES, L. A. F. Brazilian Breeding Program on *Gladiolus* spp. History and first results. **Acta Horticulturae**, v. 570, p. 219-224, 2002.

VECCHIA, P. T. D.; KOCH, P. S. História e perspectivas da produção de hortaliças em ambiente protegido no Brasil. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 20, n. 200/201, p. 5-10, 1999.

VILELLA, H. **Gladiolo**. 2005. p. 30-34. Disponível em: <<http://www.jcholambra.com.br/QdoSetembro/setembro2005.pdf>>. Acesso em: 19 Ago. 2007.

WHATLEY, J. M.; WHATLEY, F. R. **A luz e a vida das plantas: temas de biologia**. São Paulo, SP: USP, 1982. 101 p.

WILFRET, G. J. *Gladiolus*. In: LARSON, R. A. **Introduction to floriculture**. 2. ed. San Diego: Academic Press, 1992. Cap. 6, p. 143-157.

CAPÍTULO I

CARACTERÍSTICAS FITOTÉCNICAS E FISIOLÓGICAS DO GLADIÓLO 'AMSTERDAM' CULTIVADO A PLENO SOL E SOB TELAS ALUMINIZADA, VERMELHA E AZUL, NA PRIMAVERA E NO OUTONO

RESUMO

Objetivou-se com este trabalho avaliar caracteres fisiológicos e fitotécnicos do gladiólo 'Amsterdam' cultivado em quatro ambientes de luz: a pleno sol (controle) e sob três telas – Chromatinet vermelha, Chromatinet azul e aluminizada –, que restringiram em 50% a luminosidade global. Os bulbos tinham perímetro entre 12 e 14 cm e foram plantados em vasos com capacidade para 11 L contendo substrato apropriado. Foram instalados miniloggers (HT-500) para monitorar a temperatura e a umidade durante todo o ciclo das plantas. Quando estas estavam com duas folhas definitivas, foram feitas as medições das curvas da fotossíntese em função da intensidade da luz e das horas do dia, da intensidade luminosa em função das horas do dia e das curvas da qualidade do espectro da luz nos quatro ambientes de cultivo. Os experimentos foram feitos em delineamento inteiramente casualizado com 38 vasos, distribuídos em cada ambiente de luz, dos quais cinco foram utilizados nas medições dos caracteres fitotécnicos da haste floral, cinco deixados no ambiente após a colheita da haste para completarem o amadurecimento dos bulbos e o restante foi usado como bordadura. Aos 36 dias após o plantio, iniciaram-se as medições de

trocas gasosas e fluorescência da clorofila, repetidas a cada intervalo de 10 dias. Não houve diferença significativa entre as médias de tratamento da taxa de fotossíntese no final de cada época de cultivo. A condutância estomática, transpiração e concentração interna de carbono foram menores na primavera, mas não limitantes da qualidade da haste floral. Dos parâmetros de fluorescência: o F_v/F_m , tanto na primavera quanto no outono, manteve-se na faixa de 0,75-0,85, indicando plantas fotossinteticamente saudáveis; O $Y(II)$ não foi significativo nas médias finais de primavera e outono. As médias das épocas de cultivo foram elevadas para $Y(NPQ)$, indicando que as plantas se livraram do excesso de calor por mecanismos apropriados, mas não houve diferenças significativas. O $Y(NO)$ em geral foi baixo nas duas estações de cultivo, o que indicou que as plantas não sofreram danos foto-oxidativos graves. Nos tratamentos com telas, o número de flores na espiga foi superior na primavera. Os tratamentos com telas apresentaram médias do comprimento da parte aérea superiores às do controle, sendo maiores no outono. Nas duas épocas avaliadas, as plantas sob tela azul não alcançaram a melhor classificação comercial para o diâmetro da haste (10 mm). O diâmetro da flor sob tela azul foi significativamente menor no outono. Apenas nos tratamentos com telas aluminizada e vermelha as plantas alcançaram o melhor padrão comercial quanto ao comprimento da haste (≥ 110 cm). As médias da massa seca da haste das plantas sob telas vermelha e aluminizada e a pleno sol foram superiores às das plantas sob tela azul, e não se verificou efeito de épocas. As plantas cultivadas sob telas vermelha e aluminizada apresentaram maior número de características comercialmente desejáveis.

Palavras-chave: *Gladiolus x grandiflorus* L.; Fluorescência da clorofila; Trocas gasosas; Telas coloridas; Qualidade da luz.

CHAPTER I

PHYTOTECHNICAL AND PHYSIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE GLADIOLUS 'AMSTERDAM' CULTIVATED UNDER FULL SUNLIGHT AND UNDER ALUMINIZED, RED AND BLUE SCREENS IN SPRING AND AUTUMN

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate physiological and phytotechnical characters of gladiolus 'Amsterdam' cultivated in four different light environments: full sunlight (control) and under three screens – Chromatinet red, Chromatinet blue and aluminized –, which restricted in 50% the overall brightness. Bulbs had perimeter between 12 and 14 cm and were planted in pots with capacity of 11 L containing appropriate substrate. Miniloggers (HT-500) were installed to monitor the temperature and humidity throughout the entire plant cycle. When plants exhibited two true leaves, photosynthesis curves measurements were made in relation to light intensity and time of day, light intensity in relation to time of day and spectrum quality curves of the light in the four culture environments. The experiments were conducted in a completely randomized design with 38 pots, distributed in each light environment, of which five were used for the phytotechnical characters measurement of the flower stem, five were left in the environment after stem harvest to complete the ripening of the bulbs and the rest was used in the border. 36 days after planting,

measurements of gas exchange and chlorophyll fluorescence were initiated and repeated every 10 days. There was no significant difference between treatment averages of photosynthesis rate in the end of each growing season. The stomatal conductance, transpiration, and internal carbon dioxide concentration were lower during spring, but not limiting the quality of the flower stem. The fluorescence parameters: the F_v/F_m , both in spring and in autumn, remained in the range of 0.75-0.85, indicating healthy photosynthetic plants; The $Y(II)$ was not significant in the final averages of spring and autumn. The average during growing seasons were high for $Y(NPQ)$, indicating that the plants got rid of excess heat by appropriate mechanisms, but there were no significant differences. The $Y(NO)$ in general was low in the two growing seasons, which indicated that the plants were not seriously photo-oxidative damaged. In treatments with screens, the number of flowers in spike was higher during spring. The treatments with screens showed a superior average in the length of the aerial part than the ones of control, being greater in autumn. In both evaluated periods, the plants under blue screen did not reach the best commercial classification for the stem diameter (10 mm). Flower diameter under blue screen was significantly smaller in autumn. Only in the treatments with aluminized and red screens the plants achieved the best commercial standard as for the length of the stem (≥ 110 cm). The average dry matter of the plants stem under red and aluminized screens and full sunlight were greater than the plants under blue screen, and season effect was not observed. The plants grown under red and aluminized screens presented greater number of commercially desirable characteristics.

Keywords: *Gladiolus x grandiflorus* L.; Chlorophyll fluorescence; Gas exchange; Color screens; Light quality.

1. INTRODUÇÃO

A diversidade de clima e solo tem possibilitado, no Brasil, o cultivo de diversas espécies de flores e plantas ornamentais de origens nativas e exóticas, de clima temperado e tropical. A produção brasileira está assim dividida: flores de corte, flores de vaso, sementes, plantas de interiores, plantas de paisagismo e folhagens (BUAINAIN; BATALHA, 2007).

Para várias culturas tem sido cada vez mais comum o cultivo de espécies ornamentais sob telas de diferentes colorações (OREN-SHAMIR et al., 2001; MEIRELLES et al., 2007). Essas telas são projetadas, especificamente, para modificar a radiação incidente em termos de espectro e dispersão (ELAD et al., 2007). Dessa forma, podem-se estabelecer diferentes condições de cultivo pela manipulação da intensidade e qualidade espectral, através da utilização de telas coloridas, as quais exercem pequena interferência no microclima, mas modificam a intensidade e composição da luz transmitida para as plantas, melhorando o rendimento dos cultivos.

As telas coloridas representam, então, um novo conceito agrotecnológico, tendo como finalidade combinar a proteção física com a filtração diferencial da radiação solar, para promover respostas fisiológicas específicas que são reguladas pela luz (BRANT et al., 2009). Assim, pode ser colocada a hipótese de que alterações nas características espectrais da radiação solar podem modificar características estruturais e fisiológicas das plantas. Pois, cada vez mais, o mercado

de flores exige a introdução de novos produtos, já que isso é ferramenta importante para manter e expandir o setor.

O manejo da qualidade da luz pode ser feito por meio do uso de malhas de polietileno coloridas com diferentes níveis de sombreamento (KITAS et al., 1999). Outro tipo de malha capaz de alterar as propriedades da radiação luminosa é a termorrefletora aluminizada que, além de permitir controle de temperatura, aumenta a reflexão da radiação (ALTAFIN, 2005). Conforme a cor da tela, é possível verificar modificações nos padrões de crescimento (MACEDO et al., 2011) e mudanças em várias características anatômicas, fisiológicas, morfológicas e bioquímicas das plantas (BRANT et al., 2009). Dessa forma, diversas variáveis fisiológicas podem ser utilizadas para analisar as respostas do crescimento das plantas à qualidade da luz, como as medidas de crescimento, do teor de pigmentos fotossintéticos, do fluxo fotossintético e da fluorescência, que em conjunto podem demonstrar modificações na morfologia ou no aparelho fotossintético da planta.

Como observado em alguns estudos sobre características espectrais, a radiação vermelha e a azul são as mais eficientes para propiciar várias respostas fisiológicas desejáveis nas plantas (BRAGA et al., 2009). Os resultados anteriormente descritos, entretanto, não podem ser generalizados, pois alguns autores têm citado que a influência da qualidade da radiação sobre o crescimento e o desenvolvimento está associada à espécie vegetal (BRAGA et al., 2009).

Leite et al. (2000) verificaram efeito de transmissão de luz de diferentes tipos de malhas (vermelha – Chromatinet Vermelha 50%; azul – Chromatinet Azul 50% e negra – Convencional 50%) sobre diferentes híbridos de orquídeas do gênero *Phalaenopsis*. Concluíram que a radiação transmitida pela malha vermelha tem influência significativa na morfogênese da maioria dos híbridos testados e que a radiação transmitida pela malha azul influencia significativamente o vigor vegetativo das plantas. Tanto a malha vermelha quanto a azul apresentaram vantagens fitotécnicas para o cultivo de *Phalaenopsis* em relação à malha negra convencional.

2. OBJETIVO GERAL

O objetivo foi verificar o crescimento e desenvolvimento do gladiolo cultivado a pleno sol e sob telas aluminizada, vermelha e azul em duas estações de cultivo, através da análise dos índices biométricos e fisiológicos.

2.1. Objetivos específicos

- Identificar quais características na planta o espectro diferenciado transmitido pelas malhas modificou em relação ao cultivo a pleno sol.
- Verificar se os níveis alcançados nas trocas gasosas estavam relacionados com as magnitudes alcançadas nos índices biométricos estudados, interpretando as variações.
- Demonstrar a importância da fluorescência da clorofila como ferramenta de monitoramento da presença de estresse nas plantas.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Local e condições de cultivo

Os experimentos foram realizados no Setor de Floricultura “Belvedere” do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa (UFV). Viçosa localiza-se na Zona da Mata do Estado de Minas Gerais, latitude de 20° 45’ S, longitude de 42° 51’ W e altitude de 650 m.

Para o cultivo do gladiolo, foram construídos três telados com estrutura de madeira com as dimensões de 6 x 6 x 4 m (largura x comprimento x altura), dispostos de tal forma que um não sombreasse o outro em qualquer hora do dia. Os tratamentos consistiram do gladiolo ‘Amsterdam’ cultivado sob telas aluminizadas comercialmente conhecidas como Aluminet ou Termorreletores, Chromatinet Vermelha e Chromatinet Azul, todos com nível de sombreamento de 50% da radiação global mais o cultivo a pleno sol como controle, conforme pode ser observado nas Figuras 1, 2, 3 e 4. Neste trabalho, as telas são referidas apenas como aluminizada, vermelha e azul.

Houve dois experimentos, em que o I foi realizado no período de 26/09 a 12/12/2011 (primavera), conduzido até a colheita das hastes florais. O experimento II foi realizado no período de 23/03 a 02/09/2012 (outono e inverno), sendo a flor colhida em 12/06/2012 e as plantas, mantidas até a senescência, quando ocorreu a colheita dos bulbos.



Figura 1 – Fotos do gladiolo ‘Amsterdam’ aos 60 dias após o plantio, cultivado a pleno sol – Primavera de 2011, Viçosa, MG.



Figura 2 – Fotos do gladiolo ‘Amsterdam’ aos 60 dias após o plantio, cultivado sob tela aluminizada – Primavera de 2011, Viçosa, MG.



Figura 3 – Fotos do gladiolo ‘Amsterdam’ aos 60 dias após o plantio, cultivado sob tela Chromatinet vermelha – Primavera de 2011, Viçosa, MG.



Figura 4 – Fotos do gladiolo ‘Amsterdam’ aos 60 dias após o plantio, cultivado sob tela Chromatinet azul – Primavera de 2011, Viçosa, MG.

3.2. Delineamento estatístico

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado com quatro tratamentos: gladiolo ‘Amsterdam’ cultivado a pleno sol, sob telas aluminizada, vermelha e azul. Cada ambiente de cultivo recebeu 38 vasos, dos quais cinco foram sorteados e utilizados para medir as características fitotécnicas e cinco deixados em cada ambiente após a colheita da haste até a senescência das folhas, quando os bulbos foram colhidos. Os outros vasos funcionaram como bordadura. A unidade experimental foi um vaso com três plantas, e a média das três plantas do vaso representou uma repetição.

As análises realizadas foram ANOVA, análise de variância conjunta dos experimentos e teste de média.

3.3. A planta

Foi utilizado o gladiolo (*Gladiolus x grandiflorus* L.), cultivar ‘Amsterdam’, que apresenta flores brancas e ciclo curto com 70 a 74 DAP (<http://ciram.epagri.sc.gov.br>), para a espiga floral atingir o ponto de colheita. Nas Figuras 2, 3, 4 e 5 são apresentadas fotografias das plantas aos 60 dias após o plantio, em todos os tratamentos.

O gladiolo caracteriza-se como planta herbácea, bulbosa, da família das *Iridaceae*, inflorescência com flores grandes em espiga e entre oito e 16 folhas. Apresenta metabolismo de fixação de carbono tipo C_3 .

3.4. O plantio

O plantio foi realizado em vasos plásticos com volume de 11 L (30 cm de diâmetro por 26 cm na altura), preenchidos com substrato, composto por 2:2:1 (v/v) de solo, areia e esterco bovino, cujas características químicas do substrato se encontram nos Quadros 1 e 2. A cada experimento, bulbos novos foram comprados.

Foram plantados três bulbos com tamanhos entre 12 e 14 cm de perímetro, com profundidade de 10 cm, em disposição triangular com 10 cm entre os vértices em cada vaso. Os bulbos foram adquiridos da empresa Terra Viva, localizada em Holambra, SP, previamente classificados e com a dormência quebrada. Para evitar o ataque de fungos de solo, os bulbos, antes do plantio, foram mergulhados em solução de Manzate® WG (MANCOZEB) na concentração de 3 g do produto comercial por litro de água, durante 1 h. Após o plantio, 70 vasos foram levados a cada ambiente de cultivo, no espaçamento de 0,50 cm entre linhas de vasos.

Quadro 1 – Resultado da análise química do substrato utilizado no experimento da primavera de 2011. UFV – Viçosa, MG

Nº Lab.	Identificação	pH/H ₂ O	P	K	Na	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H+Al
			-----mg/dm ³ -----			-----cmol/dm ³ -----			
1293	Amostra 1	6,7	87,0	270	35	3,1	1,4	0,0	1,32

SB	CTC (t)	CTC (T)	V	m	ISNa	MO	P-rem	Zn	Fe	Mn	Cu	B	S
-----cmol/dm ³ -----			-----%-----			dag/Kg	mg/L	-----mg/dm ³ -----					
5,34	5,34	6,66	80	0	2,85	3,0	32,9	6,3	53,7	52,9	0,9	0,1	50,0

Quadro 2 – Resultado da análise química do substrato utilizado no experimento do outono de 2012. UFV – Viçosa, MG

Nº Lab.	Identificação	pH/H ₂ O	P	K	Na	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H + Al
			-----mg/dm ³ -----			-----cmol/dm ³ -----			
7333	Amostra 1	6,5	66,2	420		2,1	1,5	0,0	1,65

SB	CTC (t)	CTC (T)	V	m	ISNa	MO	P-rem	Zn	Fe	Mn	Cu	B	S
-----cmol/dm ³ -----			-----%-----			dag/kg	mg/L	-----mg/dm ³ -----					
4,67	4,67	6,32	74	0		5,4	20,5	5,9	70,4	76,9	1,2	0,9	70,7

pH em água, KCl e CaCl₂ – Relação 1:2,5.

P – Na – K – Fe – Zn – Mn – Cu – Extrator: Melhich 1.

Ca – Mg – Al – Extrator: KCl – 1 mol/L.

H+Al–Extrator: Acetato de cálcio 0,5 mol/L–pH 7,0.

B – Extrator água quente.

S – Extrator: fosfato monocálcico em ácido acético.

SB – Soma de Bases Trocáveis.

CTC (t) – Capacidade de Troca Catiônica Efetiva.

CTC (T) – Capacidade de Troca Catiônica a pH 7,0.

V – Índice de Saturação de Bases.

m – Índice de Saturação de Alumínio.

ISNa – Índice de Saturação de Sódio.

Mat. Org. (MO) = C.Org x 1,724 – Walkley-Black.

P-rem = fósforo remanescente.

3.5. Tratos culturais

Foram feitas duas aplicações de ácido bórico na concentração de 500 mg/L de água, aos 30 e 45 dias após o plantio, no experimento de primavera. Na adubação de plantio, optou-se por uma fórmula que suprimisse o potássio, já que este se encontrava com nível muito alto nas amostras analisadas (Quadros 1 e 2) e aplicou-se 1,5 kg da mistura (NPK) 10-5-0 para cada 1.000 kg de substrato, na ocasião do enchimento dos vasos (adubação de plantio).

A adubação nitrogenada de cobertura foi, segundo Raij et al. (1996), para a cultura do gladiolo nos seguintes estágios: planta com duas a três folhas, emergência da inflorescência e duas semanas após o florescimento. Utilizaram-se 2 g de sulfato de amônia por litro de água, como recomendada por Kämpf (2000) para plantas sensíveis à salinidade.

A irrigação foi feita manualmente com mangueira e jato tipo chuveiro, mantendo-se o substrato úmido, próximo à capacidade de campo; irrigava-se sempre que se observava que o substrato do vaso estava seco, sem quantificar o volume de água.

Após a emissão das inflorescências, as plantas foram tutoradas com ripas ou bambus horizontalmente fixados a uma altura de 1,20 m.

A ferrugem (*Uromyces transversalis*) foi controlada preventivamente com a aplicação semanal e alternada dos fungicidas Commet (Piraclostrobina 250 g/L) na dose de 0,5 ml/L de água e Bayfidan 250 EC Fungicide (triadimenol 250 g/L), na dose de 2 ml/L de água, para evitar a formação de resistência a um produto.

Para combater o ataque de trips (*Taeniotrips simplex* e *Frankliniella* sp.), vaquinhas (*Diabrotica speciosa*) e lagartas-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*), utilizou-se o inseticida Tamaron Br (Metamidofós 600 g/L) na dose de 1 ml/L.

3.6. Colheita

Na primavera, a colheita das hastes florais foi feita aos 78 dias após o plantio (DAP) nos tratamentos a pleno sol, tela vermelha e aluminizada e 84 DAP na tela azul. No experimento de outono, a colheita das hastes florais deu-se aos 83 dias após o plantio (DAP) no a pleno sol, aluminizada (termorrefletora) e vermelha e 89 dias na tela azul. A colheita foi feita com o corte na base da haste floral acompanhada do

último par de folhas, como pode ser observado na Figura 5. Não houve colheita de bulbos na primavera. Os bulbos do experimento de outono/inverno foram colhidos quando as folhas senesceram, no dia 2 de setembro de 2012.



Figura 5 – Foto das hastes florais do gladiólio ‘Amsterdam’ no dia da colheita, na primavera de 2011. UFV – Viçosa, MG.

3.7. Variáveis ambientais

3.7.1. Temperatura e umidade relativa do ar

A temperatura e a umidade relativa do ar foram registradas a cada 10 min, em cada ambiente de cultivo, utilizando-se um datalogger HT-500 da Instrutherm. Tomou-se a menor temperatura do dia como mínima e a maior, como máxima. A temperatura média diária foi obtida das registradas no dia.

Verificou-se também a influência das telas na temperatura, através do cálculo dos graus-dias utilizando a equação $GD = \sum_{n=1}^n (T_{média} - T_{base})$, em que GD significa graus-dias, Σ somatório das diferenças entre a temperatura média do ar ($T_{média}$) e a temperatura-base da planta (T_{base}), sendo n o número de dias do ciclo

das plantas ou dias para o aparecimento de algum órgão ou evento esperado. A temperatura-base da cultura foi considerada 7 °C (VIDALIE, 1990).

3.7.2. Qualidade da luz

A qualidade da luz em cada ambiente de cultivo foi medida em 09/03/12, que se apresentava com o dia claro e ensolarado, entre 10 e 12 h. Utilizou-se o equipamento USB 4000 Plug-and-Play Fiber Optic Spectrometer, com o programa de computação SpectraSuite do fabricante Ocean Optics.

3.7.3. Intensidade da luz

A RFA foi medida em cada ambiente de cultivo em dia de sol pleno, durante as medições das curvas da fotossíntese em relação às horas do dia, por meio do sensor quântico de um analisador de gás no infravermelho (IRGA) modelo LCpro+ Portable Photosynthesis System.

3.8. Trocas gasosas

As variáveis de trocas gasosas foram medidas com um analisador de gás no infravermelho (IRGA) portátil modelo LCpro+ Photosynthesis System, da ADC BioScientific Ltda. As mensurações foram feitas sob a concentração de CO₂, temperatura e vapor de H₂O do ambiente, sendo o ar de referência coletado a 3 m de altura do solo e homogeneizado em um galão de 20 L antes de alcançar a câmara foliar. Curvas de resposta da fotossíntese à intensidade luminosa foram realizadas em 13 níveis de irradiâncias: utilizou-se uma fonte luminosa (módulo de luz) acoplada à câmara foliar para fornecer os níveis da Radiação Fotossinteticamente Ativa de 0, 50, 100, 200, 400, 600, 800, 1.000, 1.200, 1.400, 1.600, 1.800 e 2.000 $\mu\text{mol f\acute{o}tons m}^{-2}\text{s}^{-1}$ em ordem decrescente, com 120 seg de duração em cada nível.

Ao mesmo tempo, foram realizadas curvas de resposta da fotossíntese e curvas de resposta da radiação fotossinteticamente ativa (RFA) em relação às horas do dia. As medições foram realizadas às 6, 8, 10, 12, 14, 16 e 18 h, com o sensor quântico do aparelho captando a RFA em cada ambiente, e com o mesmo aparelho determinou-se a taxa de fotossíntese, com três repetições em cada tratamento.

Para fazer as medições pontuais das variáveis de trocas gasosas, utilizou-se a mesma fonte luminosa (módulo de luz), já mencionada, acoplada à câmara foliar para fixar a densidade do fluxo de fótons fotossintéticos (DFFF) de $1.200 \mu\text{mol fótons m}^{-2}\text{s}^{-1}$ e $200 \mu\text{mol s}^{-1}$ no fluxo de ar, no horário de 8 as 12 h. A DFFF de $1.200 \mu\text{mol fótons m}^{-2}\text{s}^{-1}$ para fazer as medições pontuais de trocas gasosas foi determinada pelas medições das curvas da fotossíntese em relação à DFFF, em que a fotossíntese líquida máxima foi alcançada (A_{max}).

As medições iniciavam 10 min antes da hora fixada e terminava 10 min depois. Foi necessário acrescentar os 10 min por causa do número de medições que deveriam ser feitas em cada hora estabelecida.

Todas essas medições foram feitas em dias claros e límpidos e logo após, as medições de fluorescência da clorofila. Quando os coeficientes do aparelho combinando as variações de gás carbônico (ΔCO_2), água ($\Delta\text{H}_2\text{O}$), condutância estomática (gs) e fluxo de ar apresentaram-se estabilizados, foram realizados 10 registros na parte mediana da segunda folha mais nova, completamente expandida e com coloração definitiva em uma das plantas do vaso, numa amostra de cinco vasos em cada ambiente.

As variáveis de trocas gasosas foram taxa assimilatória líquida de carbono (A) condutância estomática (gs), transpiração (E) e concentração interna de CO_2 no mesófilo (C_i). Após as coletas de dados, estes foram submetidos ao teste de normalidade e, uma vez constatados, a normalidade, análises de variância e testes de médias foram realizados com o programa estatístico SAS System versão 9.0 (SAS Institute Inc., licenciado para a Universidade Federal de Viçosa no ano de 2010).

3.9. Fluorescência da clorofila

Com a finalidade de avaliar o efeito de condições luminosas no desempenho do aparato fotossintético, provocado pelos tratamentos de luz impostos às plantas, quatro medições de fluorescência da clorofila, conjugadas com medições de trocas gasosas, foram feitas no experimento de primavera (02/11/2011, 12/11/2011, 22/11/2011 e 02/12/2011) e cinco medições no experimento de outono (28/04/2012, 08/05/2012, 18/05/2012, 28/05/2012 e 07/06/2012). As medições da fluorescência foram feitas na mesma folha e local onde foram feitas as medições de trocas gasosas. As medições acompanharam a fase de maior crescimento das plantas até próximo da

colheita das hastes florais. Em ambos os experimentos, as plantas estavam com 36 dias após o plantio no dia da primeira medição.

A fluorescência foi medida com um fluorímetro portátil, OS5p Multi-Mode Chlorophyll Fluorometer da OPTI-SCIENCES. Foram utilizados dois protocolos, “ F_v/F_m protocol” para as medições no escuro. Nesse protocolo, o aparelho fornece F_o , F_m e F_v/F_m , que são as variáveis de escuro; e o protocolo “Yield Protocol”, que fornece F_s , F_m' , $Y(II)$ e ETR, que são as variáveis de claro. Na medição do rendimento quântico máximo do FSII, como $F_v/F_m = (F_m - F_o)/F_m$ (van KOOTEN; SNEL, 1990), utilizaram-se pinças adequadas para adaptação das folhas ao escuro durante 30 min, em que F_o é a fluorescência mínima, excitada por uma luz vermelha (660 nm) de baixa intensidade ($0,5 \mu\text{mol fótons m}^{-2} \text{s}^{-1}$), e F_m é a fluorescência máxima, obtida pela aplicação de um pulso de 0,8s de luz actínica saturante ($15.000 \mu\text{mol fótons m}^{-2} \text{s}^{-1}$).

O rendimento quântico efetivo do FSII foi determinado por meio da sobreposição de um pulso de saturação ($15.000 \mu\text{mol fótons m}^{-2} \text{s}^{-1}$) após a iluminação durante 2 min com luz actínica de $1.200 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ na lâmpada halogênica do aparelho, sendo calculado como $Y(II) = (F_m' - F_s)/F_m'$, em que F_s é o rendimento de fluorescência antes do pulso de saturação e F_m' , a fluorescência máxima durante o pulso de saturação (GENTY et al., 1989). O coeficiente de extinção não fotoquímica de Stern-Volmer foi calculado como $Y(NPQ) = (F_s/F_m') - (F_s/F_m)$ (BILGER; BJÖRKMAN, 1990), o rendimento quântico da dissipação não regulada $Y(NO) = F_s/F_m$ e a razão de decréscimo de fluorescência como $R_{fd} = (F_m - F_s)/F_s$.

3.10. Características biométricas avaliadas

As variáveis descritas a seguir foram avaliadas em cinco vasos. Em cada vaso, contaram-se ou mediram-se os índices biométricos em cada planta, e avaliou-se a média do vaso:

- Número de flores por haste: contou-se o número de flores em cada espiga floral.
- Diâmetro da flor: com uma régua, mediu-se o diâmetro da flor em três posições; a média das três foi considerada o diâmetro da flor.
- Diâmetro da haste floral: com um paquímetro, foi medido o diâmetro das três hastes de cada vaso, próximo ao local do corte.

- Altura de planta: com uma trena, mediu-se do colo até a ponta da haste em cada planta do vaso.
- Área foliar da planta: as folhas foram separadas por vaso e depois medidas com um Portable Area Meter, Marca LI-COR, Modelo LI – 3000, que fornece a leitura em centímetro quadrado, e tirou-se a média das plantas do vaso.
- Comprimento da espiga floral: com uma trena, mediu-se o comprimento de cada espiga no vaso.
- Comprimento da haste: as hastes florais foram decepadas numa altura que preservasse três pares de folhas intactos na planta (todas as plantas tinham quatro pares de folha), para garantir que as plantas continuassem vegetando e formassem bulbos no fim do ciclo.

As massas de matéria seca foram obtidas pelo acondicionamento da respectiva parte da planta em estufas de circulação forçada de ar a 73 °C até atingir peso constante:

- Massa seca de haste floral.
- Massa seca de folhas.
- Massa seca de bulbos filhos (por ocasião da colheita da haste floral).
- Massa seca de raiz.
- Massa seca de bulbo (no fim do ciclo da planta).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Temperaturas

As temperaturas médias, mínimas e máximas que ocorreram durante o experimento de primavera e outono estão demonstradas nas Figuras 7 e 8.

Na primavera, observou-se que as linhas das figuras que representam as temperaturas de cada tratamento demonstram grande similaridade e proximidade de formas, principalmente para as mínimas e médias, poucas vezes ultrapassando 2° de diferença entre tratamentos e nunca superiores a 3°. Ficaram as maiores diferenças entre as máximas da primavera que, em alguns momentos, chegou a atingir 6° entre os tratamentos.

No outono, poucas vezes a diferença de temperaturas entre os tratamentos com telas e o a pleno sol ultrapassou 2° e nunca foi superior a 3, tanto nas temperaturas mínimas, médias ou máximas.

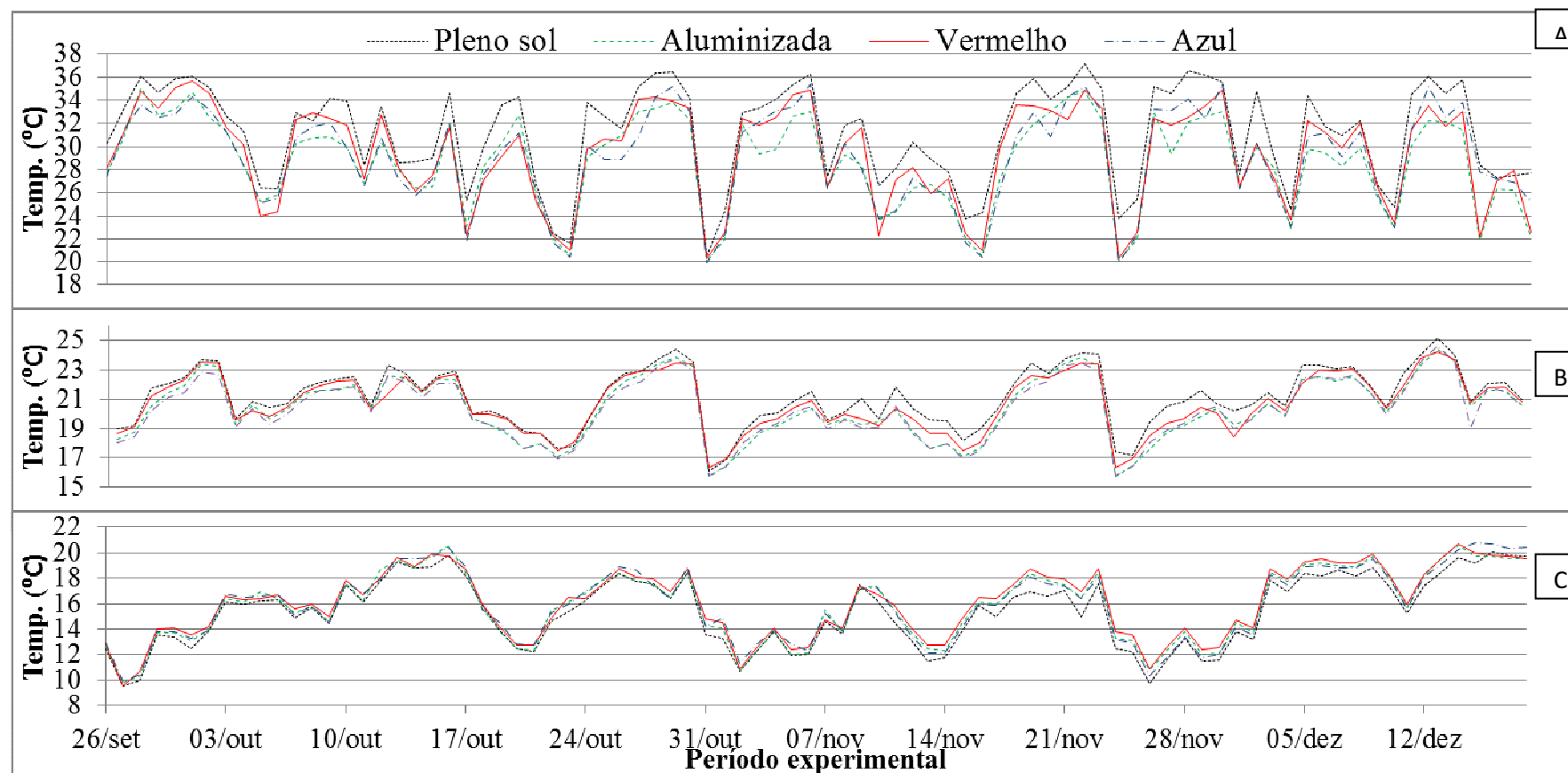


Figura 7 – Temperaturas do ar máxima (A), média (B) e mínima (C) durante o experimento de primavera, em quatro ambientes de cultivo.

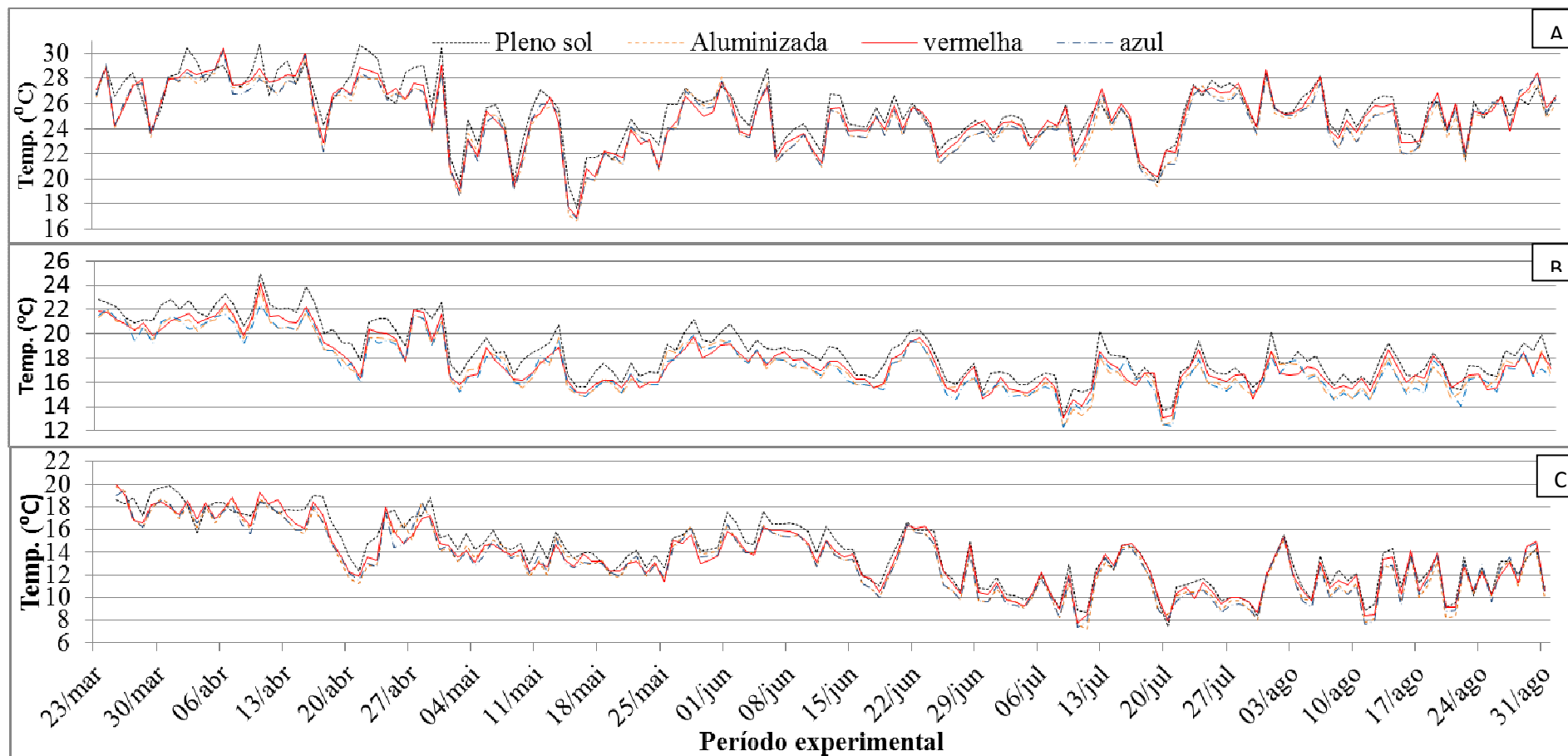


Figura 8 – Temperaturas do ar máxima (A), média (B) e mínima (C) durante o experimento de outono, em quatro ambientes de cultivo.

As médias de temperatura no período experimental da primavera foram de 21,9 °C, 20,4 °C, 20,7 °C e 20,3 °C; e no outono, 19,9 °C, 18,7 °C, 18,9 °C e 18,6 °C, no a pleno sol, aluminizada, vermelha e azul, respectivamente. Observou-se, portanto, que as telas provocaram redução de temperatura em média de 6,85%, 5,48% e 7,31% na primavera e de 6,03%, 5,03% e 6,52% no outono, entre o a pleno sol e o com telas aluminizada, vermelha e azul, respectivamente. As diferenças nas temperaturas entre o a pleno sol e os tratamentos com telas foram pequenas, não corroborando os benefícios de redução de temperatura abordada na revisão desta tese e informada pelo fabricante (POLYSACK, 2009). Além disso, o gladiolo cresce bem a temperaturas entre 15 e 30 °C (PAIVA et al., 1999). Como a diferença na temperatura entre os ambientes com telas e a pleno sol, em média, não atingiu 2°, é cabível concluir que as telas não devem ter influenciado o crescimento do gladiolo.

Meleiro (2003) estudou o desenvolvimento de *Zingiberales* ornamentais em diferentes condições de luminosidades em São Paulo e também não observou ganhos acentuados na redução da temperatura sob telas, comparadas com aquelas a pleno sol. Santos et al. (2010) não encontraram diferença estatística na temperatura máxima do ar entre as telas utilizadas na produção de alface, ou seja, todas apresentaram eficiência semelhante na redução da temperatura máxima quando comparadas com campo aberto. Entretanto, Mangeti (2003) verificou que no inverno em Pouso Alegre, MG, quando a temperatura externa era a -3 °C, sob tela aluminizada de 40%, a temperatura era de 2 °C, corroborando o que é afirmado pelo fabricante dessas telas. Também, Costa (2004), produzindo mudas de café em São Paulo sob tela termorrefletora (aluminizada), observou menores temperaturas no verão e maiores no inverno, em comparação com o a pleno sol. As duas últimas citações foram feitas no inverno e verão quando normalmente as temperaturas atingem níveis muito baixos no inverno e muito altos no verão. Como neste trabalho, as duas épocas de plantio foram primavera e outono, tradicionalmente com temperaturas medianas próximas a 19 ou 20 °C no Município de Viçosa, houve pequeno aumento da temperatura na primavera e ligeira redução no outono. Nessas condições, as telas não mostraram seus benefícios de redução ou aumento de temperaturas e, possivelmente, seriam mais eficientes quando utilizadas em condições extremas. Alguns tipos de telas podem reduzir a taxa de renovação do ar do ambiente protegido, diminuindo, dessa forma, o efeito da redução da temperatura interna (MATALLANA GONZALES; MONTERO CAMACHO, 1993). Pode ser que a escolha dessas malhas tenha contribuído para as pequenas diferenças entre as temperaturas internas e externas.

Outra forma de verificar se os tratamentos com telas exerceram influência na temperatura foi através do cálculo de graus-dias. Esse método assume que o somatório térmico, ou constante térmica, expressa a quantidade de energia que uma espécie vegetal necessita para atingir certo grau de maturidade (PEREIRA et al., 2002). É importante mencionar que o conceito de graus-dias não considera o efeito de outros fatores ambientais sobre o crescimento e desenvolvimento vegetal, a exemplo da deficiência hídrica ou luminosa ao longo do ciclo da cultura e, dependendo da fase em que a cultura se encontra, pode haver atraso do ciclo (TAVARES et al., 2010). Na primavera, o ciclo para colheita da flor (n) foi de 78 dias para tratamentos a pleno sol, aluminizada e vermelha. Esses mesmos tratamentos no outono apresentaram ciclo para a colheita da flor (n) de 83 dias; nas plantas sob tela azul na primavera, 84; e no outono, 89 dias para as hastes atingirem o ponto de colheita. O cálculo dos graus-dias na primavera foram de 1.098,5 °C, 1.037,7 °C, 1.062,9 °C e 1.131,9 °C e, no outono, de 1.055,8 °C, 959,1 °C, 973,4 °C e 1.008,4 °C, nos tratamentos a pleno sol, aluminizada, vermelho e azul, respectivamente.

As plantas sob tela azul precisaram de maior número de dias para atingir o ponto de colheita nas duas épocas de cultivo e, na primavera, maior aporte de energia para atingir o florescimento, em comparação com as dos experimentos a pleno sol e sob telas aluminizada e vermelha. Esse aumento de tempo e a maior necessidade de energia tornam esse tratamento inadequado para a cultura do gladiolo em regiões com temperaturas menores do que as de outono em Viçosa, MG, pois postergam o ciclo das plantas e o a pleno sol passa a ser mais interessante.

Streck et al. (2012), trabalhando em Santa Maria, RS, com vários cultivares de gladiolo, determinaram a duração da fase vegetativa em graus-dias, a qual variou de 1.041,5 °C dia (primavera/verão) a 922,9 °C dia (outono/inverno) em campo aberto, propiciando diferença de 118,6 °C. Já em Viçosa os graus-dias variaram de 1.098,5° (primavera/verão) e 1.055,8° (outono/inverno), com diferença de 42,7 °C. Essa menor diferença entre as estações é em função de as temperaturas diárias de Santa Maria serem menores que as de Viçosa.

A redução da fase vegetativa (em °C dia) no experimento de outono pode ser atribuída ao fotoperíodo mais curto nesse período do ano, em comparação com o fotoperíodo da primavera, pois o gladiolo é considerado planta de dia curto facultativa (SHILLO; HALEVY, 1976). A variação entre duração do ciclo em dias e em °C dia entre os experimentos está relacionada com a temperatura, pois em temperaturas mais baixas o ciclo de desenvolvimento das culturas se alonga,

enquanto dias com temperaturas mais altas encurtam o ciclo (STRECK et al., 2003). Por isso, a caracterização do ciclo em °C dia é mais apropriada, pois essa unidade de tempo leva em consideração a condição térmica do dia (STRECK et al., 2009). Os resultados dos experimentos de Viçosa, MG, tornaram evidentes que as telas aluminizada e vermelho permitiram redução da necessidade de energia para o florescimento do gladiolo e não postergaram seu ciclo.

Durante o dia, devido ao balanço positivo de radiação, a superfície aquece a parcela de ar próxima a ela, desencadeando um processo convectivo. Dentro de um ambiente em casa de vegetação, esse processo é interrompido pela cobertura plástica, que impede a ascensão do ar quente, o que provoca a elevação das temperaturas durante o período diurno (PEZZOPANE, 1994). Com isso, as temperaturas máximas internas atingem valores bem mais elevados que as do ambiente externo.

Neste trabalho, devido ao fato de as telas apresentarem restrição da luminosidade global de 50%, nos outros 50% sem restrição não houve acúmulo de ar quente dentro dos telados, pois as temperaturas sob os telados foram menores que as do pleno sol, e não se observaram problemas com a convecção térmica, conforme Figuras 7 e 8. Verificou-se que, em cada medição, as temperaturas mínima, média e máxima se distanciaram em faixas bem amplas no mesmo dia. Assim, concluiu-se que não se instalou o processo de inversão térmica, pois os datalogers foram instalados no mesmo nível das plantas e não acusaram temperaturas baixas por períodos prolongados.

4.2. Umidade relativa

A umidade relativa do ar (Figuras 9 e 10) também não apresentou alterações com a presença das telas. Na primavera, as médias desse fator meteorológico em cada ambiente de cultivo foram de 80,6%, 81,7%, 78,6% e 79% e, no outono, de 84,5%, 85,6%, 85,9% e 84,9%, para o pleno sol, aluminizada, vermelha e azul, respectivamente. Na primavera, as diferenças entre a média a pleno sol e as médias sob telas vermelha ou azul ficaram em torno de 2% menores nas telas, mas na tela aluminizada a umidade foi maior 1,1% do que a pleno sol. No outono, a diferença máxima foi de 1,4% entre o pleno sol e a tela vermelha, sendo as diferenças entre o pleno sol e os tratamentos com telas aluminizada ou azul menores que 1%. Essas médias de umidade, embora não estejam dentro do intervalo de 60-70% recomendado na literatura para o gladiolo (PAIVA et al., 2012), não causaram problemas para o seu desenvolvimento.

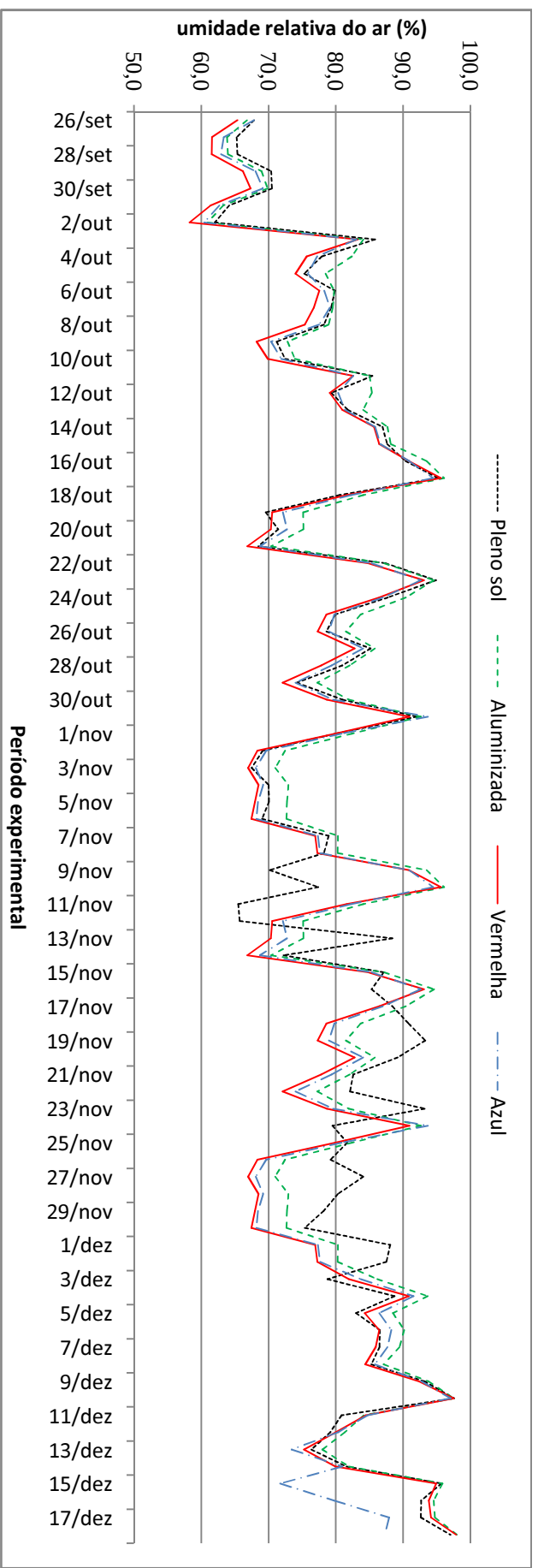


Figura 9 – Média do percentual de umidade relativa do ar, durante o experimento de primavera de 2011. UFV – Viçosa, MG.

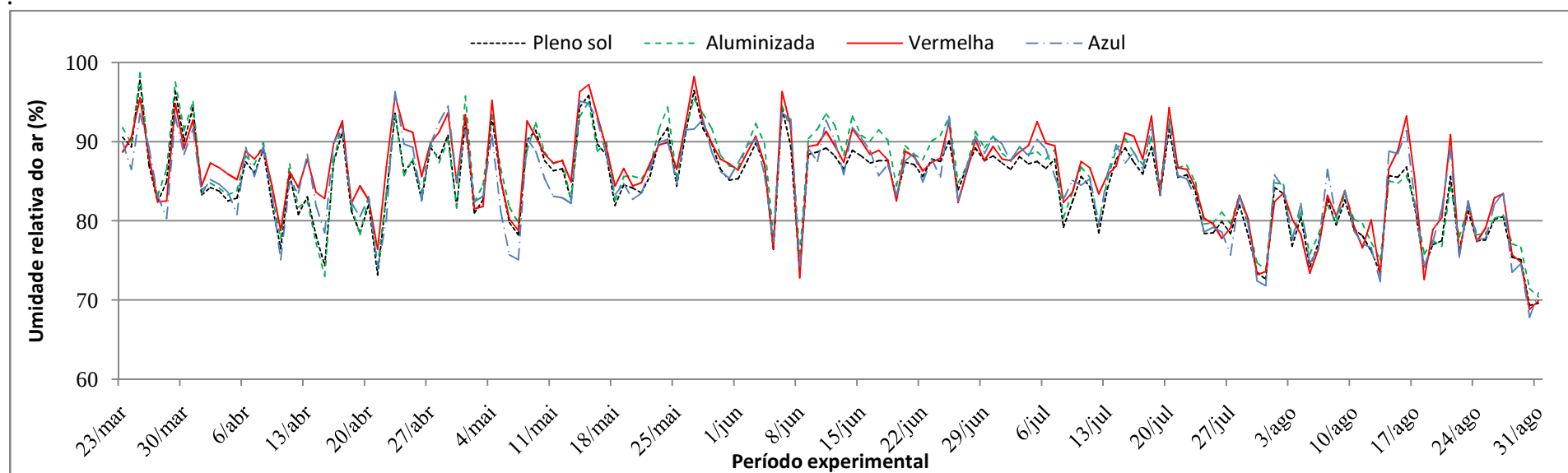


Figura 10 – Média do percentual de umidade relativa do ar, durante o experimento de outono de 2012. UFV – Viçosa, MG.

De acordo com Grange e Hand (1987), a umidade relativa do ar, entre 55 e 90%, a 20 °C, tem apresentado pouco efeito sobre a fisiologia e desenvolvimento de hortaliças. Essas faixas de umidade e temperatura para o gladiolo permitiram ótimo desenvolvimento das plantas. Devido à maior parte do tempo de cultivo e ao fato de a umidade relativa do ar se apresentar nessa faixa, não foram observados problemas relacionados ao excesso de umidade, como os identificados por Grange e Hand (1987) e Andriolo (2000), em que alta umidade do ar pode estimular a ocorrência de doenças e causar distúrbios fisiológicos, afetando o crescimento e desenvolvimento da planta.

4.3. Curvas da fotossíntese em função da hora do dia e da radiação fotossinteticamente ativa (RFA) para o gladiolo

As curvas da fotossíntese em função da hora do dia para determinar a que horas as plantas de gladiolo alcançavam o melhor desempenho fotossintético foram determinadas na primavera e no outono e estão apresentadas na Figura 11. Observa-se, nessa figura, que nas quatro condições as magnitudes das taxas de fotossíntese (A) foram diferentes para a mesma hora do dia. Nas quatro situações, as plantas apresentaram o melhor desempenho fotossintético pela manhã, entre 8 e 12 h, sendo esse o intervalo do dia em que foram realizadas as medições de trocas gasosas e fluorescência da clorofila.

Embora os tratamentos tenham sido capazes de influenciar as magnitudes das taxas fotossintéticas, não foram capazes de alterar o ciclo circadiano da fotossíntese.

Na Figura 12, apresentam-se as curvas da fotossíntese em função da densidade de fluxo de fótons fotossintéticos (DFFF) dos quatro tratamentos. Essas curvas apresentaram a forma característica de uma hipérbole retangular. Para Goudriaan (1986), a computação da fotossíntese bruta de uma folha, considerando-se a curva de resposta da assimilação de CO₂ em função da RFA, expressa uma forma hiperbólica. Os modelos de respostas do gladiolo também estão de acordo com outros estudos, relatados na literatura para outras espécies, como milho, arroz e trigo, que também são herbáceas (TANAKA et al., 1966; BEADLE et al., 1985; DWYER; STEWART, 1986).

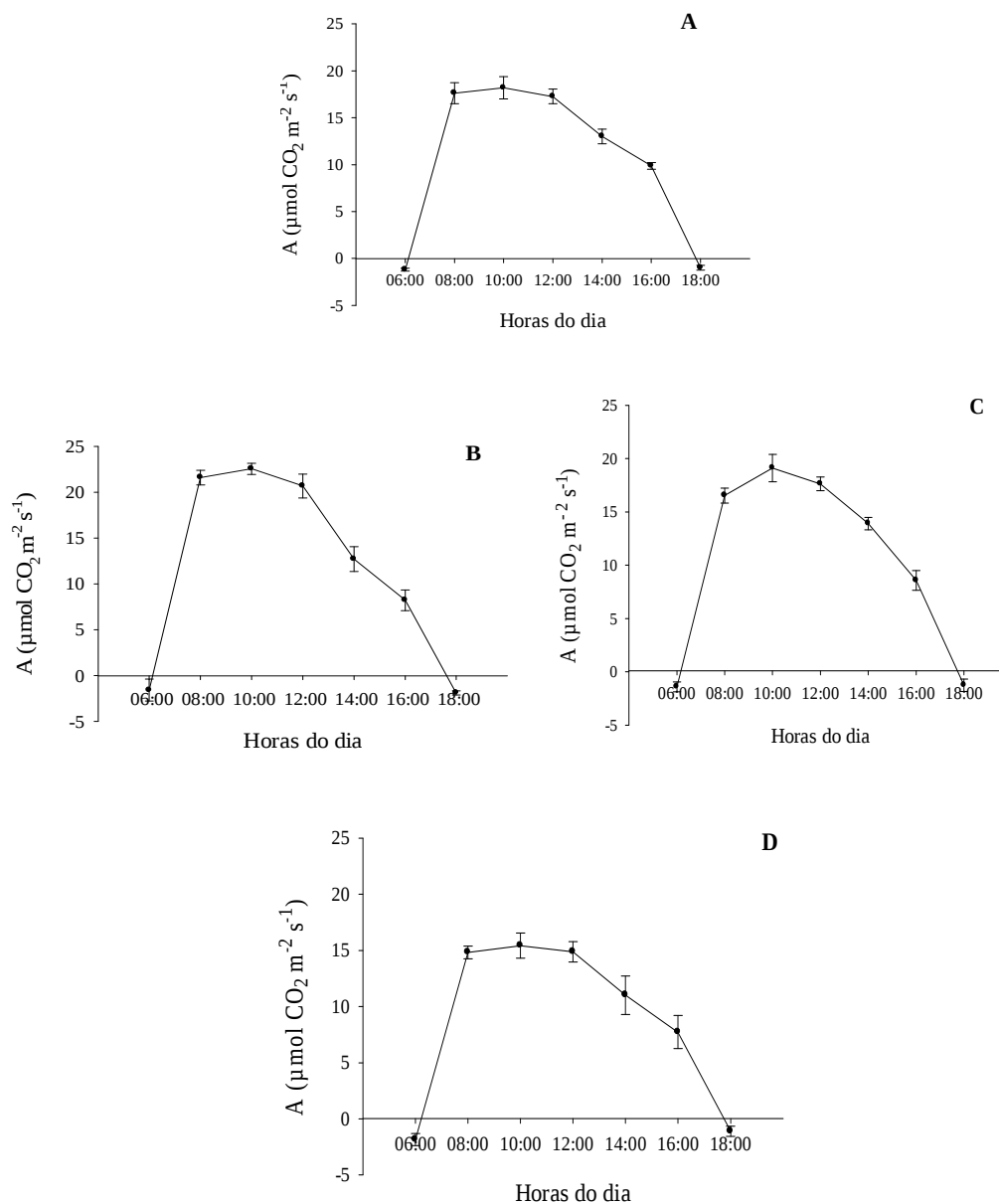


Figura 11 – Curvas diárias da fotossíntese em folhas de gladiólo ‘Amsterdam’ aos 33 dias após o plantio (DAP), cultivado sob diferentes ambientes de luz: A- pleno sol; B – tela aluminizada; C – tela vermelha; e D – tela azul, em 2011. UFV – Viçosa, MG.

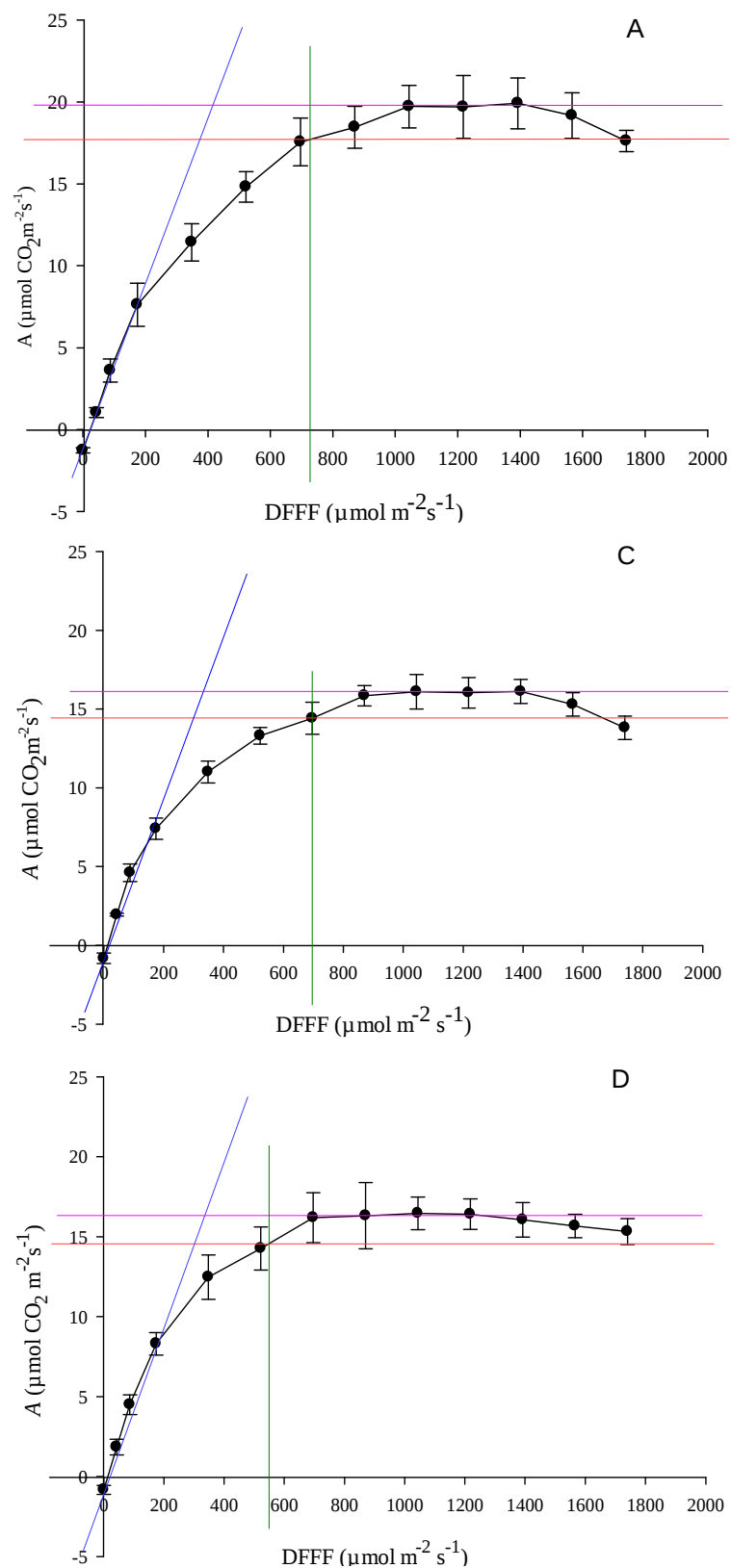


Figura 12 – Curvas da fotossíntese em função da densidade de fluxo de fótons fotossintéticos (DFFF) em folhas de gladiolo ‘Amsterdam’ aos 29 dias após o plantio (DAP), cultivado sob diferentes ambientes de luz: A – a pleno sol, B – tela aluminizada, C – tela vermelha e D – tela azul, em 2011. UFV – Viçosa-MG.

As variáveis das curvas de resposta da fotossíntese em função da DFFF, expostas no Quadro 3, foram: taxa de fotossíntese líquida máxima ($A_{\max}$) representada pela diferença entre a fotossíntese bruta (F_B) e a respiração (R) mais fotorrespiração (F_{otR}) ($A_{\max} = F_B - R + F_{otR}$) (KERBAUY, 2012); ponto de saturação de luz (PSL) representado pelo valor da intensidade luminosa a partir do qual a fotossíntese permanece estável; ponto de compensação de luz (PCL) representado pelo valor da intensidade luminosa, que promove um perfeito equilíbrio entre a absorção e liberação de CO_2 ; rendimento quântico máximo (Φ) obtido quando há elevação do fluxo fotônico acima do ponto de compensação de luz, produzindo relação linear entre o fluxo fotônico e a taxa fotossintética; e taxa de respiração no escuro (R_e), representada pela taxa de CO_2 desprendido pela respiração da planta (TAIZ; ZEIGER, s. d.).

Quadro 3 – Componentes da curva de fotossíntese x densidade de fluxo de fótons fotossintéticos (DFFF) do gladiolo ‘Amsterdam’ cultivado em quatro ambientes de luz em 2011. UFV – Viçosa, MG

Variáveis*	Tratamentos			
	Pleno sol	Aluminizada	Vermelha	Azul
$A_{\max}$ ($\mu\text{mol } CO_2 \text{ absorvido } m^{-2}s^{-1}$)	20,18 a	17,74 a	16,15 a	16,75 a
PSL ($\mu\text{mol photons } m^{-2}s^{-1}$)	863,59 a	753,29 a	767,17 a	597,60 a
PCL ($\mu\text{mol photons } m^{-2}s^{-1}$)	24,07 a	13,59 b	15,07 b	13,59 b
Φ mol CO_2 (mol DFFF absorvido) ⁻¹	0,039 a	0,060 a	0,052 a	0,054 a
R_e ($\mu\text{mol } CO_2 \text{ liberado } m^{-2}s^{-1}$)	1,57 a	1,05 a	1,07 a	0,98 a

PSL - Ponto de saturação de luz; PCL - Ponto de compensação luminosa; $A_{\max}$ - Fotossíntese máxima; Φ - Rendimento quântico máximo; e R_e - Respiração no escuro.

*Médias com a mesma letra na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Não houve diferença estatística significativa entre tratamentos para $A_{\max}$, PSL, Φ e R_e , mas, por serem variáveis fisiológicas, é cabível uma interpretação das magnitudes dos dados de forma descritiva. Pequenas diferenças entre tratamentos não foram captadas pelos testes de média e, por serem cumulativas ao longo do ciclo da planta, proporcionaram diferenças qualitativas e quantitativas no gladiolo, que serão vistas no decorrer das apresentações dos resultados fitotécnicos, mais adiante.

As diferentes telas de sombreamento propiciaram menor ponto de compensação de luz (PCL) em relação ao a pleno sol (Quadro 3). Esses resultados estão de acordo com os de Boardman (1977), para o qual tanto a irradiância de saturação quanto a de compensação variam de uma espécie para outra, bem como em função das condições ambientais, principalmente a densidade de fluxo de luz durante o crescimento da planta.

Os resultados também estão de acordo com os Harvey (1979), para o qual plantas de sombra possuem ponto de compensação de luz bem menor do que plantas de sol, uma vez que nas plantas cultivadas na sombra as taxas respiratórias são muito baixas (JONES, 1994; PEREIRA, 2002; TAIZ; ZIEGER, 2004), de modo que pequena fotossíntese líquida foi suficiente para levar a zero as taxas líquidas de trocas de CO₂ nos gladiolos cultivados sob telas. As pequenas reduções nas taxas respiratórias dos gladiolos cultivados sob telas, comparadas ao a pleno sol, parecem representar uma adaptação básica que permitiu que as plantas se desenvolvessem nessa condição.

O rendimento quântico máximo da fotossíntese (Φ), expresso pela inclinação da porção linear da curva, demonstra que nas plantas de gladiolos cultivadas sob telas o Φ foi maior do que nas a pleno sol (Quadro 3); as plantas cultivadas sob telas conseguiram fixar mais CO₂ com menores quantidades de fótons, o que revela um mecanismo de adaptação bastante desenvolvido.

Por convenção científica, estabeleceu-se que a intensidade de luz que fornecesse 90% do $A_{\max}$ será o ponto de saturação luminoso (PSL) (QUERO et al., 2006). Os gladiolos cultivados sob restrição de luz tiveram seus pontos de saturação de luz (PSL) reduzidos em 110,30 e 96,42 μmol de fótons $\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$, naqueles cultivados sob telas aluminizada e vermelha, respectivamente, e 265,99 μmol de fótons $\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$ nos cultivados sob tela azul, em comparação com o cultivado a pleno sol (Quadro 3). No entanto, não houve redução na fotossíntese até RFA de 1.200 μmol fótons $\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$, como visto nas discussões de fotossíntese mais adiante. Essas diferenças no PSL, não captadas pelos testes de média, são respostas fisiológicas do gladiolo submetido às condições dos tratamentos e revelaram um aparato fotossintético bastante robusto e apto a usar diferentes intensidades de luz no ambiente, por isso o seu ciclo curto, mesmo em estações de baixa luminosidade.

4.4. Curvas da intensidade da luz

A Figura 13 demonstra a variação da intensidade do fluxo de fótons fotossinteticamente ativos sob as três telas sombreadoras, as quais reduziram em 50% a RFA em relação ao a pleno sol.

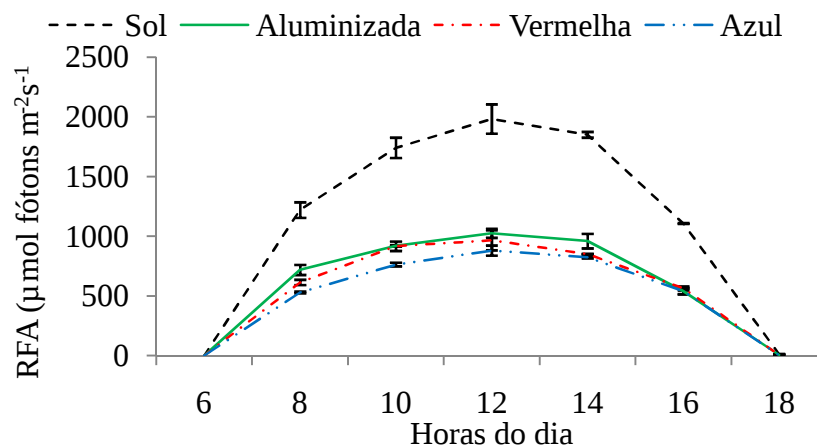


Figura 13 – Intensidade da RFA nos quatro ambientes de cultivo do gladiólo ‘Amsterdam’ em 29/10/2011. UFV – Viçosa, MG.

Shillo e Halevy (1976), trabalhando em Israel, determinaram o efeito de vários fatores ambientais sobre o crescimento e florescimento do gladiólo. Para avaliar os efeitos da intensidade luminosa, plantas de dois cultivares de gladiólos com duas folhas foram submetidas a tratamento de 25% da luminosidade natural até o florescimento; outro tratamento consistiu de plantas em diferentes estágios de crescimento submetidas a 5% da luminosidade natural por 26 dias e chegaram às seguintes conclusões:

a) O gladiólo tem sido descrito como uma das plantas mais eficientes na utilização da luz (BLACKMAN, 1968); a falha na florada que acontece no inverno em Israel é atribuída, principalmente, a uma redução na intensidade luminosa (APTE, 1960; POST, 1952). Nos experimentos de Viçosa, verificou-se que as curvas de fotossíntese em função das horas do dia e da fotossíntese em função da DFFF para o gladiólo (Figuras 6 e 7) revelam uma planta capaz de utilizar RFA, praticamente, na

plenitude dos dias ensolarados. Verificou-se também que, nas condições de outono em Viçosa, MG (crescente número de dias frios e nublados), quando as telas reduziram a RFA em 50%, também houve redução no número de flores na espiga (Quadro 4). Monselise (1957) e Wassink (1965) afirmaram que houve redução no florescimento do gladiolo quando a intensidade da luz diminuiu.

b) Mútuo sombreamento de plantas dentro da mesma rua ou sombreamento de uma rua por outra diminuiu o florescimento da cultura de inverno, mesmo na ensolarada da região Sul de Israel. Nos experimentos de Viçosa, com as plantas distantes 50 cm entre si entre as linhas de vasos, é provável que no outono o espaçamento tenha aumentado o sombreamento entre plantas e causado redução no número de flores, o que não ocorreu na primavera.

c) Shillo e Halevy (1976) observaram que os cultivares de gladiolo diferiram na sensibilidade à intensidade de luz. Nos cultivares menos sensíveis, baixa intensidade de luz reduziu apenas o número de flores na espiga. Nos cultivares mais sensíveis, o mesmo tratamento reduziu a porcentagem de florescimento e o número de flores por espiga. Nos experimentos de Viçosa, apenas o número de flores na espiga foi alterado quando as condições de outono reduziram a iluminação. Embora não se tenha feito uma avaliação sistemática, não se verificou redução na porcentagem de florescimento entre as épocas de plantio, pois todas as plantas floresceram. Mas houve retardo no florescimento das plantas sob tela azul.

Os resultados deste trabalho indicam que os efeitos observados são devidos, principalmente, à integração da intensidade, qualidade e fotoperíodo da luz solar e, portanto, um resultado da soma da irradiação solar interceptada. Houve aumento de cinco dias no período que vai do plantio até a colheita da flor no experimento de outono em relação à primavera. Streck et al. (2012), trabalhando com vários cultivares de gladiolos no Rio Grande do Sul, também tiveram as fases vegetativas e reprodutivas dos gladiolos aumentadas no outono, em comparação com os cultivados na primavera.

Quadro 4 – Médias do número de flores na espiga floral (NFEF) do gladiolo; comprimento da parte aérea (CPA); comprimento da espiga floral (CEF); diâmetro da haste floral (DHF); diâmetro da flor (DF); comprimento da haste floral (CHF); área foliar (AF); massa seca de haste floral (MSHF); massa seca de folhas (MSF); massa seca de bulbos-filhos na colheita da flor (MSBF); massa seca de bulbos no fim do ciclo (MSB); e massa seca de raiz (MSR), cultivado em quatro ambientes de luz na primavera de 2011 e no outono de 2012. UFV – Viçosa, MG

Ambientes	NFEF unid.	CPA m	CEF cm	DHF mm	DF cm	CHF m	AF cm ²	MSHF ----- g -----	MSF	MSBF	MSB	MSR
Primavera - 2011												
Pleno sol	16,3 a	1,38 b	63,8 ab	11,0 a	11,6 a	1,02 ab	947,03 a	9,80 a	13,69 a	1,76 a	-	0,89 a
aluminizada	16,3 a	1,60 a	65,6 a	10,5 ab	12,2 a	1,16 a	1062,92 a	9,82 a	13,22 ab	1,17 b	-	0,88 a
Vermelho	16,5 a	1,50 a b	58,0 bc	10,2 ab	12,3 a	1,17 a	1052,30 a	9,24 a	11,88 bc	1,28 b	-	0,79 ab
Azul	15,0 a	1,49 a b	53,6 c	9,8 b	11,8 a	0,94 b	1018,76 a	6,97 b	10,80 c	0,87 c	-	0,63 b
CV%	7,33	5,16	6,91	4,16	5,79	8,68	10,89	10,63	8,05	11,28	-	15,28
MG	16,03	1,49	60,25	10,39	11,98	1,07	895,25	8,95	12,39	1,27	-	0,79
DMS	2,13	0,14	7,54	0,78	1,26	0,17	176,55	1,72	1,81	0,26	-	0,22
Outono - 2012												
Pleno sol	16,0 a	1,44 c	56,6 a	10,7 a	11,2 a	1,06 a	1158,59 b	9,58 a	14,11 a	2,84 a	8,00 a	0,83 a
aluminizada	14,0 b	1,67 a	55,6 a	10,8 a	12,2 a	1,10 a	1238,21 a	9,35 a	13,93 a	2,01 b	10,04 a	0,89 a
Vermelho	14,2 b	1,66 a	54,4 a	10,6 a	11,6 a	1,03 a	1243,02 a	8,43 a b	13,44 a	1,80 b	9,48 a	0,79 a
Azul	11,6 c	1,56 b	49,0 b	9,4 b	9,3 b	0,92 b	1238,13 a	6,79 b	12,70 a	1,72 b	8,12 a	0,78 a
CV%	5,07	3,14	4,29	4,54	5,94	5,71	2,91	11,87	5,84	11,97	17,60	13,72
MG	13,95	1,59	53,90	10,38	11,06	1,03	1219,49	8,54	13,54	2,14	8,92	0,82
DMS	1,28	0,09	4,19	0,85	1,19	0,11	64,24	1,83	1,43	0,46	2,84	0,20

Médias com a mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

4.5. Qualidade da luz

A radiação solar caracteriza-se como um conjunto de ondas eletromagnéticas que incidem sobre a superfície terrestre e cujos comprimentos de onda predominante medem 500 nm (CASAROLI et al., 2007), conforme se pode constatar no Figura 14. Nessa figura, as curvas demonstram os espectros de absorção nos quatro ambientes de cultivo do gladiolo ‘Amsterdam’. De acordo com Taiz e Zeiger (2004), um espectro de absorção fornece informações sobre a quantidade de energia luminosa captada ou absorvida por uma molécula ou substância em função do comprimento de onda da luz. Pode-se, então, afirmar que as respostas da produção do gladiolo ‘Amsterdam’ (Quadro 4) nos quatro ambientes de luz são o espectro de ação dessa planta em resposta aos quatro espectros de absorção a que foi submetida. Nota-se, assim, que os ambientes com telas aluminizada e vermelha oferecem espectros com picos de absorção mais enriquecidos em comprimentos de ondas do que o a pleno sol e o de malha azul.

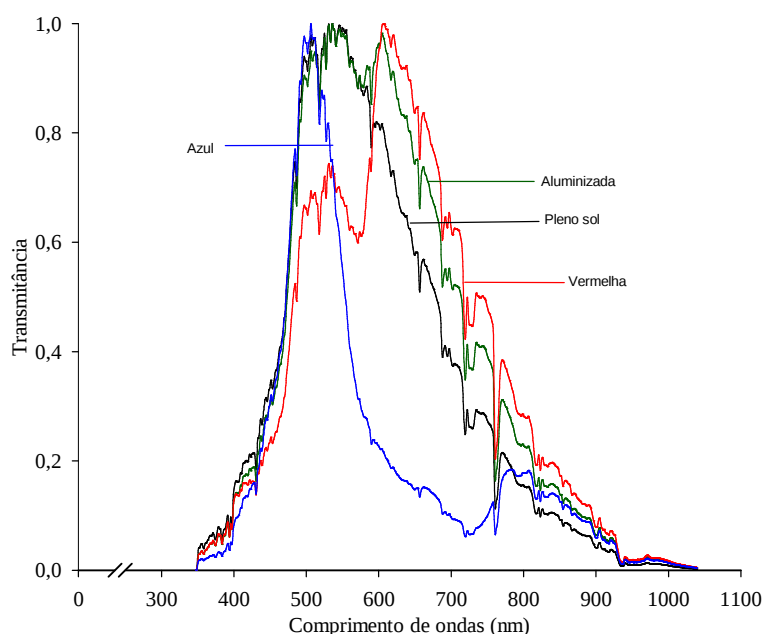


Figura 14 – Qualidade da luz nos quatro ambientes de cultivo do gladiolo ‘Amsterdam’ em 09/03/2012. UFV – em Viçosa, MG.

Observa-se também, na Figura 14, que a tela azul restringiu os picos máximos de absorção, principalmente no vermelho, oferecendo comprimentos de ondas de luz apenas na região de 450 a 550 nm. Para Taiz e Zeiger (2004), essa é a região de absorção dos carotenoides onde se constata que a transferência de energia dos carotenoides para as clorofilas não é tão efetiva quanto a transferência de energia entre as clorofilas. Isso leva à constatação de que, ao comparar o espectro de absorção da clorofila, com picos em 428 e 660 nm, com o da tela azul, este não ofereceu luz de qualidade nos dois picos de maior absorção desse pigmento. Por isso, a resposta da planta mostrou redução tanto qualitativa quanto quantitativa, em vários caracteres avaliados, como se pode observar no Quadro 4, inclusive postergando, em média, seis dias o ciclo para a colheita da flor.

Outros trabalhos têm demonstrado que a qualidade da luz influencia muitos aspectos do desenvolvimento de plantas, como o conteúdo de nitrogênio e pigmentos foliares e a partição de biomassa entre folhas, caules e raízes (PONS; BERKEL, 2004; RAJAPAKSE; KELLY, 1992). Outro aspecto é que a qualidade da luz pode causar alterações no fotoequilíbrio do fitocromo relacionado às quantidades relativas das formas Fv e Fvd e, assim, determinar a razão Fvd/Ftotal, cuja percepção depende de muitas respostas morfogênicas (SMITH; WHITELAM, 1997).

4.6. Trocas gasosas na primavera e no outono

4.6.1. Fotossíntese líquida na primavera e no outono (A)

Não houve diferença estatística entre os tratamentos quanto à média ($\bar{X}$) da fotossíntese líquida nas avaliações de primavera e outono (Quadros 5 e 6).

Quadro 5 – Taxa de fotossíntese líquida ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) do gladiolo ‘Amsterdam’ na primavera. UFV – Viçosa, 2011

Tratamentos*	Dias após o plantio				$\bar{X}$
	36	46	56	66	
Pleno sol	19,02 a	10,80 b	14,75 a	17,34 a	15,47 a
Aluminizada	17,22 a	13,82 a	16,87 a	15,70 b	15,90 a
Vermelho	15,24 a	14,88 a	16,71 a	17,12 a	15,74 a
Azul	16,20 a	11,13 b	14,17 a	14,22 c	13,93 a

*Médias com a mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. CV % = 14,73 para a média da época ($\bar{X}$).

Quadro 6 – Taxa de fotossíntese líquida do gladiolo ‘Amsterdam’ no outono de 2012. UFV – Viçosa, MG

Tratamentos*	Dias após o plantio					$\bar{X}$
	36	46	56	66	76	
Pleno sol	17,68 a	15,49 b	13,84 a	11,54 a	20,09 a	16,53 a
Aluminizada	16,46 a	18,53 a	14,00 a	15,64 a	17,24 ab	16,37 a
Vermelho	15,53 a	13,31 b	15,85 a	16,22 a	16,03 ab	15,39 a
Azul	15,60 a	13,70 b	15,27 a	14,91 a	13,97 b	14,69 a

*Médias com a mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

CV % = 10,44 para a média da época ($\bar{X}$).

Observou-se que na medição pontual aos 46 dias após o plantio (DAP), nas avaliações de primavera, a taxa de fotossíntese mostra uma queda mais acentuada nos tratamentos a pleno sol e com tela azul. Como nesse dia houve redução de taxa de fotossíntese das plantas em todos os tratamentos, pode-se deduzir que houve atuação de algum agente climático capaz de afetar a fotossíntese. Observa-se, nas figuras dos agentes climáticos, que foram mensurados no período (umidade e temperatura), que houve temperaturas baixas em Viçosa nessa data (Figura 7), o que pode ter causado tal queda. Porém, outras variáveis climáticas, como qualidade e intensidade de luz ou o simples fato de naquele dia as plantas estarem com fotossíntese menor (medição pontual), devido a fatores intrínsecos ou condições ambientais muito específicas, podem ter contribuído para essa queda generalizada nesse dia.

Diferenças significativas pontuais nas taxas de fotossíntese no outono foram observadas aos 46 e 76 DAP (Quadro 6). Estas podem ter sido causadas por diferenças na qualidade da luz, pois na mesma hora as taxas de fotossíntese das plantas sob a tela aluminizada (46 DAP) apresentavam-se maiores. Enquanto aos 76 DAP o a pleno sol apresentou maior taxa de fotossíntese e os telados vermelho e aluminizado não diferiram entre si e do a pleno sol. Os resultados revelaram também que as telas influenciaram de igual modo a taxa fotossintética aos 76 DAP. Entretanto, na média geral de outono ($\bar{X}$), assim como na primavera, as telas não foram capazes de alterar a qualidade da luz e provocar maiores aumentos na taxa fotossintética em relação ao a pleno sol.

A fotossíntese líquida é a principal responsável pelo acúmulo de massa seca nas plantas, e as pequenas diferenças não captadas pelos testes de média foram as responsáveis pelas diferenças qualitativas e quantitativas verificadas no Quadro 4, principalmente nas respostas das plantas cultivadas sob tela azul, comparadas aos outros tratamentos. Essas afirmativas estão de acordo com Cermeño (1994), para o qual a luminosidade possui importância decisiva em todos os processos vitais das plantas. Para esse autor, existem funções de grande importância no desenvolvimento dos vegetais, que são influenciados pela energia luminosa, como a fotossíntese, o fotoperiodismo, o crescimento dos tecidos, a floração, entre outras.

4.6.2. Transpiração na primavera e no outono (E)

Não houve diferença significativa entre os tratamentos quanto à média da transpiração no cultivo de primavera e outono ($\bar{X}$) (Quadros 7 e 8), e não se observaram diferenças nem mesmo em medições pontuais de primavera.

Quadro 7 – Taxa de transpiração do gladiolo ‘Amsterdam’ na primavera ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$). UFV – Viçosa, MG

Tratamentos*	Dias após o plantio				$\bar{X}$
	36	46	56	66	
Pleno sol	2,14 a	1,44 a	1,49 a	1,91 a	1,745 a
Aluminizada	2,09 a	1,67 a	1,94 a	2,00 a	1,925 a
Vermelho	2,31 a	1,72 a	1,90 a	1,97 a	1,975 a
Azul	2,63 a	1,24 a	1,87 a	2,08 a	1,955 a

* Médias com a mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

CV% = 19,29 para média da época ($\bar{X}$).

Quadro 8 – Taxa de transpiração (E) do gladiolo ‘Amsterdam’ no outono ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$). UFV – Viçosa, MG

Tratamentos*	Dias após o plantio					$\bar{X}$
	36	46	56	66	76	
Pleno sol	2,59 a	3,49 a	2,30 b	1,96 b	2,26 b	2,520 a
Aluminizada	2,37 a	3,40 a	2,44 b	2,70 b	3,48 a	2,878 a
Vermelho	2,71 a	2,45 b	3,39 a	3,69 a	3,40 a	3,128 a
Azul	2,35 a	2,85 ab	2,89 ab	3,60 a	3,64 a	3,066 a

*Médias com a mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

CV% = 18,88 para média da época ($\bar{X}$).

Embora as taxas de transpiração, em geral, tenham sido maiores no outono, não foram capazes de limitar o desenvolvimento do gladiolo. Ao contrário, o comprimento da parte aérea (CPA), a área foliar (AF) e o peso seco de folhas (PSF) foram maiores no outono (Quadro 4). Essas diferenças entre taxas de transpiração da primavera e outono podem ser explicadas por inúmeros fatores, entre eles a origem e as condições de produção dos bulbos ou regulagens sofridas pelo IRGA (equipamento de medição das trocas gasosas).

4.6.3. Condutância estomática na primavera e no outono (gs)

Na primavera, assim como no outono, não se observaram diferenças significativas na condutância estomática entre os tratamentos nas médias das épocas ($\bar{X}$). Avaliações pontuais a cada 10 dias também não tiveram diferenças significativas entre tratamentos (Quadros 9 e 10). Entretanto, as taxas de condutância estomática no outono foram maiores do que as de primavera.

De acordo com Larcher (1995), a condutância estomática da maioria das plantas herbáceas oscila entre 300 e 500 $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$. Ao observar o Quadro 9, que mostra a condutância em $\text{mol (H}_2\text{O) m}^{-2} \text{s}^{-1}$ na primavera, constata-se que as gs do gladiolo ficaram mais baixas do que a da maioria das plantas herbáceas.

Os dados de condutância estomática e os de assimilação de CO_2 não estão em consonância. Mostram que, mesmo com uma gs menor, as plantas na primavera não tiveram seu desempenho fotossintético prejudicado, pois alcançou ótima taxa de assimilação de CO_2 .

Quadro 9 – Condutância estomática do gladiolo ‘Amsterdam’ na primavera ($\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$). UFV – Viçosa, MG

Tratamentos*	Dias após o plantio				$\bar{X}$
	36	46	56	66	
Pleno sol	0,208 a	0,109 a	0,176 a	0,246 a	0,185 a
Aluminizada	0,165 a	0,130 a	0,149 a	0,147 a	0,148 a
Vermelho	0,161 a	0,143 a	0,203 a	0,201 a	0,177 a
Azul	0,173 a	0,134 a	0,162 a	0,186 a	0,164 a

*Médias com a mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

CV% = 20,90 para média da época ($\bar{X}$).

Quadro 10 – Condutância estomática do gladiolo ‘Amsterdam’ no outono ($\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$). UFV – Viçosa, MG

Tratamentos*	Dias após o plantio					$\bar{X}$
	36	46	56	66	76	
Pleno sol	0,410 a	0,460 a	0,400 a	0,277 a	0,397 a	0,389 a
Aluminizada	0,420 a	0,377 a	0,367 a	0,357 a	0,360 a	0,374 a
Vermelho	0,550 a	0,387 a	0,407 a	0,460 a	0,393 a	0,439 a
Azul	0,363 a	0,450 a	0,363 a	0,433 a	0,453 a	0,412 a

*Médias com a mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

CV% = 13,43 para média da época ($\bar{X}$).

Oliveira et al. (2005), trabalhando com feijoeiro irrigado (herbácea C_3), encontraram condutância entre 0,048 e 0,183 $\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$. Na impossibilidade de comparar essas gs da primavera com trabalhos parecidos aos experimentos realizados em Viçosa, considera-se que isso seja normal para o gladiolo nas condições em que foram cultivados, uma vez que dois tratamentos (vermelha e aluminizada) produziram hastes com padrões comercialmente aceitos nos mais importantes mercados, enquanto nos outros dois tratamentos (pleno sol e tela azul) a produção pode ser considerada normal para Viçosa e grande parte do Brasil (Quadro 4).

4.6.4. Concentração interna de carbono na primavera e no outono

Nos experimentos com gladiolo, tanto na primavera quanto no outono, não se constataram diferenças significativas para concentração interna de carbono nas médias de época ($\bar{X}$) (Quadros 11 e 12), e apenas algumas diferenças nas medições pontuais aos 46 e 56 DAP na primavera podem ser observadas, que não foram capazes de alterar a comparação entre médias finais.

Quadro 11 – Concentração interna de carbono (Ci) no mesofilo do gladiolo ‘Amsterdam’ cultivado na primavera (vpm). UFV – Viçosa, MG

Tratamentos*	Dias após o plantio				$\bar{X}$
	36	46	56	66	
Pleno sol	213,07 a	166,27 a	206,20 a	233,97 a	204,88 a
Aluminizada	180,87 a	129,33 b	142,60 b	177,73 a	157,63 a
Vermelho	166,00 a	167,27 a	190,80 ab	220,80 a	186,22 a
Azul	195,13 a	134,47 b	203,40 ab	206,27 a	184,82 a

*Médias com a mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

CV% = 15,59 para média da época ($\bar{X}$).

Quadro 12 – Concentração interna de carbono no mesofilo (Ci) do gladiolo ‘Amsterdam’ no outono (vpm). UFV – Viçosa, MG

Tratamentos*	Dias após o plantio					$\bar{X}$
	36	46	56	66	76	
Pleno sol	305,13 a	307,33 a	315,20 a	297,93 a	344,60 a	314,04 a
Aluminizada	306,60 a	291,00 a	294,00 a	297,93 a	332,80 a	304,47 a
Vermelho	316,67 a	266,60 a	295,80 a	311,93 a	328,33 a	303,87 a
Azul	307,87 a	280,80 a	298,20 a	286,53 a	328,33 a	300,35 a

*Médias com a mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

CV% = 6,42 para média da época ($\bar{X}$).

Comparando as taxas de Ci dos gladiolos de primavera com as de outono, constatou-se que, de modo geral, as taxas foram menores na primavera. Como a fotossíntese se equiparou nas duas estações de cultivo (Quadros 5 e 6), conclui-se

que a redução na C_i de primavera foi provocada pelo consumo elevado de CO_2 na fotossíntese e não apenas pela redução da g_s .

Nas plantas C_3 , o aumento na concentração interna de CO_2 causa aumento na fotossíntese, porque a fotorrespiração diminui à medida que cresce a relação CO_2/O_2 no cloroplasto, o que incrementa a capacidade de carboxilação da Rubisco. Os efeitos benéficos do aumento no nível de CO_2 na fotossíntese são maiores quando a planta está com estresse hídrico, com os estômatos parcialmente fechados e em temperaturas altas (CANNEL; THORNLEY, 1998). Entretanto, outros fatores como a intensidade e a qualidade da luz, ou o nível de adaptação das plantas ao ambiente, também devem encontrar-se em níveis adequados. Como na taxa de fotossíntese na primavera e no outono não se observaram desvios de mesma magnitude dos observados para E , g_s e C_i , conclui-se que o aparato bioquímico de assimilação de carbono do gladiolo é robusto, funcionando bem em ampla faixa de E , g_s e C_i , o que é corroborado pelos níveis do índice de vitalidade (R_{df}), discutidos mais adiante, durante as discussões dos parâmetros de fluorescência.

Numa visão mais ampla da transpiração, condutância estomática e concentração interna de carbono, verificou-se que modificações nos níveis de luminosidade, aos quais uma espécie está adaptada, podem condicionar diferentes respostas fisiológicas em suas características bioquímicas, anatômicas e de crescimento (ATROCH, 2001).

4.7. Fluorescência da clorofila na primavera e no outono

Utilizaram-se cinco parâmetros de fluorescência da clorofila a para avaliar o desempenho do aparato fotossintético do gladiolo.

4.7.1. Rendimento quântico máximo do Fotossistema II na primavera e no outono

O rendimento quântico máximo do FSII, também conhecido como máxima eficiência quântica do FSII, calculado pela equação $F_v/F_m = (F_m - F_o)/F_m$, não se diferenciou significativamente entre as médias finais ($\bar{X}$) dos cultivos de primavera e outono (Quadros 13 e 14).

Quadro 13 – Rendimento quântico máximo (Fv/Fm) do gladiolo ‘Amsterdam’ cultivado na primavera. UFV – Viçosa, MG

Tratamentos*	Dias após o plantio (dias)				$\bar{X}$
	36	46	56	66	
Pleno sol	0,811 a	0,817 ab	0,817 a	0,813 a	0,814 a
Aluminizada	0,806 a	0,814 b	0,816 a	0,820 a	0,814 a
Vermelho	0,804 a	0,813 b	0,817 a	0,818 a	0,813 a
Azul	0,787 a	0,826 a	0,810 a	0,813 a	0,809 a

*Médias com a mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

CV% = 1,15 para média da época ($\bar{X}$).

Quadro 14 – Rendimento quântico máximo do gladiolo ‘Amsterdam’ (Fv/Fm) no outono. UFV – Viçosa, MG

Tratamentos*	Dias após o plantio					$\bar{X}$
	36	46	56	66	76	
Pleno sol	0,824 a	0,814 a	0,795 a	0,791 b	0,824 b	0,809 a
Aluminizada	0,833 a	0,821 a	0,801 a	0,820 a	0,834 ab	0,821 a
Vermelho	0,832 a	0,814 a	0,823 a	0,812 ab	0,840 a	0,824 a
Azul	0,825 a	0,815 a	0,818 a	0,810 ab	0,837 ab	0,821 a

*Médias com a mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

CV% = 1,59 para média da época ($\bar{X}$).

Para Bilger e Björkman (1990), alterações na fluorescência induzida pela iluminação de folhas adaptadas ao escuro são qualitativamente correlacionadas com as mudanças na assimilação de CO₂. E, ainda, uma das formas de monitoramento da inibição, ou redução na transferência de elétrons entre os fotossistemas da planta sob estresse, é através da fluorescência da clorofila *a* (BOLHÀR-NORDENKAMPF; ÖQUIST, 1993), uma vez que a redução na dissipação da energia pelo processo fotoquímico é refletida por incremento correspondente na fluorescência (CATUNDA 60L 60L., 2005).

Como os valores de Fv/Fm entre 0,75 e 0,85 demonstram eficiente conversão da energia luminosa em nível de fotossistema II (TAIZ; ZEIGER, 2004; ARAÚJO; DEMINICIS, 2009; BOLHÀR-NORDENKAMPF 60L 60L., 1989), e essa relação tem sido utilizada frequentemente para detectar perturbações no sistema

fotossintético causada por estresses ambientais e bióticos (BAKER; ROSENQVST, 2004), os valores dos Quadros 13 e 14 permitem afirmar que não houve danos na atividade fotoquímica para o desenvolvimento do gladiolo.

Essas respostas da fluorescência estão de acordo com as avaliações dos parâmetros de fotossíntese, respiração, condutância estomática e concentração interna de carbono, em que também não se verificaram diferenças significativas ou níveis teóricos nessas variáveis fisiológicas que afetassem o desenvolvimento do gladiolo.

Perdas de qualidade da haste floral nos tratamentos de cultivos a pleno sol e sob tela azul foram verificadas no diâmetro e comprimento da haste floral (Quadro 4). Todavia, essas perdas foram detectadas em padronizações comerciais praticadas pelo Veiling Holambra e pelo IBRAFOR (IBRAFLOR, 2013), não sendo detectáveis por parâmetro de fluorescência ou de trocas gasosas, o que permite concluir que perdas na qualidade da produção nem sempre poderão ser detectadas pela razão F_v/F_m .

4.7.2. Rendimento quântico efetivo do Fotossistema II – Y(II) – na primavera e no outono

O rendimento quântico efetivo do FSII mede a proporção de luz absorvida pela clorofila associada ao FSII, que está sendo de fato utilizada para reduzir o “pool” de quinonas (Q_A) e é um indicativo geral da fotossíntese. Essa relação pode ser influenciada, em condições de estresse, pela taxa de fotorrespiração, transporte cíclico de elétrons no FSII e pelo ciclo água-água (GENTY 61L 61L., 1992). Na primavera, o Y(II) não apresentou diferenças significativas para a média final ($\bar{X}$) (Quadro 15). A energia de excitação absorvida pelo Fotossistema II foi utilizada pelo Y(II) na fotossíntese e não deve ter havido nenhuma das condições citadas por Genty 61L 61L. (1992).

As diferenças significativas verificadas aos 56 e 66 DAP na primavera parece que não foram capazes de promover alterações significativas na média final.

Quadro 15 – Rendimento quântico efetivo (Y(II)) do gladiolo ‘Amsterdam’ cultivado na primavera. UFV – Viçosa, MG

Tratamentos*	Dias após o plantio (DAP)				$\bar{X}$
	36	46	56	66	
Pleno sol	0,349 a	0,269 a	0,236 ab	0,202 a	0,262 a
Aluminizada	0,290 a	0,279 a	0,288 ab	0,129 b	0,246 a
Vermelho	0,291 a	0,253 a	0,297 a	0,114 b	0,238 a
Azul	0,285 a	0,214 a	0,184 b	0,100 b	0,195 a

*Médias com a mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

CV% = 32,11 para média da época ($\bar{X}$).

Quadro 16 – Rendimento quântico efetivo (Y(II)) do gladiolo ‘Amsterdam’ no outono. UFV – Viçosa, MG

Tratamentos*	Dias após o plantio					$\bar{X}$
	36	46	56	66	76	
Pleno sol	0,178 a	0,280 a	0,248 a	0,232 a	0,176 a	0,222 a
Aluminizada	0,166 ab	0,217 a	0,221 ab	0,177 ab	0,115 b	0,179 ab
Vermelho	0,150 bc	0,246 a	0,182 bc	0,165 b	0,127 ab	0,174 ab
Azul	0,139 c	0,174 a	0,138 c	0,166 b	0,133 ab	0,150 b

*Médias com a mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

CV% = 21,85 para média da época ($\bar{X}$).

No outono, com exceção da medição aos 46 DAP, em que não houve diferenças significativas entre os tratamentos, nas demais as plantas cultivadas a pleno sol apresentaram maiores médias de Y(II), seguidas pelas cultivadas sob tela aluminizada e vermelha (Quadro 16). As plantas cultivadas sob tela azul, embora na maior parte das vezes não tenham diferido das cultivadas sob telas aluminizada e vermelha, tiveram as menores médias de Y(II). Essas tendências verificadas nas medições pontuais se mantiveram na média final de outono ($\bar{X}$), com as plantas cultivadas a pleno sol e sob telas aluminizada e vermelha com os maiores Y(II), que não diferiram entre si. No entanto, os três tratamentos com telas também não diferiram entre si para $\bar{X}$. Na estação de outono, com maior presença de dias nublados em Viçosa, a luminosidade é menor e as telas filtraram, de forma mais intensa, a luz que chegava às plantas (Figura 8). Mas, devido à eficiência do aparato fotossintético

do gladiolo, com capacidade para utilizar ampla faixa de intensidade da radiação fotossinteticamente ativa (RFA) (Figuras 6 e 7), a energia dissipada pelo Y(II) manteve as taxas da fotossíntese líquida similar às da primavera (Quadros 5 e 6) e não se observaram problemas com o desenvolvimento do gladiolo.

Plantas a pleno sol dispõem de maior radiação e é natural que apresentem maior quantidade de energia direcionada para a fotossíntese, o que não assegura que essas terão maior taxa de fotossíntese. Genty et al. (1992) afirmaram que inúmeros fatores influenciam o uso da energia absorvida pelo centro de reação do FSII.

Marenco e Lopes (2009) afirmaram que a luz azul faz os pigmentos atingirem o segundo singlete, e este está associado a um nível energético muito elevado, sendo extremamente instável e não utilizável na fotossíntese. Por isso, a luz azul é menos eficiente do que a luz vermelha, embora esta última tenha nível menor de energia. Isso explica por que as plantas sob telas vermelha, aluminizada e a pleno sol levam vantagem na qualidade de luz para o rendimento quântico efetivo desses tratamentos. Embora as plantas a pleno sol desviem parte da energia absorvida para neutralizar efeitos de excesso de radiação, o gladiolo teve habilidade em manter elevado o Y(II), até mesmo quando o declínio já era esperado (próximo da colheita da haste).

O Y(II) pode ser usado para estimar a taxa de transporte de elétrons (ETR) na amostra (tecido fotossintetizante) se a DFFF (densidade de fluxo de fótons fotossintéticos) incidente no tecido for conhecida, através da equação: $ETR = Y(II) \times DFFF \times 0,84 \times 0,50$. Nota-se na fórmula que as duas fontes de variação são a DFFF e Y(II). Neste trabalho, em todas as medições dos parâmetros de claro da fluorescência, a DFFF foi fixada em $1.200 \mu\text{mol fótons m}^{-2} \text{ s}^{-1}$. Isso leva à conclusão de que a única fonte de variação da ETR é o Y(II), e, como este já se encontra exposto (Quadros 15 e 16), não se achou necessário repetir informações que seguem tendência similar.

4.7.3. Rendimento quântico da dissipação regulada de energia do Fotossistema II – Y(NPQ) – na primavera e no outono

O rendimento quântico da dissipação térmica regulada de energia do quenching não fotoquímico Y(NPQ) ocorre no centro de reação do FSII, através do ciclo das xantofilas, e este é induzido pela luz e regulado pelo gradiente de prótons na membrana do tilacoide (BILGER; BJÖRKMAN, 1990). Em outras palavras, é a

fotoproteção induzida pela luz através da dissipação térmica de energia, estando intimamente correlacionado com a formação de zeaxantina. No experimento de primavera, assim como no de outono, esse dissipador não mostrou diferenças significativas na média final de primavera e outono (Quadros 17 e 18).

Quadro 17 – Rendimento quântico da dissipação regulada de energia Y(NPQ) do gladiolo na primavera. UFV – Viçosa, MG

Tratamentos*	Idade das plantas (dias)				$\bar{X}$
	36	46	56	66	
Pleno sol	0,444 a	0,532 a	0,451 a	0,363 a	0,447 a
Aluminizada	0,510 a	0,528 a	0,501 a	0,495 a	0,508 a
Vermelho	0,496 a	0,536 a	0,438 a	0,462 a	0,483 a
Azul	0,485 a	0,539 a	0,468 a	0,451 a	0,486 a

*Médias com a mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

CV% = 9,43 para média da época ($\bar{X}$).

Quadro 18 – Rendimento quântico da dissipação térmica regulada de energia (Y(NPQ)) no PSII no outono. UFV – Viçosa, MG

Tratamentos*	Dias após o plantio					$\bar{X}$
	36	46	56	66	76	
Pleno sol	0,504 a	0,488 a	0,451 a	0,534 a	0,553 a	0,506 a
Aluminizada	0,532 a	0,508 a	0,527 a	0,506 a	0,543 a	0,521 a
Vermelho	0,496 a	0,510 a	0,488 a	0,554 a	0,512 ab	0,512 a
Azul	0,494 a	0,510 a	0,548 a	0,557 a	0,488 b	0,520 a

*Médias com a mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

CV% = 5,65 para média da época ($\bar{X}$).

Ao observar as médias deste parâmetro nos dois experimentos, constatou-se que elas foram elevadas, revelando que, de toda a energia absorvida pelas plantas, a metade ou mais foi utilizada por esse dissipador. Aumentos no Y(NPQ) indicaram que houve excesso de energia de excitação, mas esta foi dissipada de forma inofensiva como calor, mediado pelo ciclo das xantofilas, o qual levou ao decréscimo do estresse oxidativo, impedindo a formação de espécies reativas de oxigênio

(HUANG et al., 2010). Tais constatações levam a inferir que as plantas de gladiolo possuem um robusto e bem estabelecido aparato bioquímico que permite utilizar ampla faixa da radiação solar, o que foi constatado quando se observaram as curvas da fotossíntese x DFFF dessa planta (Figura 12).

No outono, nas medições pontuais aos 36, 46, 56 e 66 DAP, não houve diferenças significativas para Y(NPQ) entre os tratamentos. Apenas na medição aos 76 DAP, nas plantas da tela azul, esse dissipador foi inferior ao a pleno sol e aluminizada (Quadro 18). Essa redução no Y(NPQ) pode ser indicativo de que nem toda a energia excessiva desse tratamento foi dissipada de forma inofensiva; outro dissipador, aos 76 DAP, mostrou maior poder de drenagem da energia absorvida, que, no entanto, não foi capaz de influenciar as comparações das médias finais de outono.

4.7.4. Rendimento quântico da dissipação não regulada de energia do Fotossistema II - Y(NO) na primavera e no outono

O rendimento quântico da dissipação não regulada de energia no FSII, representado por Y(NO), refere-se à soma da energia perdida de forma constitutiva nas antenas do FSII e via fluorescência. Para Huang (2010), além do Fv/Fm, o Y(NO) é um bom indicador de fotodanos no FSII. Aumentos no índice desse dissipador são a certeza da presença de fotodanos no aparato bioquímico da planta.

Na primavera, assim como no outono, não houve diferenças significativas entre as médias finais de cultivo ($\bar{X}$) (Quadros 19 e 20).

Quadro 19 – Rendimento quântico da dissipação não regulada de energia no FSII Y(NO) do gladiolo na primavera. UFV – Viçosa, MG

Tratamentos*	Dias após o plantio				$\bar{X}$
	36	46	56	66	
Pleno sol	0,206 a	0,199 a	0,312 a	0,435 a	0,288 a
Aluminizada	0,199 a	0,192 a	0,210 b	0,376 a	0,244 a
Vermelho	0,213 a	0,211 a	0,264 ab	0,423 a	0,278 a
Azul	0,230 a	0,246 a	0,347 a	0,448 a	0,318 a

*Médias com a mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

CV% = 35,58 para média da época ($\bar{X}$).

Quadro 20 – Rendimento quântico da dissipação não regulada de energia (Y(NO)) no PSII no outono. UFV – Viçosa, MG

Tratamentos*	Dias após o plantio					$\bar{X}$
	36	46	56	66	76	
Pleno sol	0,318 ab	0,232 a	0,301 a	0,234 a	0,271 b	0,271 a
Aluminizada	0,301 b	0,274 a	0,251 a	0,316 a	0,342 a	0,297 a
Vermelho	0,354 a	0,243 a	0,330 a	0,280 a	0,361 a	0,314 a
Azul	0,366 a	0,316 a	0,313 a	0,277 a	0,377 a	0,330 a

*Médias com a mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

CV% = 13,84 para média da época ($\bar{X}$).

Quanto mais a planta cresce, maior a quantidade de reações da fotossíntese, o que pode gerar espécies reativas de oxigênio ou outro íon com potencial de fotodanos, levando a planta a direcionar maior quantidade de energia para a neutralização desses, através do Y(NO).

No outono, observa-se que plantas a pleno sol, que poderiam apresentar maior Y(NO), nas avaliações de 36 e 76 DAP, apresentaram menores Y(NO), provavelmente a quantidade de luz nessas medições de outono foi adequada para o gladiolo e não houve aumento desse dissipador para o controle de fotodanos. Também, algumas vezes, os resultados da fluorescência são de difícil explicação; em outros casos, as magnitudes dessas diferenças são controláveis pelas plantas.

A energia de excitação absorvida pelas plantas distribui-se em quenching (dissipador) fotoquímico (representado neste trabalho pelo Y(II)) e quenching não fotoquímico (representado pelos dissipadores Y(NPQ) e Y(NO)). A divisão proporcional da energia absorvida entre esses dissipadores pode ser resumida pela equação $Y(II) + Y(NPQ) + Y(NO) = 1$. Klughammer e Schreiber (2008) verificaram que, quando foi constatado aumento em um dos dissipadores não fotoquímicos, por exemplo Y(NPQ), decréscimos de igual magnitude foram observados no Y(NO), como verificado também neste trabalho. Entretanto, a principal diferença entre os dois é a forma como cada um desses mecanismos utiliza a energia de excitação captada pela planta. Elevados valores de Y(NO) indicam que tanto a conversão da luz em energia fotoquímica quanto os mecanismos regulatórios protetivos estão ineficientes. Além disso, é um indicativo de que a planta está tendo dificuldade em lidar com a radiação incidente (HUANG et al., 2010). As plantas cultivadas sob tela

azul não apresentaram diferenças para Y(NO). Contudo, pequenas diferenças fisiológicas das médias mostram a ineficiência dos processos, conforme relatados por Huang et al. (2010), as quais podem ser as responsáveis por perdas de qualidade da haste floral no tratamento com tela azul (Quadro 4), pois maior aporte de energia foi direcionado para o Y(NO).

4.7.5. Razão de decréscimo da fluorescência da clorofila – R_{fd} – na primavera e no outono

A razão de decréscimo da fluorescência, também denominada índice de vitalidade (R_{fd}), é determinada pela equação $R_{fd} = (F_m - F_s)/F_s$ e é usada para avaliar a atividade de Ciclo de Calvin e seus processos relacionados (LICHTENTHALER et al., 1986). Valores de R_{fd} superiores a 2,5 indicam bom funcionamento da atividade fotossintética (RINDERLE; LICHTENTHALER, 1988), e valores abaixo de 1 sugerem que a fixação do CO_2 tem sido severamente comprometida (HAITZ; LICHTENTHALER, 1988).

Tanto na primavera quanto no outono, o índice de vitalidade (R_{fd}) mostrou-se de regular a bom na média final de época ($\bar{X}$) (Quadros 21 e 22). Por ter limites fisiológicos bem estabelecidos, essa classificação do R_{fd} pode dispensar a comparação dos testes de média na discussão.

As respostas do gladiolo (Quadro 4) permitem inferir que, quanto maior o tempo que as plantas permaneceram com bom funcionamento do ciclo de Calvin, melhores respostas morfológicas serão dadas, e revelam-se como ótima ferramenta para monitorar a assimilação de CO_2 .

Quadro 21 – Razão de decréscimo de fluorescência (R_{fd}) do gladiolo na primavera. UFV – Viçosa, MG

Tratamentos	Dias após o plantio				$\bar{X}$
	36	46	56	66	
Pleno sol	3,87	4,08	2,24	1,37	2,89
Aluminizada	4,06	4,26	3,84	1,82	2,50
Vermelho	3,85	3,76	2,82	1,38	2,95
Azul	3,43	3,12	1,90	1,25	2,42

Médias com a mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Quadro 22 – Razão de decréscimo de fluorescência (R_{fd}) do gladiolo no outono. UFV – Viçosa, MG

Tratamentos	Dias após o plantio					$\bar{X}$
	36	46	56	66	76	
Pleno sol	2,15	3,34	2,39	3,28	2,71	2,77
Aluminizada	2,33	2,74	3,06	2,27	1,93	2,46
Vermelho	1,83	3,15	2,09	2,58	1,77	2,28
Azul	1,74	2,21	2,20	2,62	1,65	2,08

Médias com a mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Na primavera, a R_{fd} apresenta-se elevada no início do desenvolvimento das plantas, indicando que o ciclo de Calvin estava com ótimo funcionamento, o que deve ter sido o responsável pelo rápido crescimento do gladiolo.

No outono, apenas na medição aos 66 DAP a média das plantas sob tela azul mostrou bom funcionamento do ciclo de Calvin, o que deve ter contribuído para a perda de qualidade em alguns dos índices biométricos (como número de flor, comprimento de espiga, comprimento de haste e diâmetro de haste), conforme pode ser constatado no Quadro 4. Lichtenthaler e Rinderle (1988) e Lichtenthaler e Miehé (1997 citados por LITENTHALER; BURKART, 1999) afirmaram que o declínio na função fotossintética também pode ser verificado através da razão de decréscimo da fluorescência (R_{fd}), a qual fornece um valor mais útil e preciso, porque inclui o estado adaptado à luz do aparato fotossintético.

Os dados indicam que os tratamentos não causaram fotoinibição nas plantas do gladiolo ‘Amsterdam’, nem mesmo pela alta luminosidade do pleno sol, que mostrou não prejudicá-las, não causando dissipação do excesso de energia pela fluorescência. Até mesmo as plantas cultivadas sob tela azul, que apresentaram respostas de caracteres fitotécnicos de menor qualidade (Quadro 4), não tiveram suas taxas assimilatórias e seu crescimento afetados, mostrando a capacidade de aclimação e resposta da planta, utilizando sua maquinaria bioquímica.

4.8. Discussão da análise conjunta dos índices biométricos do gladiolo ‘Amsterdam’ nos cultivos de primavera/2011 e de outono/2012

As informações sobre essas análises estão no Quadro 1A (Anexo).

No experimento de primavera, a massa seca de bulbos no fim do ciclo das plantas não foi obtida devido a intensas e frequentes chuvas em Viçosa em dezembro de 2011 e janeiro de 2012, quando as plantas morreram precocemente.

4.8.1. Número de flor na espiga floral – NFEF

Houve interação significativa para NFEF dos fatores tratamentos x épocas, com as médias apresentadas no Quadro 23.

Observou-se que as testemunhas a pleno sol foram influenciadas de igual modo pela interação dos tratamentos com as épocas. Os tratamentos com telas foram afetados pela interação, que foi prejudicial no outono, diminuindo o número de flor na espiga. É provável que a redução de flores na espiga tenha sido provocada pelo sombreamento de 50% imposto pelas telas, pois o número de flores na espiga é controlado por fitocromos (FRANKLIN; WHITELAM, 2005). Considerando-se as condições climáticas impostas pelo outono, caracterizado por fotoperíodos, temperaturas e radiação solar decrescentes ao longo da estação (PEREIRA, 1999) – adicionalmente em Viçosa, com muitos dias nebulosos –, é provável que os tratamentos com telas não tenham deixado passar luz suficiente para ativar, com a mesma intensidade da primavera, os fitocromos que controlam o número de flores na espiga.

Quadro 23 – Médias do número de flores na espiga floral do gladiolo ‘Amsterdam’ cultivado em quatro ambientes de luz na primavera/2011 e no outono/2012. UFV – Viçosa, MG

Épocas	Tratamentos			
	Pleno sol	Aluminizada	Vermelho	Azul
Primavera	16,3 Aa	16,3 Aa	16,5 Aa	15,0 Aa
Outono	16,0 Aa	14,0 Bb	14,2 Bb	11,6 Cb

Médias acompanhadas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

4.8.2. Comprimento da parte aérea – CPA

Para a variável comprimento da parte aérea (CPA), não houve interação significativa entre épocas e tratamentos, demonstrando que os tratamentos e épocas produziram respostas independentes para essa característica. Porém, houve diferenças significativas para épocas e tratamentos com as médias demonstradas nos Quadros 24 e 25, respectivamente.

Quadro 24 – Médias de épocas do comprimento da parte aérea do gladiolo ‘Amsterdam’ nos cultivos de primavera/2011 e de outono/2012. UFV – Viçosa, MG

Épocas	Médias (m)
Primavera	1,493 b
Outono	1,586 a

Médias com a mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Quadro 25 – Médias de tratamentos do comprimento da parte aérea do gladiolo ‘Amsterdam’ nos cultivos de primavera/2011 e de outono/2012. UFV – Viçosa, MG

Tratamentos	Médias (m)
Pleno sol	1,414 c
Aluminizada	1,636 a
Vermelha	1,582 ab
Azul	1,526 b

Médias com a mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

As plantas de outono ficaram, em média, 9,3 cm maiores que as da primavera, e entre tratamentos as plantas cultivadas sob telas aluminizada e vermelha propiciaram plantas maiores, embora as plantas sob tela azul não tenham diferido das sob tela vermelha. A testemunha ficou com as menores plantas.

Nessas condições, independentemente da época ou dos tratamentos, é possível colher hastes com médias de comprimento da parte aérea (CPA) que alcançam a melhor classificação em mercados especializados (IBRAFLOR, 2013), bem como o restante da planta formar os bulbos no fim do ciclo.

O fato de as telas terem proporcionado plantas maiores não justificaria o custo de sua implantação, já que a testemunha também produziu plantas que permitem colher hastes que também atingem a melhor classificação comercial.

A importância dessa variável está associada ao sistema adotado para a colheita da flor. Em Viçosa e grande parte do Brasil, os produtores visam colher a flor e o bulbo no mesmo cultivo. Como os cultivares de gladiolo possuem comprimento da parte aérea diferente e não existe literatura científica que padronize a altura de corte da haste, neste trabalho optou-se por utilizar as práticas de produtores de Minas Gerais e de Estados das Regiões Norte e Nordeste, onde a haste floral é colhida com o último par de folhas e o restante da planta forma os bulbos no fim do ciclo. Se o plantio visar apenas à colheita da inflorescência, como fazem os associados da Cooperativa Holambra, a colheita da haste é feita cortando-se a planta rente ao solo, e, dessa forma, obtém-se mais facilmente o comprimento da haste que atende a essa classificação. Outros floricultores produziam apenas bulbos.

4.8.3. Comprimento da espiga floral – CEF

As médias do comprimento da espiga floral para épocas e tratamentos são apresentadas nos Quadros 26 e 27, respectivamente. Não houve interação significativa entre os fatores épocas x tratamentos.

Quadro 26 – Médias de épocas do comprimento da espiga floral do gladiolo ‘Amsterdam’ nos cultivos de primavera/2011 e de outono/2012. UFV – Viçosa, MG

Épocas	Médias (cm)*
Primavera	60,25 a
Outono	54,15 b

*Médias com a mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Quadro 27 – Médias de tratamentos do comprimento da espiga floral do gladiolo ‘Amsterdam’ nos cultivos de primavera/2011 e de outono/2012 UFV – Viçosa, MG

Tratamentos	Médias (cm)
Pleno sol	60,2 ab
Aluminizada	61,1 a
Vermelha	56,2 b
Azul	51,3 c

*Médias com a mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Observou-se que, na primavera, as espigas florais foram maiores que as de outono, em 6,1 cm (Quadro 26). As plantas sob tela aluminizada e a pleno sol produziram espigas florais com os maiores comprimentos, mas em tela vermelha não diferiu do tratamento a pleno sol e, em tela azul, apresentou menor média do comprimento de espiga. Essa característica da haste floral talvez seja a mais interessante e, por isso mesmo, mais rapidamente percebida, quando sua qualidade está comprometida. O IBRAFLOR (2013) e o Veiling Holambra fixam o menor comprimento de espiga para ser comercializado em 40% do comprimento da haste floral, o que dá um comprimento mínimo de 44 cm de espiga quando a haste tiver 110 cm. Nessas condições, todas as espigas produzidas neste experimento poderiam ser comercializadas em mercados mais exigentes e não justificariam o uso de telas coloridas para melhorar essa característica em condições climáticas semelhantes às de Viçosa, MG.

Esse caractere pode ser influenciado por inúmeros fatores, tanto intrínsecos quanto extrínsecos. Entre os intrínsecos, destacam-se o número de flores, os níveis de auxina na haste, a fotossíntese e fatores genéticos; entre os externos, encontram-se a luminosidade e o potencial hídrico no seu componente osmótico. Neste experimento, mesmo as plantas do tratamento de tela azul, mais restritivo nas respostas, o comprimento da espiga é considerado satisfatório, considerando apenas os critérios de classificação do IBRAFLOR (2013).

4.8.4. Diâmetro da haste floral – DHF

Houve interação significativa dos fatores épocas x tratamentos para o diâmetro da haste floral (DHF), e as médias são representadas no Quadro 28. Na primavera, os tratamentos com telas não diferiram entre si, mas a testemunha a pleno sol e tela aluminizada tiveram maior diâmetro de haste. Provavelmente, a tela aluminizada (termorrefletora) que fornece cerca de 15% de luz difusa ao ambiente (ABURRE et al., 2003) melhora os processos fotossintéticos. Já no outono o diâmetro da haste floral foi maior nos tratamentos a pleno sol e telas aluminizada e vermelha. Esses resultados estão de acordo com o que afirmaram Atroch et al. (2001), para os quais a luz é primordial para o crescimento e desenvolvimento dos vegetais não só por fornecer energia através da fotossíntese, mas também sinais que regulam seu metabolismo por meio de receptores sensíveis à luz em diferentes intensidades, qualidade espectral e estado de polarização. Dessa forma, qualquer modificação no nível de luminosidade aos quais uma espécie está aclimatada pode condicionar diferentes respostas fisiológicas em suas características bioquímicas, anatômicas e de crescimento.

Quadro 28 – Médias do diâmetro da haste floral (mm) do gladiolo var. ‘Amsterdam’ cultivado em quatro ambientes de luz na primavera/2011 e no outono/2012. UFV – Viçosa, MG

Épocas	Tratamentos							
	Pleno sol		Aluminizada		Vermelho		Azul	
Primavera	11,0	Aa	10,5	ABa	10,2	Ba	9,8	Ba
Outono	10,7	Aa	11,0	A a	10,6	Aa	9,4	Ba

Médias acompanhadas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Essa característica (DHF) é importante porque expressa o vigor das plantas e a qualidade do florescimento. O IBRAFLOR (2013) e o Veiling Holambra fixaram o valor mínimo desse caractere em 10 mm para hastes com 110 cm. Notou-se que apenas no tratamento com tela azul as plantas não atingiram a melhor classificação dessas entidades, que também usam esses critérios nas exportações dessa flor

(Quadro 28). No tratamento com tela azul, nas duas épocas de cultivo as plantas não alcançaram a melhor classificação para o DHF, mas as espigas florais poderiam ser comercializadas com uma classificação inferior, estabelecida pelo IBRAFLOR (2013). Produtores que desejam vender seus produtos nesses mercados, pelos resultados deste trabalho, não devem usar esse tratamento em suas plantas. Nas testemunhas a pleno sol, o DHF esteve sempre entre os maiores, mas não receberiam a melhor classificação devido ao fato de as hastes serem curtas, não atingindo a melhor classificação para o comprimento. Cuidados deverão ser tomados, no sentido de não submeter plantas de gladiolo a excessos ou escassez de RFA. Pelo excesso, as hastes ficam grossas e curtas e pela escassez, estioladas. Nos dois casos, a melhor classificação não é atingida.

4.8 5. Diâmetro da flor – DF

Houve interação significativa para diâmetro da flor (DF), e as médias estão expostas no Quadro 29, em que se nota que o tratamento tela azul, no outono, teve as menores flores colhidas entre os tratamentos e épocas.

Quadro 29 – Médias do diâmetro da flor (cm) do gladiolo ‘Amsterdam’ cultivado em quatro ambientes de luz na primavera/2011 e no outono/2012. UFV – Viçosa, MG

Épocas	Tratamentos							
	Pleno sol		Aluminizada		Vermelho		Azul	
Primavera	11,6	Aa	12,2	Aa	12,3	Aa	11,8	Aa
Outono	11,2	Aa	12,2	Aa	11,6	Aa	9,3	Bb

Médias acompanhadas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O diâmetro da flor (DF), embora não receba classificação qualitativa pelo IBRAFLOR ou Veiling Holambra, é uma característica decisiva na preferência do consumidor, por deixar a espiga sem espaços vazios entre uma flor e outra, compacta e uniformemente bela. É mais um ponto negativo para o tratamento de tela azul, a diminuição no tamanho da flor no outono. As causas para a redução do diâmetro da

flor provavelmente são as mesmas que reduziram outras importantes partes da planta, como o menor acúmulo de matéria seca na haste floral desse tratamento (Quadro 4).

4.8.6. Comprimento da haste floral – CHF

Não houve interação significativa de épocas x tratamentos para o comprimento da haste floral (CHF). Não houve diferenças quanto a épocas só para tratamentos (Quadro 30).

Quadro 30 – Médias do comprimento da haste floral (cm) do gladiolo ‘Amsterdam’ cultivado em quatro ambientes de luz na primavera/2011 e no outono/2012. UFV – Viçosa, MG

Tratamentos	Médias (cm)
Pleno sol	104,2 a
Aluminizada	113,1 a
Vermelha	110,0 a
Azul	93,1 b

*Médias com a mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Pela classificação do IBRAFLOR (2013) e Veiling Holambra, essa variável recebe classificação de 75, 90 ou 110 cm para pertencer à classe A₁; qualquer outra medida acima ou abaixo desses padrões é classificada como A₂ e não é comercializada. As hastes com 75 e 90 cm são comercializadas após as de 110 cm e dependem da oferta de produtos no mercado. Constata-se, portanto, que apenas os tratamentos com telas aluminizada e vermelha obtiveram médias para atingir a melhor classificação e, por conseguinte, os melhores preços de mercado. Alguns fatores podem ser apontados como contribuintes para os resultados obtidos na tela azul, entre eles a falta de luz (Figura 9) nos comprimento de ondas capturáveis pelos dois principais pigmentos (clorofilas **a** e **b**). Para Taiz e Zeiger (2004), os espectros de ação para redução da taxa de alongamento celular mostram forte atividade na região do azul que não pode ser explicada pelas propriedades de absorção do

fitocromo. Isso faz da luz azul a mais plausível candidata a provocar redução no alongamento da haste.

Embora o tratamento a pleno sol não tenha diferido do de tela aluminizada e vermelha na comparação estatística das médias, não receberia a melhor classificação comercial, por ter ficado com o comprimento da haste abaixo de 110 cm.

O comprimento da parte aérea das plantas cultivadas a pleno sol (Quadro 25) mostra média de 1,41 m, no entanto as hastes colhidas tiveram comprimentos menores do que 1,10 m. Isso pode ser explicado pelo critério de colheita adotado e de colher a haste com o último par de folhas, deixando-se os outros intactos para as plantas completarem seu ciclo com a formação de bulbos.

Para cultivo de *Pittosporum variegatum*, Oren-Shamir et al. (2001) afirmaram que a malha vermelha 50% proporcionou a formação de galhos mais longos, em comparação com a malha preta. A malha azul 50% proporcionou desenvolvimento mais lento, com produção de plantas com galhos mais curtos. Em cultivo de *Aralia* sp., *Monstera deliciosa*, *Aspidistra elatior* e *Asparagus* sp., Shahak et al. (2002) verificaram aceleração do crescimento vegetativo sob a malha vermelha e atraso no crescimento sob a malha azul.

No cultivo das forrações *Impatiens walleriana* e *Viola x witrockiana*, com sombreamento de 40% (malhas vermelha e azul), a pleno sol e sob plástico, os resultados sob malha azul apresentaram-se superiores, mas as plantas cultivadas sob malha vermelha mostraram maior precocidade de florescimento (CUQUEL et al., 2003). Em experimentos com *Zantedeschia* sp., sob a malha vermelha 40%, tanto o número de folhas quanto o número de flores foram superiores, indicando que a malha vermelha parece ter mais efeito na produtividade e altura de hastes (FAGNANI; LEITE, 2003). Neste trabalho, o tratamento com tela azul também promoveu uma série de caracteres inferiores em plantas de gladiolo, tornando seu uso inadequado.

4.8.7. Área foliar – AF

Não houve interação significativa dos fatores épocas x tratamentos para área foliar (AF), mas, sim, diferenças para época e tratamentos, indicando que as épocas e tratamentos atuaram de forma independente nessa característica (Quadros 31 e 32).

Quadro 31 – Médias de épocas da área foliar do gladiolo ‘Amsterdam’ nos cultivos de primavera/2011 e de outono/2012. UFV – Viçosa, MG

Épocas	Médias (cm²)
Primavera	1020,25 b
Outono	1219,49 a

*Médias com a mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Quadro 32 – Médias de tratamentos da área foliar do gladiolo ‘Amsterdam’ nos cultivos de primavera/2011 e de outono/2012. UFV – Viçosa, MG

Tratamentos	Médias (cm²)
Pleno sol	1052,81 b
Aluminizada	1150,56 a
Vermelha	1147,66 a
Azul	1128,45 ab

*Médias com a mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Observa-se no Quadro 31 que o tamanho do aparelho fotossintético do gladiolo foi maior no outono. É provável que as condições de outono com menores temperaturas, seguidas da redução de fotoperíodo e frequentes dias nebulosos, tenham estimulado as plantas a aumentar a área foliar e, assim, poder captar mais luz. Esses resultados estão de acordo com Ahmad et al. (2011), que, trabalhando com cultivar de gladiolo White Friendship, também verificaram maior crescimento vegetativo quando os bulbos foram plantados em fevereiro e as avaliações realizadas no outono, nas condições das planícies paquistanesas. Leena et al. (1993), nas condições de Kerala (Sul da Índia), encontraram maior crescimento vegetativo no plantio de novembro. Esses resultados permitem concluir que as épocas de plantio influenciam o crescimento das plantas do gladiolo e, em consequência, a qualidade de suas hastes. Entretanto, o aumento da AF no outono não foi capaz de melhorar as médias das características qualitativas da haste, como o número de flor na espiga floral (Quadro 23) e o comprimento de espiga (Quadro 26), que apresentaram médias

inferiores às da primavera, evidenciando que as condições da primavera foram melhores para a qualidade de haste do gladiolo.

A área foliar não diferiu entre as plantas cultivadas sob telas (Quadro 32). As cultivadas a pleno sol apresentaram a menor média, que, no entanto, não diferiu das cultivadas sob tela azul. Brant et al. (2009), realizando estudo com plantas de *Melissa officinalis*, não encontraram diferenças na AF quando cultivadas sob malhas azul, preta e vermelha. Já plantas de *Dracaena marginata* ‘Colorama’ cultivadas sob malha vermelha apresentaram maior AF em relação às malhas preta, azul e cinza (KAWABATA et al., 2007). Essas respostas do gladiolo, associadas às que foram citadas, permitem concluir que o crescimento da área foliar de algumas espécies ornamentais é bastante sensível a mudanças na qualidade e intensidade da luz.

4.8.8. Massa Seca de Haste Floral – MSHF

As médias da análise conjunta da massa seca da haste floral (MSHF) encontram-se no Quadro 33, no qual se observa apenas efeito de tratamento. Embora o tratamento a pleno sol não tenha diferido dos tratamentos com telas aluminizada e vermelha, as hastes não apresentaram igual qualidade, ficando curtas e grossas, prejudicando sua arquitetura. As plantas sob tela azul apresentaram hastes mais delgadas, o que se refletiu em menor massa seca, e o diâmetro das hastes, nas duas estações de cultivo, não ficou entre os melhores (IBRAFLOR, 2013) (Quadro 28).

Quadro 33 – Médias de tratamentos da massa seca de haste floral do gladiolo ‘Amsterdam’ nos cultivos de primavera/2011 e de outono/2012. UFV – Viçosa, MG

Tratamentos	Médias (g)
Pleno sol	9,69 a
Aluminizada	9,58 a
Vermelha	8,83 a
Azul	6,88 b

*Médias com a mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

4.8.9. Massa Seca de Folhas – MSF

As médias da massa seca de folhas (MSF) são apresentadas nos Quadros 34 e 35. Não houve efeito de interação, porém houve efeito de épocas e tratamentos. Embora a MSF no pleno sol tenha sido maior, a área foliar foi menor, o que revela folhas espessas, como é típico de plantas de sol, que engrossam as folhas para controlar melhor o aumento de temperatura ocasionado por excessos de radiação (EHLERINGER et al., 1976). A MSF sob tela aluminizada não diferiu daquelas em pleno sol, mas também não das com tela vermelha, que não diferiram daquelas com tela azul. A MSF é um ótimo parâmetro de avaliação da resposta da planta aos tratamentos devido ao fato de as folhas representarem a principal parte do aparelho assimilador e guardarem alta correlação com a AF nas plantas ambientalmente adaptadas, tornando-se, assim, imprescindíveis na escolha dos ambientes para produção de gladiolo.

Quadro 34 – Médias de épocas da massa seca de folhas do gladiolo ‘Amsterdam’ nos cultivos de primavera/2011 e de outono/2012. UFV – Viçosa, MG

Épocas	Médias (cm)*
Primavera	12,40 b
Outono	13,54 a

*Médias com a mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Quadro 35 – Médias de tratamentos da massa seca de folhas do gladiolo ‘Amsterdam’ nos cultivos de primavera/2011 e de outono/2012. UFV – Viçosa, MG

Tratamentos	Médias (cm)
Pleno sol	13,90 a
Aluminizada	13,57 ab
Vermelha	12,66 bc
Azul	11,75 c

*Médias com a mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

4.8.10. Massa seca de Bulbos Filhos – MSBF

Na análise de variância conjunta de massa seca de bulbos filhos (MSBF) por ocasião da colheita da flor (Quadro 36), verificou-se interação significativa entre os fatores tratamento x época. As médias do outono superaram as da primavera em todos os tratamentos, indicando que nessa estação o crescimento de bulbos é mais efetivo. As plantas cultivadas sob tela azul mostraram-se mais lentas na formação dessas estruturas, embora no outono os bulbos desse tratamento não tenham diferido dos cultivados sob telas aluminizada e vermelha.

Os bulbos com essa idade não tinham alcançado nem a metade do seu tamanho, o que só aconteceria com aproximadamente 80 dias após a colheita das hastes. Mas é possível verificar, no Quadro 36, que o experimento a pleno sol, nas duas épocas de cultivo, foi melhor entre tratamentos. Portanto, se o cultivo visar apenas à produção de bulbos, não se aconselha o uso de telas.

Quadro 36 – Média da massa seca de bulbos-filhos na colheita da flor (g) do gladiolo ‘Amsterdam’ cultivado em quatro ambientes de luz na primavera/2011 e no outono/2012. UFV – Viçosa, MG

Épocas	Tratamentos			
	Pleno sol	Aluminizada	Vermelho	Azul
Primavera	1,76 Ab	1,17 BCb	1,28 Bb	0,87 Cb
Outono	2,84 Aa	2,01 Ba	1,80 Ba	1,72 Ba

Médias acompanhadas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

4.8.11. Massa seca de raiz

A massa seca de raiz (MSR), em que não se observou interação significativa nem efeito de época, estando as médias de tratamento demonstradas no Quadro 37. Não se verifica, nesse quadro, diferença na massa seca de raiz entre os ambientes a pleno sol, telas aluminizada e vermelha. A tela azul apresentou a menor média para MSR e não diferiu da vermelha. Verifica-se, novamente nesse quadro, que as plantas da tela azul apresentaram menor crescimento do sistema radicular do que as dos demais ambientes, produzindo respostas pouco auspiciosas para um cultivo lucrativo.

Quadro 37 – Médias de tratamentos da massa seca de raiz do gladiolo ‘Amsterdam’ nos cultivos de primavera/2011 e de outono/2012. UFV – Viçosa, MG

Tratamentos	Médias (g)
Pleno sol	0,86 a
Aluminizada	0,89 a
Vermelha	0,79 ab
Azul	0,71 b

*Médias com a mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

4.8.12. Massa seca de Bulbos Comerciais no outono – BC

No Quadro 4 estão expostas as médias de massa seca dos bulbos comerciais do gladiolo ‘Amsterdam’ cultivado no outono de 2012, o qual não fez parte da análise conjunta. Observou-se não haver diferença significativa entre as médias dos ambientes de cultivo, o que leva a pensar que a produção de bulbos pode ser feita no outono sem a utilização de telas, já que estas encarecem o custo de produção. Apesar de os tratamentos com telas aluminizada e vermelha se mostrarem adequados ao cultivo do gladiolo, produzindo hastes e bulbos com qualidades, as épocas tiveram influência em características comercialmente importantes, como o comprimento da espiga floral ou o comprimento da parte aérea. Zubair et al. (2006) defenderam que o crescimento vegetativo e a qualidade do gladiolo são melhorados com o plantio em época apropriada. Mas essa afirmativa deve estar mais relacionada a países de clima temperado, porque a temperatura-base (Tbase) é 7 °C (VIDALIE, 1990) e a máxima de 30 °C (PAIVA et al., 1999). Assim, em todos os locais onde a temperatura se encontrar dentro dessa faixa, o gladiolo poderá ser cultivado. Paiva et al. (2012) afirmaram que o gladiolo é uma planta bastante sensível a geadas. A utilização de locais limitantes fica a critério do produtor ou especialista da assistência técnica.

5. CONCLUSÕES

- Os tratamentos de luz impostos ao gladiolo proporcionam taxas de fotossíntese líquida semelhantes no fim de cada estação de cultivo.
- As plantas de gladiolo cultivadas sob tela azul não produzem hastes com as melhores classificações usadas em mercados especializados.
- As telas aluminizada e vermelha apresentam espectros de transmissão da luz com maior oferta nos comprimentos de ondas capturáveis pela clorofila.
- O gladiolo ‘Amsterdam’ cultivado sob telas aluminizada e vermelha apresenta melhores respostas fitotécnicas do que os cultivados a pleno sol e em tela azul.
- A utilização das telas aluminizada, vermelha e azul não influencia a transpiração (E), a condutância estomática (gs) e a concentração interna de carbono (Ci) das plantas do gladiolo ‘Amsterdam’.
- Os parâmetros de fluorescência F_v/F_m , $Y(NPQ)$, $Y(NO)$ e R_{fd} não indicam presença de estresse nas plantas de gladiolo.
- A área foliar do gladiolo ‘Amsterdam’ é maior no outono.
- A utilização das telas aluminizada, vermelha e azul para produção de bulbos é dispensável nas condições de outono em Viçosa, apesar de elas melhorarem o tamanho dessas estruturas de reprodução.

6. REFERÊNCIAS

- ABURRE, M. E. O.; PUIATTI, M.; COELHO, M. B.; CELON, P. R.; HUAMAN, C. A. M. Y.; PEREIRA, F. H. F. Produtividade de duas cultivares de alface sob malhas termorrefletoras e difusa no cultivo de verão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 43., 2003, Recife, PE. **Anais...** Recife, PE: Associação Brasileira de Horticultura, 2003; Brasília, v. 21, n. 2, 2003. CD-ROM.
- AHMAD, I.; KHATTAK, M.; ARA, N.; UL AMIN, N. Effect of planting dates on the growth of gladiolus corms in Peshawar. **Sarhad Journal of Agriculture**, v. 27, n. 2, 2011.
- ALTAFIN, V. L. **Estudo da micropropagação, aclimação e econômico prévio do plantio em campo de Musa spp.** 2005. 78 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) – Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, SP, 2005.
- ANDRIOLO, J. L. Fisiologia da produção de hortaliças em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 18, p. 26-32, 2000. Suplemento.
- ARAÚJO, S. A. C.; DEMINICIS, B. B. REVISÃO – Fotoinibição da fotossíntese. **Revista Brasileira de Biociência**, Porto Alegre, v. 7, n. 4, p. 463-472, Out./Dez. 2009.
- APTE, S. S. New approach to an old problem: early flowering of gladiolus. The Gladiolus. **New Eng. Glad. Soc. Y.B.**, v. 35, p. 123-130, 1960.
- ATROCH, E. M. A. C.; SOARES, A. M.; ALVARENGA, A. A. de; CASTRO, E. M. de. Crescimento, teor de clorofilas, distribuição de biomassa e características anatômicas de plantas jovens de *Bauhinia forticata* LINK submetidas à diferentes condições de sombreamento. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 25, n. 4, p. 853-862, 2001.

BAKER, N. R. Chlorophyll fluorescence: a probe of photosynthesis in vivo. **Annu. Rev. Plant Biol.**, v. 59, p. 89-113, 2008. (online).

BAKER, N. R.; ROSENQVIST, E. Application of chlorophyll fluorescence can improve crop production strategies: an examination of future possibilities. **J. Exp. Bot.**, v. 10, n. 55, p. 1607-1621, 2004.

BARBOSA, J. G. (Ed.). **Palma-de-santa-rita (gladiolo):** produção comercial de flores e bulbos. Viçosa, MG: Editora UFV, 2011. p. 34-37. ISBN: 978-85-7269-412-4.

BARBOSA, J. G.; LOPES, L. C. **Propagação de plantas ornamentais.** Viçosa, MG: Editora UFV, 2007. 183 p. ISBN: 978-85-7269-309-7

BEADLE, C. L.; LONG, S. P.; IMBAMBA, S. K.; HALL, D. O.; OLEMBO, R. J. **Photosynthesis in relation to plant production in terrestrial environments** 1. ed. Oxford: Tycooly Publishing, 1985. 156 p.

BJÖRKMAN, O.; POWLES, S. B. Inhibition of photosynthetic reactions under water stress: interactions with light level. **Planta**, v. 161, p. 490-504.

BILGER, D. H.; BJÖRKMAN, O. Role of the xanthophyll cycle in photoprotection elucidated by measurements of light-induced absorbance changes, fluorescence and photosynthesis in *Hedera camariensis*. **Photosynthesis Research**, v. 25, p. 173-185, 1990.

BILGER, W.; SCHREIBER, U.; BOOK, M. Determination of the quantum efficiency of photosystem II and of non-photochemical quenching of chlorophyll fluorescence in the field. **Oecologia**, v. 102, p. 425-432, 1995.

BLACKMAN, G. E. The application of the concepts of growth analysis to the assessment of productivity. Functioning of Terrestrial Ecosystems at the Primary Production Level. In: NATURAL RESOURCES RES. SYMP, 1968. **Proceedings...** Copenhagen: UNESCO (Syrup.), 1968. p. 243-250.

BOLHÀR-NORDENKAMPF, H. R.; LONG, S. P.; BAKER, N. R.; ÖQUIST, G.; SCHREIDER, U.; LECHNER, E. G. Chlorophyll fluorescence as probe of the photosynthetic competence of leaves in the field: a review of current instrument. **Functional Ecology**, v. 3, p. 497- 514, 1989.

BRAGA, F. T.; PASQUAL, M.; CASTRO, E. M. de; DIGNART, S. L.; BIAGIOTTI, G.; PORTO, J. M. P. Qualidade de luz no cultivo in vitro de *Dendranthema grandiflorum* cv. Rage: características morfofisiológicas. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, p. 502-508, 2009.

BRANT, R. DA S.; PINTO, J. E. B. P.; ROSA, L. F.; ALBUQUERQUE, C. J. B.; FERRI, P. H.; CORRÊA, R. M. Crescimento, teor e composição do óleo essencial de melissa cultivada sob malhas fotoconversoras. **Ciência Rural**, v. 39, p. 1401-407, 2009.

BUAINAIN, Antônio Márcio; BATALHA, Mário Otávio. **Cadeias produtivas de flores e mel**. Brasília, DF: IICA; MAPA/SPA, 2007.

CANNELL, M. G. R.; THORNLEY, J. H. M. Temperature and CO₂ responses of leaf and canopy photosynthesis: A clarification using the non-rectangular hyperbola model of photosynthesis. **Annals of Botany**, v. 82, p. 883-892, 1998.

CERMEÑO, Z. S. **Cultivo de plantas hortícolas em estufa**. Lisboa: Litexa, 1979. 368 p.

CERMEÑO, Z. S. **Construccion de invernaderos**. Madrid: Mundi-Prensa, 1994. 445 p.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Recomendação do uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. 5ª aproximação. Viçosa, MG, 1999. 359 p.

COSTA, V. M. **Desenvolvimento de mudas de cafeeiro produzidas em tubetes, sob malhas termorrefletoras e malha negra**. 2004. 79 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, 2004.

CUQUEL, F. L. et al. Produção de plantas de jardim em ambiente protegido com sombreamento por malhas que mudam o espectro solar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FLORICULTURA E PLANTAS ORNAMENTAIS, 14.; CONGRESSO DE CULTURA DE TECIDO DE PLANTAS, 1., 2003, Lavras, MG. **Anais...** Lavras, MG: UFLA/FAEPE, 2003.

DWYER, M.; STEWART, D. W. Effect of leaf age and position on net photosynthetic rates in maize (*Zea mays* L.). **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, v. 37, n. 1, p. 29-46, 1986.

EHLERINGER, J. Leaf absorptances of mohave and sonoran desert plants. **Oecology**, v. 102, p. 366-370, 1981.

EHLERINGER, J. R.; BJÖRKMAM, O.; MOONEY, H. A. Leaf pubescence: Effects on absorptance and photosynthesis in a desert shrub. **Science**, v. 192, p. 376-377, 1976.

ELAD, Y.; MESSIKA, Y.; BRAND, M.; DAVID, D. R.; SZTEJNBERG, A. Effect of colored shade nets on pepper powdery mildew (*Leveillula taurica*). **Phytoparasitica**, v. 35, p. 285-299, 2007.

FAGNANI, M. A.; LEITE, C. A. Produção de copo-de-leite colorido, *Zantedeschia* sp. em telado de malha termorrefletora e foto conversora vermelha. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FLORICULTURA E PLANTAS ORNAMENTAIS, 14.; CONGRESSO DE CULTURA DE TECIDO DE PLANTAS, 1., 2003, Lavras. **Anais...** Lavras, MG: UFLA/FAEPE, 2003.

FRANKLIN, K. A.; WHITELAM, G. C. Phytochromes and shade-avoidance responses in plants. **Annals of Botany**, v. 96, p. p. 169-175, 2005.

GENTY, B.; BRIANTAIS, J. M.; BAKER, N. R. The relationship between quantum yield of photosynthetic electron transport and quenching of chlorophyll fluorescence. **Biochemica et Biophysica Acta** 990, p. 87-92, 1989.

GOUDRIAAN, J. A simple and fast numerical method for the computation of daily total photosynthesis. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 38, p. 249-254, 1986.

GRANGE, R. I.; HAND, D. W. A review of the effects of atmospheric humidity on the growth of horticultural crops. **Journal of Horticultural Science**, v. 62, n. 2, p. 125-134, 1987.

HAITZ, M.; LICHTENTHALER, H. K. In: LICHTENTHALER, H. K. (Ed.). **Applications of chlorophyll fluorescence**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1988. 249 p.

HUERTAS, L. Control ambiental em el vivero. **Horticultura Internacional**, p. 77-84, 2006. Número extra.

IBRAFLOR – Instituto Brasileiro de Floricultura. Disponível em: <http://www.ibraflor.com/p_qualidade.php>. Acesso em: 12 Abr. 2013.

JOHNSON, G. N.; YOUNG, A. J.; SCHOLE, J. D.; HORTON, P. The dissipation of excess excitation energy in British plant species. **Plant, Cell and Environment**, v. 16, p. 673-679, 1993.

JONES, H. G. **Plants and microclimate**: a quantitative approach to environmental plant physiology. Cambridge: Cambridge University Press, 1994. 428 p.

KAMPF, A. N. Horticultura e floricultura. In: **Produção comercial de plantas ornamentais**. Guaíba, RS: Agropecuária, 2000. p. 15-23.

KAWABATA, A. F.; LICHTY, J. S.; KOBAYASHI, K. D.; SAKAI, W. S. Effects of photosensitive shade cloths on potted *Dracaena deremensis* ‘Janet Craig’ and *Dracaena marginata* ‘Colorama’. **Journal of Hawaiian and Pacific Agriculture**, v. 14, p. 49-54, 2007.

KITTAS, C.; BAILLE, A.; GIAGLARAS, P. Influence of covering material and shading on the spectral distribution of light in greenhouses. **Journal of Agricultural Engineering Research**, v. 73, n. 4, p. 341-351, 1999.

KLUGHAMMER, C.; SCHREIBER, U. Complementary PS II quantum yields calculated from simple fluorescence parameters measured by PAM fluorometry and the Saturation Pulse method. **PAM Application Notes**, v. 1, p. 27-35, 2008.

LAISK, A.; LORETTO, F. Determining photosynthetic parameters from leaf CO₂ exchange and chlorophyll fluorescence. **Plant Physiology**, v. 110, p. 903-912, 1996.

LARCHER, W. **Physiological plant ecology**. 3. ed. Berlin, Heidelberg, New York: Springer-Verlag, 1995. 506 p.

LEENA, R. P.; RAJEEVAN, K.; ARAVINDAKSHAN, M. Influence of the performance of selected gladiolus varieties. **Journal of Tropical Agriculture**, v. 31, n. 2, p. 210-214, 1993.

LEITE, C. A.; ITO, R. M.; GERALD, L. T. C.; FAGNANI, M. A. Manejo do espectro de luz através de malhas coloridas visando o controle do crescimento e florescimento de *Phalaenopsis* sp. In. SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE CULTIVO DE PROTEGIDO, 2000, Holambra, SP. **Anais...** Holambra, SP: Polysack, 2005. Disponível em: <www.polysack.com>. Acesso em: 25 Jan. 2011.

LI, J. C. Uso de mallas en invernaderos. **Horticultura Internacional**, p. 86-91, 2006. Número extra.

LICHTENTHALER, H. K.; BURKART, S. Photosynthesis and high light stress. **Bulgarian Journal of Plant Physiology**, v. 25, n. 3-4, 3-16, 1999.

LICHTENTHALER, H. K.; BUSCHMANN, C.; RINDERLE, U.; SCHMUCK, G. Application of chlorophyll fluorescence in ecophysiology. **Radiation and Environmental Biophysics**, v. 25, p. 297-308, 1986.

LICHTENTHALER, H. K.; RINDERLE, U. The role of chlorophyll fluorescence in the detection of stress conditions in plants. **CRC Critical Reviews in Analytical Chemistry**, v. 19, p. 29-85, 1988. Suplemento I.

LICHTENTHALER, H. K. J.; MIEHÉ, A. Fluorescence imaging as a diagnostic tool for plant stress. **Trends in Plant Sciences (TIPS)**, v. 2, p. 316-320, 1997.

MACEDO, A. F.; LEAL-COSTA, M. V.; TAVARES, E. S.; LAGE, C. L. S.; ESQUIBEL, M. A. The effect of light quality on leaf production and development of in vitro-cultured plants of *Alternanthera brasiliana* Kuntze. **Environmental and Experimental Botany**, v. 70, p. 43-50, 2011.

MARENCO, R. A.; LOPES, N. F. **Fisiologia vegetal: respiração, relações hídricas e nutrição mineral**. 3. ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2009.

MATALLANA GONZALES, A.; MONTERO CAMACHO, J. I. **Invernaderos: diseño, construcción y ambientación**. Madrid: Mundi-Prensa, 1993. 159 p.

MELEIRO, M. **Desenvolvimento de Zingiberales ornamentais em diferentes condições de luminosidade**. 2003. 71 f. Dissertação (Mestrado) – Instituto Agrônomo de Campinas, Campinas, SP, 2003.

MATSUDA, R.; OHASHI-KANEKO, K.; FUJIWARA, K.; GOTO, E.; KURATA, K. Photosynthetic characteristics of rice leaves grown under red light with or without supplemental blue light. **Plant and Cell Physiology**, v. 45, p. 1870-1874, 2004.

MEINZER, F. C.; GOLDSTEIN, G.; HOLBROOK, N. M. Stomatal and environmental control of transpiration in a low land tropical forest tree. **Plant, Cell and Environment**, Oxford, v. 16, p. 429-36, 1993.

MEIRELLES, A. J. A.; PAIVA, P. D. O.; OLIVEIRA, M. I.; TAVARES, T. S. Influência de diferentes sombreamentos e nutrição foliar no desenvolvimento de mudas de palmeira-ráfia (*Rhapis excelsa*) (Thunberg) Henry ex. Rehder. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, p. 1884-1887, 2007.

MONSELISE, S. P. Growth and photosynthesis of gladiolus plants grown under various light conditions. **Bulletin of the Research Council of Israel, Section D**, v. 5, p. 239-244, 1957.

OLIVEIRA, J. R.; PAULO, M. W.; CORRÊA, R. M.; REIS, E. S.; CARVALHO, M. A.; REIS, M. M. Cultivos agrícolas utilizando telas coloridas e termorreletores. In: JORNADA CIENTÍFICA, 1.; FIPA do CEFET Bambuí, 6., 2009, Bambuí, MG. **Anais...** Bambuí, MG: CEFET, 2009. Disponível em: <http://www.cefetbambui.edu.br/str/artigos_aprovados/Ciências%20Agrarias/34-PT-6.pdf>. Acesso em: 20 Out. 2009.

OLIVEIRA, A. D.; FERNANDES, E. J.; RODRIGUES, T. J. D. Condutância estomática como indicador de estresse hídrico em feijão. **Revista de Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 25, n. 1, p. 86-95, Jan./Abr. 2005.

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*. **The Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, v. 76, n. 3, p. 353-361, 2001.

PAIVA, P. D. de O.; SIMÕES, F. C.; VIEIRA, F. A.; FUINI, M. G.; PAIVA, R. A. cultura do gladiolo. **Boletim Técnico**, Lavras, MG, v. 8, n. 59, 1999. (Série Extensão).

PAIVA, P. D. O.; FERNANDES, K. D.; CERATTI, M. Gladiolo. In: PAIVA, Patrícia de Oliveira; ALMEIDA, Elka Fabiana Aparecida (Ed.). **Produção de flores de corte**. Lavras, MG: UFLA, 2012. p. 472-430.

PEREIRA, A. da S. correlações entre cultivo de primavera e de outono para algumas características agrônômicas em batata. **Agropecuária Clima Temperado**, Pelotas, RS, v. 2, n. 2, p. 207-212, 1999.

PEREIRA, C. R. **Análise do crescimento e desenvolvimento da cultura de soja sob diferentes condições ambientais**. 2002. 282 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2002.

PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P. C. **Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas**. Guaíba, RS: Agropecuária, 2002. 478 p.

PEZZOPANE, J. E. M. **O uso de estufa com cobertura plástica e de quebra-ventos na produção de porta-enxertos de seringueira, na região de Campinas, SP**. 1994. 87 f. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, 1994.

POLYSACK INDÚSTRIAS Ltda. **Malhas termorrefletoras aluminizadas**. Disponível em: <http://www.polysack.com/index.php?page_id=744>. Acesso em: 20 Out. 2009.

POST, K. Florist crop production and marketing. **Orange Judd Publishing Company**. New York, 1952.

QUERO, J. L.; VILLAR, R.; MARANHÓN, T.; ZAMORA, R. Interactions of drought and shade effects on seedlings of four *Quercus* species: physiological and structural leaf responses. **New Phytologist**, v. 170, p. 819-834, 2006.

RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas, SP: Instituto Agrônomo e Fundação – IAC, 1996. 285 p. (Boletim, 100).

RODRIGUES, L. R. F. **Técnicas de cultivo hidropônico e de controle ambiental no manejo de pragas, doenças e nutrição vegetal em ambiente protegido**. Jaboticabal, SP: Funep, 2002. 762 p.

SANTOS, L. L.; SEABRA JÚNIOR, S.; NUNES, M. C. M. Luminosidade, temperatura do ar e do solo em ambiente de cultivo protegido. **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, Alta Floresta, v. 8, n. 1, p. 83- 93, 2010.

SHAHAK, Y. et al. Growing Aralia and Monstera under colored shade nets. **Olam Poreah July Issure**, v. 13, p. 60-62, 2002.

SHILLO, R.; HALEVY, A. H. The effect of various environmental factors on flowering of gladiolus. I. Light intensity. **Scientia Horticulturae**, v. 4, p. 131-137, 1976.

SILVA, L. C.; BELTRÃO, N. E. de M.; AMORIM NETO, M. da S. **Análise de crescimento de comunidades vegetais**. Campina Grande, PB: EMBRAPA-CNAPA, 2000. 47 p. (Circular Técnica, 34). ISSN 0100-6460

STRECK, N. A.; BELLÉ, R. A.; BACKES, F. A. A. L.; GABRIEL, L. F.; UHLMANN, L. O.; BECKER, C. C. Desenvolvimento vegetativo e reprodutivo em gladiolo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, n. 11, p. 1968-1974, Nov. 2012.

STRECK, N. A. et al. Improving predictions of developmental stages in winter wheat: a modified Wand and Engel model. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 115, p. 139-150, 2003. Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.1016/S0168-1923\(02\)00228-9](http://dx.doi.org/10.1016/S0168-1923(02)00228-9)>. Acesso em: 5 Jan. 2012.

STRECK, N. A. et al. Temperatura base para aparecimento de folhas e filocrono da variedade de milho BRS Missões. **Ciência Rural**, v. 39, n. 1, p. 224-227, 2009. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782009000100035>>. Acesso em: 2 Jan. 2012.

TARDIEU, F.; DAVIES, W. J. Integration on hydraulic and chemical signaling in the control of stomatal conductance and water status of droughted plants. **Plant, Cell and Environment**, Oxford, v. 16, p. 341-9, 1993.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre, RS: Artmed, 2004. 719 p.

TANAKA, A.; KAWANO, K.; YAMAGUCHI, I. **Photosynthesis, respiration, and plant type of the tropical rice plant**. Los Baños: the International Rice Research Institute, 1966. 46 p. (Technical Bulletin, 7).

TAVARES, P. S.; GIAROLLA, A.; CHOU, S. C.; RODRIGUES, D.; RESENDE, N. **Projeções da duração do ciclo da cultura da soja baseadas no modelo regional Eta/CPTEC 40 km (Cenário A1B)**. Disponível em: <www.cbmet2010.com/anais/artigos/207_85596.pdf>. Acesso em: 14 Jul. 2013.

VAN KOOTEN, O.; SNELL, J. F. H. The use of chlorophyll fluorescence nomenclature in plant stress physiology. **Photosynthesis Research**, v. 25, p. 147-150, 1990.

VIDALIE, H. **Les productions florales**. 6. ed. Paris: Lavoisier, 1990. 249 p.

YAMAZAKI, J-Y.; KAMIMURA, Y.; OKADA, M.; SUGIMURA, Y. Changes in photosynthetic characteristics and photosystem stoichiometries in the lower leaves in rice seedlings. **Plant Science**, v. 148, p. 155-163, 1999.

ZUBAIR, M.; WAZIR, F. K.; AKHTAR, S.; AYUB, G. Planting dates affect floral characteristics of gladiolus under the soil and climatic conditions of Peshawar. **Pakistan Journal of Biological Sciences**, v. 9, n. 9, p. 1669-1676, 2006.

WASSINK, E. C. Light intensity effects in growth and development of tulips, in comparison with those in gladiolus. **Meded Landbouwhogeschool**, Wageningen, v. 65, n. 15, p. 1-21, 1965.

CAPÍTULO II

ANÁLISE DE CRESCIMENTO DO GLADIÓLO ‘AMSTERDAM’ CULTIVADO EM QUATRO AMBIENTES DE LUZ

RESUMO

Objetivou-se com este trabalho avaliar o parâmetro de análise de crescimento do gladiólo ‘Amsterdam’ cultivado em quatro ambientes de luz e em duas estações (primavera e outono). O delineamento foi o inteiramente casualizado com quatro repetições. Utilizaram-se os tratamentos: gladiólo ‘Amsterdam’ cultivado a pleno sol e sob três telas: aluminizada, chromatinet vermelha e chromatinet azul. Setenta vasos foram distribuídos em cada tratamento, em cada estação de cultivo. O substrato de cultivo foi composto de duas partes de terra argilosa, duas de areia lavada e uma de esterco bovino curtido, misturados e acomodados em vasos com capacidade para 11 L. Os bulbos para plantio tinham perímetro entre 12 e 14 cm, e três deles foram plantados, em disposição triangular, no centro da área livre do vaso. A seguir, os vasos foram levados aos ambientes de luz, quando se instalaram miniloggers (HT-500) para monitorar a temperatura e a umidade durante todo o ciclo das plantas. Quando estas estavam com 21 dias de idade e já apresentavam o primeiro par de folhas, teve início a análise de crescimento, com intervalos entre as coletas de sete dias, totalizando oito pontos de coleta em cada estação de cultivo – cada ponto de coleta representava a média de quatro vasos. Determinaram-se a curva de intensidade

luminosa x horas do dia e a curva da qualidade do espectro da luz nos quatro ambientes de cultivo. Todas as plantas possuíam haste floral aos 70 dias após o plantio (DAP), quando a análise de crescimento se encerrou, sem que elas tivessem alcançado o ponto de colheita. A massa seca total (MST) e a área foliar (AF) tiveram padrão de crescimento de uma curva sigmoidal nas duas épocas de cultivo. As plantas em tela azul, tanto na primavera quanto no outono, exibiram MST menor. A área foliar específica (AFE) das plantas sob tela azul foi maior que as demais nas duas estações de cultivo. A duração da área foliar (DAF), tanto na primavera quanto no outono, teve forte crescimento, enquanto as plantas estavam com acelerado crescimento vegetativo e começaram a ficar estáveis aos 63 DAP. A razão da área foliar (RAF) e a razão da massa foliar (RMF), tanto na primavera quanto no outono, foram elevadas no início, indicando forte investimento em folhas. A razão de massa de bulbos (RMB) a pleno sol foi maior do que nos tratamentos com telas nas duas épocas de cultivo. A razão de massa radicular (RMR) e a taxa de crescimento relativo (TCR) foram elevadas no início das avaliações e, à medida que as plantas iam crescendo, esses parâmetros regrediam, com as plantas em tela azul tendo as menores TAL. No tratamento a pleno sol, as médias da altura das plantas foram as mais altas nas duas estações de cultivo, e nos tratamentos com telas as alturas foram similares. Os tratamentos com telas aluminizada e vermelha proporcionaram plantas com crescimento mais vigoroso.

Palavras-chave: *Gladiolus x grandiflorus* L.; Telas coloridas; Qualidade da luz.

CHAPTER II

GROWTH ANALYSIS OF GLADIOLUS 'AMSTERDAM' CULTIVATED IN FOUR LIGHT ENVIRONMENTS

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the growth analysis parameter of gladiolus 'Amsterdam' cultivated in four different light environments and two seasons (spring and autumn). The design was completely randomized with four repetitions. The following treatments were used: gladiolus 'Amsterdam' cultivated under full sunlight and under three screens: aluminized, chromatinet red and chromatinet blue. Seventy pots were distributed in each treatment, in each growing season. The culture substrate was composed of two parts of clay, two of washed sand and one of cattle manure, mixed and accommodated in pots with capacity of 11 L. Bulbs for planting had perimeters between 12 and 14 cm, and three of them were planted in a triangle in the center of the free área of the pot. The pots were taken to the lights environments, when the miniloggers (HT-500) were installed to monitor the temperature and humidity throughout the entire plant cycle. 21 days after planting and when plants exhibited the first pair of leaves, growth analysis began, with intervals of 7 days between collections, totaling eight collection spots in each growing season – each collection spot represented the average of four pots. The curve of light intensity x time of day and the curve of the spectrum quality in the four

culture environments were determined. All the plants had flower stem 70 days after planting (DAP), when the growth analysis ended, and they did not reach harvest period. The total dry matter (TDM) and leaf area (LA) showed growth pattern of a sigmoidal curve in the two growing seasons. The plants in blue screen, both in spring and autumn, showed lower TDM. Specific leaf area (SLA) of plants under blue screen was greater than the others in the two growing seasons. The leaf area duration (LAD), both in spring and autumn, had strong growth, while the plants had accelerated vegetative growth and began to be stable at 63 DAP. The leaf area ratio (LAR) and leaf weight ratio (LWR), both in spring and autumn, were elevated in the beginning, indicating strong investment in leaves. The bulb weight ratio (BWR) in full sunlight was greater than in treatments with screens in both growing seasons. The root mass ratio (RMR) and relative growth rate (RGR) were high at the beginning of the assessment and, as the plants were growing, these parameters regressed, with plants on blue screen having the smaller NAR. In the full sunlight treatment, the averages of plant height were the highest in the two growing seasons, and in the treatments with screens heights were similar. The treatments with aluminized and red screens presented plants with a more vigorous growth.

Keywords: *Gladiolus x grandiflorus* L.; Color screens; Light quality.

1. INTRODUÇÃO

O fundamento da análise de crescimento da planta baseia-se no fato de que cerca de 90%, em média, da matéria seca acumulada pelas plantas ao longo do seu desenvolvimento resulta da atividade fotossintética, permitindo avaliar o crescimento final da planta como um todo e a contribuição dos diferentes órgãos no desenvolvimento total (MAGALHÃES, 1985). Entretanto, devido ao fato de esse procedimento ser destrutivo, as plantas tomadas como amostra a cada tempo devem representar a população em estudo. Também, é possível a utilização da análise de crescimento nas observações das variáveis fisiológicas indicativas de métodos seguros para o aumento da produtividade (CASTRO, 1974).

A análise de crescimento permite conhecer diferenças funcionais e estruturais entre plantas, de forma a identificar respostas à aplicação de diferentes tratamentos e, ou, selecionar genótipos mais eficientes (BENINCASA, 1988). O crescimento é avaliado através de variações em magnitude de alguma característica ou estrutura morfológica da planta ao longo do tempo. Essa avaliação pode ser feita por meio de medidas de diferentes tipos, sendo as mais comuns: as numéricas, as lineares, as superficiais e as massas. O uso de uma e, ou, de outra depende, principalmente, dos objetivos do pesquisador, bem como da disponibilidade de material, mão de obra, tempo e equipamentos necessários para a realização das medidas.

Nos estudos ecofisiológicos das plantas, não se pode prescindir da análise de crescimento, pois os fatores ambientais como luz, temperatura, concentração de CO₂ e a disponibilidade de água e nutrientes, próprios de cada local, afetam sensivelmente

a taxa assimilatória líquida, a taxa de crescimento relativo e a razão de área foliar etc. dessas plantas.

Através do estudo das interações desses parâmetros com cada fator ambiental em particular e, ou, estágio de desenvolvimento da planta, podem ser conhecidas a eficiência do crescimento e a habilidade de adaptação às condições ambientais em que essas plantas crescem. Independentemente das dificuldades inerentes ao nosso conhecimento sobre a complexidade que envolve o crescimento das plantas, a análise quantitativa do crescimento é uma ferramenta e o meio mais acessível e bastante preciso de avaliar o desenvolvimento vegetal e a contribuição de diferentes processos fisiológicos sobre o seu desempenho nas diferentes condições agroecológicas a que são submetidos (BENNINCASA, 2003).

A medida da massa da matéria seca das diferentes partes da planta é simples e exige poucos equipamentos (régua graduada em milímetros, tesouras, paquímetro, estufas de aeração forçada, sacos plásticos, sacos de papel etc.). Isto é, não exige laboratório nem material sofisticado, o que é considerado vantagem da análise do crescimento. Segundo Castro et al. (1984), as informações necessárias para se levar avante tais análises são a massa da matéria seca da planta inteira ou parte dela e a dimensão do aparelho fotossintetizante (área foliar). Essas informações são obtidas a intervalos de tempo regulares, normalmente uma semana ou a cada 14 dias para plantas de ciclo curto (CASTRO et al., 1984; MAGALHÃES, 1985; PEIXOTO, 1995; PEIXOTO, 1998; BRANDELERO, 2000; BRANDELERO et al., 2002; BENINCASA, 2004).

A fim de que o crescimento total da planta possa ser estimado, as raízes devem ser consideradas como importantes componentes do vegetal. No entanto, em geral a recuperação das raízes, principalmente no campo, pode-se tornar um trabalho adicional, o que faz que essa parte da planta seja desconsiderada nos cálculos de análise de crescimento. Entretanto, em determinados vegetais cujas raízes são responsáveis pela produção econômica, faz-se necessário que a tomada de suas medidas seja em massa, volume, diâmetro ou tamanho.

A determinação da superfície foliar é muito importante no que diz respeito a inúmeros parâmetros fisiológicos, como a razão de área foliar, a taxa assimilatória líquida e o índice de área foliar, entre outros. A área foliar representa a matéria-prima para a fotossíntese e, como tal, é de grande importância para a produção de carboidratos, óleos, proteínas e fibras (PEIXOTO, 1995).

Basicamente, os parâmetros utilizados para medir o crescimento vegetal abordam a área foliar (AF ou L) e a matéria seca (MS ou W) acumulada pela planta por representarem esses fatores a “fábrica” e o “produto final”, respectivamente (PEIXOTO, 1995). Na prática, as principais medidas de W e L são o peso da matéria seca total (MST) e a área foliar total (AF) da planta.

Do ponto de vista agrônomo, a análise de crescimento atende aqueles pesquisadores que estão interessados em conhecer diferenças funcionais e estruturais entre cultivares de uma mesma espécie. Isso de forma a poder selecioná-los para melhor atender aos seus objetivos ou, mesmo, utilizar a análise de crescimento no estudo do desenvolvimento vegetal sob diferentes condições ambientais, incluindo condições de cultivo, de forma a selecionar cultivares ou espécies com características funcionais mais apropriadas aos objetivos do experimentador.

Durante o decorrer deste experimento, não se encontraram trabalhos com o gladiolo cultivado sob malhas de restrição luminosa apenas, o que é possível de ser produzido em ambiente protegido (TOMBOLATO, 2004; BARBOSA, 2011; PAIVA et al., 1999). Nesses termos, passou-se a enfatizar o efeito dessas malhas segundo o fabricante e sua utilização por pesquisadores em outros cultivos.

Segundo Polysack (2011), empresa produtora de malhas, chamam-se malhas termorrefletoras aluminizadas aquelas que são estendidas sobre um cultivo com o objetivo de produzir efeito térmico, bem como fechar a passagem de energia calorífica infravermelha e refletir a luz sobre ele. Dessa maneira, parte da luz solar refletida na atmosfera e nos corpos circundantes é introduzida por reflexão sobre o cultivo. O uso de telas visando atenuar temperaturas e irradiâncias elevadas pode apresentar o inconveniente de reduzir o fluxo de luz a níveis inadequados, promovendo o prolongamento do ciclo, estiolamento das plantas e redução da produtividade. Mas, segundo a Polysack (2009), o uso das telas termorrefletoras e difusoras pode contornar esses problemas, em razão de a sua composição proporcionar mais luz difusa ao ambiente, promovendo redução da temperatura, todavia não afetando significativamente os processos relacionados à fotossíntese. Essas telas confeccionadas com filmes de polietileno de alta densidade e fios de monofilamento bloqueiam a passagem da radiação ultravioleta e, em consequência da refração da luz direta pela estrutura de cristais, alteram o espectro da luz que as atravessa, reduzindo ou aumentando picos de transmitância de radiação de determinados comprimentos de ondas.

Outro tipo de malha que está no mercado é a Chromatinet, que, segundo a Polysack (2011), a malha transforma a radiação em produtividade por meio do manejo do seu espectro. Essa nova geração de malha fotoconversora de luz propicia aos agricultores o aumento da atividade fotossintética, controlando as características do crescimento vegetativo, o que resulta em frutas de maior tamanho, bem como na precocidade das flores. Nessa análise, a adaptação ecológica de uma variedade de gladiolo a novos ambientes de cultivo é investigada, com o objetivo de auxiliar na seleção do mais adequado ambiente, de acordo com o seu desempenho (BENICASA, 1988; GAVA et al., 2001). Pelo entrelaçamento de seus fios, essas telas aumentam a porcentagem de luz difusa, o que gera maior cobertura luminosa sobre as plantas, principalmente sobre as folhas inferiores.

A tela termorrefletora de alumínio promove boa ventilação, distribuição uniforme da luz e aporte máximo da luz difusa e da reflexão da radiação infravermelha, tanto para evitar o excesso da temperatura quanto para economizar energia (HUERTAS, 2006). Já as telas de coloração vermelha transferem mais luz do espectro nas ondas vermelha e vermelho-distante (590 a 750 nm) e difundem a luz que passa através da malha, sendo eficiente no desenvolvimento da planta (LI, 2006). As de coloração azul proporcionam luz do espectro de comprimento de onda de 440-490 nm, intensificando o fototropismo e a fotossíntese (RODRIGUES, 2002).

2. OBJETIVO GERAL

- Determinar parâmetros de análise de crescimento do gladiolo ‘Amsterdam’ cultivado sob telas com malhas aluminizada, vermelha e azul e compará-los com o cultivado a pleno sol.

2.1. Objetivo específico

- Identificar modificações nos parâmetros de crescimento da planta, produzidos pelo espectro diferenciado transmitido pelas malhas em relação ao a pleno sol.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Local e condições de cultivo

Os experimentos foram realizados no Setor de Floricultura “Belvedere” do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa (UFV). Viçosa localiza-se na Zona da Mata do Estado de Minas Gerais, latitude de 20° 45’ S, longitude de 42° 51’ W e altitude de 650 m.

Para condução dos experimentos, foram construídos três telados com estrutura de madeira com as seguintes dimensões de 6 x 6 x 4 m (largura x comprimento x altura), dispostos de tal forma que um não sombreasse o outro em qualquer hora do dia: o primeiro com tela aluminizada, o segundo com Cromatinet Vermelha e o terceiro com tela Cromatinet Azul, todas com um nível de sombreamento de 50% da radiação global. As telas de cobertura utilizadas tinham espessura de 0,5 cm e furos oblongos, que proporcionaram 50% de sombra e mesma proporção entre os espaços vazios.

O primeiro experimento foi realizado na primavera de 2011 (26/09 a 06/12/2011) e o segundo, no outono de 2012 (23/03 a 02/06/2012). Uma área de 6 m x 6 m foi utilizada para o tratamento a pleno sol e devidamente cercado com tela de arame fino de 1,20 m de altura, com a finalidade de impedir o acesso de animais.

3.2. Delineamento estatístico

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, com 32 vasos em cada ambiente de luz. Em cada ponto da análise de crescimento, quatro vasos de cada tratamento foram utilizados. Realizaram-se oito coletas em cada época de plantio. Utilizou-se a análise de regressão para demonstrar a evolução dos parâmetros de crescimento, e os coeficientes foram testados pelo teste t.

3.2. A planta

Foi utilizado o gladiolo (*Gladiolus x grandiflorus* L.) ‘Amsterdam’, que apresenta flores brancas e ciclo curto com florescimento entre 70 e 74 dias após o plantio (DAP) (<http://ciram.epagri.sc.gov.br>). O gladiolo caracteriza-se como planta herbácea, bulbosa, da família das *Iridaceae*, cuja principal característica é uma inflorescência com flores grandes em espiga e apresenta entre oito e 16 folhas. É uma planta com metabolismo de fixação do carbono tipo C₃, não se observando a anatomia Kranz.

3.3. O plantio

O plantio foi realizado em vasos plásticos com volume de 11 L (30 cm de diâmetro de boca e 26 cm de altura), preenchidos com substrato, composto por 2:2:1(v/v) de solo, areia e esterco, as características químicas do substrato se encontram nos Quadros 1 e 2. Foram plantados três bulbos com tamanhos entre 12-14 cm de perímetro, na profundidade de 10 cm, em disposição triangular com 10 cm entre os vértices em cada vaso. Os bulbos para o plantio foram adquiridos da empresa Terra Viva, Holambra, SP, previamente classificados e com a dormência quebrada. Para evitar o ataque de fungos de solo, os bulbos, antes do plantio, foram mergulhados em solução de Manzate® WG (MANCOZEB) na concentração de 3 g do produto comercial por litro de água, durante 1 h. Após o plantio, 32 vasos foram levados a cada ambiente de cultivo, no espaçamento de 0,50 cm entre linhas de vaso.

Quadro 1 – Resultado da análise química do substrato utilizado na primavera de 2011

N ^o Lab.	Identificação	pH/ H ₂ O	P	K	Na	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H+Al				
			-----mg/dm ³ -----			-----cmol/dm ³ -----							
1293	Amostra 1	6,7	87,0	270	35	3,1	1,4	0,0	1,32				
SB	CTC (t)	CTC (T)	V	m	ISNa	MO	P-rem	Zn	Fe	Mn	Cu	B	S
-----cmol/dm ³ -----			-----%-----			dag/Kg	mg/L	-----mg/dm ³ -----					
5,34	5,34	6,66	80	0	2,85	3,0	32,9	6,3	53,7	52,9	0,9	0,1	50,0

Quadro 2 – Resultado da análise química do substrato utilizado no outono de 2012

N _o Lab.			Identificação			pH/H ₂ O			P	K	Na	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H + Al
									-----mg/dm ³ -----			-----cmol/dm ³ -----			
7333			Amostra 1			6,5			66,2	420		2,1	1,5	0,0	1,65
SB	CTC (t)	CTC(T)	V	m	ISNa	MO	P-rem	Zn	Fe	Mn	Cu	B	S		
-----cmol/dm ³ -----			-----%-----			dag/Kg	mg/L	-----mg/dm ³ -----							
4.67	4.67	6.32	74	0	2.75	5.4	20.5	5.9	70.4	76.9	1.2	0.9	70.7		

pH em água, KCl e CaCl₂ – Relação 1:2,5.

P – Na – K – Fe – Zn – Mn – Cu – Extrator: Melhich 1.

Ca – Mg – Al – Extrator: KCl – 1 mol/L.

H+Al-Extrator: acetato de cálcio 0,5 mol/L-pH 7,0.

B – Extrator água quente.

S – Extrator: fosfato monocalcico em ácido acético.

SB – Soma de Bases Trocáveis.

CTC (t) – Capacidade de Troca Catiônica Efetiva.

CTC (T) – Capacidade de Troca Catiônica a pH 7,0.

V – Índice de Saturação de Bases.

m – Índice de Saturação de Alumínio.

ISNa – Índice de Saturação de Sódio.

Mat, Org, (MO) = C,Org x 1,724 – Walkley-Black.

P-rem = fósforo remanescente.

Os substratos foram analisados como solo por causa da predominância de argila e areia na constituição. A maior parte dos níveis de nutrientes quando comparados com os padrões para o gladiolo (COMISSÃO..., 1999) apresentou-se bom ou muito bom, com exceção do boro no experimento de primavera, que foi muito baixo.

3.4. Tratos culturais

Foram feitas duas aplicações de ácido bórico na concentração de 500 mg/L de água aos 30 e 45 dias após o plantio, no experimento de primavera. Na adubação de plantio, optou-se por uma fórmula que suprimisse o potássio nos dois ensaios, já que esse se encontrava com nível muito alto nas amostras analisadas (Quadros 1 e 2).

Aplicou-se 1,5 kg/t da mistura 10-5-0 para cada 1.000 kg de substrato, na ocasião do enchimento dos vasos (adubação de plantio).

A adubação nitrogenada de cobertura foi segundo Raij et al. (1996) para a cultura do gladiolo nos seguintes estágios: planta com duas a três folhas, emergência da inflorescência e duas semanas após o florescimento. Utilizaram-se 2 g de sulfato de amônia por litro de água, como recomendado por Kämpf (2000) para plantas sensíveis à salinidade.

A irrigação foi feita manualmente com mangueira e jato tipo chuveiro, mantendo-se o substrato úmido, próximo à capacidade de campo.

Após a emissão das inflorescências, as plantas foram tutoradas com ripas ou bambus horizontalmente fixados a uma altura de 1,20 m.

A ferrugem (*Uromyces transversalis*) foi controlada preventivamente, com a aplicação semanal e alternada dos fungicidas Commet (piraclostrobina 250 g/L) na dose de 0,5ml/L de água e Bayfidan 250 EC Fungicide (triadimenol 250 g/L) na dose de 2 ml/L de água, para evitar a formação de resistência a um produto.

Para combater o ataque de trips (*Taeniotrips simplex* e *Frankliniella* sp.), vaquinhas (*Diabrotica speciosa*) e lagartas-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*), utilizou-se o inseticida Tamaron Br (Metamidofós 600 g/L) na dose de 1 ml/L de água.

3.5. A coleta dos dados

Quando as plantas estavam com 21 DAP, iniciou-se a coleta dos dados para a análise de crescimento. A cada sete dias, as plantas de quatro vasos por tratamento eram desmanchadas para separar suas partes, formadas pelas raízes, folhas, bulbos e hastes, à medida que esses órgãos iam aparecendo. A área foliar foi medida nas folhas logo após o desmanche das plantas, feitas com um Portable Area Meter, Marca LI-COR, Modelo LI – 3000, que fornece a área em centímetro. A seguir, os órgãos eram acondicionados em estufas de circulação forçada a 73 °C até atingir peso constante. A área foliar (AF) e os demais parâmetros de crescimento foram determinados pela média das plantas do vaso.

3.6. Variáveis ambientais

3.6.1. Temperatura e umidade do ar

Em cada ambiente de cultivo, temperaturas máxima, média e mínima, bem como a umidade relativa do ar, foram registradas a cada 10 min, utilizando-se um datalogger HT-500 da Instrutherm. Tomou-se a menor temperatura do dia como mínima e, a maior, como máxima. A temperatura média do dia foi obtida da média das registradas naquele dia.

3.6.2. Qualidade da luz

A qualidade da luz em cada ambiente de cultivo foi medida em 09/03/12, que se apresentava com dia claro e ensolarado, entre 10 e 12 h, quando se utilizou o equipamento USB 4000 Plug-and-Play Fiber Optic Spectrometer, com programa de computação SpectraSuite do fabricante Ocean Optics.

3.6.3. Intensidade da luz

A RFA foi medida em cada ambiente de cultivo em dia de sol pleno, durante as medições das curvas diárias da fotossíntese, com um analisador de gás no infravermelho (IRGA) modelo LCpro+ Portable Photosynthesis System.

3.6.4. Índices morfofisiológicos da análise de crescimento

Os dados coletados a cada sete dias, utilizados para calcular as variáveis de crescimento, estão explicitados a seguir com as suas devidas simbologias:

- AF_1 e AF_2 – área foliar da planta no início e fim do período de avaliação.
- $\ln AF_1$ e $\ln AF_2$ – logaritmo natural da área foliar da planta no início e fim do período de avaliação.
- MST_1 e MST_2 – peso da massa seca total da planta no início e fim do período de avaliação.
- $\ln MST_1$ e $\ln MST_2$ – logaritmo natural do peso da massa seca total da planta, no início e fim do período de avaliação.
- t_1 e t_2 – tempo inicial e final do período de avaliação considerado.

- MSF – massa seca de folhas.
- MSR – massa seca de raiz.
- MSB – massa seca de bulbos.
- AP – altura de planta.

As fórmulas e definições das variáveis que envolvem mais de um fator:

- A taxa de crescimento relativo é calculada pela equação: $TCR = (\ln MST_2 - \ln MST_1) / (t_2 - t_1) \times 1 / MST_1$ e representa a massa seca acumulada por grama de massa seca preexistente por unidade de tempo ($g \cdot g^{-1} \cdot dia^{-1}$).
- A área foliar específica é calculada pela equação: $AFE = AF / MSF$ e relaciona a superfície foliar com a massa da matéria seca da própria folha ($cm^2 \cdot g^{-1}$).
- A razão de área foliar é calculada pela equação: $RAF = AF / MST$ e relaciona a área foliar da planta com massa seca total ($cm^2 \cdot g^{-1}$).
- A taxa assimilatória líquida é calculada pela expressão: $TAL = (MST_2 - MST_1) \times (\ln AF_2 - \ln AF_1) / (AF_2 - AF_1) \times (t_2 - t_1)$ e representa o balanço entre o material produzido pela fotossíntese e aquele perdido pela respiração (PEREIRA; MACHADO, 1987) ($g \cdot dm^{-2} \cdot dia^{-1}$).
- A duração de área foliar é calculada pela equação $DAF = (AF_1 + AF_2) \times (t_2 - t_1) / 2$ e representa o tempo que a superfície foliar é mantida fotossinteticamente ativa ($dm^2 \cdot semana$).
- A razão de massa radicular é calculada pela equação $RMR = MSR / MST$ e representa a fração da massa seca da planta que foi disponibilizada para a raiz.
- A razão de massa foliar é calculada pela expressão $RMF = MSF / MST$ e representa a fração da massa seca da planta disponibilizada para as folhas.
- A razão de massa de bulbos é calculada pela equação: $RMB = MSB / MST$ e representa quanto da massa seca da planta foi disponibilizada para bulbos.

Todas as plantas tinham mostrado pendão aos 70 dias após o plantio (DAP), mas não tinham atingido o ponto de colheita, que só aconteceu 78 e 83 DAP na primavera e no outono, respectivamente.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Parâmetros climáticos

As figuras 1 a 4 dos gráficos dos fatores climáticos mensurados nos quatro ambientes de cultivo, nos dois experimentos, são apresentadas a seguir:

Os gráficos desses fatores foram apresentados como resultados, porque foram influenciados pelos tratamentos impostos ao gladiolo e servirão de suporte para as discussões dos parâmetros da análise de crescimento.

Nas Figuras 5 e 6 são apresentadas as curvas da qualidade e intensidade da luz a que o gladiolo foi submetido, em que se verifica que houve perda de vigor no crescimento das plantas sob tela azul. Em virtude de seu estilo séssil de vida, as plantas têm capacidade muito grande de perceber e responder a mudanças na composição da luz do ambiente. Para isso, utilizaram-se sinalizadores biológicos que promovem determinados padrões nas reações químicas ocorridas no metabolismo vegetal, os quais respondem à quantidade e qualidade da luz, representadas pela irradiância e comprimento de ondas, respectivamente (ALMEIDA; MONDSTOCK, 2001).

O crescimento e a forma com que a planta se adapta aos diferentes ambientes luminosos ao longo do tempo se relacionam com a sua eficiência metabólica em capturar e converter a energia, e isso está associado, entre outros fatores, aos teores de pigmentos e enzimas foliares (ALMEIDA et al., 2004), bem como a qualidade e intensidade da luz.

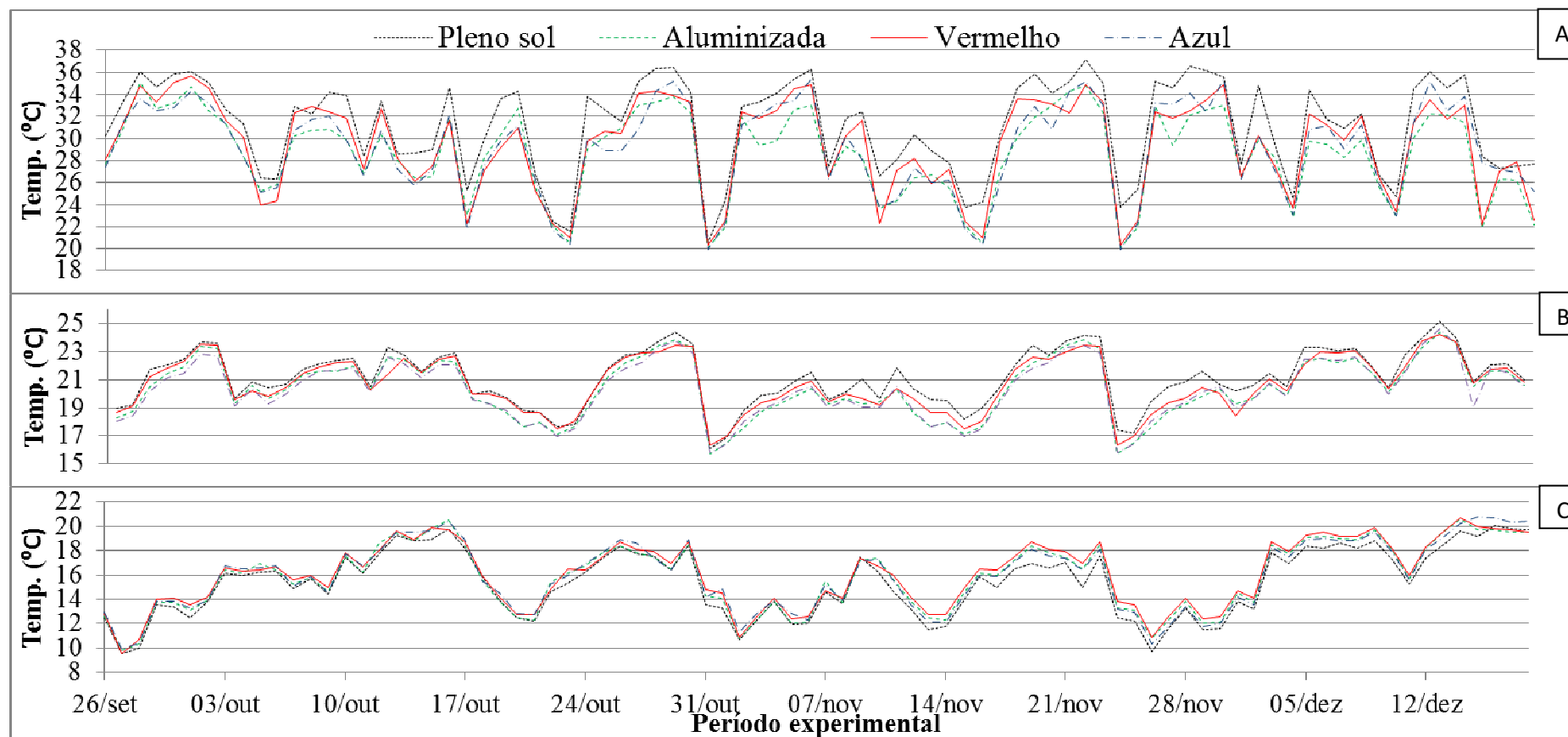


Figura 1 – Temperatura do ar no experimento de primavera (A – máxima, B – média e C – mínima, em ambientes a pleno sol e sob telas aluminizada, vermelha e azul). UFV – 2011, Viçosa, MG.

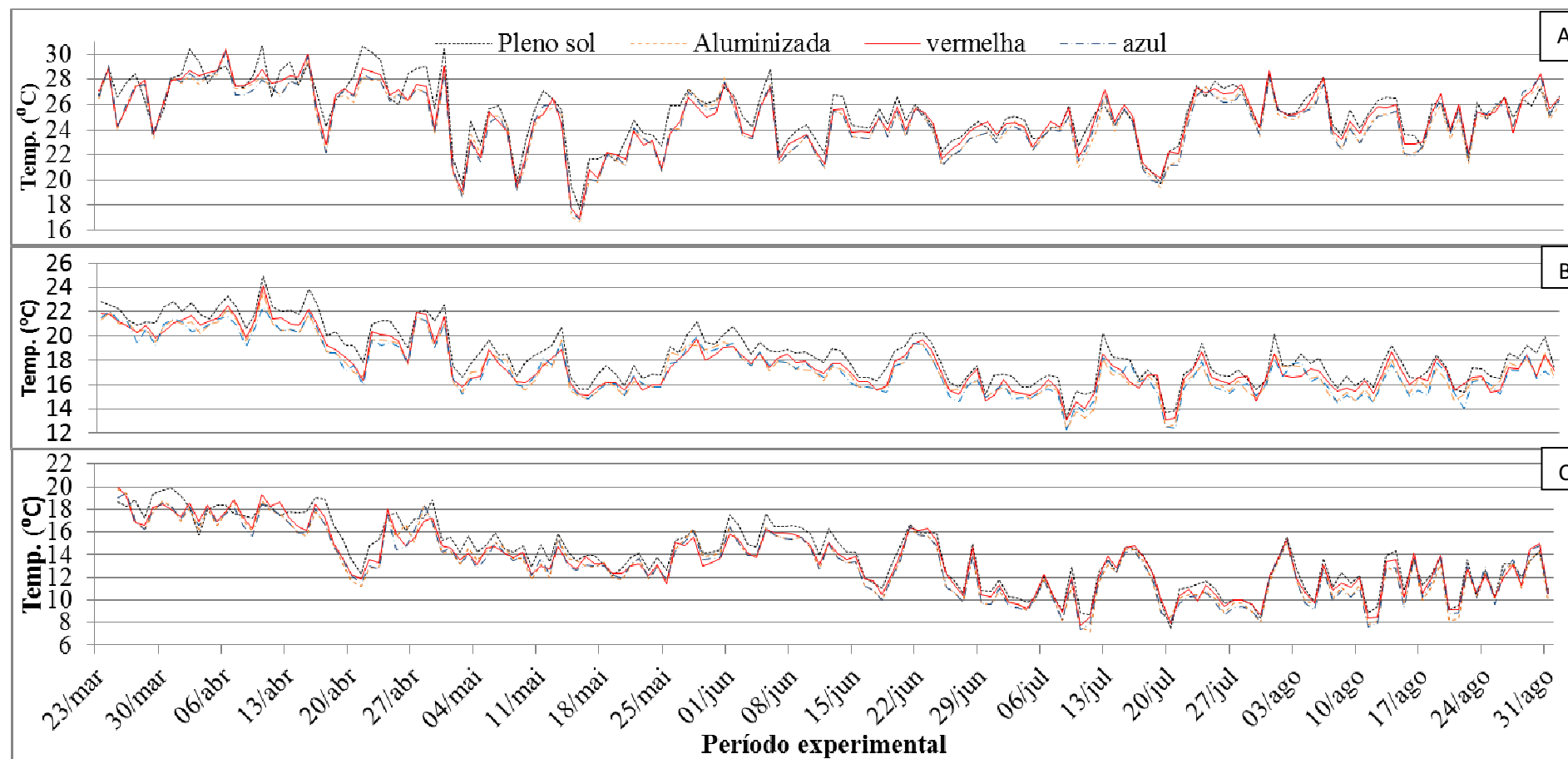


Figura 2 – Temperatura do ar no experimento de outono (A – máxima, B – média e C – mínima, em ambientes a pleno sol e sob telas aluminizada, vermelha e azul). UFV – 2012, Viçosa, MG.

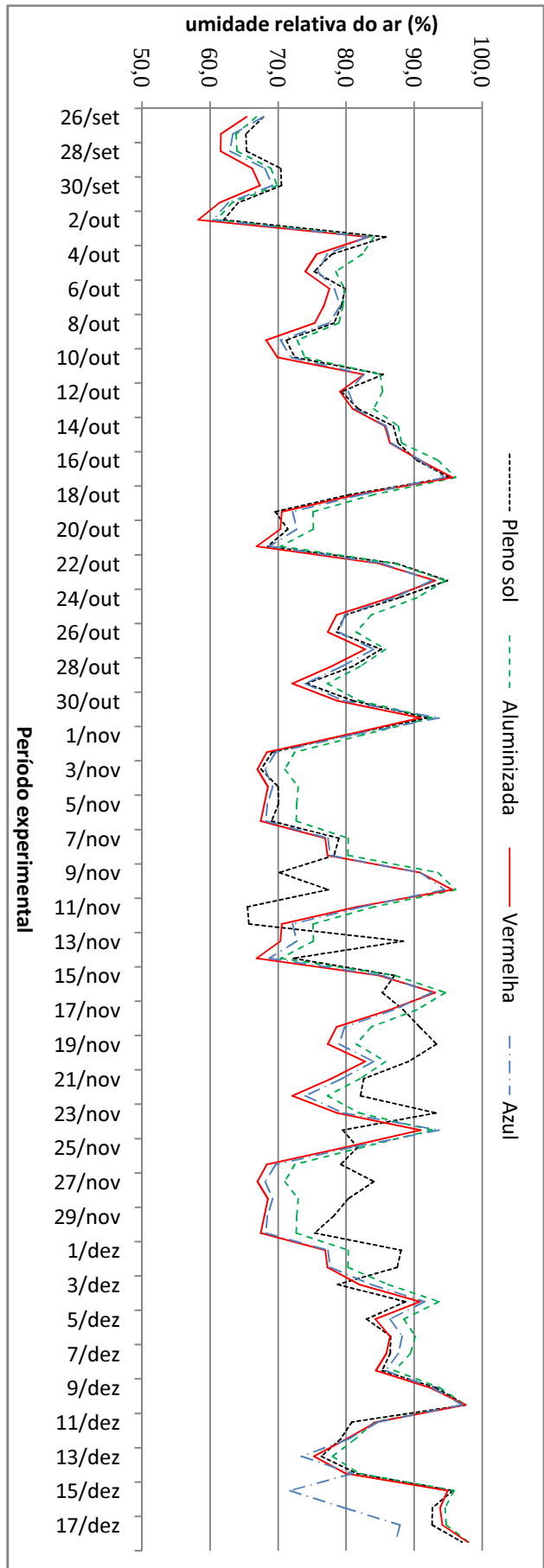


Figura 3 – Média do percentual de umidade relativa do ar durante o experimento de primavera de 2011. UFV – Viçosa, MG.

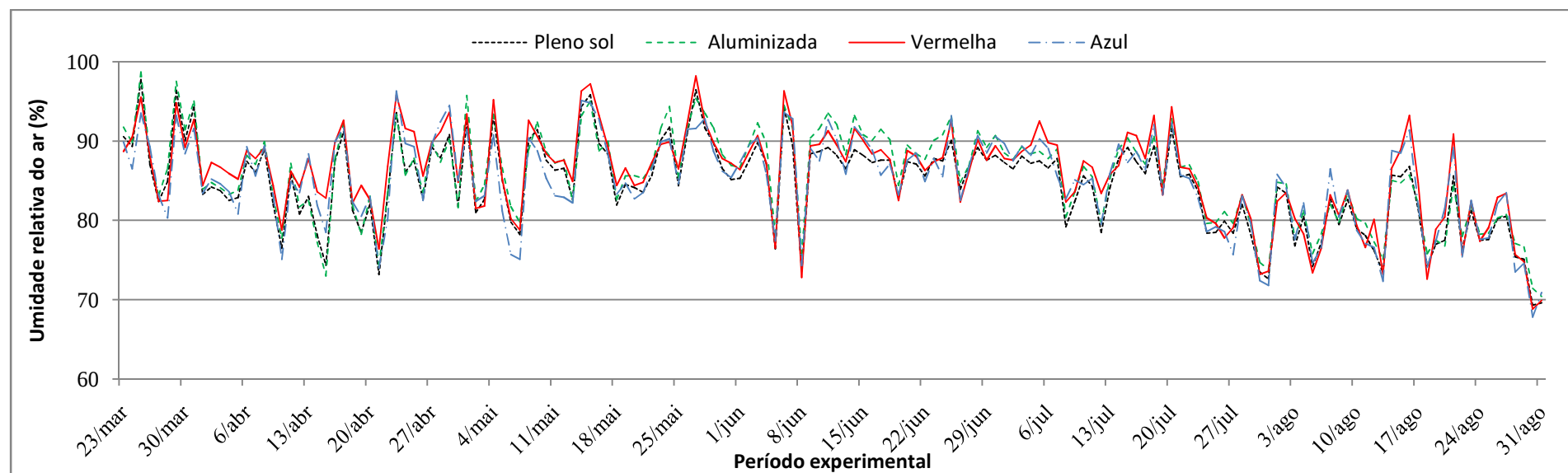


Figura 4 – Média do percentual de umidade relativa do ar durante o experimento de outono de 2012. UFV – Viçosa, MG.

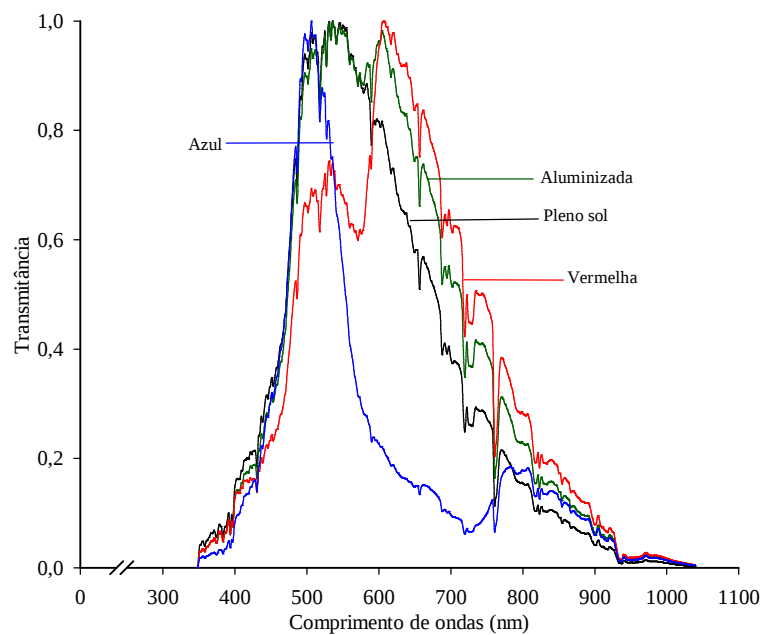


Figura 5 – Qualidade da luz nos quatro ambientes de cultivo do gladiolo ‘Amsterdam’. UFV – Viçosa, MG (09/03/2012).

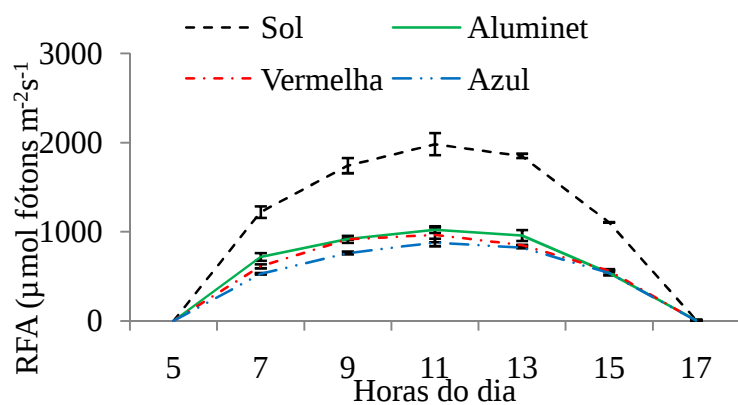


Figura 6 – Intensidade da RFA nos quatro ambientes de cultivo do gladiolo ‘Amsterdam’. UFV – Viçosa, MG.

Discussão dos índices morfofisiológicos da análise de crescimento do gladiolo 'Amsterdam' em cultivos de primavera e outono

4.2. Massa seca total e área foliar – MST e AF

Diversos parâmetros têm sido utilizados para estabelecer as bases da adaptabilidade das plantas às condições de maior ou menor grau de sombreamento. Entre esses, parâmetros fisiológicos, morfológicos e ecológicos são frequentemente avaliados, em que as variáveis de crescimento têm ocupado posição de destaque (ENGEL, 1990).

Nas Figuras 7, 8, 9 e 10 estão expostos os gráficos de acúmulo de matéria seca total (MST) e crescimento da área foliar (AF) do gladiolo 'Amsterdam' cultivado em quatro ambientes de luz até 70 dias após o plantio. Observam-se forte acúmulo de MST e expansão da AF das plantas em todos os tratamentos. As plantas da tela azul com ligeira desvantagem em relação aos outros tratamentos para acúmulo de massa seca. Em todos os tratamentos, a área foliar dos gladiolos tiveram, em cada época, tamanhos bem próximos (Quadros 9 e 10), mas a massa seca dos cultivados sob tela azul foi menor. Disso se pode inferir que as plantas do tratamento de tela azul podem ter chegado aos 70 dias com certo grau de estiolamento, afetando-as durante todo o ciclo. Isso pode ser confirmado com os estudos da AFE (Figura 11).

Costa et al. (2012), trabalhando com hortelã-pimenta em Lavras, encontraram a biomassa total das plantas cultivadas a pleno sol e sob malha vermelha maiores que as cultivadas sob tela aluminizada (termorrefletora) e preta, e o menor acúmulo ocorreu nas plantas cultivadas sob malha azul. Afreen et al. (2005) e Shahak (2008) observaram maior crescimento de plantas de *Glycyrrhiza uralensis* Fisch. ex DC., *Lactuca sativa* L. e *Ocimum basilicum* L. sob malha vermelha do que sob malha azul, sombrite e termorrefletora. De acordo com Shahak (2008), o maior acúmulo de biomassa por plantas cultivadas sob malha vermelha, em comparação com as cultivadas sob malha azul, pode ser atribuído ao fato de a malha vermelha estimular a taxa de crescimento e o vigor vegetativo, enquanto a malha azul impede o crescimento e desenvolvimento da planta.

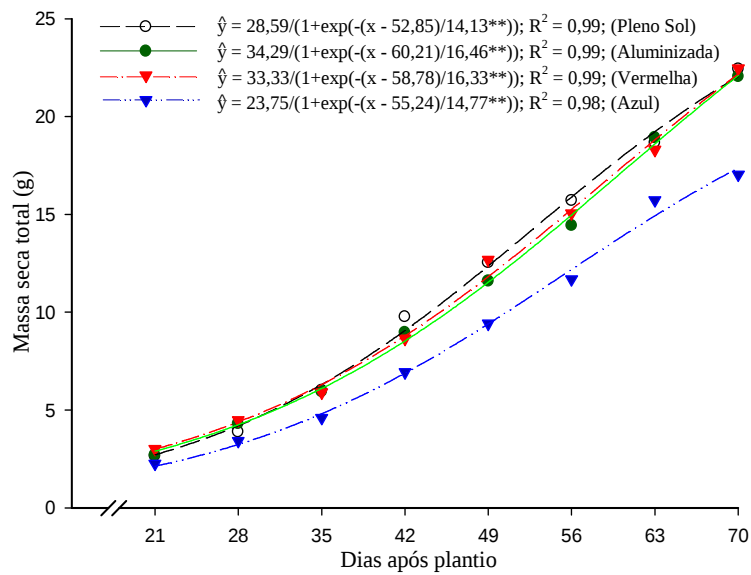


Figura 7 – Massa seca total do gladiolo 'Amsterdam' cultivado em quatro ambientes de luz na primavera de 2011. UFV – Viçosa, MG.
 ** significativo a 1% de probabilidade, pelo teste t.

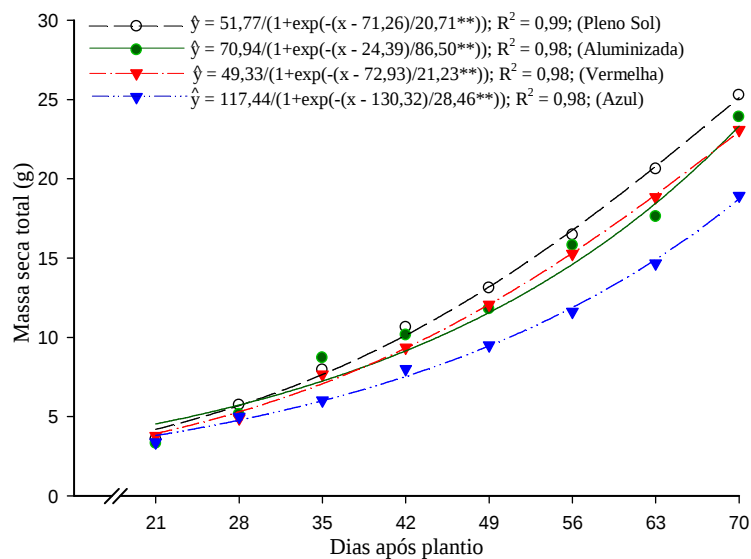


Figura 8 – Massa seca total do gladiolo 'Amsterdam' cultivado em quatro ambientes de luz no outono de 2012. UFV – Viçosa, MG.
 ** significativo a 1% de probabilidade, pelo teste t.

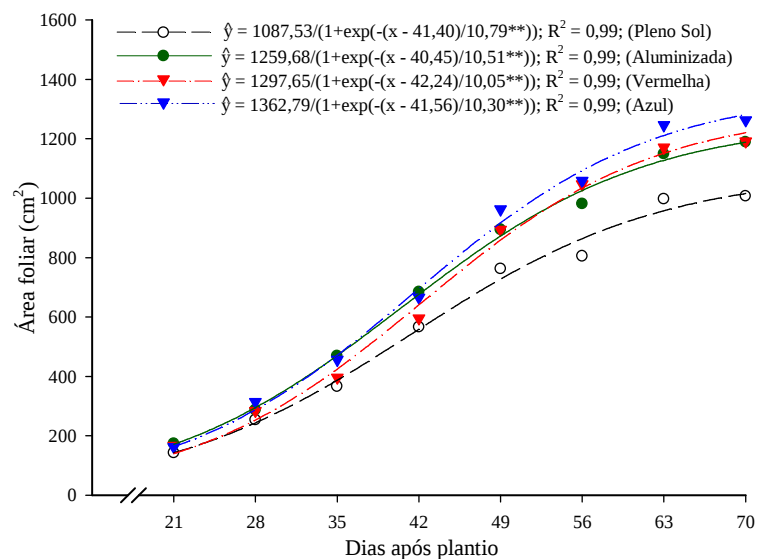


Figura 9 – Área foliar do gladiolo 'Amsterdam' cultivado em quatro ambientes de luz na primavera de 2011. UFV – Viçosa, MG.

** significativo a 1% de probabilidade, pelo teste t.

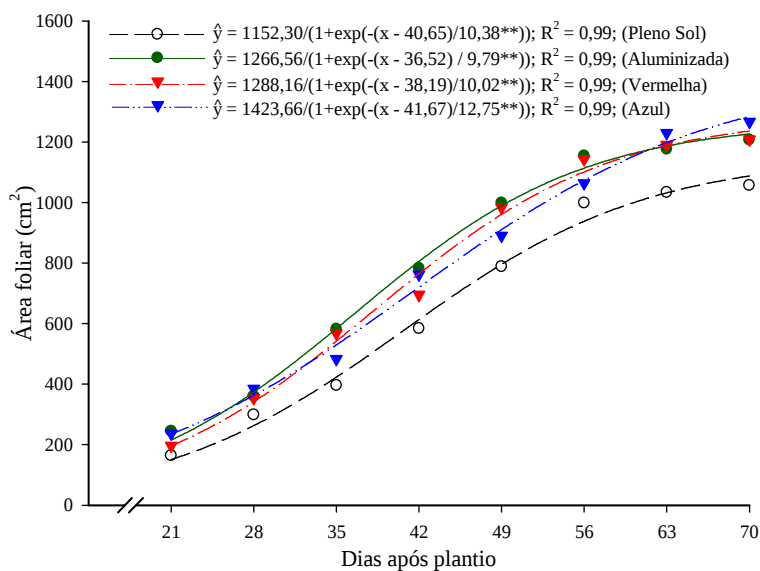


Figura 10 – Área foliar do gladiolo 'Amsterdam' cultivado em quatro ambientes de luz no outono de 2012. UFV – Viçosa, MG.

** significativo a 1% de probabilidade, pelo teste t.

Nos tratamentos a pleno sol e sob telas aluminizada e vermelha, as diferenças foram pouco expressivas para massa seca total, e as plantas, nas duas estações de cultivo, guardavam grande homogeneidade entre si, principalmente dentro do mesmo tratamento. A área foliar foi menor no pleno solo, mas isso já era esperado, devido à tendência que as plantas a pleno sol têm de reduzir a área foliar (WHATLEY; WHATLY, 1982).

Para Larcher (2006), o acúmulo de biomassa pelas plantas é determinado por vários fatores, incluindo a área foliar, a capacidade fotossintética individual das folhas e a disponibilidade de nutrientes no solo. Desse modo, os ganhos de biomassa e o crescimento das plantas estão fortemente relacionados à atividade fotossintética.

Cardoso e Lomônaco (2003) afirmaram que a plasticidade fenotípica pode ser considerada mecanismo gerador de variabilidade fenotípica, criando oportunidades para conquistar novos ambientes e, ao mesmo tempo, sujeitar a planta a mudanças genéticas. Essa afirmativa traz um leque de possibilidades para o gladiolo, no que se refere à sua capacidade de adaptação. A anatomia foliar é altamente especializada para absorção de luz, e as propriedades do mesófilo, sobretudo do parênquima paliádico, garantem a absorção uniforme de luz em nível foliar (TAIZ; ZEIGER, 2009). Entretanto, algumas modificações no metabolismo, desenvolvimento e morfologia das plantas podem ser indicativas de aclimação a ambiente de elevada incidência de luz, como estratégia para diminuir ou evitar danos (LARCHER, 1986). Entre essas modificações, observa-se a presença de superfícies refletoras e de pelos e aumento da espessura foliar, como prevenção ao dessecamento e ao superaquecimento (NASCIMENTO et al., 2009; TAIZ; ZEIGER, 2009).

Neste trabalho, observou-se que o gladiolo quando cultivado a pleno sol diminuiu a área foliar nas duas estações de cultivo, provavelmente em prevenção ao dessecamento e superaquecimento, como observaram os autores anteriormente citados. Os tratamentos com telas tiveram valores de área foliar bem próximos, com ligeira superioridade para a tela azul.

4.3. Área Foliar Específica – AFE

A área foliar específica relaciona a superfície à massa da matéria seca da própria folha (AF/MSF). A superfície é o componente morfológico e a fitomassa, o componente anatômico, pois está relacionado com a composição interna formada

pelo número e, ou, tamanho de células do mesofilo foliar (BENINCASA, 2003). Não houve tendência de redução da AFE com o crescimento das plantas de gladiolo na primavera nos tratamentos a pleno sol, telas aluminizada e vermelha, conforme verificaram Barbieri Júnior et al. (2007) trabalhando com jatobá, Ferreira (1996) com milho e Benincasa (2003) com sorgo.

No plantio de primavera (Figura 11), a área foliar específica das plantas em tela azul mostrou-se superior à dos demais tratamentos, o que demonstra adaptação das plantas para melhorar a captação de luz. Na Figura 9, observa-se superioridade da área foliar das plantas de tela azul em relação às cultivadas a pleno sol; e sob telas aluminizada e vermelha, como a parábola da AFE das plantas em tela azul, essa área mostrou-se superior às demais. Conclui-se que as folhas eram mais finas, por isso o gráfico diferenciado da linha de tendência desse tratamento (a área foliar entre as maiores e o peso seco de folhas o menor), já nos outros tratamentos essa desproporção foi menor.

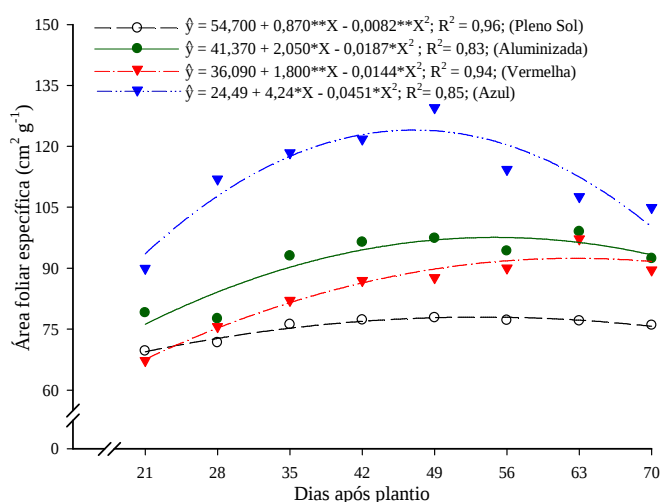


Figura 11 – Área foliar específica do gladiolo 'Amsterdam' cultivado em quatro ambientes de luz na primavera de 2011. UFV – Viçosa, MG.

* e ** significativos a 5% e 1% de probabilidade pelo teste t, respectivamente.

A intensidade e qualidade de luz (Figuras 5 e 6) são de significância considerável para a conversão da energia química no processo fotossintético, como também para alguns efeitos morfogênicos, os quais podem ser observados pelas variações no tamanho das folhas. Além disso, a plasticidade adaptativa das espécies,

associada ao acúmulo de biomassa, depende do ajuste de seu aparelho fotossintético e está sujeita às diferentes condições de radiação solar (ATTRIDGE, 1990).

No outono, as plantas dos tratamentos com tela azul e aluminizada iniciaram com maiores taxas de AFE (Figura 12) do que em tela vermelha e a pleno sol, mas a partir dos 35 DAP a AFE das plantas cultivadas sob tela azul superou os demais. Embora o ajuste tenha sido o mesmo nas duas épocas, o padrão de acúmulo de compostos orgânicos na folha sofreu a influência dos tratamentos ou dos fatores de época, indicando que houve alterações na espessura da folha. A área foliar específica é uma variável altamente plástica e dependente das condições ambientais, principalmente a luz (GRIME, 1979; DAHLGREN et al., 2006). Muitos estudos têm demonstrado que os menores valores dessa variável são encontrados geralmente em condições de alta luminosidade (MARKESTEIJN et al., 2007; SARIJEVA et al., 2007), como aqui observado. Benincasa (2003) verificou oscilações da AFE em sorgo (*Sorghum bicolor*), resultado das taxas de crescimento das folhas individuais. Segundo Lee et al. (2000), a espessura da folha é afetada apenas pela intensidade luminosa, sendo a qualidade espectral da luz incapaz de afetar a contribuição das camadas de tecido no espessamento total da folha e composição do mesofilo. Dessa forma, a intensidade de filtragem da luz na tela azul pode ter sido demasiada para plantas de gladiólo, induzindo o estiolamento.

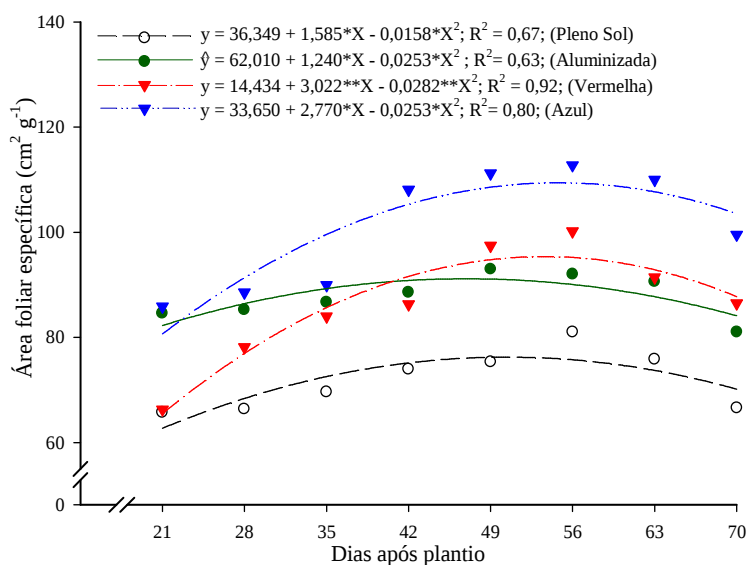


Figura 12 – Área foliar específica do gladiólo 'Amsterdam' cultivado em quatro ambientes de luz no outono de 2012. UFV – Viçosa, MG.

* e ** significativos a 5% e 1% de probabilidade, pelo teste t, respectivamente.

4.4. Duração da Área Foliar – DAF

O aparelho assimilatório das plantas é constituído pelas folhas que definem a produtividade do vegetal. Assim, o crescimento das plantas é fortemente influenciado pelo tempo em que é mantida fotossinteticamente ativa sua superfície foliar. Tal característica é definida pela duração da área foliar, que tem como fórmula de cálculo: $DAF = \frac{1}{2} (AF_1 + AF_2) (t_2 - t_1)$, em que AF_1 e AF_2 representam a área foliar nos intervalos de tempo t_1 e t_2 , cuja unidade de medida é dm^2 .semana.

Nas Figuras 13 e 14 é representada a duração de área foliar do gladiolo 'Amsterdam'. Nas duas épocas avaliadas, a DAF aumenta durante o crescimento da planta e estabiliza-se quando ela atinge sua maturidade. Sendo a fotossíntese o processo responsável pelo fornecimento da energia para o crescimento e desenvolvimento das plantas, parece lógico supor-se que, quanto mais tempo a área foliar permanecer ativa, maior será a produtividade biológica da cultura. Pereira e Machado (1987) encontraram correlação positiva entre a produtividade econômica e a DAF na cultura do feijoeiro, uma herbácea com crescimento rápido e duração do seu ciclo correspondente ao tempo para florescimento do gladiolo. Plantas a pleno sol apresentaram a menor DAF em ambas as épocas avaliadas, provavelmente pelas mesmas razões que reduziram a área foliar, afirmadas por Nascimento et al. (2009) e Taiz e Zeiger (2009).

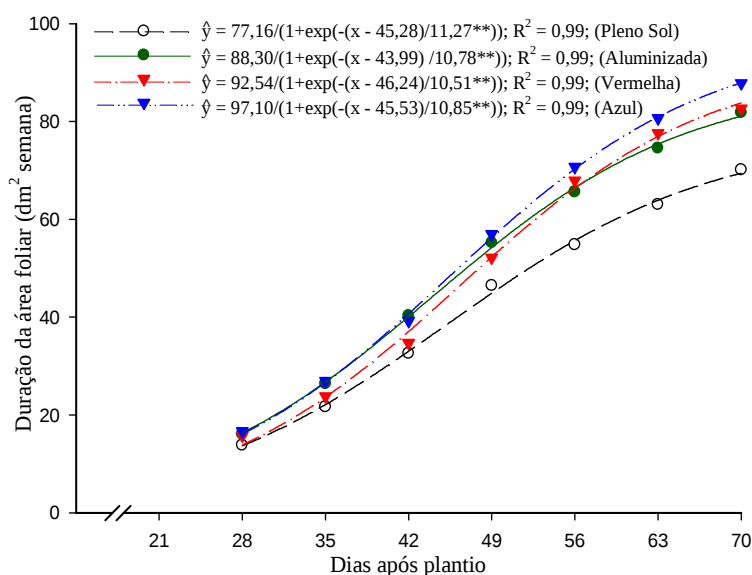


Figura 13 – Duração da área foliar do gladiolo 'Amsterdam' cultivado em quatro ambientes de luz na primavera de 2011. UFV – Viçosa, MG.

**significativo a 1% de probabilidade, pelo teste t.

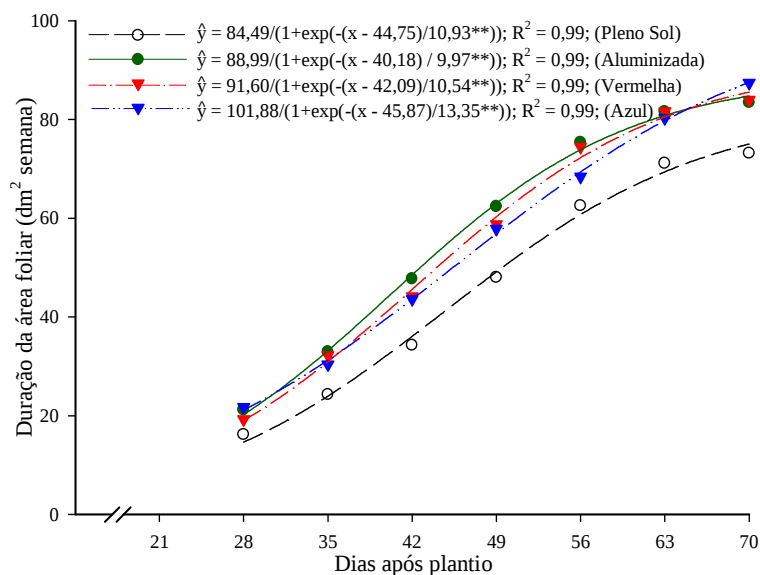
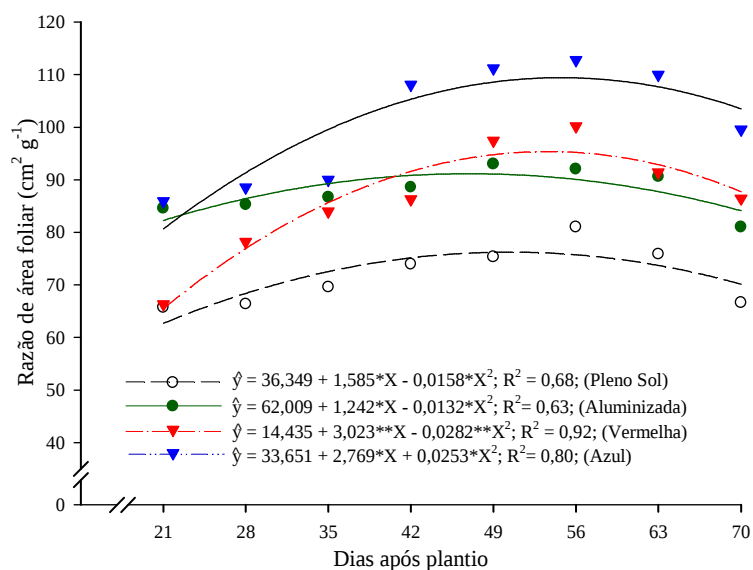
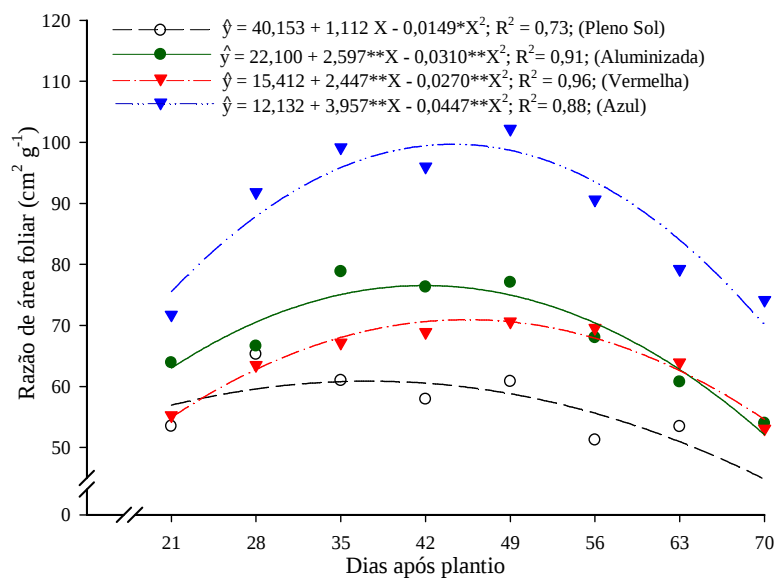


Figura 14 – Duração da área foliar do gladiolo 'Amsterdam' cultivado em quatro ambientes de luz no outono de 2012. UFV – Viçosa, MG.

** significativo a 1% de probabilidade, pelo teste t.

4.5. Razão de Área Foliar – RAF

A RAF dos gladiolos, no início do desenvolvimento, foi ascendente, tanto na primavera quanto no outono (Figuras 15 e 16), o que indicou que houve investimento no desenvolvimento de folhas para maior captação de energia luminosa. Posteriormente, devido à maturação das folhas, os fotoassimilados foram direcionados para outras partes da planta. Com isso, houve declínio da RAF nas duas estações de cultivo. O declínio da RAF na primavera iniciou aos 42 dias após o plantio; no outono, iniciou aos 49 DAP e foi maior na primavera do que no outono. Em seu trabalho com sorgo (*Sorghum bicolor*), Benincasa (2003) observou que a RAF declinou a partir do 13º ao 111º dia após a semeadura. Urchei et al. (2000) verificaram que a razão de área foliar do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*) em função do tempo apresentou aumento acelerado durante o período vegetativo, ou seja, até 30-37 dias, estabilizando o crescimento após esse período e indicando que nessa fase a maior parte do material fotossintetizado foi convertido em folhas, para maior captação da radiação solar disponível. A partir desse período, houve decréscimos subsequentes com o desenvolvimento fenológico da cultura, decorrentes do surgimento de tecidos e estruturas não assimilatórias, como flores, vagens e sementes, além do autossombreamento, secamento e queda de folhas com a idade da planta.



Usaram-se razões para estimar quanto a planta está alocando para a folha, caule (bulbo) ou raiz. Comparações entre tratamentos são mais potentes quando se compara a razão de massa com a biomassa total alocada de determinado órgão da planta.

Dependendo de qual parte da planta está o interesse econômico, essas razões se tornam fundamentais na escolha das condições de cultivo, pois elas indicam, de forma segura, em quais condições a parte desejável se desenvolve melhor.

A razão de área foliar (RAF) representa a relação entre a área foliar (AF) e a massa seca total da planta (MST), expressa em $\text{dm}^2 \text{ g}^{-1}$. A RAF declina com o crescimento da planta, em função do autossombreamento, com a tendência da diminuição da área foliar útil ou fotossinteticamente ativa, para a produção de matéria seca (DUBOC, 1994; CARNEIRO et al., 1996; RAMOS et al., 2003). O quociente de área foliar varia com a área foliar específica (AFE) e com a razão de massa de folha (RMF). Assim, qualquer variação em um deles, ou nos dois, implicará alterações na RAF.

Nos experimentos de gladiolo, a RAF foi maior nas plantas da tela azul do que nos demais tratamentos. Costa et al. (2012) também encontraram maiores RAF em tela azul com 50% de restrição de luminosidade trabalhando com hortelã-pimenta. Concluíram que esse resultado é indicativo de que, sob malha azul, o crescimento de hortelã-pimenta é comprometido, pois as plantas requereram maior área foliar para a produção de 1 g de matéria seca, em comparação com as demais.

4.6. Razão de Massa Foliar – RMF

A razão de massa foliar constitui um componente fisiológico, já que é expressa pela razão de massa de matéria seca retida nas folhas e pela massa de matéria seca acumulada na planta ($\text{RMF} = \text{MSF}/\text{MST}$). Considerando que as folhas são o centro de produção de matéria seca através da fotossíntese e que o restante da planta depende da exportação dessas fitomassas, a RMF expressa a fração de matéria seca não exportada. Dessa forma, é de fundamental importância observar essa variável fisiológica nas tomadas de decisões. Nos gladiolos, no início da análise as plantas só possuem raiz e folhas, representando estas quase 100% do peso das plantas (o bulbo-mãe não fez parte da análise de crescimento). À medida que surgem outros órgãos, essa variável diminui, ajustando-se ao modelo quadrático. A menor RMF das plantas a pleno sol possivelmente tenha sido devida ao fato de elas apresentarem forte crescimento de bulbo, haste e raiz que competiram mais fortemente com as folhas (Figuras 17 e 18). Na primavera, o ganho de massa seca total das plantas em tela azul foi menor, o que fez a RMF ficar maior, enquanto no outono essa variável não mostrou o mesmo declínio, o que pode ser inferido que outros órgãos, como raiz, haste e botões florais, tiveram menor desenvolvimento.

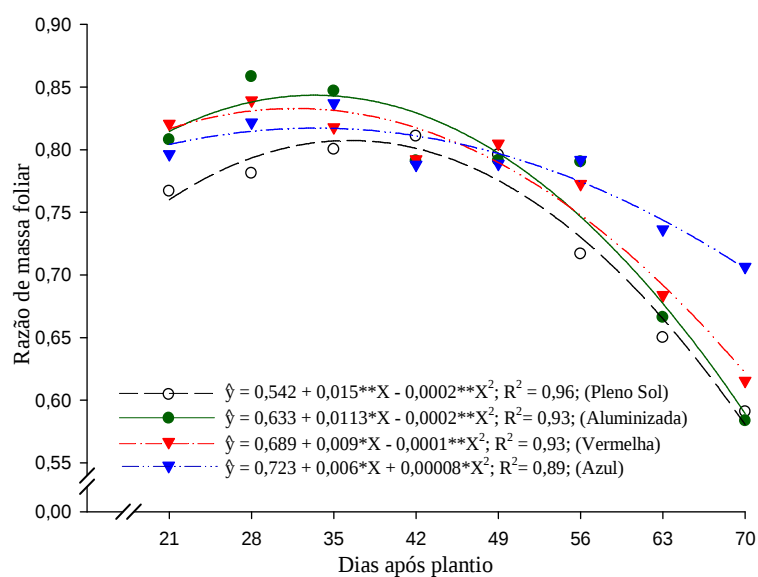


Figura 17 – Razão de massa foliar do gladiolo 'Amsterdam' cultivado em quatro ambientes de luz na primavera de 2011. UFV – Viçosa, MG.
* e ** significativos a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste t.

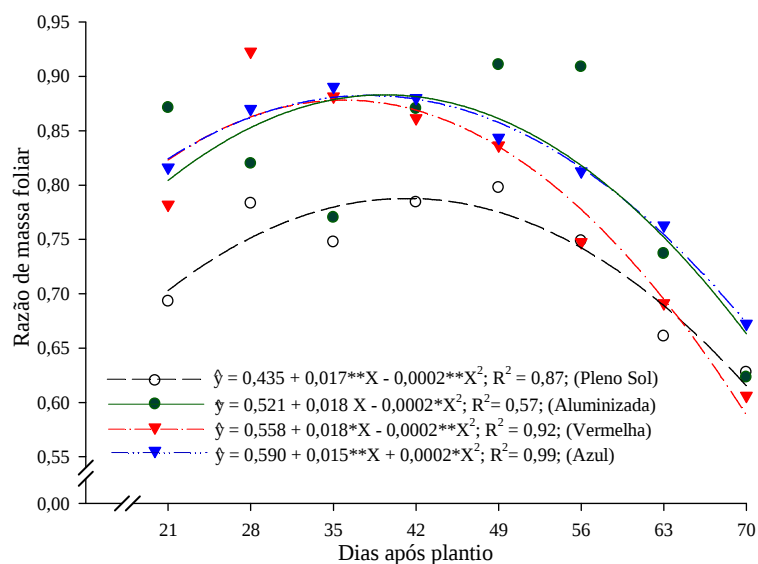


Figura 18 – Razão de massa foliar do gladiolo 'Amsterdam' cultivado em quatro ambientes de luz no outono de 2012. UFV – Viçosa, MG.
* e ** significativos a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste t.

4.7. Razão de Massa de Bulbos – RMB

A razão de massa de bulbos mostra quanto a planta direcionou para a formação de bulbos e se mostrou melhor no tratamento a pleno sol até 70 DAP, quando esta análise terminou e os bulbos não tinham alcançado o pleno desenvolvimento. Possivelmente, o intenso desenvolvimento do sistema radicular pode ter beneficiado os bulbos em formação mais do que nos outros tratamentos, já que a drenagem de fotoassimilados em direção ao sistema radicular passa primeiro pelos bulbos.

Comparando as RMB da primavera com as de outono (Figuras 19 e 20), constatou-se que as condições deste último favoreceram maior crescimento dos bulbos. Nas duas estações de cultivo, os maiores bulbos foram os cultivados a pleno sol e os menores, sob tela azul. Se o cultivo visar apenas à comercialização de bulbos, os tratamentos com telas deixam de ser interessantes.

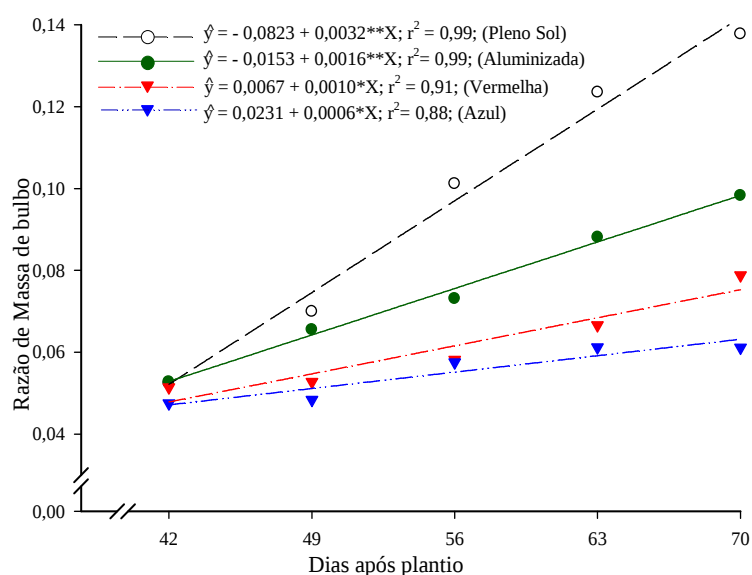


Figura 19 – Razão de massa de bulbos do gladiolo 'Amsterdam' cultivado em quatro ambientes de luz na primavera de 2011. UFV – Viçosa, MG.

* e ** significativos a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste t.

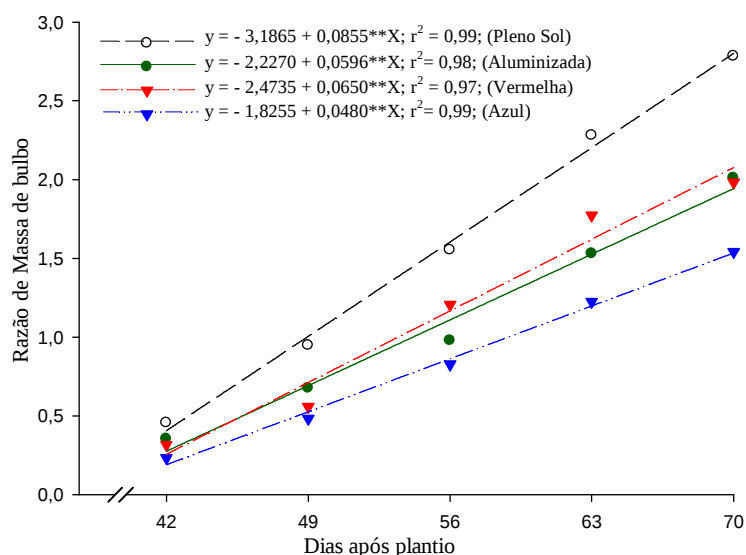


Figura 20 – Razão de massa seca de bulbos do gladiolo 'Amsterdam' cultivado em quatro ambientes de luz no outono de 2012. UFV – Viçosa, MG.

** significativo a 1% de probabilidade, pelo teste t.

4.8. Razão de Massa de Raiz – RMR

A razão de massa radicular nas duas épocas de cultivo foi maior a pleno sol (Figuras 21 e 22), não se observando grandes diferenças entre os tratamentos com telas. Isso ocorreu, provavelmente, porque as plantas a pleno sol apresentaram maior desenvolvimento do sistema radicular em resposta aos elevados níveis de radiação solar, pois esta aumenta a temperatura interna da folha e o sistema radicular robusto aumenta a captação de água para que a planta reduza sua temperatura interna.

4.9. Taxa Assimilatória Líquida – TAL

Independentemente da época, as médias da taxa assimilatória líquida não se ajustaram a nenhum dos modelos de regressão estudados e variaram de 0,0148 a 0,1148 e de 0,0256 a 0,1370 $\text{g.dm}^{-2}.\text{dia}^{-1}$ na primavera e no outono, respectivamente. A TAL representa o balanço entre o material produzido pela fotossíntese e aquele perdido pela respiração (PEREIRA; MACHADO, 1987) e indica a eficiência de uma planta na produção de matéria seca. No entanto, a produção econômica está sob outros controles e não necessariamente relacionada com a eficiência fotossintética.

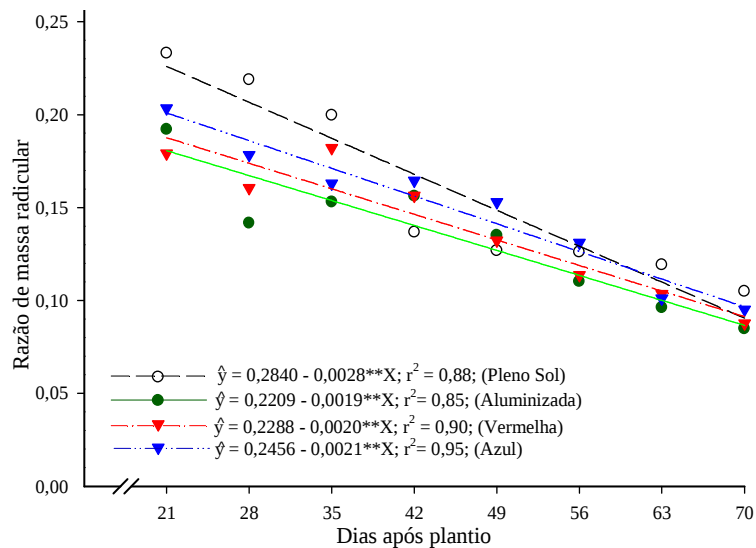


Figura 21 – Razão de massa radicular do gladiolo 'Amsterdam' cultivado em quatro ambientes de luz na primavera de 2011. UFV – Viçosa, MG.

**significativo a 1% de probabilidade, pelo teste t.

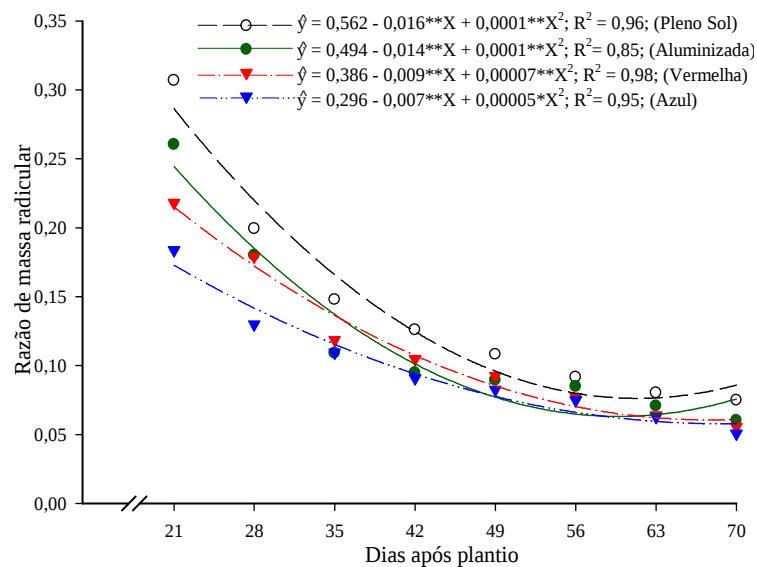


Figura 22 – Razão de massa radicular do gladiolo 'Amsterdam' cultivado em quatro ambientes de luz no outono de 2012. UFV – Viçosa, MG.

* e ** significativos a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste t.

As grandes oscilações da TAL podem ter sido responsáveis pelas alterações de parâmetros quantitativos, como a MST e as demais razões calculadas. Pequenas variações na temperatura e umidade do ar, como as verificadas nas Figuras 1 a 4,

podem ser responsáveis por tais alterações. Peixoto e Peixoto (2004) e Rodrigues (1990) afirmaram que a TAL é afetada por inúmeros fatores, como temperatura, umidade relativa do ar, intensidade e qualidade da luz.

4.10. Taxa de Crescimento Relativo – TCR

A taxa de crescimento relativo (TCR) representa a massa seca acumulada por grama de matéria seca preexistente por unidade de tempo ($TCR = (\ln MST_2 - \ln MST_1) / (t_2 - t_1) (1/MST_1) \text{ g g}^{-1} \text{ dia}^{-1}$). Magalhães (1985) considerou a taxa de crescimento relativo como a medida mais apropriada para avaliação do crescimento vegetal, que é dependente da quantidade de material que está sendo acumulado e pode ser usada para comparar a performance de espécies ou o efeito de tratamentos sob condições estritamente definidas. A TCR varia ao longo do ciclo vegetal, pois depende de dois outros fatores de crescimento: a área foliar útil para a fotossíntese ou a razão de área foliar (RAF) e a taxa assimilatória líquida (TAL) (fotossintética bruta, descontando a respiração, mais a fotorrespiração nas plantas C_3). Portanto, a taxa de crescimento relativo poderá ser obtida utilizando-se a equação $TCR = TAL \times RAF$, o que a torna importante índice do crescimento vegetal, pois combina um fator fisiológico (TAL) com um morfológico (RAF) (PAIVA, 2006).

Na primavera, as plantas sob tela azul iniciaram-se com maior TCR (Figura 25), seguidas daquelas sob tela aluminizada, a pleno sol e sob tela vermelha. Os valores da TCR diminuía à medida que as plantas cresciam e permaneceram muito próximos até o término da análise de crescimento, aos 70 DAP.

No outono (Figura 26), as plantas em tela aluminizada iniciaram-se com maior TCR, seguidas das a pleno sol, tela azul e vermelha. Embora as plantas sob tela vermelha no início da análise tenham mostrado menor TCR, a partir dos 49 dias após o plantio a TCR se igualou à dos outros tratamentos. Na primavera, as plantas sob tela azul mostraram pequena superioridade à dos tratamentos a pleno sol e aluminizada, porém nas duas épocas de cultivo todos os tratamentos chegaram aos 70 DAP apresentando diferenças incipientes, o que é corroborado pela aparente homogeneidade entre plantas, principalmente dentro do mesmo tratamento. A maior TCR inicial das plantas em tela azul, na primavera, pode ter ocorrido porque as plantas eram menores e, como a incorporação de massa seca é relativa, a TCR ficou maior. Benicasa (1988) afirmou que a TCR está em função do tamanho inicial, ou seja, do material preexistente.

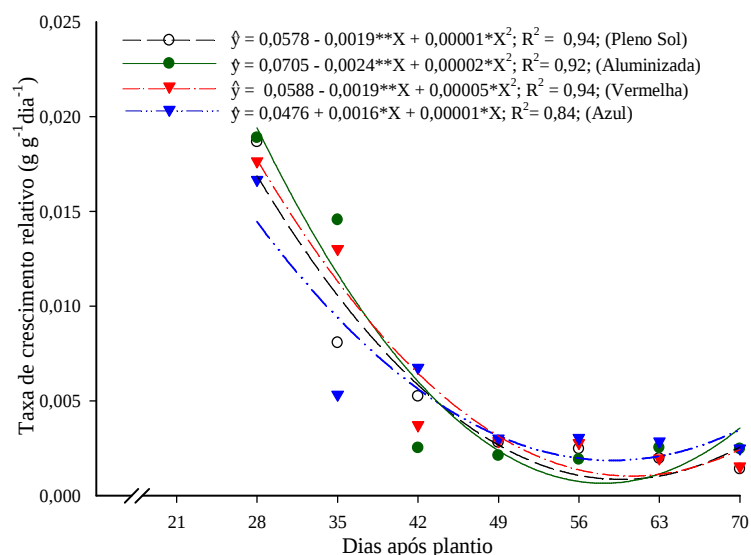


Figura 25 – Taxa de crescimento relativo do gladiolo 'Amsterdam' cultivado em quatro ambientes de luz na primavera de 2011. UFV – Viçosa, MG.

* e ** significativos a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste t.

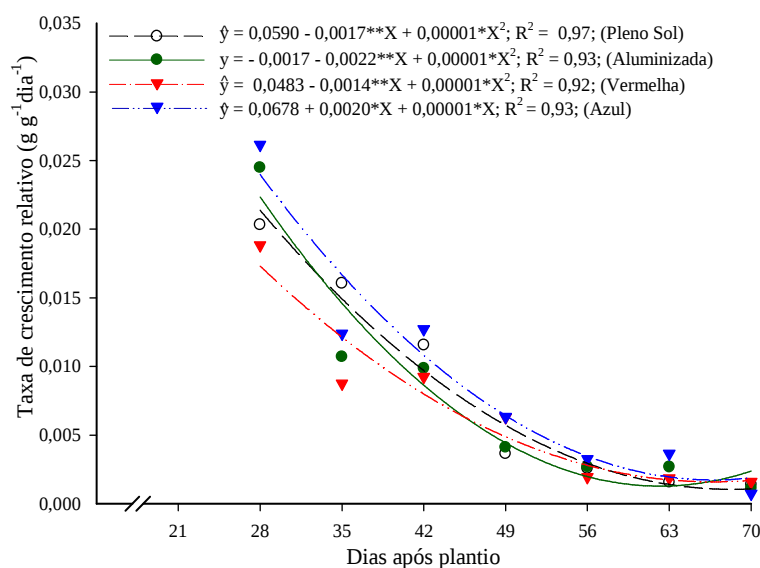


Figura 26 – Taxa de crescimento relativo do gladiolo 'Amsterdam' cultivado em quatro ambientes de luz no outono de 2012. UFV – Viçosa, MG.

* e ** significativos a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste t.

Quando as plantas experimentam mudança nas condições de luz, a maioria delas é capaz, em maior ou menor grau, de se aclimatar à mudança ocorrida (KITAJIMA, 1996). Isso porque, primeiramente, elas podem mudar a fração de

biomassa investida em raízes, caule e folha. Em segundo lugar, elas são capazes de modular a área foliar por unidade de biomassa através de alterações em sua anatomia e, em terceiro lugar, podem mudar o investimento relativo de nitrogênio entre os componentes fotossintéticos.

No gladiolo, as equações demonstram inicialmente que a TCR foi alta e declinou com o passar do tempo, ajustando-se a um modelo quadrático positivo. Isso ocorreu porque, com o aumento do autossombreamento, houve menor interceptação da radiação solar por unidade de área foliar, e a fotossíntese da planta inteira tendeu a decrescer. Com o passar do tempo, a proporção entre a maquinaria produtora de biomassa vai diminuindo em relação à biomassa total da planta (PEIXOTO; PEIXOTO, 2004). Essas variações na TCR são normais, uma vez que qualquer incremento ao longo de determinado período está diretamente relacionado ao tamanho alcançado no período anterior (LIMA, 2007).

4.11. Altura de Planta – AP

A altura da planta de gladiolo torna-se variável extremamente importante quanto à adoção do sistema de cultivo e ao mercado de destino das hastes florais. Com relação ao sistema de cultivo, o objetivo é conseguir comprimento de haste floral que alcance a melhor classificação de mercado e corte no máximo do último par de folhas na colheita da haste. Essa forma de cultivo é praticada na região de Viçosa, MG (observações *in loco*) e outros locais do Brasil, incluindo outros locais de Minas Gerais e da Bahia. Com relação ao mercado de destino, deve-se verificar se este adota um sistema de classificação igual ao seguido na região de Holambra, SP, em que o maior preço das hastes está relacionado ao seu comprimento e diâmetro. Dependendo das condições a que as plantas sejam submetidas, os dois produtos (hastes florais e bulbos) não serão possíveis no mesmo cultivo, pois plantas a pleno sol mostram-se mais baixas e, nos tratamentos com telas, atingem altura que proporciona os dois produtos. Entretanto, deve-se atentar para que as restrições de luminosidade não produzam plantas estioladas e o diâmetro da haste floral não alcance as classificações mínimas impostas por esses mercados. Peixoto e Peixoto (2004) afirmaram que há excesso de alongamento de caules por alta atividade auxínica, sob condição de ausência de luz.

Nos experimentos com gladiolos, no outono, as plantas com 70 DAP já tinham alcançado altura para em um só cultivo produzirem hastes florais comerciais,

Entretanto, na primavera, é provável que o experimento a pleno sol não alcançasse (Figura 27) o melhor tamanho de haste, mesmo esperando até as flores indicarem o ponto de colheita.

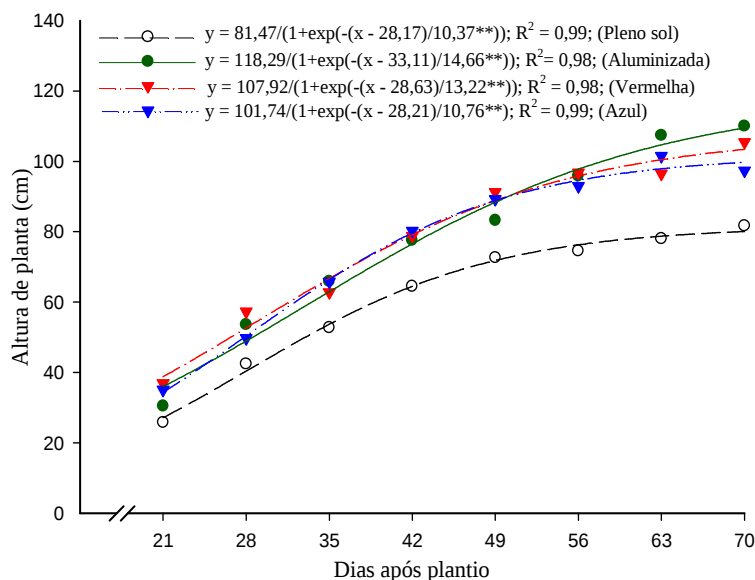


Figura 27 – Altura de planta do gladiolo 'Amsterdam' cultivado em quatro ambientes de luz na primavera de 2011. UFV – Viçosa, MG.
 ** significativo a 1% de probabilidade, pelo teste t.

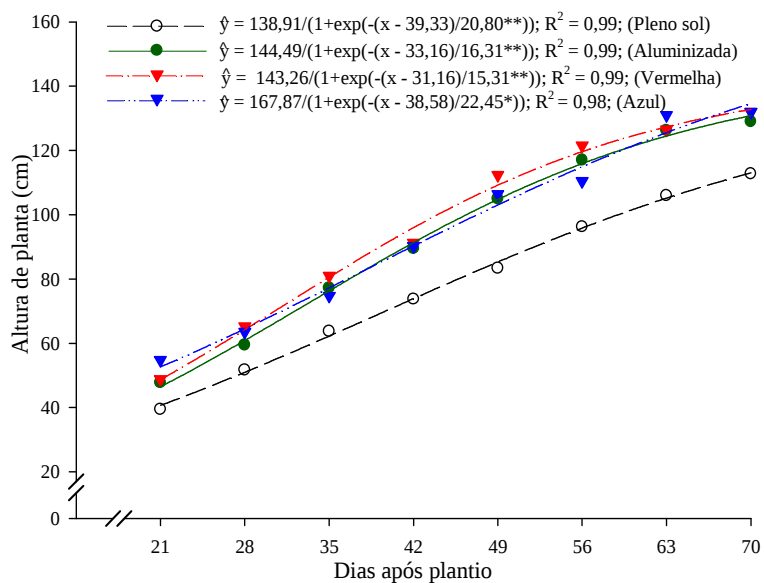


Figura 28 – Altura de planta do gladiolo 'Amsterdam' cultivado em quatro ambientes de luz no outono de 2012 – Viçosa, MG.
 * e ** significativos a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste t.

5. CONCLUSÕES

- O acúmulo de biomassa (MST) e o aumento de área foliar (AF) do gladiolo ‘Amsterdam’ cultivado em diferentes ambientes de luz seguem padrões similares, tanto na primavera quanto no outono.
- A massa seca total (MST) até 70 dias após o plantio é maior nas plantas cultivadas a pleno sol e sob telas aluminizada e vermelha e menor nas cultivadas sob tela azul.
- A área foliar (AF) das plantas do gladiolo ‘Amsterdam’ é maior quando o cultivo ocorre sob telas com 50% de restrição da luminosidade global.
- A área foliar específica (AFE) do gladiolo ‘Amsterdam’ é afetada de forma diferenciada em cada estação de cultivo, mas os tratamentos que produzem maior e menor AFE são os mesmos: cultivo em tela azul e a pleno sol.
- O espectro diferenciado fornecido pelas malhas garante maior duração de área foliar em relação ao a pleno sol.
- O crescimento dos bulbos-filhos é mais acelerado a pleno sol do que sob malhas de sombreamento.
- O sistema radicular do gladiolo é mais robusto quando cultivado a pleno sol.
- Tratamentos com malhas aluminizada, vermelha e azul produzem plantas mais altas do que o a pleno sol.
- As respostas fornecidas pela análise de crescimento, no intervalo de tempo de 0 a 70 dias após o plantio, permitem a conclusão de que os tratamentos a pleno sol e com telas aluminizada ou vermelha produzem plantas de gladiolo ‘Amsterdam’ mais vigorosas, tanto na primavera quanto no outono.

6. REFERÊNCIAS

AFREEN, F.; ZOBAYED, S. M. A.; KOZAI, T. Spectral quality and UV-B stress stimulate glycyrrhizin concentration of *Glycyrrhiza uralensis* in hydroponic and pot system. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 43, p. 1074-81, 2005.

ALMEIDA, L. P.; ALVARENGA, A. A.; CASTRO, E. M.; ZANELA, S. M.; VIEIRA, C. V. Crescimento inicial de plantas de *Cryptocaria aschersoniana* Mez. Submetidas a níveis de radiação solar. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 1, p. 83-88, 2004.

ATTRIDGE, T. H. **Light and plant responses**. London: E. Arnold, 1990. 147 p.

BARBIERI JÚNIOR, D.; BRAGA, L. F.; ROQUE, C. G.; SOUZA, M. P. Análise de Crescimento de *Hymenaea courbaril* L. Sob Efeito da Inoculação Micorrízica e Adubação Fosfatada. **Revista de Ciências Agroambientais**, Alta Floresta, MT, v. 5, n. 1, p. 1-15, 2007.

BARBOSA, J. G. (Ed.). **Palma-de-santa-rita (gladíolo):** produção comercial de flores e bulbos. Viçosa, MG: Editora UFV, 2011. p. 34. ISBN: 978-85-7269-412-4.

BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas (noções básicas)**. 2. ed. Jaboticabal, SP: FUNEP, 2003. 41 p.

BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas (noções básicas)**. Jaboticabal, SP: Funep/UNESP, 1988. 41 p.

BLANK, A. F.; SOUZA, R. J. de; GOMES, L. A. A. **Produção de pimentão em estufa**. Lavras, MG: UFLA, 1955. v. 4, 10 p. (Circular, 55– Coordenadoria de Extensão).

BRANDELERO, E. M. **Índices fisiológicos e rendimento de cultivares de soja no município de Cruz das Almas-BA**. 2001. 63 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal da Bahia, Cruz das Almas, BA, 2001.

BRANDELERO, E. M. et al. Índices fisiológicos e rendimento de cultivares de soja no Recôncavo Baiano. **Magistra**, Cruz das Almas, v. 14, n. 2, p. 77-88, Jul./Dez. 2002.

CARDOSO, G. L.; LOMÔNACO, C. Variação fenotípica e potencial plástico de *Eugenia calycina* Cambess. Myrtaceae) em uma área de transição cerrado-vereda. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 26, n. 1, 2003.

CARNEIRO, M. A. C.; SIQUEIRA, J. O.; DAVIDE, A. C. Fósforo e inoculação com fungos micorrízicos arbusculares no estabelecimento de mudas de embaúba (*Cecropia pachystachya* Trec). **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Lavras, v. 34, n. 3, p. 119-125, 2004.

CASTRO, P. R. C. **Análise de crescimento do amendoimzeiro (*Arachis hipogaea* L.) com relação à infestação de pragas**. Piracicaba, SP: Esalq, 1974. n. 31, p. 207-215. (Anais).

CASTRO, P. R. C.; BERGAMASHI, H.; SILVEIRA, J. A. G.; MARTINS, P. F. S. **Desenvolvimento comparado de três cultivares de Caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp)**. Piracicaba, SP: Esalq, 1984. n. 41, p. 555-584. (Anais).

COSTA, A. G.; CHAGAS, J. H.; PINTO, J. E. B. F.; BERTOLUCCI, S. K. V. Crescimento vegetativo e produção de óleo essencial de hortelã-pimenta cultivado sob malhas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n. 4, p. 534-540, Abr. 2012.

DAHLGREN, J. P.; ERIKSSON, O.; BOLMGREN, K.; STRINDELL, M.; EHRLÉN, J. Specific leaf area as a superior predictor of changes in field layer abundance during forest succession. **Journal of Vegetation Science**, v. 17, p. 577-582, 2006.

DUBOC, E. **Requerimentos nutricionais de espécies florestais nativas: *Hymenaea courbaril* L. var. *stilbocarpa* (Haynee) Lee et Lang (Jatobá), *Copaifera langsdorffii* Desf. (Copaíba) e *Peltophorumdubium* (Spreng) Taub. (Canafístula)**. 1994. 68 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 1994.

ENGEL, V. L.; POGGIANI, F. Influência do sombreamento sobre o crescimento de mudas de algumas essências nativas e suas implicações ecológicas e silviculturais. **IPEF**, n. 43/44, p. 1-10, Jan./Dez. 1990.

GAVA, G. J. C.; TRIVELIN, P. C.; OLIVEIRA, M. W.; PENATTI, C. P. Crescimento e acúmulo de nitrogênio em cana de açúcar cultivada em solo coberto com palhada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 366, n. 11, p. 1347-1354, 2001.

GRIME, J. P. **Plant strategies and vegetation process**. London: Wiley, 1979.

KAMPF, A. N. Horticultura e floricultura. In: **Produção comercial de plantas ornamentais**. Guaíba, RS: Agropecuária, 2000. p. 15-23.

KITAJIMA, K. Ecophysiology of tropical tree seedlings. In: MULKEY, S.; CHAZDON, R.; SMITH, A. (Ed.). **Tropical forest plant ecophysiology**. New York: Chapman and Hall, 1996. p. 559-596.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Paulo, SP: Editora Pedagógica e Universitária, 1986. 531 p.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos, SP: Rima, 2006. 550 p.

LEE, D. W. et al. Effects of irradiance and spectral quality on leaf structure and function in seedlings of two Southeast Asian Hopea (Dipterocarpaceae) species. **American Journal of Botany**, v. 87, n. 4, p. 447-455, 2000.

LIMA, J. L.; PEIXOTO, C. P.; LEDO, C. A. S. Índices fisiológicos e crescimento inicial de mamoeiro (*Carica papaya* L.) em casa de vegetação. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 31, n. 5, p. 1358-1363, 2007.

MACHADO, E. D.; FURLANI, P. R.; HANNA, L. G.; CAMARGO, O. B.; BRUNINI, O.; MAGALHÃES, H. H. S. Características biométricas e fisiológicas de três cultivares de milho. **Bragantia**, Campinas, v. 44, n. 1, p. 283-294, 1985.

MAGALHÃES, A. C. N. Análise quantitativa do crescimento. In: FERRI, M. G. **Fisiologia vegetal**. São Paulo, SP: EPU, 1985. v. 1, p. 363 - 450.

MARKESTEIJN, L.; POORTER, L.; BONGERS, F. Light-dependent leaf trait variation in 43 tropical dry forest tree species. **American Journal of Botany**, v. 94, n. 4, p. 515-525, 2007.

NASCIMENTO, M. E.; TEXEIRA, E.; PINTO, J. E. B. P.; CASTRO, E. M.; SILVA, J. M. JR.; OLIVEIRA, A. D. T. Efeito da radiação solar sobre a morfo-anatomia foliar de *Copaifera langsdorffii* Desf. (Fabaceae caesalpinoideae) e a sua importância na formação dos elementos secretores. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 9., 2009, São Lourenço, MG. **Anais...** São Lourenço, MG, Set. 2009.

PAIVA, P. D. de O.; SIMÕES, F. C.; VIEIRA, F. A.; FUINI, M. G.; PAIVA, R. **A cultura do gladiolo**. Lavras, MG: UFLA, 1999. v. 8. (Boletim Técnico, 59 – Série Extensão).

PAIVA, R. (Ed.); OLIVEIRA, L. M. **Fisiologia e produção vegetal**. Lavras, MG: Editora UFLA, 2006.

PEIXOTO, C. P. Comparação de cinco métodos de estimativa da área foliar do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FISILOGIA VEGETAL, 6., 1995, Lavras, MG. **Anais...** Lavras, MG, 1995. p. 92.

PEIXOTO, C. P. **Análise de crescimento e rendimento de três cultivares de soja em três épocas de semeadura e três densidades de plantas**. 1998. 151 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, 1998.

PEIXOTO, C. P.; PEIXOTO, M. F. S. P. [Doc.] **Dinâmica do crescimento vegetal (Princípios básicos)** – Escola Superior de Agricultura da Universidade Federal da Bahia, Nov. 2004. Disponível em: <www.ufrb.edu.br/.../análise-de-crescimento/...crescimento.../download>. Acesso em: 23 Mar. 2013.

PEREIRA, A. R.; MACHADO, E. C. **Análise quantitativa do crescimento de vegetais**. Campinas, SP: Instituto Agrônomo de Campinas, 1987. 33 p. (IAC-Boletim Técnico, n. 114).

POLYSACK INDÚSTRIA LTDA. Disponível em: <www.polysack.com>. Acesso em: 25 Jan. 2011.

RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas, SP: Instituto Agrônomo e Fundação IAC, 1996. 285 p. (Boletim, 100).

RAMOS, K. M. O.; FELFILI, J. M.; SILVA-SOUSA, J. C.; FAGG, C. W.; FRANCO, A. C. Desenvolvimento inicial de plântulas de *Hymenaea stigonocarpa* Mart. Ex. L., sob diferentes condições de sombreamento. **Ibama**, Brasília, n. 77, 2003.

RODRIGUES, J. D. **Influência de diferentes níveis de cálcio, sobre o desenvolvimento de plantas estilosas (*Stylodanthes guyanensis* (Aubl.) Swartz cv cook), em cultivo hidropônico**. 1990. 180 f. Tese (Livre docência em Fisiologia Vegetal) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP, 1990.

SARIJEVA, G.; KNAPP, M.; LICHTENTHALER, H. K. Differences in photosynthetic activity, chlorophyll and carotenoid levels, and in chlorophyll fluorescence parameters in green sun and shade leaves of *Ginkgo* and *Fagus*. **Journal of Plant Physiology**, v. 164, p. 950-955, 2007.

SHAHAK, Y. Photo-selective netting for improved performance of horticultural crops. A review of ornamental and vegetable studies carried out in Israel. **Acta Horticulture**, n. 770, p. 161-168, 2008.

SILVA, L. C. **Respostas ecofisiológicas e desempenho agrônomo do amendoim cv. Bri submetido a diferentes lâminas e intervalos de irrigação**. 1997. Tese (Doutorado em Manejo de Solo e Água.) – Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande, PB, 1997. Disponível em: <pt.scribd.com/doc/58862629/12>. Acesso em: 23 Mar. 2013.

SOUZA, J. A. de; SOUZA, R. J. de; COLLICHIO, E.; GOMES, L. A. A.; SANTOS, H. S. **Instruções práticas para construção de estufas “modelo ANA Dias”**. Lavras, MG: UFLA, 1994. v. 3, 22 p. (Circular, 17 – Coordenadoria de Extensão).

TEXEIRA, N. T. **Hidroponia**: uma alternativa para pequenas áreas. Guaíba, RS: Agropecuária, 1996. 86 p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4. ed. São Paulo, SP: Artmed, 2009. 848 p.

TOBOLATO, A. F. C. **Cultivo Comercial de plantas Ornamentais**. Campinas, SP: Instituto Agronômico de Campinas, 2004.

URCHEI, M. A.; RODRIGUES, J. D.; STONE, L. V. Análise de crescimento de duas cultivares de feijoeiro sob irrigação, em plantio direto e preparo convencional. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 3, p. 497-506, 2000.

WHATLEY, J. M.; WHATLEY, F. R. **A luz e a vida das plantas**: temas de biologia. São Paulo, SP: USP, 1982. 101 p.

CONCLUSÕES FINAIS

- As plantas do gladiolo 'Amsterdam' apresentam rápido e robusto crescimento, tanto na primavera quanto no outono, e mostram-se sensíveis à qualidade da luz.
- As telas aluminizada ou vermelha, com 50% de restrição à luminosidade global, proporcionam as melhores respostas fitotécnicas do gladiolo 'Amsterdam'.
- Os parâmetros de trocas gasosas e fluorescência da clorofila permitem bom monitoramento do desenvolvimento do gladiolo.

ANEXO

Quadro 1A – Resumo das análises de variância conjunta do número de flores na espiga floral (NFEF), comprimento da parte aérea (CPA), comprimento da espiga floral (CEF), diâmetro da haste floral (DHF), diâmetro da flor (DF), comprimento da haste floral (CHF), área foliar (AF), peso seco de haste (MSHF), peso seco de folhas (MSF), peso seco de bulbos filhos na colheita da flor (MSBF), peso seco de raiz (MSR), do gladiolo ‘Amsterdam’ cultivado em quatro ambientes de luz na primavera de 2011 e no outono de 2012. UFV – Viçosa, MG

F. V.	GL	Quadrado médio										
		NFEF	CPA	CEF	DHF	DF	CHF	AF	MSHF	MSF	MSBF	MSR
Ambientes (A)	3	14,5229**	901,7**	200,0667**	3,0887**	5,4492**	769,633**	20949,79*	16,9174**	9,4154**	1,6381**	0,06414**
Épocas (E)	1	43,0563**	864,9**	372,1**	0,025 ^{ns}	8,4272**	202,5 ^{ns}	396955,81**	1,7347 ^{ns}	13,1462**	7,6126**	0,00676 ^{ns}
A x E	3	4,1729*	51,3 ^{ns}	15,1 ^{ns}	0,5457*	3,1659**	140,433 ^{ns}	1002,51 ^{ns}	0,2147 ^{ns}	1,2145 ^{ns}	0,1687*	0,01917 ^{ns}
Resíduo	32	0,9406	42,0625	11,15	0,184	0,4566	60,60	5379,42	0,9664	0,8113	0,0431	0,01383
Média	-	14,987	1,539	57,200	10,410	11,521	1,051	1057,37	8,75	12,971	1,68	0,811
CV (%)	-	6,47	4,21	5,84	4,12	5,86	4,41	6,94	11,24	6,94	10,61	14,50
Dms/época	-	1,2502	0,04180	2,15225	0,5530	0,8710	0,05018	47,27398	0,63361	0,58055	0,2297	0,07579
Dms/tra tamento	-	1,6601	0,07850	4,04159	0,7342	1,1566	0,09422	88,77344	1,18983	1,09018	0,3051	0,14233

* F significativo a 5%; ** F significativo a 1% de probabilidade; e ns não significativo.